



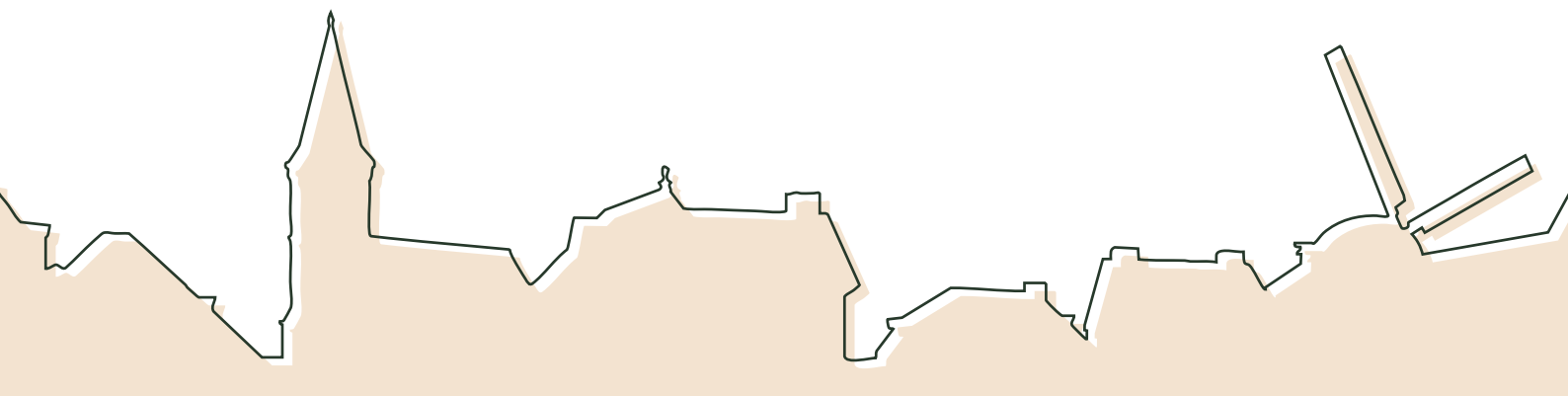
Tailoring the energy label for listed buildings in the Netherlands

Roos Spee

Master Thesis, Delft University of Technology

Tailoring the energy label for listed buildings in the Netherlands

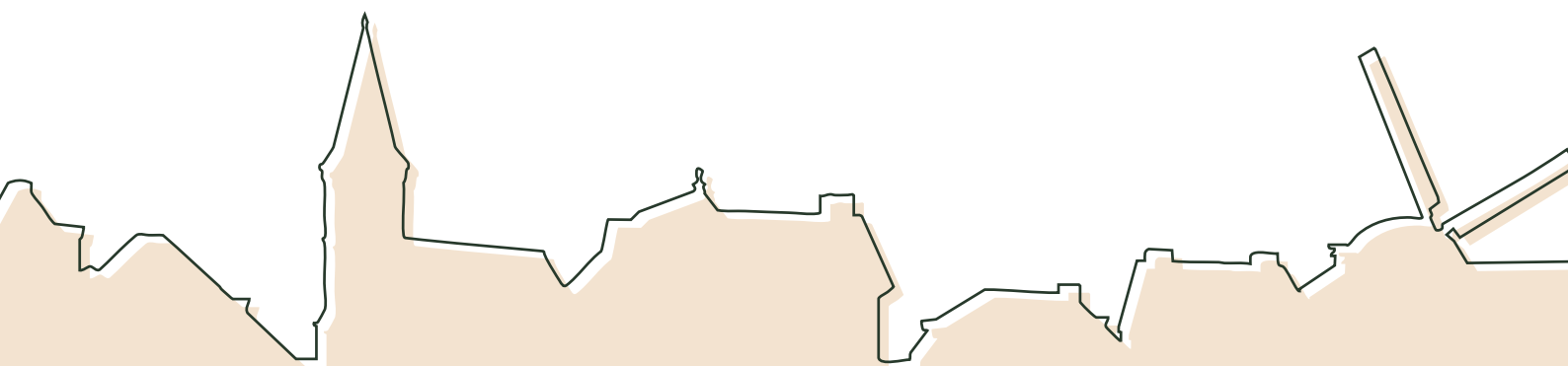




Permanente tijdelijkheid

*De enige manier waarop iets permanent kan blijven
is door het eeuwig te blijven veranderen*

Lucas de Man



Roos Marijn Spee

4867041

1st of April 2025

MSc Architecture, Urbanism & Building Sciences
Track Management in the Built Environment
Delft University of Technology
Faculty of Architecture and the Built Environment

Theme 8: Circular, inclusive, affordable, and future proof real estate strategies

Graduation Committee

First mentor: Dr. M.H. (Monique) Arkesteijn MBA
Associate professor Real Estate Management

Second mentor: Prof.dr. A.R. (Ana) Pereira Roders
Professor of Heritage and Values & Chair of department of
Architectural Engineering and Technology

Delegate of the Board of Examiners: A.B.J. (Lex) van Deudekom MSc.

Faculty of Architecture and the Built Environment

Delft University of Technology
Julianalaan 134, 2628 BL Delft, the Netherlands

Graduation company

De Groene Grachten
Mauritskade 64, 1092 AD Amsterdam, the Netherlands
Company supervisor: Caroline Masselink

PREFACE

Here it is - my thesis! After 14 months of hard work, the moment has finally arrived. When I first started, I never expected to enjoy it as much as I did. The topic kept inspiring me, as did the people. It has been such a pleasure to speak with so many individuals who are intrinsically motivated to make a difference. That was truly inspiring.

I would like to begin by expressing my gratitude to my supervisors. First, Monique, for bringing structure to the chaos and always reminding me to “take a step back.” For checking in on my stress levels and not only supervising my thesis but also genuinely guiding me as a person throughout this process. Thank you, Ana, for making time in an already packed schedule and always being present with a big smile. When you were there, you were fully present, which was a privilege to work with. Caroline, thank you for the weekly update chats, even when there wasn’t always much to report. We always managed to fill half an hour with conversations about my thesis or life in general. Thank you for making me feel confident in my work and progress and for encouraging me to trust in my own abilities.

A big thank you to everyone at De Groene Grachten for the incredibly warm welcome. I could not have wished for a better first experience in the “real” working world. The enthusiasm and perseverance with which you all work is truly admirable and inspiring. From fun outings to countless meetings, helpful tips, and much more - no question was ever too silly to ask, and that made all the difference. My thesis is much stronger because of it, so thank you!

Of course, I also want to thank all my interviewees. Without you, I would not have been able to gather the insights that now lie before you. Thank you for taking the time to answer my endless stream of questions, follow-ups, and emails.

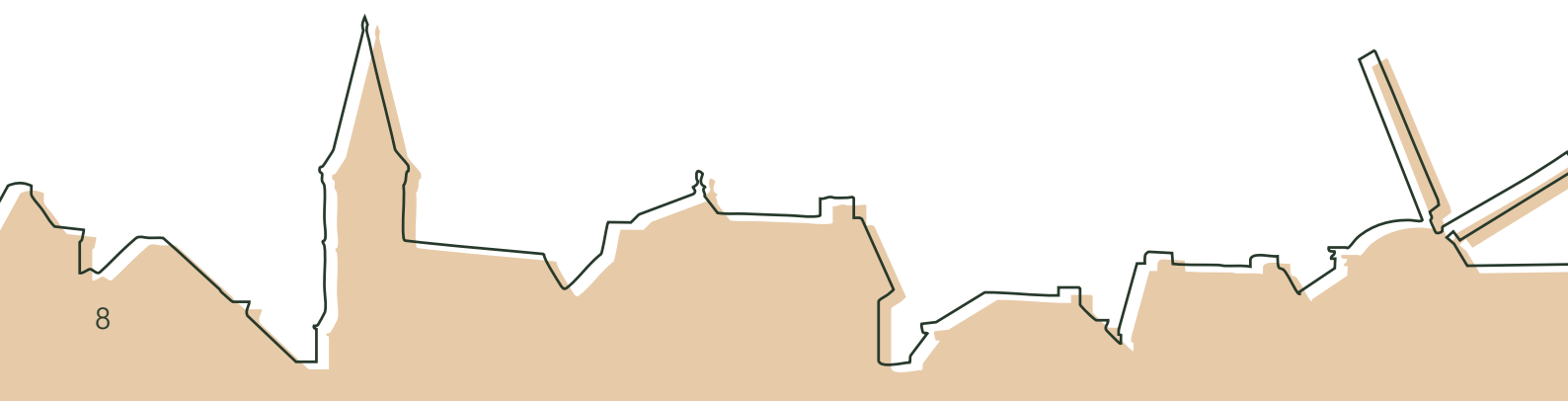
Then, of course, my dear family - papa, mama, and Tanya. It was such a relief to come home completely overworked and have lunch placed in front of me instead of forgetting to eat, or to enjoy a nice cappuccino with hagelslag. Then, kudos to all my Strava supporters for cheering me on during my newly developed hobbies over the past year - running and cycling - and for all the “blowing off steam” laps I’ve done. Thank you to my ploeggenootjes from Kapot and Quadrip, especially Esther and Marit, for always answering my calls. And to Mandy, for going through these final weeks of graduation together.

A special thanks as well to my (former) housemates. My student life wouldn’t have been the same without you, and especially during my thesis, I cherished being able to join dinner, vent my frustrations, study together, travel to work in Amsterdam and get pulled out of my study bubble for some much-needed fun.

Without all of you, this thesis would have been far less developed, and the process far less enjoyable. So for that, I say:

Dankjulliewel!

Liefs,
Roos



ABSTRACT

Climate change presents a critical challenge worldwide. With the built environment responsible for 37% of the total energy consumption of the Netherlands, it becomes crucial to address this issue. One way to mitigate this issue is through energy labels. These labels offer a method to assess current emission and emission reductions, but there are certain building types, like listed buildings, that are exempted from the requirement to have one. This exemption for listed buildings, around 150.000 in the Netherlands, shows the unique challenges that come with these buildings.

As a result, most listed buildings currently lack an energy label, and among those that do, only 17% has achieved a label C or higher. However, research suggests that this can be improved to up to 90% while preserving their cultural-historical value. This highlights both the challenge and potential of improving their energy performance, emphasising the need for a more tailored approach.

This study therefore aims to tailor the energy label to listed buildings, facilitating their participation in the energy transition. Through interviews with relevant stakeholders, case studies of successful renovations of listed buildings and the analysis of existing green certification systems, including the current energy label of the Netherlands, the research intends to shape and structure a way for these buildings to no longer be an exemption. Ultimately, this initiative strives to balance sustainability and conservation of cultural heritage, contributing to the reduction of CO₂ emissions and the bigger picture of a green built environment.

Key words: Listed buildings, energy label, green certification system, sustainability, cultural-historical value, monuments



EXECUTIVE SUMMARY

Climate change presents a critical challenge to urban environments, with rising global temperatures and sea levels leading to more extreme weather events. In response, the Dutch government has set ambitious goals to reduce CO₂ emissions from the built environment, which accounts for 37% of national energy use. While new buildings must meet nearly zero-energy standards, the renovation rates of existing buildings remain low, revealing untapped potential for improving energy efficiency.

This research addresses a significant gap in the energy transition process: the role of listed buildings in achieving sustainability goals. While green certification systems (GCS) such as energy labels are vital for promoting energy efficiency, listed buildings in the Netherlands are currently exempt from these requirements. This has resulted in a lack of standardised approaches for improving energy performance while maintaining their cultural-historical value. With approximately 150,000 listed buildings in the Netherlands, there is an urgent need to reconcile sustainability with heritage conservation.

The aim of this thesis is to explore how the energy label for listed buildings can be adapted to enhance their sustainability. The research investigates how the current energy label system can be tailored to meet the unique needs of listed buildings, providing recommendations for improvements and offering practical insights that preserve cultural significance while improving energy performance. The main research question guiding this study is:

"How can the energy label be tailored to address the specific needs of listed buildings in the Netherlands to enhance sustainability?"

The research is conducted in two parts. The first part establishes a theoretical framework by reviewing existing literature on energy efficiency, green certification systems, and sustainability in the context of listed buildings. In the second part, empirical research is carried out to adapt the energy label for these buildings. This involves conducting interviews with relevant stakeholders and analysing case studies of sustainable listed buildings to gather practical insights into real-world examples.

Conclusions

The empirical research conducted in this thesis shows that several changes are recommended to the energy label and the systems around it to better account for the specific case of listed buildings. These recommendations are regarding the energy label and regarding the policy and implementation.

Energy label recommendations:

1. **EP-Monument:** A tailored label that considers cultural-historical elements in assessing energy performance.
2. **Contextual information:** The label should reflect the building's context to indicate if the maximum potential has been reached.
3. **Addition of the actual use:** Option to include actual energy use to give context.
4. **Flexibility evidence and input:** More adaptable criteria to better suit heritage buildings.
5. **Guidance on improvements:** Providing tailored sustainability recommendations for listed buildings.
6. **Refined labelling scale:** Introducing additional label steps to better capture energy performance improvements.

Policy and implementation recommendations:

7. **Shift in view and policy flexibility:** There is need for a shift in how sustainability is viewed in listed buildings and policies should be more adaptable to these needs.
8. **Clearer definitions of cultural-historical value:** The implementation of a well-defined framework to implement better documentation of cultural-historical values is desirable.
9. **Mandatory energy labels:** To create a baseline, the requirement for listed buildings to have an energy label is introduced, without a minimum label requirement.
10. **Specialised training:** Energy label consultants should receive additional training on the specific situations of listed buildings to ensure more accurate evaluations.

These recommendations aim to strike a balance between sustainability efforts and the preservation of cultural heritage. The integration of the energy label recommendations in the design is detailed in appendix 15. Furthermore, the case studies (appendix CS) validated a list of easily implementable measures for listed buildings, enhancing the guidance on improvements. These case studies can also be included on the energy label to support informed decision-making and the providing of actionable perspective.

While these recommendations are crucial, some remarks are added:

1. **The energy label is just one piece of a bigger puzzle:** While adapting the label is crucial, it's only one aspect of preserving heritage. Successful projects consider all factors, not just energy efficiency.
2. **Stay focussed on the ultimate goal:** The aim is to reduce emissions, not just improve energy labels. The energy label may not always reflect actual impact, so context matters, such as a church used only on Sundays.
3. **Learn from each other and from other countries:** Collaboration and knowledge-sharing are key. For instance, England's experience with energy labels for listed buildings shows the need to adapt the system carefully to avoid harming heritage.
4. **All improvements count:** Implementing even one recommendation can improve the energy label for listed buildings. Specialised training should be a priority, so that knowledgeable people work with these listed buildings.

In conclusion, this research explored sustainability in listed buildings through the energy label, drawing insights from literature, stakeholder interviews, and case studies. It highlights the limitations of the current system and proposes improvements to enhance its effectiveness, emphasising the importance of investing in these changes now for long-term benefits.



SAMENVATTING

Klimaatverandering vormt een grote uitdaging voor stedelijke omgevingen, met stijgende temperaturen en zeespiegels die leiden tot extremer weer. De Nederlandse overheid streeft naar een forse CO₂-reductie in de gebouwde omgeving, omdat deze sector verantwoordelijk is voor 37% van het nationale energieverbruik. Hoewel nieuwbouw bijna-energie neutraal moet zijn, blijft de renovatiesnelheid van bestaande gebouwen laag, wat wijst op onbenut potentieel voor energiebesparing.

Dit onderzoek richt zich op een belangrijk gemis in de energietransitie: de rol van monumenten in het behalen van duurzaamheidsdoelen. Energieprestatiecertificaten, zoals het energielabel, zijn essentieel voor het stimuleren van energie-efficiëntie, maar monumenten in Nederland zijn momenteel vrijgesteld van deze eisen. Hierdoor ontbreekt een gestandaardiseerde aanpak om energieprestaties te verbeteren zonder hun cultuurhistorische waarde aan te tasten. Met circa 150.000 monumenten in Nederland is het essentieel om duurzaamheid en erfgoedbehoud met elkaar te combineren.

Het doel van deze scriptie is om te onderzoeken hoe het energielabel voor monumenten kan worden aangepast om hun duurzaamheid te bevorderen. De studie onderzoekt hoe het huidige label kan worden toegespitst op de specifieke behoeften van monumenten en formuleert aanbevelingen om de effectiviteit te verbeteren, met behoud van cultuurhistorische waarden. De onderzoeksvraag luidt dan ook:

“Hoe kan het energielabel worden aangepast om beter aan te sluiten bij de specifieke behoeften van monumenten in Nederland om zo de duurzaamheid te bevorderen?”

Het onderzoek bestaat uit twee delen. Het theoretische eerste deel omvat een literatuurstudie naar energie-efficiëntie, certificeringssystemen en duurzaamheid binnen de context van monumenten. Het tweede empirische deel richt zich op de praktijk en omvat interviews met belanghebbenden en casestudies van duurzame monumenten om inzicht te krijgen in toepasbare strategieën.

Conclusies

Uit het empirisch onderzoek blijkt dat verschillende aanpassingen nodig zijn aan zowel het energielabel als het bijbehorende beleid om de implementatie van energielabels voor monumenten beter te kunnen ondersteunen. Deze aanbevelingen zijn betreffende het energielabel zelf en het beleid en de implementatie daarvan.

Aanbevelingen voor het energielabel:

1. **EP-Monument:** Een op maat gemaakt label dat rekening houdt met cultuurhistorische elementen in de energieprestatiebeoordeling.
2. **Contextuele informatie:** Het label moet de bouwkundige context weerspiegelen en aangeven of het maximale potentieel is bereikt.
3. **Werkelijk energiegebruik toevoegen:** De mogelijkheid om het daadwerkelijke energiegebruik toe te voegen om meer context te geven.
4. **Flexibiliteit in bewijs en input:** Aanpasbare criteria die beter aansluiten bij monumenten.
5. **Begeleiding bij duurzaamheidsadviezen:** Specifieke aanbevelingen voor energieverbeteringen die passend zijn voor monumenten.
6. **Geraffineerde labelschaal:** Extra labelstappen om energieprestaties beter weer te geven.

Aanbevelingen voor beleid en implementatie:

7. **Een omslag in visie en flexibeler beleid:** Duurzaamheid in monumenten vraagt om een aangepaste beleidsbenadering.
8. **Duidelijkere definities van cultuurhistorische waarde:** Een beter gedefinieerd kader voor de documentatie en beoordeling van erfgoedwaarden.
9. **Verplichte energielabels:** Zonder minimumeis, maar als referentiepunt voor verbetering.
10. **Gespecialiseerde training:** Adviseurs moeten extra scholing krijgen om energielabels nauwkeuriger te kunnen opstellen voor monumenten.

Deze aanbevelingen streven naar een evenwicht tussen verduurzaming en erfgoedbehoud. De integratie van de labelaanpassingen in het ontwerp is weergegeven in bijlage 15. Daarnaast is er met behulp van de casestudies (bijlage CS) een lijst van gemakkelijk uitvoerbare maatregelen voor monumenten opgesteld, die de begeleiding bij duurzaamheidsadviezen versterken. De casestudies zelf zijn ook opgenomen in het energielabel ter ondersteuning van geïnformeerde besluitvorming en het bieden van handelingsperspectief.

Naast deze aanbevelingen zijn nog enkele aandachtspunten van belang:

1. **Het energielabel is slechts één puzzelstuk:** Aanpassingen aan het label zijn belangrijk, maar maken slechts deel uit van het bredere erfgoedbehoud. Succesvolle projecten kijken naar alle factoren, niet alleen duurzaamheid.
2. **Houd het uiteindelijke doel voor ogen:** Het doel is om emissies te verminderen, niet alleen om energielabels te verbeteren. Het energielabel weerspiegelt niet altijd de werkelijke impact, dus de context is van belang, zoals een kerk die alleen op zondag wordt gebruikt.
3. **Leer van anderen en uit het buitenland:** Samenwerking en het delen van kennis zijn essentieel. De ervaring leert, zoals ook gezien in Engeland, dat het energielabel systeem zorgvuldig moet worden aangepast om te voorkomen dat erfgoed wordt beschadigd.
4. **Elke verbetering telt:** Het uitvoeren van zelfs maar één aanbeveling kan het energielabel voor monumentale gebouwen verbeteren. Gespecialiseerde training moet een prioriteit zijn, zodat mensen met kennis van zaken met deze monumentale gebouwen werken.

Concluderend, dit onderzoek richt zich op de verduurzaming van monumenten door middel van het energielabel, waarbij gebruik is gemaakt van literatuur, interviews met belanghebbenden en casestudies. Het benadrukt de beperkingen van het huidige systeem en stelt verbeteringen voor om de effectiviteit ervan te vergroten, met de nadruk op het belang om nu te investeren in deze veranderingen om op lange termijn zowel duurzaamheid als erfgoedbehoud te waarborgen.

LIST OF ABBREVIATIONS

GCS	Green certification system
EP	Energie prestatie / energy performance
EPC	Energie prestatie certificaat / energy performance certificate
EPA	Energieprestatieadvies (= energy label) / energy performance advice
EP-M	Energie prestatie-Monument
EPBD	European Performance of Buildings Directive
BENG	Bijna Energie Neutraal Gebouw / Nearly Zero Energy Building (NZEB)
RCE	Rijksdienst van het Cultureel Erfgoed

LIST OF FIGURES

Figure 1.1	Desired course of action	22
Figure 1.2	Relation of concepts	27
Figure 1.3	Approach for research	28
Figure 2.1	Types and amounts of listed buildings in the Netherlands	35
Figure 2.2	CO ₂ -reduction goals	37
Figure 2.3	Energy label scale of function lodging in the Netherlands	39
Figure 2.4	BREEAM-NL logo	39
Figure 2.5	WELL logo	39
Figure 2.6	LEED logo	39
Figure 2.7	WEii logo	39
Figure 2.8	Trias energetica	41
Figure 2.9	Energy labels in listed buildings	43
Figure 2.10	Current versus potential energy labels in listed buildings	44
Figure 2.11	Relation of concepts	47
Figure 2.12	Conceptual model	47
Figure 3.1	Research design	50
Figure 4.1	Building layers	79
Figure 5.1	Research methods for case studies	92
Figure 5.2	Results literature study 1	93
Figure 5.3	Building layers	97
Figure 6.1	Home screen VABI EPA software	112
Figure 6.2	Project information with Monument check in VABI	113
Figure 6.3	Energy label with heritage plaque added	113
Figure 6.4	Contextual information with checkbox for maximum feasible in VABI	114
Figure 6.5	Option to add actual energy use in VABI	115
Figure 6.6	Contextual information on the energy label in VABI	116
Figure 6.7	Ability to indicate alternative Rc values in VABI	118
Figure 6.8	Recommendation section in VABI	120
Figure 6.9	Original recommendations on the energy label	121
Figure 6.10	New recommendations on the energy label	121
Figure 6.11	New recommendations on the EP-Monument label	123
Figure 6.12	Classification of the current labeling scale on the energy label	125
Figure 6.13	Classification of the new labeling scale on the EP-M energy label	126
Figure 6.14	Flowchart structured implementation plan	127
Figure 6.15	Estimated timeline	133
Figure 7.1	List of easy and difficult measures	143

LIST OF TABLES

Table 2.1	Types of EP consultants	42
Table 2.2	Energy efficiency measures in literature case studies	46
Table 4.1	Easy and difficult measures in listed buildings	75
Table 4.2	Outcomes interviews	82
Table 5.1	Research elements case studies	93
Table 5.2	Results literature study 2	94
Table 5.3	Easy and difficult measures from interviews	95
Table 5.4	Easy and difficult measures from interviews	95
Table 5.5	Studies comparison easy and difficult measures	96
Table 5.6	Combined list of easy and difficult measures	96
Table 5.7	Combined list of easy and difficult measures with building layers	97
Table 5.8	Non-implemented measures	99
Table 5.9	Energy use before and after renovation case 1 - KIT	100
Table 5.10	Energy use before and after renovation case 2 - EWI	101
Table 5.11	Energy use before and after renovation case 4 - College Hageveld	102
Table 5.12	Energy use before and after renovation case 5 - De Kleine Komodie	103
Table 5.13	Easy measures cross-case analysis	104
Table 5.14	Difficult measures cross-case analysis	105
Table 5.15	Studies comparison of easy and difficult measures	107
Table 5.16	Final list of easy and difficult measures	107
Table 6.1	Final list of easy and difficult measures	119
Table 6.2	Classification of the current labeling scale	125
Table 6.3	Classification of the new labeling scale	126
Table 6.4	Priority, responsibility, dependancy, phase and estimated duration	127
Table 7.1	Easy measures on the EP-Monument label	143

TABLE OF CONTENTS

Preface	7
Abstract	9
Executive summary	10
Samenvatting	12
List of abbreviations	14
List of figures	15
List of tables	16
Table of contents	17

1	Introduction	21
1.1	Problem statement	23
1.2	Research objective, questions, approach and output	27
1.2.1.	Research objective	27
1.2.2.	Research questions	27
1.2.3	Research approach	28
1.2.4	Output	28
1.3	Relevance	29
1.3.1	Societal relevance	29
1.3.2	Scientific relevance	29
1.4	Research scope	30
1.5	Dissemination and audiences	30

2	Theoretical framing	33
2.1	Listed buildings	34
2.2	Sustainability	36
2.3	Green certification systems	38
2.3.1	Different green certification systems	38
2.3.2	Energy label of the Netherlands	40
2.3.3	Critiques and challenges for the energy label	42
2.4	Sustainability in listed buildings	43
2.5	Energy efficiency measures in listed buildings	45
2.5.1	Common energy efficiency measures in older buildings	45
2.5.2	Energy efficiency measures in literature case studies	46
2.6	Conceptual framework	47

3	Methodology	49
3.1	Research design	50
3.2	Research methods	54
3.2.1	Theoretical research	54
3.2.2	Empirical research	55
3.2.3	Design research	56
3.3	Selection	58
3.3.1	Selection interviews	58
3.3.2	Selection case studies	58
3.3.3	Selection experts for reflection	60
3.4	Data access and collection	60
3.5	Data plan	60
3.6	Ethical considerations	61
4	Interview findings	63
4.1	Analysis	64
4.1.1	Regulatory considerations	65
4.1.2	Stakeholders	68
4.1.3	Financial considerations	72
4.1.4	Sustainability measures in listed buildings	75
4.1.5	Future trends and prospects	80
4.2	Recommendations and consequences	82
5	Case study findings	91
5.1	Framework	92
5.1.1	Gathering of information	92
5.1.2	Easy versus difficult measures	94
5.2	Cross-case analysis	99
5.2.1	Non-implemented measures	99
5.2.2	Implemented measures	104
5.3	Conclusions	106
6	Implications for EP-Monument	109
6.1	Distinguishing different types of recommendations	110
6.2	Energy label recommendations	111
6.2.1	EP-Monument	113
6.2.2	Contextual information	114
6.2.3	Option of actual energy use	115
6.2.4	Flexibility on evidence & input	117
6.2.5	Guidance on improvements	119

	6.2.6	Refined labelling scale	125
	6.2.7	Final EP-Monument energy label design	127
6.3		Structured implementation plan	127
	6.3.1	Priority and dependency	129
	6.3.2	Responsible parties	130
	6.3.3	Phase and estimated duration	132
7		Conclusions	135
	7.1	Discussion	136
	7.1.1	Should energy labels be applied to listed buildings?	136
	7.1.2	Is the current energy label good enough to use for listed buildings?	137
	7.1.3	Is this transition the responsibility of the government or the people?	137
	7.1.4	Process	138
	7.1.5	Limitations	140
	7.2	Conclusions	141
	7.2.1	Conclusions of the research	141
	7.2.2	Recommendations for future research	145
8		Reflection	147
		References	151
		Appendices	159
	Appendix 1	Systematic research search	161
	Appendix 2	Intake form	163
	Appendix 3	Classification energy label per function	176
	Appendix 4	Table with interventions	177
	Appendix 5	Research design	178
	Appendix 6	Interview protocol EP consultant	179
	Appendix 7	Informed consent	183
	Appendix 8	Selection criteria interviewees	187
	Appendix 9	Data management plan	188
	Appendix 10.1	Deductive coding Atlas.ti	195
	Appendix 10.2	Inductive coding Atlas.ti	195
	Appendix 11	Worksheet Mo-coefficient	196
	Appendix 12	Excel sheet case study analysis	220
	Appendix 13	Non-implemented sustainability measures cases	223
	Appendix 14	Current energy label	224
	Appendix 15	New EP-Monument energy label	231
	Appendix CS	Case study booklet	239



1

INTRODUCTION

1 INTRODUCTION

The earth is heating up, sea levels are rising, and cities are facing more extreme weather conditions. Climate change and the challenges like floods, droughts and storms, force us to think differently about the way we shape the world around us (United Nations, 2024). The built environment is responsible for 37% of the total energy consumption in the Netherlands, making it the largest portion across all the sectors nationally (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2023). Thus, sustainability must and has become one of the most important pillars of the built environment.

To facilitate this sustainability movement, several measures have been put in place. European law states that all new buildings must comply with the regulations from the European Energy Performance of Buildings Directive (EPBD), meaning that they should be BENG, 'Bijna Energieneutrale Gebouwen' or Almost Energy Neutral Buildings (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2024f). Additionally, countries have to draw up long-term renovation strategies to make the existing stock more energy-efficient and decarbonised by 2050 (EU, 2021).

Currently the annual building renovation turnover rate in the EU is low at 1.2% per year (Li et al., 2019). To get to the sustainability goals set for 2050, it is vital to scale up the number of retrofitting in buildings. Therefore, it is important to identify types of buildings are currently rarely considered for energy retrofitting measures along with buildings where great progress still can be made. By including these buildings, sustainability in the built environment comes closer within reach and European targets can be met. In this way the built environment contributes to a more liveable world.

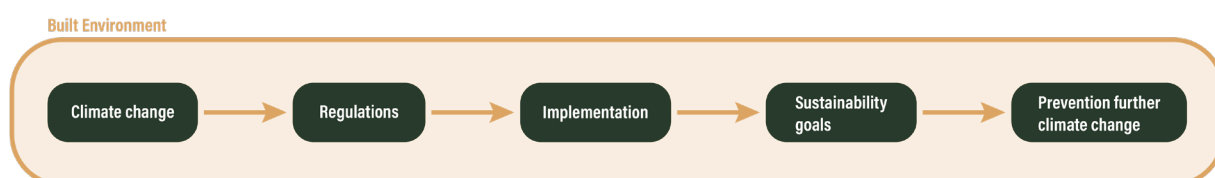


Figure 1.1 - Desired course of action (Author's work, 2025)

1.1 Problem statement

As mentioned, sustainability in the built environment has grown to become one of the most important pillars. Methods for integrating sustainability into the built environment include various tools to make the targets more tangible. Green certification systems (GCS), also known as energy labels or EPC (energy performance certificate), offer a structured framework for assessing environmentally friendly practices in the built environment.

Such a framework as GCS provides standards for the built environment. By adhering to the standards outlined by these certification systems, buildings and the people who own them receive recognition for their commitment to sustainability, which may enhance appeal to environmentally conscious stakeholders. Research from Berner et al. (2022) has shown that while energy labels have some, but a limited impact on homeowners' decisions to enhance sustainability, it is an important tool for those in search for a new home. They state that more than half of all homeowners say that the energy labels play a crucial role in the search for a new home. Additionally, another study shows the energy label influences the decisions of 50% of buyers and 37% of renters (IBRoad, 2018). The same study also states that respectively 30% and 17% even use the energy label in price negotiations. Furthermore, it has also been demonstrated that houses with a higher energy-efficiency sell and rent both faster and at a higher price when compared to houses in the same location but with a lower energy performance (Concerted Action EPBD, 2015).

This also means that even though building owners are not always directly motivated to renovate their buildings to a better energy efficiency level through the GCS, indirectly improvements are still made to better appeal to the market. So, not only does a GCS influence buy and let decisions of the buildings, it is also a catalyst for building renovations. A study by Charalambides et al. (2019) affirms this by stating that 72% of people who plan to renovate consider the EPC an important driver. Thus, GCS systems can drive innovation by encouraging continuous improvement in building practices.

The energy label shows how energy (in)efficient a building in itself is, typically indicating that houses with better labels use less energy and offer higher comfort levels. Still, critiques have arisen about the discrepancy between expected and actual energy consumption associated with certain labels (Majcen, 2016). This is called the rebound effect and one of the reasons for this discrepancy is the occupants behaviour (Li et al., 2019). For instance, occupants of a poorly insulated building with energy label G may opt to not heat the building due to high costs, instead resorting to extra clothes and electric blankets for warmth. Conversely, a building with label A might have good insulation, but therefore the owner heats the entire house all day long. In the end, the actual energy usage in the building with label A will be higher than the building with label G, which might not be the initial expectation.

While the calculated, not actual, energy consumption remains a crucial aspect of energy labels, there is another significant component to consider: the energy label also highlights areas for potential sustainability improvements within a building (Li et al., 2019). A study by Baek and Park (2012) shows that property owners often refrain from taking energy-efficient measures, due to limited knowledge of associated benefits, lack of access to technical support, and insufficient financial assistance. The energy label can provide knowledge about the benefits as well as technical support and guidance. Using pluses and minuses, the current energy label in the

Netherlands provides some, but very limited, recommendations for enhancement possibilities. This aspect allows owners to identify specific areas where they can implement measures to increase the sustainability of the building, beyond just focussing on the energy consumption that corresponds with the label.

In the Netherlands most buildings must have an energy label. It is important to note that even though there have been critiques regarding this system, it does provide for a large piece of knowledge about the current state of the built environment in the Netherlands and handholds for starting somewhere for the sustainability transition.

Energy labels are mandatory for both residential and non-residential buildings when the building is sold, let, or at completion. Though, there are some exemptions to this rule (Rijksoverheid, 2024b):

- An expropriated building that will be demolished;
- Listed buildings under the Heritage Act or under provincial or municipal monument regulation;
- Religious buildings (e.g. churches and mosques);
- Detached buildings with a useable area lower than 50 m² (e.g. tiny house, houseboat, caravan);
- (Agricultural) business buildings intended for storage or processing (e.g. factory hall);
- Buildings that are used for less than two years (e.g. construction sites, emergency classrooms);
- Dwellings that are used for less than four months a year and for which the maximum expected energy use is less than 25% of consumption in permanent residence;
- Buildings that use no energy to regulate indoor climate (e.g. barns or garages).

These exemptions acknowledge specific circumstances where the energy label requirements may not be applicable because of special circumstances. Listed buildings are one of the exemptions that do not need to have an energy label. With approximately 150.000 listed buildings out of a total of 10 million buildings in the Netherlands, just 1.5% of the building stock is currently listed (AlleCijfers, 2025; Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed, 2024c). Nevertheless, 150.000 buildings represent a significant number. Even though energy efficiency legislation has developed rapidly, particularly in comparison to other building-related laws, there is still an exclusion for protected buildings from those energy performance requirements (Onecha et al., 2021). Furthermore, there are some GCS that aim to adapt to the specific case of listed buildings, but to the best of this authors knowledge, currently no GCS specifically designed for listed buildings has been successfully implemented. This exemption acknowledges the distinct challenges that are associated with these buildings. Nevertheless, discussions continue regarding the potential integration of energy efficiency measures into conservation efforts for listed buildings. This effort seeks to achieve a balance between sustainability and preservation of heritage.

However, alterations to listed buildings, particularly those aimed at energy conservation, are believed to impact and diminish the cultural values of these historical buildings (Van Krugten et al., 2016). On the other hand, research has also shown that excluding buildings from standard renovation policies can diminish their acceptability and consequently, their preservation (Onecha et al., 2021). In any case, energy retrofits are now also seen as a form of safeguarding,

as enhancing the energy efficiency to meet the current needs can prevent neglect and even demolition (Carbonara, 2015; Crockford, 2014). Sustainability measures can also help protect elements of heritage, for example with fresco's that are sensitive to UV-radiation, low-e glass can help protect elements like these. Plus, keeping these buildings in use also means keeping them from falling into disrepair. Therefore, if the goal is to preserve these listed buildings and tangible elements of the past, it is vital to start including sustainability measures in the renovation and maintenance of listed buildings. Onecha et al. (2021) also pleads for the preservation of every historical phase of a building, which does not mean adhering strictly to a frozen image of its past. This also involves integrating the careful and thoughtful expression of the current era, namely that of sustainability. This also includes shifting the way we look at monuments like Lucas De Man (2024) said:

"Permanent temporality. The only way something can remain permanent is to keep changing it forever."

To create incentive for making listed buildings more sustainable, a roadmap with ambitions has been created. Most important is that this is done with respect for the cultural-historical values. The Dutch government has put the ambition to achieve 40% CO₂ reduction in listed buildings by 2030 and 60% by 2040 (Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed, 2023). This reduction however is hard to measure since there is not much done to determine the emissions of listed buildings. The exemption of the energy label results in that there is no baseline measurement. Still, in their stance the government expects them to contribute to the energy transition as they say:

"In the Netherlands we have national monuments, provincial monuments, and municipal monuments. These are often hundreds of years old and therefore already very circular and sustainable. But they also need to become more future-proof and energy-efficient, with fewer CO₂ emissions. And they must meet the requirements and wishes of the present time." (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2024e)

So, even though the energy efficiency measures are not mandatory to be implemented in listed buildings, this does not mean that no efforts are made to make these buildings more sustainable. Multiple case studies show that renovations of these monuments are possible, and result in large improvements in energy efficiency and thermal comfort (Aguacil et al., 2020; Alsaid et al., 2022; Cho et al., 2020; Onecha et al., 2021; Troi & Bastian, 2015; Tsoumanis et al., 2021). In the Netherlands there is even a Heritage Sustainability Award since 2022 (monumenten.nl, 2024). This all shows us that it is possible to make listed buildings more sustainable and energy efficient, while still preserving the cultural-historical values. Therefore, the aim should be to take this initiative further by applying sustainability measures to as many listed buildings as possible, ensuring they are not excluded from sustainable renovations.

Still, regulatory exemptions make it seem as if making listed buildings more sustainable is unattainable, while this has been proven to not be the case. The government's goal to reduce energy consumption in the built environment call for an integral approach, where there are no exemptions for the listed buildings, but tailor-made solutions. Currently, despite the knowledge of the importance of sustainability, there is a lack of a specific method to aid this

transformation of listed buildings. Green certification systems are one method to support this transition, however, to the best of this author's knowledge, efforts to introduce a GCS tailored to listed buildings have not succeeded, while this could propel their participation in the energy transition forward. Therefore, there is an urgent need to develop a strategy which combines the cultural-historical value of listed buildings with sustainability. This balance is delicate and requires a comprehensive understanding of the challenges and opportunities that lie with these buildings.

In the end, the goal is to increase energy efficiency and reduce CO2 emissions whilst preserving the heritage. Overall, sustainability measures in these buildings are perceived not just as a method to reduce energy consumption, but also as a strategy to preserve this heritage for future generation. This shift in viewpoint underscores that energy retrofits are no longer seen as just a potential threat to the character and integrity of historic and traditional buildings, but rather regarded as an opportunity to safeguard these buildings and address global environmental issues. Moreover, it is crucial to realise the exemplary role that listed buildings can play. Wubbo Ockels (n.d.), Dutch astronaut and sustainability advocate, once stated regarding listed buildings:

"If sustainability is possible here, it can be done anywhere!"

This highlights that the impact of making listed buildings sustainable extends beyond their own 1.3% of the building stock. It can serve as a powerful statement, demonstrating that sustainable transformation is feasible even in the most challenging contexts. This can create a domino effect, inspiring broader adoption of sustainability practices throughout the entire built environment. The question of course then is how does one easily future-proof a monument and make sure to preserve the monumental and cultural-historical value of the building? How can we ensure that insights from successful cases are widely available to improve renovations in similar projects? This requires a thorough approach because every monument is different. In any case, the direction the built environment - and with-it listed buildings - needs to move in is clear, now the question remains: how do we get there?

1.2 Research objective, questions, approach and output

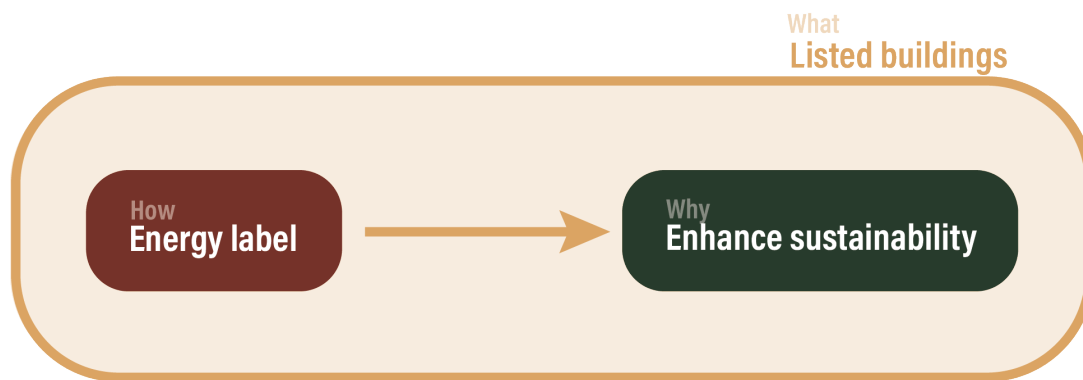
1.2.1 Research objective

It has become clear that to make the built environment more sustainable, listed buildings should be included. This research aims to develop a strategy that integrates the cultural-historical value of listed buildings with sustainability by tailoring the existing green certification system, also called the energy label, of the Netherlands to specifically cater to these monuments. This strategy seeks to address the unique challenges and opportunities of enhancing the energy-efficiency of listed buildings and reducing the CO2 emissions whilst preserving the heritage.

1.2.2 Research questions

The purpose of this research is to provide recommendations for the energy label for listed buildings and this will be done by answering the main question:

"How can the energy label be tailored to address the specific needs of listed buildings in the Netherlands to enhance sustainability?"



How can the **energy label be tailored to address the specific needs of **listed buildings** in the Netherlands to enhance sustainability?**

Figure 1.2 - Relation of concepts (Author's work, 2025)

This main question will be answered by examining six sub-questions, which are as follows:

1. *What is the current position of listed buildings in the Netherlands?*
2. *What are key considerations of listed buildings regarding sustainability as defined in literature?*
3. *What sustainability goals and criteria are currently in place in the Netherlands and should be considered when tailoring the energy label for listed buildings?*
4. *What green certification systems for buildings exist and what aspects can(not) be used for listed buildings?*
5. *What sustainability measures of already renovated listed buildings are executed most successfully?*

1.2.3 Research approach

This study and therefore these questions will be conducted in a structured way, which can be seen in figure 1.3. First, through literature research the information regarding the topic of sustainability in listed buildings has been analysed. Then, the main research question was formulated and defined, including the sub questions. After, the research design was designed to be able to start gathering information to answer the questions.

In the second part of this study, the research is implemented, and the energy label tailored. First, more specific knowledge about green certification systems (GCS) will be gathered through analysing existing GCS including the energy label of the Netherlands. Subsequently, interviews are done to gain a deeper insight into what should be altered and the case studies to look further into examples of sustainable listed buildings and the measures taken. This information will both be analysed and used to then further develop and deliver a tailored energy label.

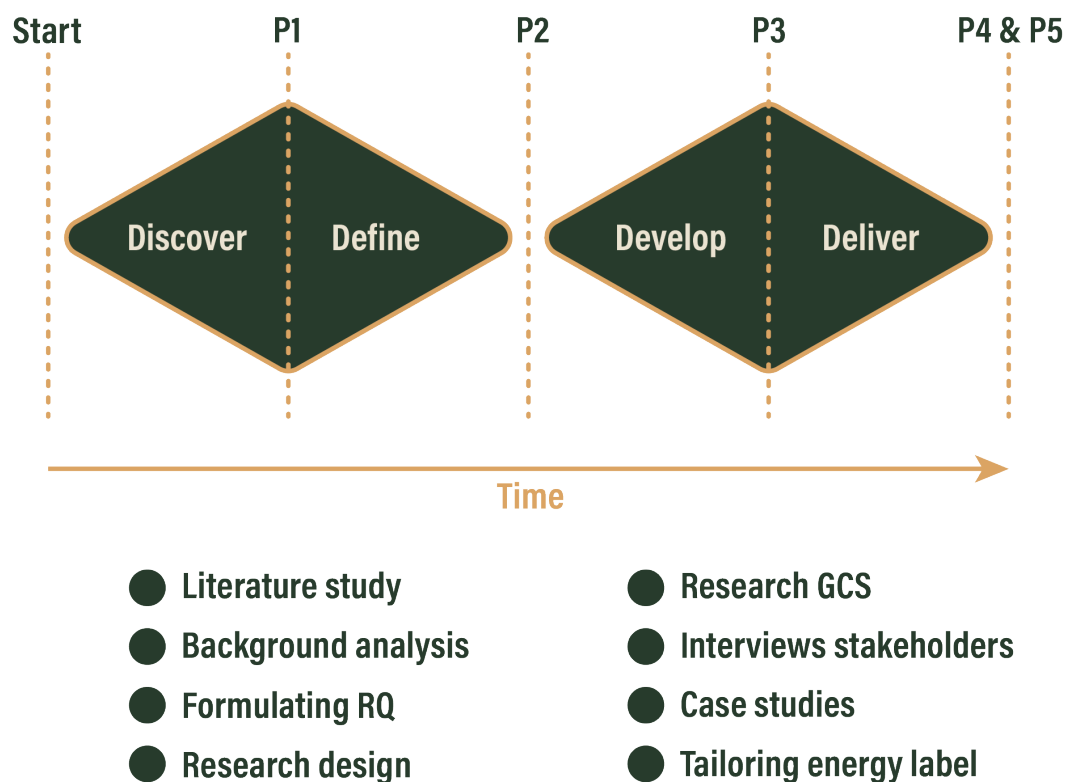


Figure 1.3 - Approach for research (Author's work, 2025)

1.2.4 Output

To make energy efficiency measures easier accessible for owners, a new sub energy label is designed and introduced: EP-Monument (EP-M). With analysis of the current framework, the goal is to add to and tailor the current existing situation, to make the system easily enforceable and applicable. To start off, the existing GCS including the energy label in the Netherlands is analysed in terms of to what extend this system can be applicable for listed buildings. The research will then further look into recommending certain changes to accommodate for the unique building type of listed buildings by using the interviews and case studies.

The knowledge that is used to expand the energy label to listed buildings, comes from interviews and case studies. The interviews give insight into relevant stakeholder perspectives on the position of listed buildings in the energy transition and the role of the energy label. In the case studies interventions of already renovated listed buildings are analysed to see why certain measures can and cannot be taken, to see if these elements can be used in other listed buildings as well. The interventions will be sorted per aspect as also defined in the current energy label and reviewed by i.a. condition of the element, cultural-historical value and limits of acceptable change. The information on these cases will be made into a separate booklet in Dutch as additional product of this thesis, to encourage the sharing of this knowledge.

In the end a tool will be established to assess energy efficiency of listed buildings that builds upon the existing situation. The goal of this tool is to contribute to enhanced sustainability in the built environment and the sustainable preservation of listed buildings, as there is much room for improvement in this field.

The information gathered will tailor the energy label to create the EP-M. It is important to note that not an actual tool will be made using a software tool like VABI EPA or UNIEC 3, currently used for the energy label in the Netherlands. The output of this thesis will be recommendations for this tool. The integration of the recommendations into the software is something that should further be researched.

1.3 Relevance

This report aims to conduct comprehensive research on the sustainable preservation of listed buildings, with the goal of achieving both societal and scientific relevance.

1.3.1 Societal relevance

In assessing the relevance of this research, the societal implications become evident. Listed buildings hold considerable value for the country of the Netherlands for several reasons. Not only do they preserve history, culture, and identity, but they also serve as a source of inspiration, education, and community pride (Bond & Worthing, 2016). Therefore, understanding and addressing the challenges faced becomes crucial for the preservation of these buildings. Moreover, given the growing global concern for environmental sustainability, prioritising green practices in the built environment is essential. Thus, the sustainable preservation of listed buildings is more relevant than ever, as it strives to balance the cultural-historical values with sustainable practices.

1.3.2 Scientific relevance

When looking at the scientific relevance, this research aims to fill a critical gap in the existing literature by shedding a light on the exemptions listed buildings have in GCS and the consequences this has on the sustainability of said buildings. While previous studies have explored the impact of GCS in the built environment and investigated the implementation of energy efficiency measures in listed and historical buildings, the integration of these three elements has been lacking. The exemption granted to listed buildings under the current energy label in the Netherlands underscores the urgency and scientific relevance of this research.

1.4 Research scope

This research focusses on the integration of sustainability into the preservation and renovation efforts of listed buildings in the Netherlands through a GCS. In response to the growing emphasis on heritage conservation and sustainability, this study seeks to address the unique challenges posed by listed buildings that are currently exempt from general mandatory energy labels and explores ways for incorporating listed buildings into the energy labelling system.

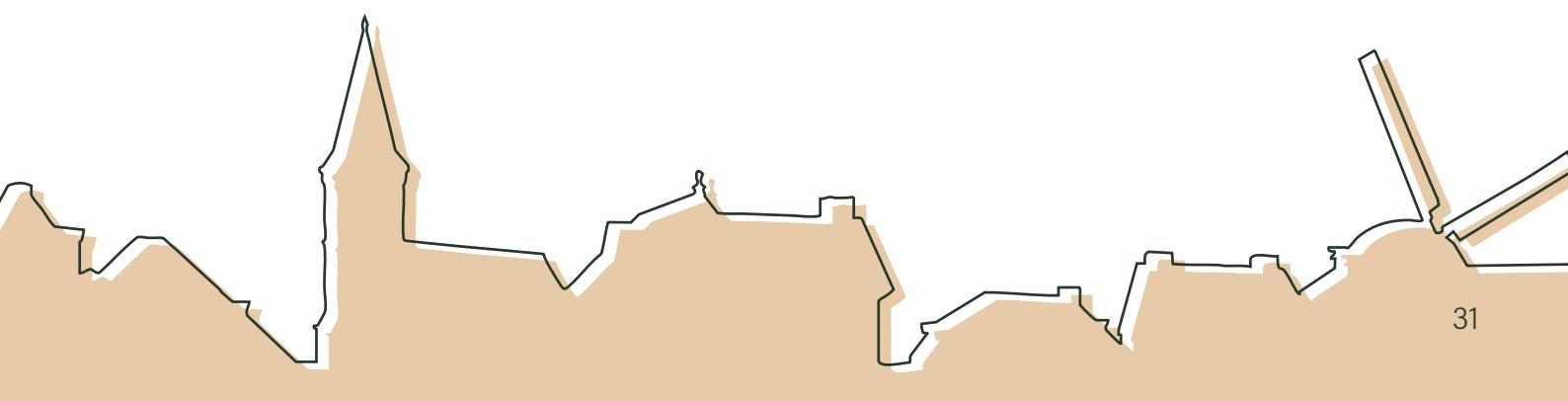
This research will centre around examining the current energy labelling system in the Netherlands and with that identifying challenges within this system that conflict with the unique characteristics of listed buildings. The study will then propose modifications to accommodate for a more tailor-made energy label for listed buildings. Additionally, the research will dive deeper into integrating energy efficiency measures into the energy label, as either a plug-in or an addition to the current system. This includes for example identifying sustainable practices that can be applied to listed buildings with limited impact on cultural-historical values.

From a policy and management perspective, recommendations will be given on how the proposed energy label could be integrated within the existing framework. The focus will be on the broader implications and strategic fit of the new energy label, without diving into the specific details of its implementation. While some technical, financial and logistical aspects are touched upon, detailed cost analysis and specific recommendations such as Rc values are not given. Such matters fall outside the scope of this thesis and are intended for further research. Therefore, this thesis highlights the need for further future research to explore these other aspects in greater depth, including the economic feasibility, technical considerations, stakeholder engagement strategies and potential barriers to the implementation. Studies on these subjects would allow for more thorough insights and understanding of how energy labels can further drive sustainability in the heritage sector.

1.5 Dissemination and audiences

This research is primarily aimed at stakeholders involved in the preservation and renovation of listed buildings in the Netherlands, including both public entities (such as governmental bodies and heritage conservation agencies) and private entities (such as energy label consultants, sustainability consultancy agencies, property owners and developers). For other researchers the significance of this study mainly lies in its insights regarding the integration of energy efficiency measures into listed buildings, a growing area of research. It aims to provide a foundation for future studies by exploring the current challenges and opportunities in this field and offering a detailed analysis of existing practices and gaps in the field.

Finally, the findings of this research will be valuable for policymakers, demonstrating that there no reason to keep excluding listed buildings from sustainable practices and that there is incentive to further develop the energy label for these buildings. The goal is ultimately to balance sustainability goals with cultural heritage preservation, recognising that neglecting either aspect creates significant challenges for the future





2

THEORETICAL FRAMING

2 THEORETICAL FRAMING

This chapter will present the three concepts introduced in the previous chapter: listed buildings, sustainability, and green certification systems. These concepts will be viewed in the context of the Netherlands. First, listed buildings will be introduced, including the numbers, regulations, and acts. Next, sustainability measures and policies for the Netherlands and EU are presented based on the goals to reduce greenhouse gasses. Then, green certification systems are assessed, looking at several different ones, introducing the energy label of the Netherlands, and evaluating the way GCS add to sustainable practices in the built environment using existing literature.

These three elements will then be combined to look at the challenges and opportunities listed buildings have regarding sustainability. Additionally, some case studies from literature are analysed with a view on energy efficiency measures for listed and historical buildings. This is done to gain a first insight in energy retrofit measures and to create a base for further case studies later in this study. Lastly, the conceptual framework is introduced.

A systematic literature search was carried out through Scopus scientific search engine to identify relevant publications in the domain and support this theoretical framing. The search terms, including refinements and adaptations, are provided in appendix 1. The literature findings were assessed using a narrative review, aiming to explain the concepts and provide a coherent composition of the existing knowledge.

2.1 Listed buildings

Monuments are built structures or archaeological sites that have a national importance and must therefore be preserved. These monuments hold considerable value for the country of the Netherlands for several reasons, for example because they represent a certain era. As previously mentioned, listed buildings play a crucial role in the built environment by preserving history, culture, and identity, but also in terms of inspiration, education, and community pride (Bond & Worthing, 2016). To ensure preservation of these tangible elements of the past, the government has decided to give these buildings their listed status. With this status the buildings can be protected as additional restrictions can be imposed.

In the Netherlands there are three types of listed buildings: national, provincial, and municipal monuments. Additionally, there buildings that lie in protected cityscapes. In 2024 there were a total around 150.000 listed buildings. ~80.000 municipal monuments (Restauratiefonds, 2023), 61.686 national, 836 provincial, and around 10.000 buildings that lie in protected cityscapes (estimation) (Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed, 2024c). When talking about listed buildings in this thesis, this definition regarding the four categories will be held as well as the number 150.000.

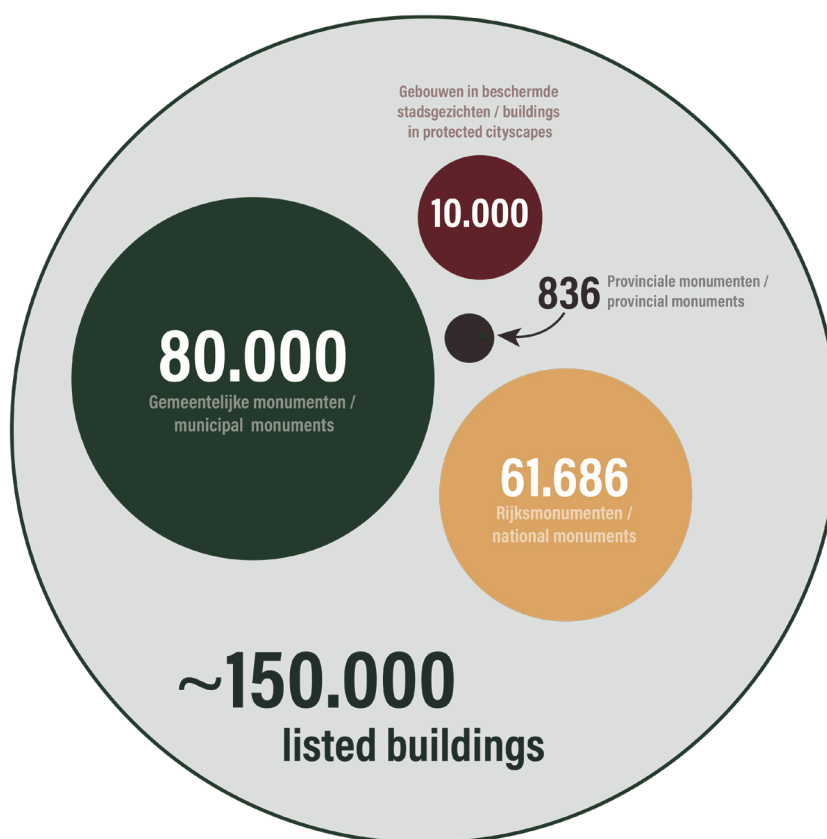


Figure 2.1 - Types and amounts of listed buildings in the Netherlands (Author's work, 2025)

What category a listed building belongs to, has an impact on the rules and regulations of the building in question. To preserve these listed buildings, several protective principles are in place. The advice of the Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed (RCE) should be sought after when major changes are being made to national monuments. When wanting to make changes to a provincial or municipal monument an environmental permit from the municipality is required, where they will look further into the request (Restauratiefonds, 2020).

An important source of information of listed building is the registry of monuments (monumentenregister / www.monumenten.nl). In this registry the statements of significance (waardestellingen) of the listed buildings are catalogued. These statements give insight into what elements make a particular listed building unique and what should be preserved (Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed, 2019). Additionally some e.g. maps exist where all the listed buildings and protected cityscapes with some information can be found, like the 'Erfgoedatlas' (Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed, 2025). In an ideal world, there would be an all-encompassing registry with specific details of such a listed building, but in reality there are large differences in detail. Some entries are very extensive and in depth about the technicalities, other entries are just one vague sentence stating the approximate date of construction or nothing at all. This contrast is important to note, because sometimes decisions have to be made depending on this information.

The RCE together with provinces and municipalities have policies to safeguard listed buildings in the Netherlands. These parties also support owners of monuments with advice, knowledge, and subsidies. Regulations surrounding listed buildings are split into two acts: the Heritage Act and the Environment and Planning Act. As a rule of thumb, the division between the two acts is as follows: the interpretation of nationally listed buildings is done through the Heritage Act, and the handling of all listed buildings in the physical environment is regulated in the Environment Act, as well as the appointing of municipal and provincial monuments.

The in 2016 introduced Heritage Act was introduced and provides guidance on the interpretation, preservation, and management of cultural heritage (Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed, 2024b). This act is especially important for the appointing of national monuments. Additionally, the regulation dives deeper into the conservation obligation, which means that an owner must ensure that a monument is preserved and maintained in such a way that the monumental architectural elements are guaranteed. Lastly, the act also provides insight in the grant provisions. The Environment and Planning Act on the other hand, entered into effect on 1st January 2024, and regulates the handling of cultural heritage in the physical environment (Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed, 2024a). This act is also responsible for the appointing of provincial and municipal monuments, as well as protected village and cityscapes, and the regulations regarding archaeological decisions. In the environment plan the municipality has listed the rules and regulations, together with permitted activities etc. Planning permit applications are based on this act and in this way the preservation and purposing for listed buildings is regulated. Together these acts allow for an integral protection of the cultural heritage in the Netherlands.

The preservation of listed buildings however also calls for adaptation to modern standards, particularly with regards to the increasing emphasis on sustainability in the built environment. To be able to keep using these buildings in an effective way, the integration of sustainability becomes inevitable, even within historically significant buildings: there is a need for sustainable preservation.

2.2 Sustainability

Globally, climate change presents a pressing challenge, calling for a collective effort to reduce the impact that is made on the world. In the case of the Netherlands, the built environment stands out as a significant contributor, accounting for a total of 36% of the nation's total energy consumption (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2024b). Sustainability in the built environment has therefore become inevitable. This is why measures have been put into place to make sure the existing building stock and new building stock become more energy efficient. For example, when existing buildings undergo a renovation, a minimum amount of renewable energy needs to be applied and the insulation values are becoming stricter (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2024d).

In 2023, 17% of all the used energy came from renewable sources (Centraal Bureau voor de Statistiek, 2024a). While in 2019 this still was 8.7%, showing that in the last years great steps have been taken in the right direction. However, we are not there yet. The goal is to get to 27% in 2030 and by 2050, the energy supply must be almost entirely renewable (Ministerie van

Algemene Zaken, 2024). The built environment is currently lacking behind in this transition. In 2022, renewable energy accounted for 10.1% of the total heat consumption (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2023). This research however does point out a big surge in the use of energy from solar panels and the use of sustainable heat networks, suggesting a hopeful shift in the right direction.

Not only do we need to make sure that the energy we use is renewable, but there is also a great need for CO₂-reduction. In the Dutch coalition agreement of 2021-2025 it is stated that by 2050 the latest the Netherlands must be climate neutral. As an interim step the aim is to get to 55% reduction by 2030 (Rijksoverheid, 2022a). These goals are based on the European Paris agreements made in 2016 as part of the climate deal. Currently the CO₂-reduction in 2023 is 34% lower than in 1990 (Centraal Bureau voor de Statistiek, 2024b). In 2022, the built environment made up for a share of 13% of greenhouse gas emissions (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2023). In 2022, the built environment, similar to the other sectors, is on track and achieving a 34% reduction when compared to 1990 (Centraal Bureau voor de Statistiek, 2023)

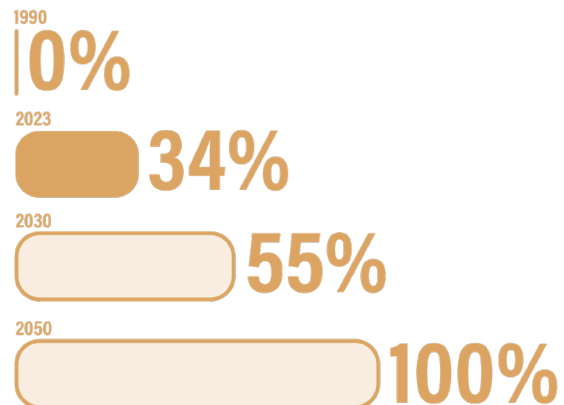


Figure 2.2 - CO₂-reduction goals (Author's work, 2025)

The transition to renewable energy and reduction of greenhouse gasses in the built environment is established through numerous interventions. When (re)developing buildings one of the most important essential elements is to look at reducing the total energy demand (Onecha et al., 2021). Through interventions as improving glazing, insulation, and changing heating and ventilation systems, the energy demand can be lowered (Van Krugten et al., 2016). This research also shows that applying insulation, replacing glazing, and using renewable energy are the three most important factors in increasing the energy performance, which makes sense as the quality of the building envelope is one of the most important factors in the energy efficiency (Choudhary et al., 2020). Other important elements for a sustainable built environment are the use of sustainable building materials, clean energy production, creating pleasant and liveable homes and cities, having a healthy indoor climate and more (Ministerie van Algemene Zaken, 2023). The exact rules are stated in the BBL ('Besluit Bouwwerken Leefomgeving' or Building Works Environment Decree) and contain the minimal building requirements with applications to i.a. energy efficiency and the environment (Ministerie van Algemene Zaken, 2023).

With government incentives, these objectives can be achieved. The introduction of the National Insulation Programme for instance aims to help insulate homes faster. This strategy involves actively approaching individuals, prioritising the least insulated buildings, and providing extra support and assistance to low-and middle-income households (Rijksoverheid, 2022b). Additionally, in this policy it is stated that landlords are encouraged to make improvements regarding poor insulated rental properties with positive incentives. When dwellings keep on lacking adequate insulation, they may eventually become ineligible for rental. Furthermore, through standardisation suppliers are encouraged by Rijksoverheid to install (hybrid) heat

pumps. Additional costs can be covered by subsidies provided by the government, which is a successful way to stimulate a shift to more sustainable practices (Li et al., 2019). Other incentives like sustainable heat grids for complete neighbourhoods are also introduced (Rijksoverheid, 2022b).

To help stimulate the aforementioned incentives and CO₂-reductions, the Dutch government has implemented a climate and transition fund consisting of €35 billion for the next 10 years. (Rijksoverheid, 2022a). With the help of funds like this, the government aims to stimulate the built environment to move in the right direction. This stimulation is done by the implementation of sustainability measures and incentives. The incentives aid not only individuals, but also non-profit organisations, and sometimes force the market to become more sustainable, as businesses and investors are constrained if they do not comply with regulations. An example of such a regulation is a green certification system, which provides a structured framework for evaluating environmentally friendly practices in the built environment.

2.3 Green certification systems

A green certification system (GCS) is an independent rating system that makes the sustainability of buildings measurable. Buildings and plans for buildings undergo assessment based on selected criteria of a certain rating system, subsequently translating this into a certificate. Such a certification plays an important role in steering the built environment towards ambitious climate goals and assures owners of a sustainable building that it aligns with these goals (Li et al., 2019). Moreover, this certificate also proves compliancy to the sustainability requirements to potential buyers or renters (Encon, 2024).

2.3.1 Different green certification systems

Currently there are several different existing certifications in use, and which one is used is mostly dependent on the location of the building. Each member state in the EU has developed its own EPC to fit the national context, however the main objective stays the same: improving energy performance to reduce carbon emissions (Li et al., 2019). In the Netherlands the five most important are the energy label (EPC, energy performance certificate), BREEAM, WELL, LEED and WEii. Each member state in the EU has developed its own EPC.

The energy label is the most implemented label in the Netherlands, as it is mandatory for all new buildings to have an energy label and for existing buildings at mutation moments like when it is sold or let. The energy label is shown on a scale from A+++++ (best) to G (worst). The scale of these varies with the function of a building. The energy label scale with the function of lodging has been displayed in figure 2.3, the complete table with all functions and corresponding energy scale is shown in appendix 2.

The energy label looks at three different elements: the energy demand for heating and cooling (EP1), the primary fossil energy use (EP2), and share of renewable energy (EP3). The outcome of the label is only dependant on the primary fossil energy use expressed in kWh/m². EP1 and EP3 are shown on the label, but do not affect the score. For new construction these elements also have minimum requirements, but this is not the case for existing buildings (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2024h). The label also provides some but very limited information

about the building's insulation levels. A good energy label can have a positive influence on the value of a building. Additionally, with the help of examples the energy label shows how building owners can improve their asset to make it more energy efficient (Rijksoverheid, 2022c). In the Netherlands currently 46,8% of residential and 31,8% of commercial buildings still have an energy label C or worse (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2024c).

Labelklasse NTA8800	A+++++	A++++	A+++	A++	A+	A	B	C	D	E	F	G
kWh/m ²	≤0,00	0,01 - 50,00	50,01 - 100,00	100,01 - 150,00	150,01 - 200,00	200,01 - 230,00	230,01 - 255,00	255,01 - 285,00	285,01 - 320,00	320,01 - 355,00	355,01 - 385,00	>385,00

Figure 2.3 - Energy label scale of function lodging in the Netherlands (Author's work, 2025)



Figure 2.4 - BREEAM NL logo (BREEAM-NL, n.d.)

Another GCS that is widely used in BREEAM-NL (Building Research Establishment Environmental Assessment Method). Originally an English certification, this system is now internationally recognised and adapted for the Dutch market. The scores buildings get are based on a longlist of 90 parameters, divided into 9 categories consisting of energy, health and well-being, water, waste, land use and ecology, pollution, transport and materials (BRE Group, 2022).



Figure 2.5 - WELL logo (WELL, n.d.)

Next is WELL, a system is different in the way that its primary goal is to improve the health of the humans in the buildings. The system not only looks at just the physical qualities of a building, but also on consequences these factors have on the wellbeing of the people in said building. For example, the interior WELL certificate also looks at types of cleaning agent used (U.S. Green Building Council, 2021).



Figure 2.4 - LEED logo (LEED, n.d.)

Third, LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) is an American system well known around the world. In the United States it is the choice for government projects and in Europe often the choice for projects and companies that have a strong connection to the U.S. With the LEED certification the applicant must gather all the information themselves and submit this to be examined by a committee (U.S. Green Building Council, 2023).



Figure 2.4 - WEii logo (WEii, n.d.)

Lastly, WEii (Werkelijk Energie intensiteit indicator – Actual Energy intensity indicator) creates a certificate using the actual energy use of the building. As a result, WEii better reflects reality and gives a more accurate picture of the energy performance. It takes into account the fact that user behaviour can have a major influence on the energy use (WEii, 2024).

Many countries have their own specific certification system like HQE in France, DGNB in Germany, Minergie in Switzerland, Green Globes, CASBEE, Green Star, Paris Proof and many more. In these systems there are countless variations with slightly different parameters and outcomes (Alghamdi et al., 2017; Bragança et al., 2010). These systems are often adapted to local influences and what is considered important.

Lastly, there is one more important GCS to consider: DuMo (Duurzame Monumentenzorg). This labelling system developed in 2008 aimed to combine sustainability with cultural-historical value by combining the Du-index (Duurzaamheid – sustainability) with Mo-coefficient (Monument – listed buildings) (Nusselder et al., 2008). The DuMo calculation tool is now no longer in use, but it did provide a foundation to make sure that in sustainability efforts the cultural-historical value is not forgotten. It showed for example that a little reduction in the Mo-category was acceptable, if the Du-category greatly improved, so that the overall score became higher. While the tool offered valuable insights, it was perceived as a more theoretical framework rather than a practical, hand-on solution that could easily be implemented in real life cases. In the practical handbook that was written a lot of critical considerations and strategies are named, which will later be further reflected upon.

2.3.2 Energy label of the Netherlands

In the Netherlands the energy label is the most widely used, mainly because it is obligatory in many cases to have one. For example, of the total of 8.1 million homes, 4.8 million have an energy label (Compendium voor de Leefomgeving, 2023). Furthermore, almost all utility buildings should have one, since it is obligatory at mutation moments, but also if the building is bigger than 100 m² (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2024g). There are some exemptions for the label, like listed buildings. Because this energy label is already required in the Netherlands, the focus for this thesis will be to tailor and add to this existing labelling system.

The goal of these GCS and especially the energy label in the Netherlands is to make the sustainability measures more tangible. For example, as of 1st January 2023 all office buildings in the Netherlands that stretches more than 100 m² are required to have an energy label C or better (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2024g). In doing so, the government aims to gain a clearer understanding on the current position of the built environment in the energy transition and to accelerate sustainability efforts. Not only this, the government also wants to inform owners of the energy efficiency of their building, and with it stimulate owners to take energy-saving measures (Rijksoverheid, 2024a). The energy label does not consider user behaviour, which results in a user-independent measurement tool which can help to compare buildings regardless of who uses them.

When an energy label needs to be determined, a certified energy consultant visits the building in question to make observations and recordings of the details of the building and the technical installations. This information is systematically documented, often using an intake form, often as shown in appendix 3. The data is categorised into 11 sections, ranging from insulation floors to heating systems, to renewable energy. This ensures all relevant details are collected as this information is then processed, often in excel sheets, and afterwards put into specialised energy calculation software, such as VABI EPA or UNIEC 3. These tools are based on the NTA 8800 and calculate the energy label as a result of the data that is put in the software. This label can range

from A+++++ to G. The determined label is then registered in the Dutch official database for energy labels: www.EP-Online.nl (Woninglabel, 2022).

The calculations of the energy label are based upon the NTA 8800, a document that is in line with the European directives of the Energy Performance of Buildings Directive (EPBD). The BRL 9500 then is the certification guideline that prescribes how to correctly determine the energy label. Lastly, the ISSO develops guidelines and more practical manuals for the implementation of the NTA 8800 and BRL 9500 to ensure uniformity and provide practical support for the energy consultants (van der Veer, 2021). This uniformity is enhanced by the fact that a certification is needed to become a certified energy consultant and as label advisor you are monitored by external auditor. ISSO-trainings can be done to become a certified energy consultant and there are different ISSO publications like the ISSO 75.1 for residential buildings and ISSO 82.1 for utility.

The label focusses on 3 EP-indicators to test if a building is BENG ('Bijna Energieneutrale Gebouwen' / Nearly Zero Energy Building) (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2024h). First, the energy demand (EP1). Second, primary fossil fuel energy consumption (EP2). Third, the share of renewable energy (EP3). This is based on the Trias Energetica, a strategy which uses three steps for energy saving measures that interact and work together (Duijvestein, 1993). The steps are taken in a defined sequence as to get the best possible outcome. The first step is to reduce the existing energy demand as much as possible by passive measures like good insulation. If this can no longer be done responsibly, measures from step 2 should be implemented. The energy needed should come from renewable sources or waste streams. If the reduced energy demand cannot fully be covered by renewable or waste energy, step 3 is needed: use fossil fuel as economically and efficiently as possible.

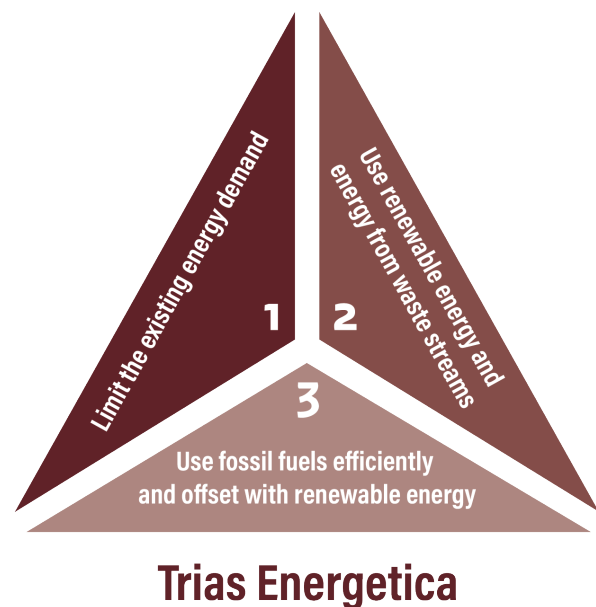


Figure 2.8 - Trias energetica (Author's work, 2025 - adopted from Duijvestein, 1993)

Currently there are four categories of Energy Performance (EP) which can be distinguished as follows: the two categories of buildings: residential (woning – W) and utility (utiliteit – U) and two levels of detail: basis (B) and detailed (D) (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2024i). This creates:

1. EP-W/Basis
2. EP-W/Detail
3. EP-U/Basis
4. EP-U/Detail

For new buildings, a detailed certificate is mandatory to be able to get a building permit (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2024h). For existing buildings a basis certificate often will suffice as it cannot always be known exactly what the situation is. Therefore this basis certificate will make conservative assumptions based on the information provided, e.g. the build year.

As a certified EP consultant you have different diploma's for the different categories as they get incrementally more elaborate and intricate. Table 2.1 shows the EP indicators matched to the building types (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2024i).

	Existing residential	New residential	Existing utility	New utility
EP-W/Basis				
EP-W/Detail				
EP-U/Basis				
EP-U/Detail				

Table 2.1 - Types of EP consultants (Author's work, 2025)

2.3.3 Critiques and challenges for the energy label

Even though the energy label has shown some great potential and upsides, there are also some negatives qualities. Critique has been given on the slow implementation and lack of enforcement, as well as on the shortcomings of data for the evaluation and insufficient information provided to give incentive for refurbishments (Li et al., 2019; Sesana & Salvalai, 2018). Research by Arcipowska et al. (2014) also shows that the assessor and their qualification is one of the most influential aspects of the energy label, impacting the certification's quality. On the side of the building owners there are some doubts regarding the reliability and credibility of the energy labels, as a result of the lack of information and user-friendliness (Concerted Action EPBD, 2015). This study shows that the conclusions and recommendations sometimes are too technical and complicated for homeowners to understand, resulting in reluctance in retrofitting. An important element which was also noted was that the energy label did not clearly indicate to what extend an improvement in level would have a beneficial effect on the comfort and well-being of the occupants. In order for the energy label to be effective it is therefore important to note that the outcomes of the energy label must be user-friendly, easily understandable, and provide comprehensive solutions to the concerning building (Berg & Donarelli, 2019).

Still, the energy label provides information about the current state of buildings, and the room for improvement. As indicated before, some buildings are exempted from needing an energy label, like listed buildings. There are several distinct challenges that come with these types of buildings why they are exempted.

2.4 Sustainability in listed buildings

In the Netherlands around 1.3% of the total building stock is classified as a listed building (Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed, 2024c). Because listed buildings have an exemption for energy labels, there is not a lot of information on the current status of the buildings. Yet, a survey conducted by Duurzaam Erfgoed (2022), which examined 526 listed buildings, gives us a slight insight into the current status of listed buildings. The survey shows the following division of energy labels:

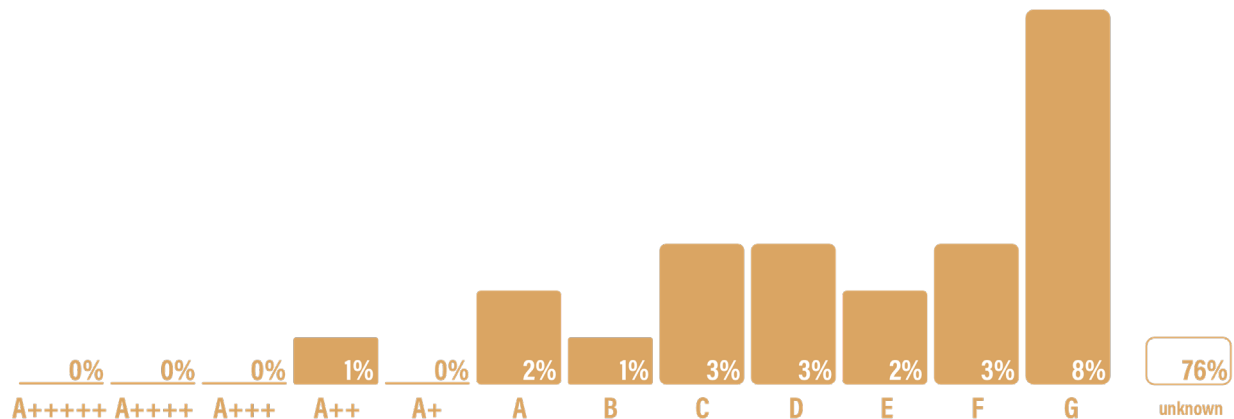


Figure 2.9 - Energy labels in listed buildings (Author's work, 2025)

As anticipated, the majority of buildings lack a known energy label. Among the known labels, G has with 8% the largest share, C-F are smaller shares but together also 11%, and A+++++ until B are hardly seen. When the percentage that is known is offset as if it were 100%, this shows that label G encompasses 1/3 of all listed buildings and only 17% has label C or higher. Another study by Haitink (n.d.) in the Dutch province of Rheden studied 41 listed buildings, and concluded that half of these building (49%) had label G, label C-F was again 49% and the remaining 2% was label B (figure 2.10). Thus again, only 17% had label C or higher. This shows us that there is still a long way to go in making these buildings sustainable, but also indicates the large potential in improving the energy performance (Van Krugten et al., 2016).

Important is to keep in mind the delicate balance between sustainability and cultural-historical values of listed buildings. Because of the protected status of these buildings, not all energy efficiency measures will be implementable, and this will differ from case to case as well. Still, research also shows the promises energy efficiency measures hold as they are also regarded as a preservation strategy. By upgrading historic and traditional buildings to align with contemporary standards, their continued use is ensured, thus preventing neglect and potential demolition (Onecha et al., 2021). In the study of Haitink (n.d.) it was concluded that 80% of the listed buildings studied could attain energy label A or B, while conserving cultural-historical value (figure 2.10). This would bring the number of buildings with an energy label of label C or higher from a mere 17% to almost 90%.

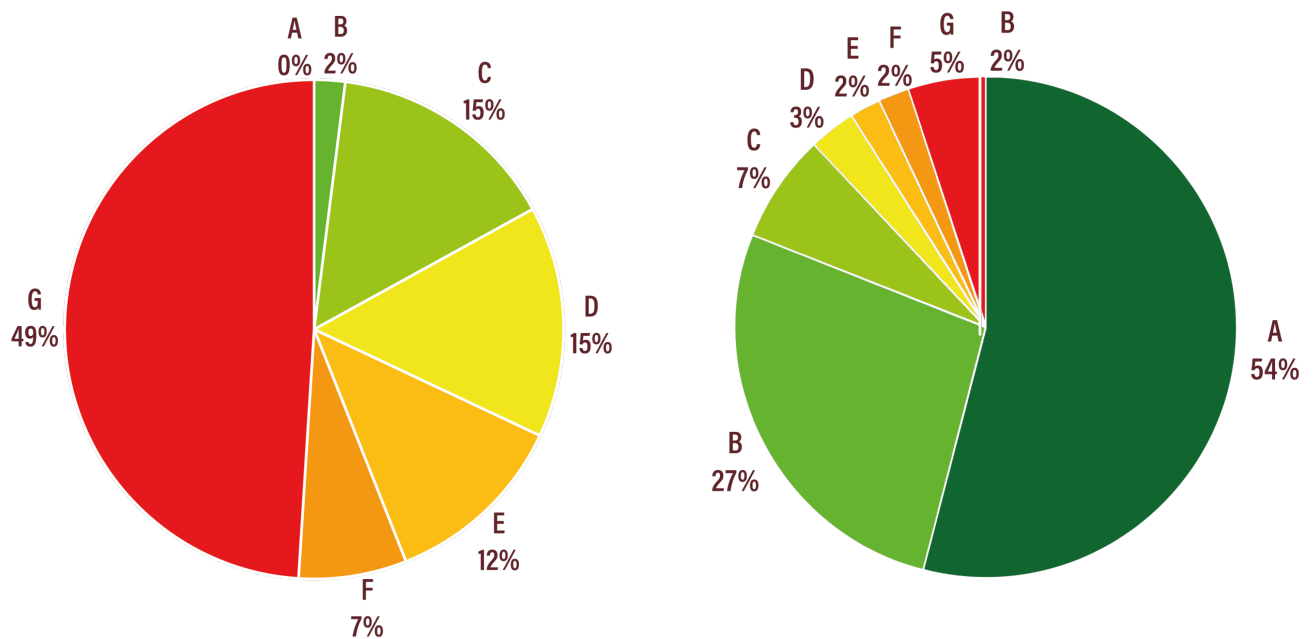


Figure 2.10 - Current versus potential energy labels in listed buildings (Author's work, 2025)

The use of measures that are effective but low invasive, or even fully reversible, are ultimately best (Buda et al., 2021). Projects like the EFFESUS European project have developed a methodology for evaluating the impact of certain energy efficiency retrofit measures on historic and listed buildings (Eriksson et al., 2014; Onecha et al., 2021). Another example is the HiBERTool (Historic Building Energy Retrofit Tool) which allows insights on different solutions and their impact for energy efficiency measures (HiBERTool, 2020). Systems like these can aid the implementation energy efficiency measures in listed buildings.

Additionally, in the study of Cho et al. (2020) this balance between sustainability and cultural-historical values is demonstrated in a clear way. An analysis is done on a historical building and with the use of simulations they were able to calculate multiple different scenarios of energy efficiency measures. In the end, not the most sustainable solution was chosen, because of the concerns regarding the conservation of the heritage values. Some measures were too rigorous and invasive so those were not chosen, leading to a well achieved balance.

2.5 Energy efficiency measures in listed buildings

Existing cases help to get a primary grip on the difficulties and simplicities encountered when renovating listed buildings. In a literature search, not much was found specifically on the cases of energy efficiency measures in listed buildings in the Netherlands. Therefore, the following section is split into two parts. First, a case study done about post-war neighbourhoods in the Netherlands will be analysed. In this study relatively old - but not necessarily listed - buildings built between 1945 and 1970 were studied. The second part involves a selection of cases from other countries in which the energy efficiency measures and considerations are stated. Together these two parts will provide a basis for the further research in this paper.

2.5.1 Common energy efficiency measures in older buildings

Van Krugten et al. (2016) has analysed energy efficiency measures for three post-war neighbourhoods (1945-1970) in the Netherlands. It is important to note that most used measures in this study, whilst most effective may prove to not be most used and applicable the specific case of listed buildings, because it has a vast impact on the cultural-historical value. Nevertheless, it allows a first glance in energy retrofitting techniques in older buildings. The outcomes were as followed:

- Most applied (75-80%)
 - Replacing glazing
 - Replacing heating
 - Replacing tap water system
- Sometimes applied (20-25%)
 - Post-insulation
 - Replacing ventilation system
- Least applied (0-5%)
 - Addition renewable energy sources (solar boiler and PV panels)

The study also shows that there is a difference in type of house and the measures they implement. While relatively much applied in all cases, replacing glazing is done even more in the case of row dwellings when compared to apartments and maisonettes. This is also the case for post-insulation and addition of renewable energy sources. This difference could potentially be explained by the fact that row dwellings often have access to their own roof, while apartments and maisonettes share a roof in a larger apartment building. On the other hand, the replacement of heating installations is more often done in apartments and maisonettes.

It is interesting to compare these outcomes with the knowledge previously gathered regarding the most effective energy efficiency measures. As Choudhary et al. (2020) stated, the building envelope is one of the main factors in determining the energy efficiency. While replacing glazing is done in most of these cases, post-insulation is falling behind with only being done in 20-25% of the cases.

2.5.2 Energy efficiency measures in literature case studies

Next, several cases of renovated listed buildings found in literature are analysed. These cases are all shown in the research by Troi & Bastian (2015). Table 2.2 (appendix 4) gives an overview of the energy efficiency measures in these cases. What can be seen when looking at this table is that in almost all cases the glazing was replaced and improvements on airtightness or ventilation was done. Many cases talk about how these measures were easy to implement and greatly improved the energy efficiency of the building.

Case	Glazing	Insulation façade	Insulation roof	Insulation floor	Heating / cooling system	Tap water system	Ventilation system / airtightness	Lighting	Renewable energy sources	Heating demand
1 – Waaghaus, Bolzano, Italy	Yes, addition second window layer to original windows. Replacement windows from 50's/60's	Yes, inside and reversible	Yes, addition insulation between rafters	Yes, addition insulation in pavement structure	No	No	Yes, addition controlled ventilation system with heat recovery. Improvement airtightness	No	No	Before: 225 kWh/m2a After: 103 kWh/m2a
2 – Palazzo D'accursio, Bologna, Italy	Yes, installation of wooden / aluminium frames and double glazed with low-E glass	No	Yes, substitution roof by ventilated roof with insulation. Insertion insulation layer at extrados in ceiling.	No	No	No	Yes, increased airtightness	Yes, replacement artificial lighting with LED	No	Before: 106,01 kWh/m2a After: unknown
3 – Palazzina della Viola, Bologna, Italy	Yes, installation of solar protection film on iron frame windows. Timber framed windows were restored with double glazing	No	No	Yes, restaurants on floor	Yes, addition direct expansion heat pump	Yes, boiler substituted with variable refrigerant flow (VRF)	Yes, addition ventilation system. DOAS with heat recovery	No	No	Before: 278 kWh/m2a After: 264 kWh/m2a
4 – The Material Court of the Fortress, Copenhagen, Denmark	Yes, coating of the glass (already had double glazing from previous renovation)	No	No	Yes, addition floor insulation	Yes, addition fan coils	Yes, use decentralised hot water containers	Yes, increasing airtightness by adding gaskets to window frame and vapour barrier in the attic	No	No	Before: 151 kWh/m2a After: 130 kWh/m2a
5 – Hötting Secondary School, Innsbruck, Austria	Yes, replacement glazing to low-e and sealing	Yes, addition internal insulation	No	No	Yes, optimisation heating control	No	Yes, improvement airtightness and ventilation air distribution with heat recovery	Yes, regulation through lamellae and textile screens. Replacement artificial lighting with LED	No	Before: 130 kWh/m2a After: 38.49 kWh/m2a
6 – Warehouse City, Wilhelminian villa, Baroque building, Renaissance building, Germany	Building 3: yes, replacement window to double glazed solar-insulating glass. Building 4: replacement glazing to insulate glazing	Yes, all cases interior insulation	Building 4: yes, creating double-layer roof, with insulation both above and between rafters	No	No	Building 4: yes, hot water storage	Building 4: yes, addition ventilation system	No	Building 4: yes, additional solar thermal system and photolytic system	Before: 360, 400, 180, 400 kWh/m2a After: 80, 90, 20, 20 kWh/m2a
7 – Industrial Engineering School, Béjar, Spain	No	Yes, addition internal and external insulation	No	No	Yes, thermal distribution improvements	No	Yes, improvements airtightness. Ventilation with heat recovery	Yes, controlled lighting system	Yes, addition PV panels and biomass boilers	Before: 70 kWh/m2a After: unknown Electricity: Before: 23 kWh/m2a After: 18 kWh/m2a
8 – Strickbau, Weissbad / Appenzel, Switzerland	Yes, addition box type windows	Yes, addition insulation	Yes, addition insulation	Yes, addition insulation	No	No	No	No	No	Before: unknown After: 100 kWh/m2a

Table 2.2 - Energy efficiency measures in literature case studies (Author's work, 2025)

The least applied were renewable energy sources like PV panels or solar boilers, and after that lighting and tap water systems were least improved. While the former might be expected to not be implemented much as they can highly impact the appearance of the building, the lights and tap water systems are relatively easy measures to implement and therefore could be expected to be implemented more. Some cases mention that they just decided to focus on e.g. only the building envelope like case 8, other cases decided that some interventions were not possible due to the impact it would have on the cultural-historical value, like putting insulation on the façade in case 2. In all cases at least some improvement in the energy demand was noticed, as well as higher comfort levels. In some cases, the decrease in the demand was really significant. In any case, these buildings show that improvements of the energy demand are almost often possible, it is just more of a puzzle to see which can be fitted.

Then, if we compare the findings of 2.5.1. with the findings from 2.5.2 it can be noted that in both cases replacing of glazing is a popular measure and that renewable energy sources are least used. On the other hand, 2.5.1 states that replacing tap water system was one of the most seen measures, while 2.5.2 shows this as one of the least applied measures. The other measures are sometimes somewhat similar in occurrence. This difference can be because of multiple

reasons. It could be different because the cases in 2.5.1 are all located in the Netherlands and all cases in 2.5.2 are not, although still located in Europe. Another reason could be that 2.5.1 makes use of a much larger number of cases, making it more generalisable than the eight cases of 2.5.2.

2.6 Conceptual framework

Based on the discussed theoretical background, the conceptual framework for this study is introduced. The relationships between the three concepts of listed buildings, sustainability and green certification are demonstrated, as well as the relation to the research questions. The three concepts and their relation to each other and the research question was introduced before, but shown again in the figure 2.11.

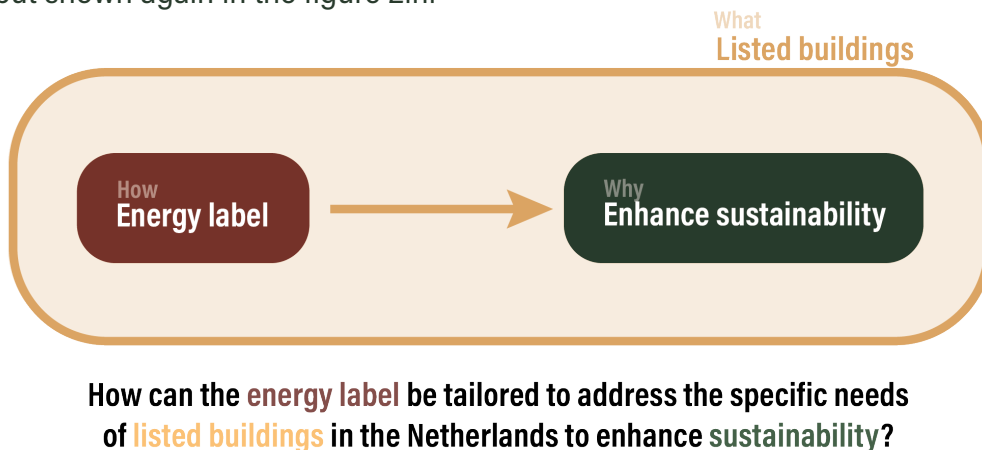


Figure 2.11 - Relation of concepts (Author's work, 2025)

In what way the concepts are related to the questions is shown in the conceptual model in figure 2.12. The questions and methods are further explained in the next chapter.

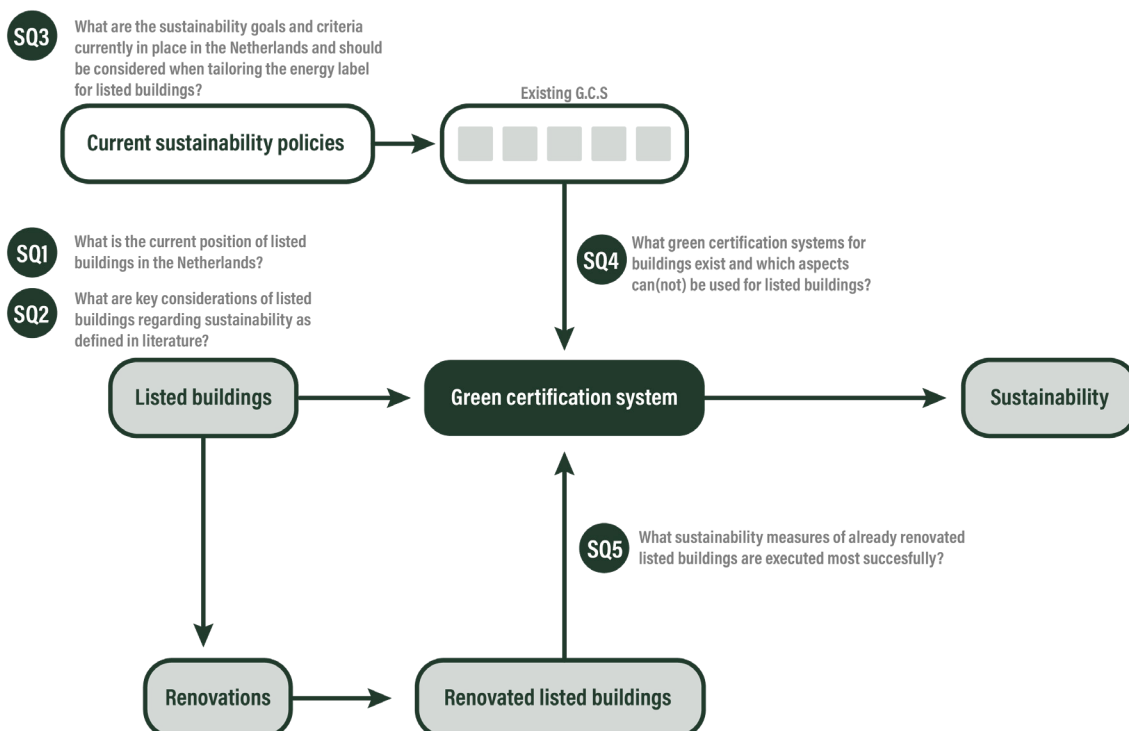


Figure 2.12 - Conceptual model (Author's work, 2025)





METHODOLOGY

3 METHODOLOGY

3.1 Research design

In the following section the research design will be discussed. This will be done by giving an insight in the type of research, research methods, research questions, outputs, people involved, and timeline. Each of these elements are shown in the figure 3.1 and in appendix 5.

Main question: How can the energy label be tailored to address the specific needs of listed buildings in the Netherlands to enhance sustainability?

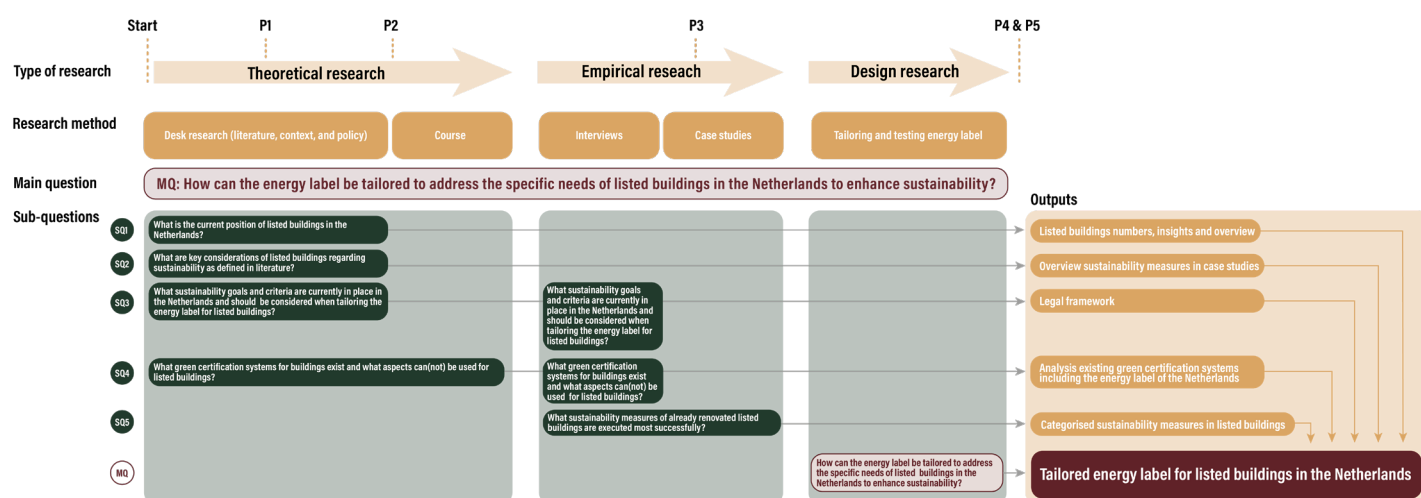


Figure 3.1 - Research design (Author's work, 2025)

Sub-questions:

SQ1: What is the current position of listed buildings in the Netherlands?

SQ2: What are key considerations of listed buildings regarding sustainability as defined in literature?

SQ3: What sustainability goals and criteria are currently in place in the Netherlands and should be considered when tailoring the energy label for listed buildings?

SQ4: What green certification systems for buildings exist and what aspects can(not) be used for listed buildings?

SQ5: What sustainability measures of already renovated listed buildings are executed most successfully?

Each research question will be analysed by giving an answer to these questions:

- **Objective:** Why is this SQ needed?
- **Method:** How will this SQ be answered?
- **Timeline:** When will this SQ be answered?
- **Stakeholders:** Who will be involved in answering this SQ?
- **Necessities:** What documents or other inputs are needed to answer this SQ?
- **Output:** What will be the output of this SQ?
- **Relevance to MQ:** In what way does this SQ help answer the MQ?

SQ1: What is the current position of listed buildings in the Netherlands?

Objective: To understand the present condition, significance, and regulatory framework of listed buildings in the Netherlands

Method: Desk research

Timeline: Beginning of research, finished before P2.

Stakeholders: N/A

Necessities: Scientific literature, grey literature, policy documents, other relevant documents

Output: Detailed numbers, relevance insights, and policy overview surrounding listed buildings in the Netherlands

Relevance to MQ: This information will provide a foundation for assessing how listed buildings can be sustainably preserved, directly contributing to the broader question of balancing heritage conservation with sustainable development.

This first sub-question will focus mainly on gaining a deeper understanding of the position of listed buildings in the Netherlands. This will be done by looking at the current policies surrounding listed buildings, as well as the numbers, considerations, legal aspects, and relevance.

SQ2: What are key considerations of listed buildings regarding sustainability as defined in literature?

Objective: To identify and understand key considerations, like characteristics and challenges for listed buildings

Method: Desk research

Timeline: Beginning of research, finished before P2

Stakeholders: N/A

Necessities: Scientific literature, grey literature, policy documents, other relevant documents

Output: A first overview of several case studies in the literature, identifying frequently and infrequently used sustainability measures in listed or historical buildings

Relevance to MQ: This information will provide critical insights into the sustainability challenges and opportunities for listed buildings in the Netherlands, helping to form strategies for integrating sustainability in heritage policy and preservation, like the energy label.

Sub-question 2 provides a start to base further empirical research on. In the literature, sustainability measures in listed and historical buildings will be looked at. Both from the literature analysis and the literature cases knowledge will be gathered. Even though the cases are not solely from the Netherlands, insights can still be drawn from them by looking at the frequency and effectiveness of the sustainability measures.

SQ3: What sustainability goals and criteria are currently in place in the Netherlands and should be considered when tailoring the energy label for listed buildings?

Objective: To determine current policy surrounding sustainability and highlight most important elements for listed buildings.

Method: Desk research & empirical research

Timeline: Desk research – beginning of research, finished before P2. Empirical research – middle of research, just after P2 and before P3

Stakeholders: Desk research - N/A. Empirical research – sustainability professionals in the field, owners of renovated listed buildings, other relevant stakeholders

Necessities: Policy documents and other relevant documents

Output: Overview of current legal sustainability criteria and input by professionals about most important sustainability elements for listed buildings.

Relevance to MQ: This information aids this research by giving an oversight into the sustainability goals for the Netherlands. This helps provide insight as to how sustainability in the built environment can be enhanced.

This research question exists of two elements. The first element is desk research, where a policy analysis will be done of the goals and criteria regarding sustainability in the built environment. This shows in what direction the built environment is moving and gives foundation as to what listed buildings could add to that. The second element exists of interviews with stakeholders in the field of sustainability, listed buildings and the energy label, providing relevant insights as to what elements of sustainability policy must be incorporated when tailoring the energy label.

SQ4: What green certification systems for buildings exist and what aspects can(not) be used for listed buildings?

Objective: To get insight in the current green certification systems, especially the energy label in the Netherlands and determine in what way these should be integrated into the energy label for listed buildings.

Method: Desk research

Timeline: Desk research – beginning of research, before and just after P2. Empirical research – middle of research, between P2-P4

Stakeholders: Desk research - N/A. Empirical research - sustainability professionals in the field, owners of renovated listed buildings, other relevant stakeholders

Necessities: EP course, grey literature, policy documents, other relevant documents

Output: List of existing green certification systems and analysis of the EP system. Input by professionals over what elements of existing green certification systems work and don't work and what should be integrated in the tailored energy label EP-M for listed buildings

Relevance to MQ: This information dives deeper into the specifics surrounding a green certification system, providing a framework to later tailor the energy label for listed buildings.

This research question will be answered in two different ways. First, a content analysis will be done to create an overview of the existing green certification systems. Then, to further zoom into the Dutch current energy label system, the EP course will be completed. For this method the Dutch energy label is chosen because this is the system that is currently in use and in most cases obligatory. The knowledge gathered from this will focus on expanding on and tailoring the existing system.

SQ5: What sustainability measures of already renovated listed buildings are executed most successfully?

Objective: To identify and understand the most successfully executed sustainability measures specifically in the case of already renovated listed buildings.

Method: Empirical research

Timeline: Middle of research, between P2-P4

Stakeholders: Sustainability professionals in the field, owners of renovated listed buildings, other relevant stakeholders

Necessities: Information documents renovated listed buildings, pictures of the sustainability measures, the before and after energy demand of the building.

Output: Overview of a number of cases, identifying sustainability measures in different cases of renovated listed buildings. Insights of stakeholders into what measures work and don't work. Additional separate booklet in Dutch.

Relevance to MQ: This information provides critical insights into the sustainability measures of listed buildings. It will help shape the green certification system as it provides information about potential measures that can be implemented as well as effectiveness of said measures, which can later be translated to a new energy label.

This sub-question offers a large part of knowledge for the tailoring of the energy label for listed buildings. The case studies will provide an overview of measures. These measures will be organised and evaluated on several different aspects. It will look at why certain measures were implemented and others not, condition of the element, cultural-historical value and the impact of measures, limits of acceptable change, if the measures cause large CO2 reductions through increasing of energy efficiency, and eventually the applicability to other cases. It will look at the building before and after the energy efficiency measures. The assessment of these measures will be done through provided documents, observations and interviews with stakeholders that were involved in the renovation process like owners or facility managers.

To be able to answer the MQ, one more step has to be added through design research.

MQ: How can the energy label be tailored to address the specific needs of listed buildings in the Netherlands to enhance sustainability?

Objective: To apply and translate results from previously mentioned research into applicable recommendations.

Method: Design research

Timeline: End of research, between P3-P4

Stakeholders: Sustainability professionals of already renovated buildings, owners of renovated listed buildings, other relevant stakeholders

Necessities: Comprehensive input from 5 sub-questions, identified best practices, stakeholder insights and case study results

Output: Explanation of design choices and recommendations for the EP-M

The goal of this thesis is to eventually answer the MQ. By adding this last step, it is possible to translate the findings to recommendations. This design phase will bridge the gap between the theory and practice, making sure the results can be implemented easily.

3.2 Research methods

3.2.1 Theoretical research

The theoretical research component forms the foundation of this study. The aim is to have an extensive understanding of the existing (scientific) knowledge, context, and policies relevant to the development of a tailored GCS for listed buildings in the Netherlands. This is done by desk research and a cursus.

3.2.1.1 Desk research

Desk research in this theoretical part of the research consists of three types: literature research, context research, and policy research. In aiming for a comprehensive understanding of the topic, each of these elements provides vital information.

Literature research

The first method for desk research is literature research. This involves reviewing existing academic publications related to the topic and three concepts of listed buildings, green certification systems, sustainability and findings in which these concepts overlap. It helps in understanding what research has already been done, identifying the problem statement, and highlighting the research gap. For instance, literature research will help explain the benefits of GCS and is able to show case study examples of renovated listed buildings. It provides a foundation by analysing previous studies, aiming to expand to the existing scientific knowledge and avoid duplication.

Context research

Secondly, context research is used to sketch a clearer view of the environment in which this research will take place. This includes understanding the cultural value of listed buildings for example, but also the numbers of listed buildings in the Netherlands, and the introducing of the sustainability state of mind nowadays. This type of research helps to place this research in the real-world setting, ensuring that the findings are relevant and applicable.

Policy research

Lastly, policy research involves examining the existing policies that impact the built environment in the Netherlands, especially those related to listed buildings. This includes reviewing national and international sustainability goals and criteria. Understanding the policy context helps to identify the current regulatory frameworks, the gaps in the policy, and how new sustainability initiatives can be aligned with existing policies. This helps to form the outcomes of this research to become more practical.

3.2.1.2 Course

In addition to desk research, another part of the theoretical research is the course. This is the EP (energy performance) course of the Netherlands. This training provides a comprehensive understanding of the current standards and methodologies used for assessing the energy performance of buildings in the Netherlands. By participating in this course, detailed insights can be gathered into how the existing energy certification system operates, including the criteria, assessment process, and recommendations. This knowledge is essential in identifying which elements of the energy label can be adopted or modified to meet the unique needs of listed buildings.

3.2.1.3 Questions answered

By integrating the three types of desk research and the cursus, the aim is to provide a thorough foundation for the further empirical and design parts of this research. Sub-questions answered in whole or partially in this desk research are:

SQ1: What is the current position of listed buildings in the Netherlands?

SQ2: What are key considerations of listed buildings regarding sustainability as defined in literature?

SQ3: What sustainability goals and criteria are currently in place in the Netherlands and should be considered when tailoring the energy label for listed buildings?

SQ4: What green certification systems for buildings exist and what aspects can(not) be used for listed buildings?

3.2.2 Empirical research

The second part of the research methods focusses on empirical research, consisting of interviews and case studies. The knowledge produced in this part will provide inputs for the third part of this study: the design.

3.2.2.1 Interviews

To start off the empirical research, interviews will be held with several relevant stakeholders which will be further elaborated on in part 3.3 - Selection. These interviews aim to gather in-depth insights into the current sustainability situation, the practical aspects of GCS and the Dutch energy label, as well as the specific challenges and considerations related to energy efficiency measures in listed buildings.

The interviews use a semi-structured interview method, allowing flexibility and in-depth responses. This approach allows the interviewer to dive deeper into specific answers given by the interviewee, looking at further explanations, examples, or clarifications to ensure accurate interpretation. In appendix 6 an interview protocol is shown, as well as the informed consent in appendix 7. A separate interview protocol was made for each interview to accommodate for the different specialties and roles. The interviews are analysed using Atlas.ti software.

The information gathered from the interview will help to create a better understanding of the current use of energy labels and the position of listed building in the Netherlands. This will be done by using several different aspects: understanding current practices, identifying existing barriers and challenges, evaluating best practices, assessing stakeholder roles and collaborations, informing policy development, and looking at the future trends.

3.2.2.2 Case studies

The second part of the empirical research involves conducting case studies. These case studies aim to examine practical examples of sustainability interventions in listed buildings in the Netherlands. Through these cases the research will identify the factors that enable or restrict certain energy efficiency measures in listed buildings, providing critical insight for the design phase of this study.

The information extracted from each case study will include the following aspects:

1. Before and after energy demand: understanding the changes in heating and electricity demand pre- and post-intervention
2. Implemented measures: Identifying what energy efficiency measures were applied and why that was possible in that listed building.
3. Non-implemented measures: Energy efficiency measures that were considered, but not implemented. Understanding the barriers that prevent certain measures from being adopted.
4. Technical feasibility: Assessing how easily the measure was implemented.
5. Impact on cultural-historical value: Examining how and to what extent the energy efficiency measures affect the listed buildings unique historical features.

Eventually these measures cases will be compared to the other case studies, as well as to the literature and interview findings, to be able to conclude if a certain measure would or would not be applicable to similar cases.

The answers to these questions will be given through (1) input from key stakeholders like the building owner or sustainability consultants through interviews, (2) observations through pictures or site visits, and (3) examination of the project documentation. The order of the information gathered will follow these three steps, starting with an interview with the relevant stakeholder. Ideally this interview will be conducted on site so that observations and inspections of what came out of the interviews can be done on the site. Then, if additional information is needed this can be done through documentation. This multi-faceted approach ensures a thorough understanding of the cases, resulting in meaningful conclusions recommendations for future projects, integrating this in the energy label for listed buildings.

3.2.2.3 Questions answered

Using empirical research, the goal is to come with new insights regarding sustainability and the integration thereof in the EP-Monument. Sub-questions answered in whole or partially in this empirical research are:

SQ3: What sustainability goals and criteria are currently in place in the Netherlands and should be considered when tailoring the energy label for listed buildings?

SQ4: What green certification systems for buildings exist and what aspects can(not) be used for listed buildings?

SQ5: What sustainability measures of already renovated listed buildings are executed most successfully?

3.2.3 Design research

The last part of this study is the design research. In this part of the research, the recommendations for the EP-M will be introduced by including all previous findings from the sub-questions. The design research is split into two parts, first the actual design and then reflecting and enhancing the design with the input of experts.

3.2.3.1 Design

The design or tailoring of the energy label will be done using the inputs from previous sub-questions. The current energy label of the Netherlands, will be used as a base to make the EP-M easily implementable and understandable to those already working with the current system.

The design will be formed adhering to the following structure. First, the input from the interviews will be used to deliver information for the development of the form of the EP-M. These insights will bring to light certain changes that need to be implemented to make sure the EP-M fits better the unique cases of listed buildings. The case studies will then provide input about already renovated cases. These cases will be used to identify certain energy efficiency measures and why they could be implemented or not in that specific case. The characteristics of the cases will then be incorporated into the EP-M to give more specific feedback. This means that the EP consultant will need to provide additional specific information about the context of the listed building case they want to assess. The EP-M will then generate the current energy label and outline potential opportunities for further energy efficiency improvements. This bottom-up implementation ensures that if a new case of a listed building shares the same characteristics, the suggested energy efficiency measures will be similar. Thus, in the EP-M it is important that the context is known, as this will be the main determiner for the sustainability suggestions in the end.

3.2.3.2 Expert reflection

Once the initial recommendations are formulated, they will be presented to several experts. This will take place at the end of the regular interview to avoid influencing their responses. These experts will look at the proposed changes and give feedback on these propositions. This expert reflection will consist of four people with knowledge from the field and this feedback will be integrated to further sharpen the recommendations for the EP-M. These experts are:

1. Researcher
2. The government of the Netherlands (RCE)
3. Real estate portfolio owner
4. Energy label consultant listed buildings

3.2.3.3 Questions answered

Using design research, the goal of this research is reached by creating the EP-M that is tailored to the specific needs of listed buildings. Therefore, in this part the main question is answered:

MQ: How can a green certification system be tailored to address the specific needs of listed buildings in the Netherlands to enhance sustainability?

3.3 Selection

As described in the research methods, several different sources of information are used to provide a well-rounded perspective. The selection of individuals or cases is done in an organised and systematic way to ensure the findings are relevant to this study.

3.3.1 Selection interviews

First, for the interviews there are several types of individuals identified, who can provide interesting insights into all aspects of sustainability and energy labels regarding listed buildings. These interviewees and why they are chosen for an interview are:

1. Energy label consultant listed buildings
This professional has direct experience in applying energy labels to listed buildings. They can provide insights into the challenges that listed buildings bring and the effectiveness of the current energy label.
2. Sustainability consultant listed buildings
This person has experience in the field of balancing heritage preservation efforts with energy efficiency measures. They can offer expertise on the practical challenges and translation of ideas into the real world.
3. User-owner of a listed building
The firsthand perspective the users and owners of listed buildings can bring is interesting because of their experience of using the building and seeing where their priorities lie.
4. Facility manager of a listed building
Facility managers oversee everyday operations of buildings and in the case of listed buildings their perspective is important to gain understanding in their priorities and implementation of the measures.
5. Researcher
This person did research in the field of sustainability in listed buildings and has a vast knowledge about the implementation and integration of these elements.
6. The government of the Netherlands (Rijksoverheid)
This stakeholder is responsible for the implementation of policies and guidelines on heritage preservation. Therefore this perspective is crucial to understand how they view the future of sustainable preservation.
7. Real estate portfolio owner
Owners of larger portfolios with multiple buildings can provide insights on the trends, scalability and implementation, as decisions on the entire portfolio may influence the listed buildings in the portfolio.

The additional selection criteria for each of these individuals are further specified in the interview protocol. A list of the interviewees and the selection criteria can also be found in appendix 8.

3.3.2 Selection case studies

Second, the case studies must be selected. The number of case studies will ideally be between 5 to 10 cases, with a minimum of 3 cases, depending on the accessibility of information. A better estimation of the number of cases and the planning will be done after the running of one case, as the state of the accessibility of information will be better known. Important is to note that it is vital to truly understand the choices made in these cases, why certain measures

were implemented and others not. This calls for a deep understanding of the case, not just the stating of measures implemented. Therefore, the depth of the cases is more important than the number of cases. The selection of the cases will be based on the relevance to the research, meaning they will be selected on the extent to which the project has addressed sustainability while preserving cultural-historical values. Additionally, cases will be selected to represent a wide range of energy efficiency measures, different uses of the building, and insight in the improved state of energy use. Thus, the selection criteria are:

Must have:

1. The building must be located in the Netherlands
2. The building must hold a listed status
3. The building must have undergone sustainability transformations AND must be in a reasonably advanced stage of implementing sustainability measures
4. The selected buildings should represent variability in usage types, listed status and year of construction across the cases

Nice to have:

5. The building must have energy usage data available for both before and after the energy efficiency measures were implemented

Clarification for criteria 1 & 2

This is the scope of this research: listed buildings in the Netherlands.

Clarification for criterion 3

It is essential to acknowledge that buildings, particularly listed ones, are rarely complete in terms of potential improvements. There are almost always additional opportunities for further enhancements. Sustainability measures are often implemented incrementally and therefore the term “reasonably advanced stage” refers to a subjective assessment done by the researcher. Sufficient measures should be implemented to be able to analyse meaningful outcomes, but it would be misleading to require a building to be entirely finished, as that is simply not feasible.

Clarification for criterion 4

The buildings chosen should differ in function, for example, residential, commercial, institutional or cultural use. This diversity is important to gain a broad insight into different types of buildings, ensuring that the results are applicable to a broad spectrum of building types and context. The variability enhances the generalisability of the findings.

Clarification for criterion 5

The criterion that the building must have documented energy usage data from both before and after the implementation of energy efficiency measures is a nice to have. This data is used to evaluate the impact of the sustainability interventions. The comparison of the energy use pre- and post-implementation provides a clear and measurable indicator of the effectiveness of the applied measures. Without this information it would be more challenging to assess the success and significance of the transformation, but it is sometimes difficult information to come by. This can be because no record was made of the usage, or the usage is not representable, since the building had another use or was not in use at all in the prior situation.

3.3.3 Selection experts for reflection

Lastly, the experts for reflection for the feedback on the EP-M design. The participants of this part of the study should adhere to the following:

1. They must work in the Netherlands
2. They must have experience with giving sustainability recommendations for listed buildings
3. There should be at least one individual present who has experience with the energy label.

3.4 Data access and collection

To be able to have easier access to the current available data in the field, a graduate intern position was arranged in a sustainability consultancy firm that specialises on the cases of listed buildings. The company, De Groene Grachten, can provide knowledge and share their expertise in the following fields:

- Giving advice and suggestions for implementing energy efficiency measures in listed buildings
- Technological knowledge and possibilities of implementing energy efficiency measures in listed buildings

Additionally, De Groene Grachten is possible to help on these aspects as well:

- Having access to large amount of cases of renovated listed buildings, making the case study selection easier
- Having in-house knowledge of professionals which are able to give input
- Contact with other professionals in the field whose insights can prove useful, or even fit the profile for the interviews
- Offering guidance during the duration of this research

3.5 Data plan

Clear data management helps to guide the research and is essential. A data management plan (DMP) was developed and outlines the different procedures for data management (appendix 9). This plan also aligns the data analysis procedures with the research questions and objectives. The plan also strives to communicate in what way the data was collected and used, so that the research methods and data can be traced. In this way the research can be verified at a later stage and reused. However, it is important to be careful with the data collected through interviewees. To make sure all participants could speak freely and with limited traceability, the individuals in this research have been anonymised and pseudonymised.

The publication of this thesis will be through the TU Delft repository (www.repository.tudelft.nl). This platform allows others to access the study and can in this way contribute to knowledge in the field of sustainability and energy labels in listed buildings.

3.6 Ethical considerations

Ethical considerations are an important aspect of research which includes human participants. Diener and Crandall (1978) have defined the four ethical considerations:

1. Informed consent
2. Voluntary participation
3. Anonymity
4. Avoiding exaggeration of objectives

These four elements are implemented in this research as follows.

1. Prior to the interviews, informed consent and interview protocols are sent to the participants to ensure that they are fully informed of the purpose of the research, the questions, their right as participants and to secure their agreement in way that respects their autonomy and privacy. Before taking part in the research a check is made to see if the purpose and methods of the study are clear, the participant is fully informed and able to give informed consent. In appendix 7 the informed consent is shown.
2. In the informed consent and the interview protocol it is clearly stated that the participants of the study reserve the right to, at any moment during the study, stop their participation, without needing to provide a reason. The participants can also say that they do not wish to answer a certain question, without needing to stop the whole participation.
3. An important aspect of managing the data is about protecting the participants of the study. To protect al privacy, the participants in this study have been pseudonymised so that the findings in this study can be published. Any recordings will be deleted after transcription, and these will be coded. The coded document will be accessible only to the researcher and supervisor on a secured drive and deleted after publication.
4. The researcher aims to accurately represent the information from this research and no objectives of the research are exaggerated. Transparency is maintained throughout the research, methods, and goals, preventing misrepresentations and improving traceability.



INTERVIEW FINDINGS

4



INTERVIEW FINDINGS

Semi-structured exploratory interviews were conducted with the goal to shape the EP-M. These interviews provide support for the concepts of sustainability in the field of listed buildings, offering crucial insights into practical challenges, stakeholder priorities and the balance between cultural-historical values and energy efficiency. By talking to stakeholders across various roles, potential obstacles and opportunities can be identified and integrated in the EP-M. Additionally, participation in early contractor involvement (bouwteam) meetings offered practical context to gain a better understanding of how the parties work together and interact and further place the role of the energy label in context.

Interviewees included:

1. Energy label consultant for listed buildings
2. Sustainability consultant for listed buildings
3. User-owner of a listed building
4. Facility manager of a listed building
5. Researcher
6. The government of the Netherlands
7. Real estate portfolio owner

The interview data was analysed using Atlas.ti, with codes focusing on various aspects. These codes were semi-deductive. For the first analysis, deductive codes were used and several categories were identified with sub-categories as can be seen in appendix 10.1. The interviews were then analysed with these deductive codes. This approach helps to identify themes and patterns across stakeholders, relationships and contradictions, ensuring that the findings are structured and comprehensive.

These themes are integral to shaping the EP-M as they highlight critical factors that influence the feasibility, acceptance, and effectiveness of sustainability measures in listed buildings. By structuring the findings along the themes introduced in 4.1, the EP-M can be tailored to address key barriers and opportunities for implementation. The recommendations derived from the interviewed were then categorised in 4.2 and added to the codes in Atlas.ti by means of inductive coding (appendix 10.2). This led to the reanalysis of the interviews and the final list of recommendations.

4.1 Analysis

In the analysis of the interviews five main themes were identified: regulatory considerations, stakeholders, financial considerations, sustainability measures in listed buildings, and future trends and prospects. These themes form the core analytical framework within which the EP-M is developed. The goal is to gain insight into the perception, motivation and opinion of the interviewees, identifying challenges and opportunities. This provides the necessary context for formulating recommendations for the implementation of the EP-M.

4.1.1 Regulatory considerations

Preserving listed buildings and their cultural-historical value is important to a society. This leads to strict regulations on what can and what cannot be changed as when compared to non-listed buildings. This is also the reason why these listed buildings are exempt from needing an energy label. On the other hand, there are some other regulatory implementations that do also apply to listed buildings. For example, measures that pay themselves back within 5 years have to be implemented, or they must show why they are not being implemented. This energy savings obligation (energiebesparingsplicht) is the case for buildings that use more than 50.000 kWh electricity or 25.000 m³ gas. Additionally, in line with the EPBD 4, new installations must meet the minimum energy performance requirements set, also for listed buildings, however some exceptions can be made in special cases.

To determine what modifications are allowed for listed buildings, a statement of significance (waardestelling) or a reasoning description (redengevende omschrijving) is made. These are logged on www.monumenten.nl with the purpose to give a clear overview of why the building is special. Where some descriptions are very elaborate and have intricate details, some just have few general sentences or even lack a description at all. There is not one body or clear structure in who creates these statements, as well as no certain list of elements that should be assessed. This means a lot of the times the outcome is not very clear. If these statements are executed more systematically, this can create a good basis for understanding the building and its values better.

"If you have such a document, that's great because then you know where the focus lies. Because sometimes a whole building is considered a listed building, while one part in the back is the most important. That makes it easier to change other elements." – Sustainability consultant

The regulatory oversight by the aesthetic committee (Welstandscommissie) and the monuments committee (Monumentencommissie) is often strict when it comes to making changes to listed buildings. There can also be large differences between municipalities in how the general idea of energy efficiency in listed buildings is handled. Some municipalities are becoming more supportive of sustainable solutions, while other remain highly conservative in their approach. This makes it complicated to draw a clear line between what is generally allowed and what is not.

"There are a few old men there who are veeery conservative. So they just say: Nothing is allowed." – Energy label consultant

"This can really vary per municipality, and even per building. It might even depend on how the wind blows at such a heritage department." – Sustainability consultant

Although there can be differences between municipalities, they often have valid reasons behind them. For example, a municipality located in an archaeological area may have decided not to approve applications that require excavation, opting instead for alternative solutions. While these differences can be frustrating, the primary issue arises from the lack of awareness about why the differences exist. It is therefore crucial to improve communication and clearly explain the reasons behind certain restrictions. Striking a balance between national regulations, which

should set clear guidelines, and transparent communication of the potential local exceptions can help to ensure a better understanding of these variations.

"It is not a random process; it has to do with the local context and I think that is justified as long as you explain why. That is again a form of customisation ('maatwerk'), because it is not just customisation in the building, but also customisation in the context" – Researcher

Additionally, there is a general consensus between the interviewees that the regulatory bodies should strive to collaborate more with those implementing the measures, rather than merely opposing them.

"This works both ways: on the one hand applicants come forward with a more well thought out plan, while on the other hand, those who have to approve the application become more aware that they can't just reject everything outright. They need to engage in the process. They need to provide actionable perspective (handelingsperspectief), looking at whether something could be approved if done in a certain way. Otherwise it becomes discouraging: if you put a lot of thought into something and it gets rejected, the next person, like your neighbour, might not even bother submitting a plan because they already know it will be rejected." – Sustainability consultant

This statement was further endorsed by the user-owner:

"When we moved here, we had to deal with terrible regulations. Everything had to be submitted in five copies, and even then this wasn't allowed and that wasn't allowed, even though we put in extra effort. (...) I have no interest in letting all kinds of agencies decide how I spend my own money. I'm doing it with good intentions and care, so I feel like I should still have some say over what I do with my own property. Not to say I don't understand the public interest in preserving these buildings, but if someone comes to check what I've done with certain things that aren't even visible, then I just think, no sorry!" – User-owner

This conservative stance of heritage departments therefore can create the opposite effect than they would like. It is important to aim to conserve these listed buildings, but in order to conserve them they have to be usable.

"Part of preserving means that there must also be a liveable situation, and a liveable situation means that it is comfortable. I think that as a government you also have to be aware that there are a few 'crazy' people in the Netherlands who preserve and take care of the buildings. This also means that the regulations should give and take and that sometimes seems to be forgotten." – User-owner

When the relationship between the owner and the authorities is good, it can lead to even better outcomes through collaboration. This kind of dialogue between the parties can create opportunities for preservation while allowing the necessary improvements. In some cases historical elements have been removed due to prior renovations and are now being considered for restoration. An effort is made to see whether these elements can be reintroduced as part of the ongoing renovation practices and so to help bring back and preserve the buildings original character.

"That can then indeed be reinstated, and it is done in consultation with the municipal authorities responsible for the monuments. But they usually only see it as a positive thing."
– Facility manager

Not only is good communication between the owner and the authorities essential, but it is also equally important for the authorities themselves to collaborate internally. In many municipalities the heritage and sustainability departments operate separately. This separation often leads to a lack of awareness about what each department is doing and how they might be able to work together. As a result this can create friction and slow down the decision making processes. Bridging this gap could potentially streamline procedures, but also ensure that both aspects are addressed in a balanced way.

"The heritage department is often seen as difficult and the sustainability department is viewed as if they are always trying to push everything through and don't consider cultural-historical value. Neither of those perceptions is true, but there just needs to be more collaboration, not just occasional updates, but real cooperation." – Researcher

In conclusion, regulatory considerations for listed buildings highlight the complex balance between preserving cultural-historical values and integrating sustainability measures as well. While strict regulations often limit the changes that can be made, clear communication between all parties involved as well as clear regulations are essential to improving this process.

There are some factors in the regulatory context that have significant implications for the development of the EP-M. First of all, municipalities and regulatory bodies should adopt a more flexible approach when considering the integration of sustainability measures into listed buildings, recognising the fact integrating sustainability cannot be ignored anymore. Secondly, the creation of more detailed and consistent statements of significance can help clarify the cultural-historical value of a building, which would reduce ambiguity. Lastly, the provision of proven examples of successful energy saving measures can build trust and encourage both the implementation by owners and the acceptability by authorities.

Ultimately, clearer communication between all parties can help alleviate frustrations as stakeholders know better what to expect. This will help to create a more efficient and collaborative environment for improving the sustainability of listed buildings while preserving cultural-historical values.

4.1.2 Stakeholders

In this process of integrating sustainability in listed buildings, multiple stakeholders are involved, each with varying degrees of influence, priorities and objectives. In this analysis the most prominent stakeholders are highlighted while examining the challenges in aligning their interests and exploring potential areas of conflict.

The RCE (Rijksdienst van het Cultureel Erfgoed) is the national body responsible for advising on and protecting listed buildings in the Netherlands. They provide the official guidelines and are often also involved in permit evaluations. The RCE also facilitates research on listed buildings like a recent study on the energy performance of solid brick facades in residential monuments (Quist et al., 2024).

The other important governmental stakeholders are the aesthetic and heritage committees (welstands- en monumentencommissies), as they decide whether proposed renovations fit within the historical integrity of the monument and implement their view of how these buildings should be preserved. The focus is primarily on the visual aspect, ensuring that the changes do not impact the listed building too much. This however can lead to a rigid structure in which not much change is possible, thus making sustainability upgrades more complex.

"We as advisors really try to push to the extreme, steering towards the best, most energy efficient option that you think might still be feasible. The aesthetics committee usually says no, so then in the end you settle for the middle ground" – Energy label consultant

Sustainability consultants often face friction in these discussions. Despite these constraints consultants emphasise that there are still a lot of opportunities, also within these regulatory limits, with the use of creative solutions.

"Some parties have a different perspective than we do, seeing certain things as impossibilities, thinking: this can't be done, or this isn't allowed. However, there are still possibilities, despite regulations, despite grid congestion, despite all the challenges that may arise, to create sustainable and gas-free listed buildings." – Sustainability consultant

To make the most of these possibilities, it is essential for market parties to work with sustainability consultants who align with a forward-thinking vision. Some still rely on outdated methods or recommend materials that may not be the best fit for heritage buildings.

"It can sometimes be challenging to find consultants whose approach aligns with your policy. There are still those who recommend using stone wool or PIR insulation—advisors like that, I quickly dismiss." – Real estate portfolio owner

These creative solutions of sustainability consultants are especially needed because the heritage legislation is almost always above the energy regulations. This means that only by working together with all parties the desired results can be achieved.

"In principle, listed buildings are just as obligated, but where the heritage department can assess that a measure would disproportionately harm the monument, the heritage legislation always takes precedence." – Government NL employee

Despite the apparent conflict between sustainability and heritage regulations, successful integration of both requires collaboration as was also stated in 4.1.1 regulatory considerations. Communication between the various stakeholders is therefore crucial to finding solutions that meet both preservation and energy performance goals.

For all parties involved this process becomes easier by the presence of a comprehensive statement of significance. There are however differing views on the extent to which individuals can assess what is or is not historically significant. While those who specialise in this niche naturally develop an eye for certain details, it is also important to acknowledge that a specialised degree exists for a reason. Ultimately, all perspectives emphasise the importance of involving experts who truly understand the heritage

"In my opinion the cultural-historical value should be determined by a specialised building historian, truly a heritage expert. Even though I have been working with heritage for 20 years, of course I have an idea, but I cannot definitively say: This is something that is truly untouchable from a heritage perspective." – Researcher

"You don't want those energy label pushers who also try to do some work on listed buildings. That's actually what you want to avoid, because listed buildings require more tailor-made solutions than regular buildings." – Energy label consultant

Another stakeholder is the Monument Watch (Monumentenwacht), a specialised advisory body subsidised by the government. They help with inspections and maintenance of listed buildings and offer subscription services where experts systematically evaluate the condition of the building once every few years. Over the recent years they have started to integrate sustainability practices in their recommendations, realising this was a growing area of interest. However, when one of the interviewees began their renovations a few years ago, they found that sufficient information was lacking on their part:

"They were very cooperative, but they didn't yet have the expertise we needed on sustainability. This meant I had to figure most of it out by myself." – User-owner

In the past years many new initiatives have emerged to support owners in navigating these challenges. Access to reliable information has already improved significantly and subsidies are now also available to assist with e.g. advisory services. These developments reflect the broader transformation within the sector, demonstrating a growing recognition for both guidance and financial support in making decisions.

In residential listed buildings, the owner is often also the user. This simplifies the decision making process, but also means that the owner has a lot of influence, because in the end they are the ones that have to make the investment. As there are no obligations for listed buildings to become more sustainable, the owners need to have the ambition. A proactive owner can drive significant improvements in that case.

"You need someone who wants to prioritise investing their money not into a new kitchen or bathroom, but in installing a heat pump." – Sustainability consultant

This prioritising of other elements is sometimes met with criticism, as it raises an important question: why do people find the payback time of solar panels important, but not of a new kitchen? This highlights a broader issue in sustainability investments, namely that of the perceived necessity versus long term value.

Despite this, when owners of listed buildings do choose to pursue sustainability measures, they tend to be highly cooperative and proactive. Since there is currently no legal obligation for listed buildings to become more sustainable, those who take action to do so often act out of a genuine personal motivation rather than external pressure. Their engagement is driven by a deep appreciation for their building, a desire to preserve heritage, to become more energy efficient and to strive for higher comfort levels.

"The people are incredibly engaged; they really want to do a lot." - Researcher

In utility buildings, tenants often have limited influence over renovations, yet they are directly affected by energy efficiency and comfort levels. However, being further removed from the decision-making process can also make them less aware of how their usage impacts energy savings.

"They have to ask themselves: why do you have to leave things running in labs, huge machines, that you don't even use? Just turn it off and turn it on when you need it you know. People are not affected in their own wallets or they are not engaged enough to think: well this is a waste of energy or heat so I'll just turn it off." - Facility manager

Several different stakeholders sometimes turn to the energy label to make decisions about their portfolio. At first, municipalities generally ignored the listed buildings in their portfolios with regards to energy efficiency, but lately the improvement in terms of the energy label has become more and more important in tenders for example. These large portfolio owners, whether it is from the municipality or real estate investors, want to be able to manage and measure things. An energy label is of course a tool to gain insight into the energy performance of the buildings and therefore the entire portfolio.

"For dealing with listed buildings, I don't know if you get much out of the energy label. However, it is an important tool because, well soon it will be mandatory anyway, but it is also important in decision making. Like here at Rijksoverheid, we make decisions based on lists in Excel where we put the labels and such." - Government NL employee

"Do you think we can then still achieve label A?" - Municipality in early contractor involvement meeting

Other stakeholders in these projects include installers, contractors, engineering firms and architects – all individuals who contribute to the process. In the past, the sustainability aspect was primarily driven from a technical perspective where the question for energy efficiency was just sourced out to an installer for example. However, there is a shift towards architects taking a more central role in addressing sustainability. This challenge represents a broader approach, where sustainability is integrated not just as a technical requirement, but as a meaningful layer that can enhance the overall value of the building.

"That is actually the ideal situation, when the architect doesn't just approach it as a technical challenge, but also sees the added layer of sustainability as a meaningful one – one that incorporates or even enhances the building's values for the future." – Government NL employee

Often, the collaboration between stakeholders runs smoothly as long as there is open dialogue. However, challenges arise for example when heritage committees, rigidly hold their authority and refuse to accept even well thought proposals. Additionally, permit applications can take an exceptionally long time to process, further complicating the process. If communication is lacking, unforeseen issues may emerge during the start of the execution phase, further frustrating the parties involved. This can also be the case with less prominent stakeholders like neighbours that may oppose due to noise reasons with an air heat pump. Clear communication from all stakeholders is crucial in finding balanced solutions and reaching a workable middle ground.

"So actually, the discussion regarding the cultural heritage values with the municipality went quite smoothly. I think they were just happy that we wanted to preserve and reuse the building. As long as the exterior stayed relatively the same, we were allowed to do a lot on the inside." – Facility manager

To conclude, the involvement of multiple stakeholder in this complex process results in diverse interest and priorities. Clear communication between these parties is essential for overcoming challenges and ensuring successful outcomes. Several key points emerge when considering stakeholders in the context of the EP-M.

First, a collaborative shift in the way heritage and sustainability are approached. This shift is already becoming more visible in the past years, but ongoing efforts are needed to ensure that changing perspectives are translated into concrete actions.

"This has really been a huge shift in recent years. Now, everything and everyone, including the municipality, knows: we just have to do this, and we have to make sure we do it right." – Government NL employee

Second, the need for specialised expertise. Listed buildings require specific knowledge to ensure that sustainability measures are implemented effectively and respectfully, rather than applying unsuitable solutions that may compromise the cultural-historical value of the monument.

Third, improved guidance on sustainable upgrades. By enhancing communication and sharing knowledge, sustainability improvements can become more widely accepted and seamlessly integrated on both decision making and execution level. Strengthening this process will help ensure that energy efficiency measures are not only encouraged but also effectively adopted by all involved parties.

4.1.3 Financial considerations

Financial feasibility is one of the decisive factors in implementing sustainability measures. Costs have a direct impact how the energy label for listed buildings can be implemented and is therefore related to the main question. Understanding financial constraints helps explain why certain measures are chosen or not, which in turn shapes how the energy label should reflect these realities.

Budget constraints often play a crucial role in the process of making listed buildings more sustainable. Measures suited for listed buildings like vacuum glass are often tailor made and therefore more expensive. Some interventions are so costly that they are not financially viable, especially in buildings with low energy consumption. While these investments may not provide immediate financial returns, they can still offer benefits like improved comfort or enhanced biodiversity. However, if the costs of the measures far exceed the energy costs saved, it becomes an impractical investment. As a result, the payback period is a key factor in decision making.

This payback period is calculated through the projected energy savings, which can justify the investment. However, there is another important element to consider. The discrepancy between the actual energy use and the anticipated energy use – which is often seen in buildings with high energy use such as listed buildings – can make the predicted payback period less reliable, as the savings may turn out to be less significant than predicted.

Additionally, in the case of listed buildings, uneven surfaces, detailed elements, irregular layouts and other unique characteristics, call for a need for tailor-made solutions. These solutions tend to be more expensive than standard energy saving measures, which can further influence the feasibility of sustainability measures.

“All those small windows we have, both facades would cost us around €90.000. So we put that idea on hold. We could never use enough energy to justify that expense.” – User-owner

These costly measures can lead to prioritisation. The focus shifts to frequently used areas like living rooms, leaving less used spaces like the upper floors untreated. This can also be part of a staged implementation, where measures are implemented in phases.

“There are a couple of sustainability measures that have been chosen, they just haven't been financed and therefore implemented yet.” – Facility manager

Not all measures need to be implemented at once. While large-scale projects can more easily accommodate substantial financial investments upfront, this is often less feasible for smaller for example single-family households. Instead it is more practical for them to revisit their plans periodically. By making gradual improvements over the years, they can spread out costs, save up over time, and steadily enhance the energy efficiency of their home without the burden of a large upfront investment.

“There are projects with very high ambitions that implement everything at once. A lot of money is thrown at it and it gives us this wonderful project, which is fantastic, but of course that is a pilot. And we need those, we can learn a lot from it, but it is equally important to look at those projects that go on for a long time and keep going one step further.” – Researcher

This perspective also underscores the idea that improving energy efficiency in listed buildings is an ongoing process rather than a final destination. Continuous effort and incremental improvements, alongside new research and technological advances, are key to achieving long term gains in terms of both comfort and energy efficiency.

By approaching renovations in stages, it becomes possible to continue using parts of the building throughout the process. While not all measures allow for this, working in sections step by step means you can test and adjust as you go. For example, in office buildings, parts of the property can still be rented out during the work, allowing for income to continue while improvements are being made. Similarly, homeowners can continue living in their house while renovations take place. This approach helps spread out the costs and gives the chance to fine tune the process, which can lead to better and more effective results over time.

*"It is a constant juggling act of what can I do without having to move out of the house." –
User-owner*

In addition, financial risk, especially in bigger and more complex projects, can arise due to large investments with uncertainty in exact costs and returns. This complicates decision making especially if a project has to go through many layers of internal governmental structures.

"The technology is often available, that often works out quite well. The financial picture on the other hand... Who will pay for it? How much will it cost you?" – Sustainability consultant

The scale of a project can also influence the quality and complexity of the solutions being implemented. Where in larger projects there is often opportunity to involve experts like architects and specialised consultants, there is less budget for this in smaller renovations. This can lead to difficulties as standard solutions may not be suitable for listed buildings.

"And that's a bit tricky. There is the obvious royal path, but not everyone has the budget to follow that path, so we really need to take that into account as well." – Government NL employee

The question arises however, whether offering free advice through support desks (ontzorgingsloketten) is a truly effective solution to the financial restraints people experience. Since the advice in some cases is free, people may not take it as seriously and might only engage because there are no costs. This can lead to a tiresome process, where significant effort is required to gather files, obtain drawings, schedule visits etc. This can make the overall process slow and inefficient.

*"We always say: everything that you give away for free has no value and this is really what we experience at these support desks, those are not the most engaged clients." –
Researcher*

A potential solution could be to shift the subsidies from the providing of advice to the focusing on the successful execution. By moving the value away from simply offering free advice and instead emphasising the importance of putting said advice into action, people become more

committed to the process. This approach also makes it clearer that the goal is not just to hand out advice, but to help carry out the necessary steps. In doing so, the aim is that this will stimulate more tangible results rather than an advice which is taken less seriously because it is free.

Another important catalyst for building transformations is the rising energy costs, which has been significantly amplified by the war between Ukraine and Russia. High costs create tangible incentives for property owners to invest in energy saving measures to reduce their monthly bills.

"In some ways listed buildings are like any other building. You have an energy bill, you don't get subsidy for your energy bill, so making your building more sustainable pays off."
– Sustainability consultant

The ability to charge a higher rent can also serve as a strong motivator for property owners to invest in further renovations. Additionally, the potential increased property value combined with improved tenant satisfaction can further encourage owners to invest in energy efficiency measures.

"I would like to make it into the newspaper for having the highest rent price in Amsterdam." – Owner in early contractor involvement meeting

That said, there is an overarching consensus in the interviews that the focus should not solely be on the financial aspect, but also on the social benefits of preserving the cultural-historical value while reducing emissions. Even though these are often less tangible, they are shown to be of importance to the stakeholders.

"If you were to choose the cheapest option, well then visually it wouldn't look good. But you know, it's a huge investment. If I have to do my entire building, I'll need to save up a bit more." – User-owner

"I hope that the societal discussion stays as valuable as the financial discussion. So, it's about taking responsibility where possible, right?" – Facility manager

To conclude, financial limitations influence both the feasibility and prioritisation of sustainability measures, which must be accounted for in shaping the EP-M. The discrepancy between predicted and actual energy use affects payback calculations, making it important to consider incorporating real usage patterns into assessments. While the other direct impact of the financial aspects remains limited, these constraints emphasise the need for an EP-M that accommodates to the unique challenges of listed buildings. Additionally, further research is needed to explore whether for example reallocating subsidies from advisory services to implementation would yield a greater impact.

4.1.4 Sustainability measures in listed buildings

Before diving deeper into the sustainability measures, it is important to note the fact that the solutions for listed buildings are always going to be tailor-made due to the nature of the buildings. However, while this is true and certainly not an argument for applying a one size fits all approach, it is worth considering whether there are trends that can help simplify the process of implementing energy efficiency measures in listed buildings. While each intervention in a listed building requires a unique approach, this does not mean that solutions should always be overly complicated. All measures - and therefore also sustainability measures - in listed buildings require extra attention and care, particularly regarding their impact on the cultural-historical value. The challenge therefore lies in ensuring a good outcome.

"All interventions in monuments are interventions in the story of the monument and it's meaning." - Government NL employee

That said, there are certain elements of listed buildings that are easier or more difficult to adapt. Some of these energy efficiency measures, which vary in complexity in relation to heritage, were discussed earlier through the literature and will now be explored in the context of the interviews. The resulting easy and difficult measures are presented in table 4.1 and will be discussed further below.

Easy / difficult		Energy label consultant	Sustainability consultant	User-owner	Facility manager	Researcher	Government NL	RE portfolio owner
1	Understanding of the building							
2	Window upgrades							
3	Window frames							
4	Façade appearance							
5	Sealing gaps and cracks							
6	Roof insulation							
7	Installations							
8	System optimisation							
9	Electric boilers							
10	Pipes and ducts							
11	Pipe insulation							
12	Aluminium foil radiators							
13	Space surrounding the building							
14	Solar panels / solar boilers							
15	LED lighting							
16	Curtains							

Table 4.1 - Easy and difficult measures in listed buildings (Author's work, 2025)

The first element to consider is the understanding of the buildings itself. This is not necessarily an energy efficiency measure, but it is an essential part of working with listed buildings. Gaining a comprehensive understanding of the building, both at a cultural-historical and technical level, is vital for identifying the right solutions, but listed buildings often lack detailed documentation in both these elements.

"You always run into surprising things, or almost always in any case. So it is a lot less predictable, that makes a big difference of course." - Researcher

Less is known about the way the building was constructed and changed throughout the years. Without clear floor plans or accurate historical records, on-site investigations become even more important and require more time to aim to understand the building well. Sometimes parts of the building are difficult to access, such as installations hidden above vaulted ceilings. Since the evidence needed for energy labelling is strict, the verification of certain elements can be challenging when these areas are hard to reach, making accurate determination difficult. Moreover, there is less knowledge about the building physics of listed buildings as compared to new buildings. This means that for listed buildings conservative values and generalised models may be used to estimate material behaviour. For example, a thick masonry wall may be classified as a single stone façade with a conservative value, due to insufficient knowledge about the actual behaviour. These challenges in understanding the structure of the building and materials have a direct impact on the implementation of sustainability measures.

When looking towards the energy efficiency measures, it is important to distinguish between those that are generally easy to implement and those that are more challenging.

"In general you see that listed buildings have no sustainability measures at all. No insulation, single glazing, very old heating systems. So in a certain way this actually makes the first steps easier because there have never been any sustainability upgrades before. However as you progress further it does become more complex." – Sustainability consultant

One element that was frequently mentioned was window upgrades. This part of façade openings is generally considered to be one of the easier measures to implement, while still needing a tailored approach. Glazing is often one of the critical elements in the energy efficiency of buildings, but in many cases, solutions like vacuum glazing or secondary glazing can be applied without significantly compromising the historical value. Window frames on the other hand were mentioned to be one of the more difficult measures.

"Either you have historic glass that needs to be preserved, for which you can use secondary windows, or you have window frames you want to preserve, but you are able to replace the glass itself so you can opt for thin vacuum glazing, or maybe you can replace it all and there is no problem. I mean we know this by now right? So yes, it is looking for tailored solutions, you have to look at your personal situation, but you also know the solutions for those different situations by now." – Researcher

When considering the façade, the appearance of listed buildings is often of high cultural-historical value, making it one of the most challenging aspects to alter. For instance, external insulation is hardly ever a consideration due to its impact on the historical character. Internal insulation, while sometimes possible, comes with its own challenges like reducing the available space and influencing other factors like moisture and ventilation, which must all be carefully considered together.

"I have never once encountered a situation where I could insulate a façade from the outside. Really, never." – Energy label consultant

By contrast, the roof was shown to provide more opportunities for insulation. Depending on the situation, insulation can be applied either from the outside or inside, without e.g. reducing usable floor space. If neither option is feasible, insulating of the attic floor can be an effective alternative to improve the energy efficiency.

Other changes to the façade, like installing grilles for ventilation, heating and cooling, are also complex. Similarly, installations must often be placed out of direct sight from the street, adding further constraints. However, smaller interventions, such as sealing gaps and cracks in the walls to eliminate draft, can typically be carried out more easily.

"Even if you were to use clean grilles in the same colour as the brickwork, from a distance you would still see holes in the façade, and that is simply quite disturbing for the total look of the façade." – Energy label consultant

Another measure that is generally considered easier to implement is installations. Unlike structural modifications, installations are often not inherently tied to the original construction and appearance of the building. This means that they can be replaced or upgraded more easily, without needing to make major alterations to the building. Systems like heating, cooling and ventilation can therefore be adapted or modernised independently, making the installations in itself more flexible as compared to interventions like façade insulation. Additionally, technological advancements over the last years have made it easier to integrate efficient systems within the existing available space. However, challenges remain in the routing of pipes and ducts in a way that respects the cultural-historical value and ensure that new installations remain as unobtrusive as possible.

"The trend is that installations are becoming increasingly smaller and more compact, which is beneficial for listed buildings as there is often limited space available to place certain installations at all." – Energy label consultant

However, challenges remain in routing pipes and ducts in a way that respects the historical character of the building and ensuring that new installations remain as unobtrusive as possible. When for example there is intricate detailing on the interior of a listed building, this can become very challenging.

"So I wouldn't say it can't be done, but those are areas where you really need a skilled installer and a well-thought-out design to make it work." – Energy label consultant

Moreover, it is crucial to ensure that these installations are properly regulated to be optimally adjusted.

"More than 90% of the buildings are not properly regulate; much more energy is used than necessary. (...) You can see that the savings are super high when you fine-tune this" – Sustainability consultant

Another element is the hot water system. In older buildings, and especially in larger listed buildings, it is common to find large ring pipelines running throughout the entire building, which consumes a significant amount of energy to continuously heat this up. Often it is not

necessary to have such an extensive system and while a measure could be to insulate the pipes, they can also be removed entirely. Instead, electric boilers can be placed locally in the areas where hot water is needed.

Other smaller, non-intrusive initiatives to further enhance the energy efficiency include insulating distribution pipes and ducts and adding reflective insulation behind radiators. These interventions typically have little to no impact on the building's cultural-historical value while still contributing to the overall energy performance. Although individually minor, these measures can collectively make a meaningful difference.

The space surrounding the building was also mentioned as a factor to consider. It has to be noted that this element varies greatly from one building to another, which is why responses on whether this is an easy or difficult factor also varied. When there is available space around the building, it can facilitate energy efficiency improvements, as this space can be used for measures such as installing heat pumps, geothermal systems (WKO), or other solutions like green roofs, rainwater buffers, or outdoor heat recovery systems. However, many listed buildings are located in historic city centres, where the available space around the building is often limited and can pose restrictive challenges.

The same variability applies to solar panels and solar boilers. In some municipalities regulations have become more flexible, allowing for their installation when following certain guidelines. However, other municipalities remain firm in their opposition, regardless of visibility.

Next, adapting the lighting system to be more energy efficient. Replacing fluorescent and halogen lighting with LED lights is a relatively simple measure that can be implemented without affecting the cultural-historical value of the building. LED lighting offers several benefits, such as energy efficiency, longer lifespan and lower heat output, which can contribute to improved energy performance while preserving the aesthetic appearances, as LED can also be integrated into existing fixtures.

Lastly, the solution of curtains. Measures like these may not be the high-tech solutions we are accustomed to today, but they can significantly improve comfort levels and energy efficiency by reducing heat loss. Curtains can help insulate windows, keeping warmth inside during colder months and blocking heat during warmer months, which can reduce the need for additional heating or cooling. While curtains cannot directly be accounted for in the energy label, it still has a positive effect and contributes to the overall energy performance of the building. Furthermore, curtains are very easy to implement, with no structural impact on the building, making them a cost effective and non-intrusive option.

To conclude, there are several measures which generally are easier to apply and in most cases a suitable solution can be found one way or another. Simpler measures, such as window upgrades, sealing gaps and cracks and roof insulation are often among the first recommendations to be implemented.

"If those three measures have not yet been addressed in a building, they are automatically included in the recommendation." – Energy label consultant

Once the energy demand is reduced, the focus shifts towards minimising fossil fuel use by swapping them out with sustainable energy sources. Depending on the situation, renewable energy solutions can be implemented. For example, solar panels with colour-matching options are now becoming more available, making it easier to preserve the appearance of listed buildings. Municipalities are also becoming more flexible regarding solar panel installation, like for example in Amsterdam where the council is revising its regulations, allowing for solar panels to be installed without a permit as long as they meet specific guidelines.

It is also important to realise that some solutions can inadvertently create new problems. While unintended, these consequences can potentially damaged the building, as seen in cases with condensation between windows if not properly designed.

"Am I not creating a problem instead of solving one?" User-owner

When implementing sustainable measures, it is essential to consider both aesthetic and practical aspects. Work is often more easily done internally rather than externally, as this helps preserve what is most often the most important part of the building's historical appearance.

"Focus on making changes on the inside rather than the outside, as in this way you preserve the appearance and aesthetic of the exterior." - Facility manager

A well-known approach in the field of heritage is the concept of building layers, introduced by Stewart Brand (1995). This concept suggests that a building has different layers, such as the site, structure, skin, services, space plan and stuff as seen in figure 4.1. The main takeaway is to avoid mixing these layers where possible, so that each layer can be serviced, maintained and adapted independently without affecting the other layers. For example, avoid embedding installations in the structure, so that when systems need replacement no disruptive work on the structure is needed. This principle is reflected in the easier measures previously mentioned, like upgrading installations, adding radiator foil or curtains and installing LED lighting., which can all be done without disturbing the fundamental structure of the building.

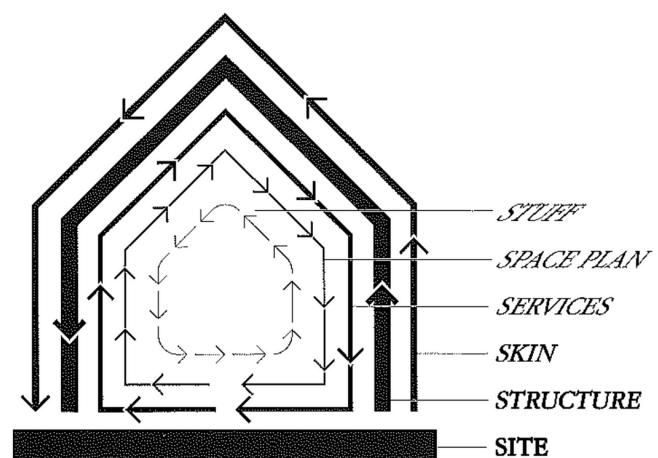


Figure 4.1 - Building layers (Brand, 1995)

"What is interesting is that the layer approach by Stewart Brand has been a standard in the heritage world for a long time, you shouldn't mix the layers as this ensures you preserve as much material as possible. Keep that in mind and make sure to not mix the layers and the rates of change." - Government NL employee

These principles also have implications for the EP-M. The call for tailor-made solutions highlights the importance of involving experts who understand the building and its cultural-historical value, so specialised training could be beneficial for this. Moreover, greater flexibility in evidence and input could be valuable, especially in cases where it is challenging to gather sufficient data about the listed building. In such cases, a possible solution could be to accept a certain high degree of certainty, while allowing for some leniency. This approach carries through to the application of sustainability measures like linden trees (leilinden), which provide shade in summer, or the previously mentioned curtains. Currently these cannot be included in energy calculations, but they do contribute to energy efficiency. However, further research is needed to determine their exact impact and to integrate these elements into the evaluations. Furthermore, situations like the regulation of solar panels highlight the inconsistency in current guidelines and clearer regulations and communication would help streamline the process.

Therefore, with the right expertise and knowledge there is always some form of solution which can be found, one way or another.

"It's the famous saying: 'it is always tailor-made solutions (maatwerk)', I've been saying that since 2009 and it's still being repeated. And the thing is, it is true, but it shouldn't be a limitation. I often feel that 'it is tailor-made solutions' is used as an excuse to over-complicate things, but I don't think that's the case at all. Rather you just have to look at what's possible. There are many recurring situations where a whole set of solutions can be readily available in your mind, so the tailor-made part is no excuse to do nothing." - Researcher

4.1.5 Future trends and prospects

The future of sustainability in listed buildings is changing at a rapid pace. Where just a few years ago the general opinion was to leave the buildings along, a shift can be seen towards wanting to make these buildings a full member of the ever-changing built environment. Trends are emerging as the sector adapts to the increasing demand of energy efficiency while respecting cultural-historical values.

"I want the same ambitions; I want to aim just as high. In principle I also want to achieve energy neutrality, climate adaptation, climate resilience and nature inclusivity - but within the constraints of the listed building." - Government NL employee

The shifting regulatory attitude is one of the main elements. The commitment in becoming a Paris Proof society also seeps through to the listed buildings, which can be seen in noticeable shifts from strictly conservative to collaborative and thinking along approaches like the previously mentioned switch to making solar panels permit-free in the municipality of Amsterdam. This evaluation indicates a certain willingness to participate in this transition and some even call this shift a necessity:

"I think that it is a necessary thing. I mean the preservation of a listed building is in part about making use of the buildings. So we have to let these buildings be part of our society." - User-owner

The role of the energy label is likely to become more important in this future, because some form of regulation is often needed to put things into motion. Not necessarily as a strict measure for a minimum energy performance, but rather as a tool for assessing and communicating the sustainability of a building and to be able to compare buildings, to have a baseline assessment ("nulmeting"). In this way we can get a better grasp on what the state is of the listed buildings in the Netherlands regarding sustainability.

"We will continue to see the energy label I think, because you want to know if you are doing well. You want to know what the changes are, what the impact of a measure is, so we will always be dealing with that." – Sustainability consultant

"Yes, if you can attach an energy label to it that would be fine, but I think the label for listed buildings will always turn out to be low. Ultimately this is not about giving out a poor energy label, but the measures you have to take afterwards to improve it." – Facility manager

The expansion of knowledge and with it technical innovations is also an emerging theme. Various research is done to further expand our understanding of these buildings, such as the positive effect insulation can have on moisture regulation. With this knowledge people feel less hesitant about implementing measures, because they have the information and confidence to do it correctly. At the same time, with the rising demand the market is adapting to solutions for listed buildings, like with vacuum glazing or slimmer mountings for secondary glazing.

"Before there was much less awareness of what you could do, but now essentially every owner of a listed building knows that there are many possibilities, and even more is becoming feasible." – Sustainability consultant

These technical innovations are not always directly integrated into the building, they also require creativity and a broader perspective. Sometimes solutions can be implemented around the building, such as geothermal heating or heat-cold storage systems. These solutions can offer sustainable alternatives without compromising the building's historical value.

"Truly moving away from fossil fuels is the most important thing. If certain thing can't be done in the building because it will damage the building, look at smart solutions around the property." – Facility manager

Lastly there is the view on reversibility, which was named a few times. A more flexible approach to certain interventions for listed buildings could prove to be beneficial, when the changes are not visible or do not structurally impact the building. There is an understanding that the rules are stricter, because you want to avoid making changes that will be regretted in 20 years. However, there is still room for improvement in the field of measures that can easily be reversed

"There should be more focus on reversibility, like while solar panels may not be the most aesthetically pleasing solution right now, we still find it important to prioritise sustainability now. Especially measures that can easily be reversed but are now necessary to combat climate change. However, many monument committees still adhere strictly to outdated regulations that dictate: nothing is allowed." – Sustainability consultant

"From a heritage perspective it is very beneficial to keep interventions reversible, so that future generations can restore the building to its former glory if needed." – Researcher.

For the EP-M, these developments emphasise the need for a flexible and informed approach to sustainability in listed buildings. Rather than enforcing rigid standards, the energy label should serve as a tool for assessment, comparison and add to informed decision making.

4.2 Recommendations and consequences

Now the findings from the interviews are established, it is important to see how these come together placed in the context of the EP-M. There are several recommended actions with clear guidelines to ensure successful implementation of the energy label for listed buildings. Below are the outlined recommendations which are both about the context as well as the EP-M itself. In table 4.2 an overview is given about which interviewees supported or rejected the recommendations. The is a scale in traceability which goes:

- Endorsed: the interviewee explicitly supported this potential solution.
- Inferred: the interviewee suggested this potential solution indirectly, but it was not clearly stated.
- Evoked: the interviewee's comments led the researcher to draw this conclusion.
- Contrasting: the interviewee presented both supporting and opposing arguments regarding this recommendation.
- Rejected: the interviewee clearly rejected the recommendation
- Unaddressed: the interviewee did not address this recommendation during the interview.

Outcomes interviews

	Energy label consultant	Sustainability consultant	User-owner	Facility manager	Researcher	Government NL	RE portfolio owner
1 Shift in view & policy flexibility							
2 Clearer definitions of cultural-historical value							
3 Mandatory energy labels							
4 EP-Monument							
5 Specialised training							
6 Contextual information							
7 Refined labeling scale							
8 Flexibility evidence & input							
9 Guidance on improvements							
10 Addition of the actual use							

	Endorsed
	Inferred
	Evoked
	Contrasting
	Rejected
	Unaddressed

Table 4.2 - Outcomes interviews (Author's work, 2025)

1. Shift in view and policy flexibility

For sustainable preservation in listed buildings to be successful, a shift in perspective is needed. Not only policymakers and governing bodies, but also property owners, users, heritage experts and the broader construction industry need to embrace a more adaptive and forward-thinking approach.

Currently, sustainability strategies can vary significantly between municipalities, with some taking a more progressive stance than others. However, a clear national strategy remains absent, leading to inconsistencies in policy and its implementation.

"That should really be adopted nationwide, allowing for a more flexible approach to certain specific measures." – Energy label consultant

At the same time, not everyone agrees that all strategies should be standardised nationally. The local context plays a crucial role, which is why policies sometimes differ between regions. However, ensuring that these differences are well communicated is essential to prevent confusion and frustration.

"I'm not advocating for removing the municipal context – no, no, no – but rather for better communication about those reasons, which is now often not the case." – Researcher

Therefore, the recommendation is that national policy should be more specific and tangible. The current goal for listed buildings to reduce CO2 emissions by 40% in 2030 is a step in the right direction (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2024e), but the progressive stance that the government say they have is currently not translated into the real market. The different implementation from municipalities causes confusion as to what can and what cannot be done and requires a more complete overview to represent the progressive stance. A well-defined national policy should serve as a foundation, but still allowing municipalities to mould regulations to account for local differences, which then should clearly be communicated as to why these differences are in place. Additionally, this policy should be more flexible when it comes to measures that not visible or are reversible and create actionable perspective.

Consequences: This shift towards a general and more flexible regulations will encourage more owners to pursue energy efficiency measures, because they know the efforts will be supported within the regulatory framework. The communication about these regulations is essential and the implementation is especially crucial now, for mitigating climate change at this crucial point in time.

"The challenge is so big now. We cannot ignore it, we have to take it so far. We can no longer say: oh we'll all just do it out of sight so no one notices. So the starting point is simply: it is going to be visible, so we better make sure it looks good" – Government NL employee

Another recommendation is that it should be encouraged that sustainability measures are no longer be evaluated solely based on their payback period. While financial feasibility remains important, the long-term value and broader benefits of these interventions like the environmental impact, should also be recognised. Currently, there sometimes is a tendency

to justify sustainable investment only when they can be recouped within a certain timeframe, whereas other home improvements, like a redesign of the garden or a new kitchen, are not subjected to the same scrutiny. Furthermore, in cases where users do not directly pay for the energy they consume, encouraging more responsible energy use becomes vital. For example, promoting habits such as turning off equipment or lights when not in use can have a significant impact.

Consequences: By moving beyond the narrow focus on payback periods, property owners will be more inclined to implement energy efficiency measures based on their intrinsic value rather than only financial returns. This shift is crucial in ensuring that more sustainable adaptations are carried out in listed buildings. Promoting responsible energy usage and sustainable habits is key to creating a culture where energy efficiency is prioritised, benefiting both the building and the environment in the end.

2. Clearer definitions of cultural-historical value

In the context of listed buildings, defining the cultural-historical value is crucial. Currently, this understanding of the cultural-historical value can be inconsistent across different buildings due to the varying levels of detail and comprehensiveness in the statement of significance. There is no clear, standardised approach for creating these statements, leading to discrepancies in how the values of listed buildings are defined and documented. This lack in consistency makes it difficult for stakeholders to know what these cultural-historical values are, which in turn complicates the proper integration of these values into sustainable preservation efforts.

Thus, it is recommended to introduce a standardised format for evaluating cultural-historical value. This can for example be done by using the worksheet Mo-coefficient (appendix 11) , which is also applied in the “Handboek Duurzame Monumentenzorg” (Nusselder et al., 2008). This method of documentation of cultural-historical value provides a more accessible approach to documenting cultural-historical value as compared to full architectural-historical research, making it possible to conduct evaluations easier and more frequently. The system is based on the English methodology for assessing cultural-historical value and works based on references, just like a real estate agent does in an appraisal.

“I often compare it with an appraisal done by a real estate agent. (...) This is approximately also what we do, we have a set of point we walk through with a heritage expert to assess the building. Then something comes out which is not calculated, but it is also not arbitrary, it is based on references. (.). It is easier than a full architectural-historical research. This system can be done faster, you can do it more frequently and so you can monitor it.” -

Researcher

The statement of significance should then be stored in a clear, structured database, such as an expanded version of www.monumenten.nl like is done for energy labels at www.ep-online.nl. To ensure consistency, this evaluation should be made mandatory at key mutation moments, similar to how energy labels are required for non-listed buildings.

Rather than integrating the evaluation of cultural-historical value into the energy label system, a modular approach is advised. The rapid development of sustainability strategies and heritage conservation techniques requires flexibility. Combining these evaluations would limit the adaptability and thus by keeping the assessments separate, each aspect can evolve independently, while still being used side by side to inform decision-making.

Consequences: These clearer statements can help stakeholders to get a clear grasp of the building and what areas require additional care. This can also highlight potential areas where energy efficiency measures would be easier to implement, enabling better decision making while respecting the cultural-historical values and making sure that the knowledge is transferred between parties. A nationwide database will therefore enhance transparency and consistency. The side-by-side use of the cultural-historical evaluation and the energy label ensures that both heritage and sustainability concerns are addressed properly without constraining each other.

3. Mandatory energy labels

Listed buildings are exempted from needing an energy label, which means that there is no benchmark on the current state of all these listed buildings in the Netherlands with regards to energy efficiency. Therefore, listed buildings should no longer be exempt from the requirement to have an energy label. However, there should not be a minimum requirement score, as imposing strict energy efficiency targets could cause problems for heritage buildings. Instead, progress should be encouraged through incentives such as subsidies for improvements. This requirement is important to create a baseline measurement, offering insights into listed buildings current energy performance. This is crucial for tracking improvements over time. Additionally, the energy label provides an easy-to-understand outcome, also for people without a lot of knowledge in this particular niche.

"I think it will become a communication tool for how sustainable a building is, including listed buildings. After all, they are still buildings at their core, just with certain restrictions."
- Energy label consultant

It is important to learn from international examples in this case. When the EU made energy labels mandatory, England was the only country that did not grant examples for listed buildings. The assumption was that by not imposing a minimum requirement, people would not rush into unnecessary measures. However, the opposite happened. Many owners for example replaced historic glass with modern HR++ glass, because it was one of the suggestions, which lead to significant losses of heritage, far more than in other countries. Alarmed, heritage organisations launched campaigns and educational programs, eventually making England a leader in heritage-related energy efficiency. This shows that while the label can be implemented for listed buildings, it's implementation should be carefully structured. The example highlights the importance of clear guidance alongside regulations, which will be further explained in point 9.

"Luckily it was eventually turned around for the better, but first it had to go wrong and I think that is something we should learn from. We shouldn't have to let things go wrong first in order to get them right. So let's take a look how things are done elsewhere and actually learn from that." - Researcher

Consequences: Establishing a baseline measurement enables the tracking of energy efficiency improvements across the entire listed building stock in the Netherlands. Additionally, increasing the visibility of potential improvements may encourage the implementation of more measures.

4. EP-Monument

To take this a step further, a separate energy label for listed buildings should be introduced: the EP-Monument. This separate category acknowledges their limitations while still providing a framework for energy improvements. Even though critiques have arisen around the discrepancy between the predicted energy demand and the actual energy demand, the energy label should in principle remain user-independent as there are other tools, like the WEll, that can measure this.

"You don't want a building to receive a label A, only for the next user to drop to a D because they leave the tap running." – Energy label consultant

Consequences: The introduction of the separate category provides an integrated approach to the energy label that better addresses the unique challenges faced by listed buildings, making it a more relevant and valuable tool than it now is.

5. Specialised training

This separate category of EP-M should also include a separate course, like there currently is for utility and residential, that should be done by the energy performance consultants to make sure they are skilled professionals who know their way around listed buildings. This extra training focusses on the unique challenges of listed buildings, recognising heritage conservation efforts and retrofitting in historical buildings.

"Especially specialised training I think is a really great idea; I think that is the essence of this problem. That the people who are going to do this have a bit more understanding of the context, that will really make a world of difference." – Government NL employee

Consequences: The specialised training for the EP-M ensures that the recommendations given are more accurate, practical and sensitive to the historical significance. Assessors will have a deeper understanding of listed buildings, preventing unrealistic or unfeasible suggestions.

6. Contextual information

Additionally, this new energy label should include some contextual information that highlights the specific constraints of historic buildings. If for example because of the cultural-historical value of a certain aspect it is only possible to add 10mm of insulation to a certain part of the building, the label should reflect that on this element, in the limiting conditions, the best possible energy efficiency is achieved. This can for example be done with checkboxes to indicate whether or not certain aspects can still be improved upon.

"Some nuance would be helpful, acknowledging that it's a monument, so sometimes certain measures should be considered good enough, because no further changes can be made without impacting the cultural-historical value." – Sustainability consultant

Consequences: Including contextual information helps frame proposed measures within the constraints of cultural heritage. By clearly indicating when further improvements are limited due to historical significance, the risk of inappropriate alterations—such as the removal of heritage elements without proper understanding—can be reduced. Additionally, the label provides more precise guidance on feasible improvements that respect the building's character while enhancing energy efficiency.

7. Refined labelling scale

The outcome of the energy label could further be refined to better reflect improvements. Since a lot of listed buildings would get a G label, additional steps in the label could be added. To address this, additional gradations in the G category could be introduced. The current scale ranges from A+++++ to G. The EP-M could extend it to include G---. This would provide a more nuanced assessment and better recognise progress. E.g. if a building uses 550 kWh/ m² and reduces this demand with 200 kWh/m², it would still be classified as a G under the current system. By adding these extra steps, it could provide greater incentives for further improvements, such as eligibility for subsidies or even the ability to increase rents. If a building moves from G--- to G-, for instance, owners could justify a rent increase based on the improvements made, creating a financial incentive for energy-efficient upgrades.

"Having a higher label can allow you to ask for more rent. (...) Right now, if no progress is made in the label, you can't justify a rent increase. Steps in label progression are needed to make this possible." – Real estate portfolio owner

Consequences: Additional categories acknowledge progress and incentivise further improvements. This effect can be strengthened by linking financial incentives, such as subsidies, to label upgrades, encouraging building owners to take additional steps toward sustainability.

8. Flexibility in evidence and input

Then, more flexibility in evidence and input. The evidence currently required for confirming elements like wall insulation are often stringent, making compliance challenging especially for listed buildings without doing damaging procedures. Greater flexibility should be allowed when there is proof of a reasonable certainty. This should also apply to e.g. the input of thick masonry walls in the energy performance software, which are currently treated the same as single-brick walls and therefore default values for elements like walls may not be accurate. Similarly, elements like linden trees and curtains are often overlooked, while they can impact the energy efficiency. More research is needed to allow for adjustments in the software to better reflect these unique characteristics and measures seen in listed buildings

Consequences: Flexibility in evidence requirements preserves the integrity of listed buildings, streamlines assessments, and encourages more sustainable adaptations. Additionally, incorporating additional research-based inputs can improve the energy label's accuracy in reflecting the actual conditions of listed buildings. Since these buildings often have different building physics characteristics than new constructions, their energy performance outcomes—and consequently, the recommended measures—may also differ.

9. Guidance on improvement

An important addition is the guidance on potential improvements on the energy performance of the listed building. Currently, the recommendations are too standardised and basic, which – as noted in point 1 – can lead to challenges concerning heritage that should be avoided. To address this, example projects of cases that are similar can be used to provide practical insights. While listed buildings often require tailor-made solutions, many of the challenges they face are shared challenging, allowing for valuable cross-case learning. By incorporating these recommendations from examples in the EP-M, it becomes clearer how certain energy efficiency challenges can be tackled, as people are often more hesitant to implement new measures, especially if they are unsure whether they will be approved or effective. Providing proven solutions can therefore help alleviate this uncertainty and encourage more people to take informed action.

Examples of useful resources include www.toolkitduurzaamereerfgoed.nl, www.degroenemenukaart.nl and www.tool.hiberatlas.com, which offer valuable information for addressing energy efficiency in heritage buildings. These types of resources should be made easily accessible through either a central government platform or at least be clearly referenced in relevant materials to guide stakeholders into implementing these energy improvements. Because the aim is to avoid the implementation of standardised measures just because they are suggested in the label right now.

“The label does not only include the letter, but also the actionable perspective. However, that actionable perspective is now completely unsuitable for a listed building, as it just involves the standard measures. The risk with this is that people might think: “Yes I paid for this label, it says to insulate this, replace that, so I will just do that” and they follow that without thinking, which I totally get because these people paid for a professional advice.”

– Government NL employee

Consequences: Accurate, building-specific recommendations can be provided and verified by knowledgeable consultants who have received specialised training. Additionally, guidance can be offered through example projects that demonstrate the opportunities available and the solutions applied to specific problems. This approach reduces uncertainty, encourages informed action, and prevents the implementation of generic measures, ensuring more tailored and effective solutions.

10. Option to include actual energy use

Lastly, it could also be beneficial to have the choice to include the actual energy use as an additional metric on the label. As discussed in point 2, the label itself should remain user-independent to ensure consistency and objectivity in assessment. However, providing actual energy consumption data alongside the label could offer a more comprehensive view of the building's energy performance and its context, which helps put proposed measures into perspective as well. For instance, a church that is only used on Sunday mornings may have a poor energy label, but when the actual energy use is considered, implementing large-scale sustainability measures may not be justifiable, since the actual energy savings would be much smaller than predicted. Therefore, it is recommended to provide the option of displaying both the calculated energy label and the actual energy use.

This actual use system could be modelled after the German 'Verbrauchsausweis' (consumption-based certificate). This certificate considers actual energy consumption over a specific period, typically three years, and adjusts for climate variations using degree days. As a result, it provides a more accurate representation of actual energy use. An alternative approach is the WEii index ("Werkelijke Energie-intensiteit indicator" or Actual Energy intensity indicator), which determines actual energy consumption by assessing energy use relative to the building's usable floor space. Implementing a similar system here would be advisable when the actual consumption data is incorporated.

Consequences: Allowing the inclusion of actual energy use as an additional metric alongside the energy label would provide a more accurate and contextually relevant picture of a building's energy performance. This would help to better assess the justification for implementing sustainability measures, particularly for buildings with low usage or specific functions, such as churches. By incorporating actual energy consumption data, the decision-making process would be more informed, avoiding unnecessary or disproportionate interventions.

To conclude, these recommendations provide a more effective energy label for listed buildings. It is key however to recognise that while the energy label can be an important tool, it should not be seen as the sole determinant of a successful project. Instead, it should be understood as one element within a broader framework that balances energy efficiency with the preservation of cultural-historical value. Ultimately, the energy label should become part of a more integrated approach, where the energy performance is just one piece of the complex puzzle.

"I think it is no problem to make this a requirement, but recognise it as one element. You also have to make sure a building is structurally sound, even if it's a listed building, it still has to be safe. Same goes for fire safety, which often comes at the expense of heritage, but it has to be fire-safe. So of course it's okay to make certain things mandatory, but a good project is not necessarily one that is extremely fireproof or has the most stable structure of the highest energy efficiency. It's the balance of multiple factors and yes, energy consumption is part of that, but it's not everything." – Researcher

"It depends on how you define success. Because when is sustainability successful? It is when you have done the maximum to make it more sustainable, while also preserving as much cultural-historical value and adding as much comfort as possible. And then the results can be very diverse." – Real estate portfolio owner



TU Delft



A large, light beige number '5' is centered on the page, serving as a background for the title.

CASE STUDY FINDINGS

5

CASE STUDY FINDINGS

The interviews from the previous chapter provided valuable insight into the context of the energy label for listed buildings in the Netherlands and contributed to shaping the EP-M framework. To build on this, case studies were conducted to refine the guidance on potential improvements within EP-M and categorise successful sustainability measures for listed buildings. These case studies aim to identify which sustainability measures of already renovated listed buildings have been most effectively executed. As highlighted in the interview conclusions, there is a strong demand for clear examples of successful sustainability integration. Therefore, incorporating this aspect into the EP-M is strongly recommended.

While tools discussed in the previous chapter provide an overview of possible measures in different situations, this chapter presents real-life examples where these measures have been implemented and analysed. Each case has been examined in depth to understand why certain measures were or were not applied. This approach allows others facing similar challenges to assess the relevance and feasibility of these solutions into their own projects.

The case studies are compiled in a separate booklet, produced as part of this thesis and included in appendix CS at the end. In consultation with the supervisor, it was decided to produce this document in Dutch to better align with the local market and ensure accessibility for relevant stakeholders. This allows the booklet to be used independently from the thesis as a practical reference with real-world examples.

This chapter will present the conclusions drawn from the case studies, including key findings from individual cases, a cross-case analysis and recurring patterns identified with the input from literature and interview findings.

5.1 Framework

5.1.1 Gathering of information

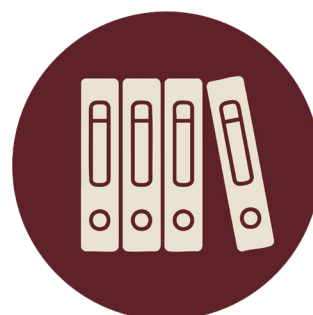
In order to make a comprehensive analysis of these case studies, a lot of information had to be uncovered about the buildings. This information was gathered through three steps: (1) interviews with key stakeholders, (2) observations through site visits or pictures and (3) examination of project documentation.



1. Interviews



2. Observations



3. Documentation analysis

Figure 5.1 - Research methods for case studies (Author's work, 2025)

This information was systematically recorded in a thorough Excel sheet of which an example can be found in appendix 12. The sheet includes key aspects of each case, ensuring that both sustainability and heritage considerations are reflected in the analysis. The sheet covers aspects such as:

- Case specific details, including location, building type, context
- Visual documentation, including photos and floorplans
- Energy efficiency measures options, evaluated through:
 - Description of proposed measure
 - Sustainability-based preferences
 - Chosen measure
 - Justification for its selection or rejection
 - The state of the element (e.g. original, added, replaced)
 - The cultural-historical value of the element
 - Limits of acceptable change
 - The complexity of the measure in relation to heritage
- By structuring the data this way, the analysis offers a nuanced understanding of how energy efficiency measures impact the cultural-historical value and how the constraints of the listed building are managed. It additionally provides a structured framework to compare the cases with each other.

In the sheet, 11 elements that are part of the energy label were analysed, with the addition of the element greenery and water. Although not officially part of the energy label system, this element was included because it is becoming an increasingly important aspect of a sustainable built environment. Adding it provided valuable insight into its potential role in improving sustainability in real-life cases. The analysed elements of the case were:

Element	Dutch name	English name
1	Gevelopeningen	Façade openings
2	Isolatie gevels	Insulation façades
3	Isolatie vloeren	Insulation floors
4	Isolatie dak	Insulation roof
5	Verwarmingssysteem	Heating system
6	Koelsysteem	Cooling system
7	Ventilatie	Ventilation
8	Bevochtiging	Humidification
9	Warm tapwater systeem	Hot water system
10	Verlichting	Lighting
11	Hernieuwbare energie	Renewable energy
12	Groen en water	Greenery and water

Table 5.1 - Research elements case studies (Author's work, 2025)

5.1.2 Easy versus difficult measures

The analysis of energy efficiency measures for listed buildings has been presented in various parts of this thesis. These measures were divided into more common and easier measures and more difficult ones. The outcomes of the measures shown in the literature and interviews will be repeated here to see if there are similarities and to come to a final overview of measures.

1. Literature insights

In the first literature source, the following measures were found to be most and least applied (Van Krugten et al., 2016):

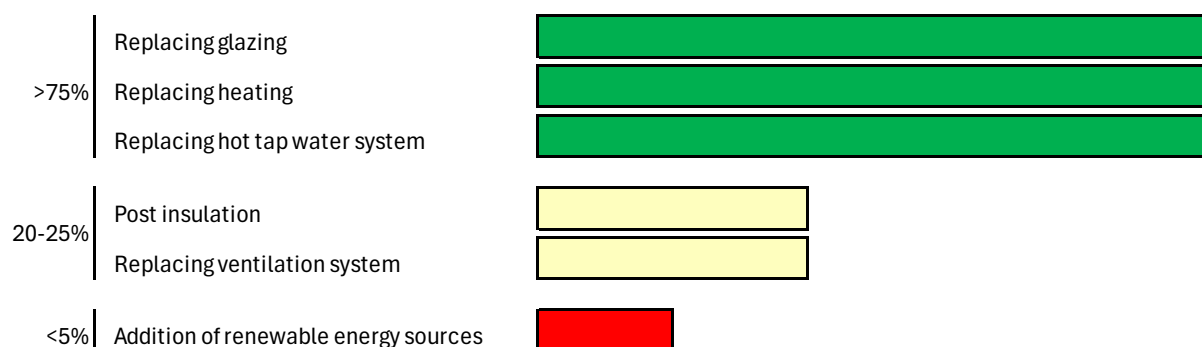


Figure 5.2 - Results literature study 1 (Author's work, 2025)

The second literature source highlighted the following measures (Troi & Bastian, 2015):

Case	Glazing	Insulation façade	Insulation roof	Insulation floor	Heating / cooling system	Hot tap water system	Ventilation system	Airtightness	Lighting	Renewable energy sources
1 – Waaghaus, Bolzano, Italy										
2 – Palazzo D'acursio, Bologna, Italy										
3 – Palazzina della Viola, Bologna, Italy										
4 – The Material Court of the Fortress, Copenhagen, Denmark										
5 – Hötting Secondary School, Innsbruck, Austria										
6 – Warehouse City, Wilhelminian villa, Baroque building, Renaissance										
7 – Industrial Engineering School, Béjar, Spain										
8 – Strickbau, Weissbad / Appenzell, Switzerland										
Conclusion	7/8 cases	5/8 cases	4/8 cases	4/8 cases	4/8 cases	3/8 cases	5/8 cases	5/8 cases	3/8 cases	2/8 cases

Table 5.2 - Results literature study 2 (Author's work, 2025)

2. Interview insights

Then, the interviews conducted with stakeholders gave additional elements that were identified as either easy or difficult with respect to listed buildings. These were:

Easy measures	Difficult measures
Window upgrades	Understanding of the building
Sealing gaps and cracks	Window frames
Roof insulation	Façade appearance
Installations	Adding pipes and ducts
System optimisation	Space surrounding the building
Electric boilers	Solar panels / solar boilers
Distribution pipe insulation	
Reflective insulation radiators	
LED lighting	
Curtains	

Table 5.3 - Easy and difficult measures form interviews (Author's work, 2025)

Easy / difficult

	Energy label consultant	Sustainability consultant	User-owner	Facility manager	Researcher	Government NL	RE portfolio owner
1 Understanding of the building							
2 Window upgrades							
3 Window frames							
4 Façade appearance							
5 Sealing gaps and cracks							
6 Roof insulation							
7 Installations							
8 System optimisation							
9 Electric boilers							
10 Pipes and ducts							
11 Pipe insulation							
12 Aluminium foil radiators							
13 Space surrounding the building							
14 Solar panels / solar boilers							
15 LED lighting							
16 Curtains							

	Easy measure
	Variable
	Difficult measure
	Unaddressed

Table 5.4 - Easy and difficult measures form interviews (Author's work, 2025)

Not all of these elements are essentially sustainability measures, for example, while understanding the building and space surrounding the building are important to a listed building and have impact on the ways sustainability can be implemented, they are not tangible measures and will therefore be omitted.

3. Combined list of measures

Table 5.5 highlights the overlap between the various studies, clearly illustrating which measures are perceived as easier or more difficult to implement. Additionally, due to the varying terminology used across studies for similar measures, these terms have been standardised for clarity and consistency. This combined list provides a more comprehensive view of the data, helping to identify trends and patterns in the ease or difficulty of each measure.

Easy / difficult

		Literature study 1	Literature study 2	Interview insights
1	Improving glazing			
2	Sealing gaps and cracks			
3	Façade insulation			
3	Floor insulation			
3	Roof insulation			
4	Installations			
5	System optimisation			
6	Hot tap water system			
7	LED lighting			
8	Pipe insulation			
9	Reflective insulation radiators			
10	Curtains			
11	Replacing window frames			
13	Adding pipes and ducts			
14	Renewable energy sources			

	Easy measure
	Variable
	Difficult measure
	Unaddressed

Table 5.5 - Studies comparison easy and difficult measures (Author's work, 2025)

So, by merging the findings from the literature and interviews, the following combined list of energy efficiency measures for listed buildings is obtained:

Easy measures	Difficult measures
Improving glazing	Replacing window frames
Sealing gaps and cracks	Adding pipes and ducts
Façade insulation	Renewable energy sources
Floor insulation	
Roof insulation	
Installations	
System optimisation	
Hot tap water system	
LED lighting	
Pipe insulation	
Reflective insulation radiators	
Curtains	

Table 5.6 - Combined list of easy and difficult measures (Author's work, 2025)

It is important to note that the literature primarily focused on the occurrence of the energy efficiency measures, not necessarily whether or not these were easy to implement. As a result, there were some discrepancies between the literature and interview insights. These will now be discussed to substantiate the decisions to categorise the measures as shown in table 5.6.

In general, the interviews identified more measures than the literature. This may be because some of the elements that occurred in the interviews were not studied in the studies from the literature, leading to a lack of available data. Thus, certain measures identified by the interviewees, include system optimisation, pipe insulation, reflective insulation radiators and curtains. These were added to the list of easy measures due to their minimal impact on the cultural-historical value. The interview results were given precedence in these cases, though they will be further tested against the case studies in the next phase.

For measures that appeared in both the literature and the interviews, several trends emerged. All three sources agreed that improving glazing and sealing gaps and cracks are easy to implement. Measures such as façade insulation, floor insulation, roof insulation, installations, hot water systems, and LED lighting showed variable results across the studies. Despite these inconsistencies, these measures were still categorised as easy due to their generally low impact on cultural-historical value.

Regarding difficult measures, both the literature and interviews agreed that renewable energy sources are more complex and less commonly implemented. However, it is important to consider that the literature dates back to 2015 and 2016, and with evolving policies, the feasibility of renewable energy may improve in the future. The addition of pipes and ducts were noted as difficult in the literature and interviews as well. Finally, the replacement of window frames was noted as difficult in the interviews but were not mentioned in the literature. This was classified as difficult due to their potential impact on the building's aesthetic appearance.

In chapter 4 the concept of building layers was introduced (Brand, 1995). This principle categorises the elements of a building into layers that change at different rates. The principle divides a building into six layers from most permanent – the site – to least permanent – the stuff. In table 5.7 the building layer of each of the measures was added.

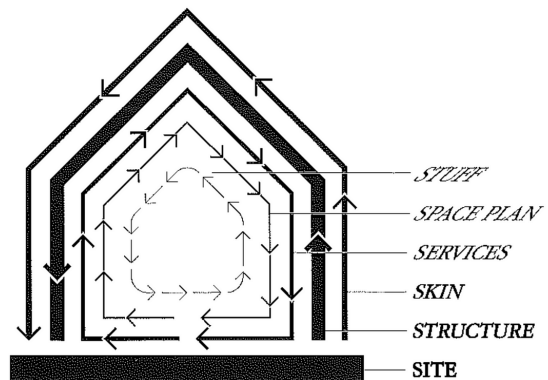


Figure 5.3 - Building layers (Brand, 1995)

Easy measures	Layer	Difficult measures	Layer
Improving glazing	Skin	Replacing window frames	Skin
Sealing gaps and cracks	Skin	Adding pipes and ducts	Services
Façade insulation	Skin	Renewable energy sources	Services
Floor insulation	Skin		
Roof insulation	Skin		
Installations	Services		
System optimisation	Services		
Hot tap water system	Services		
LED lighting	Stuff		
Pipe insulation	Services		
Reflective insulation radiators	Stuff		
Curtains	Stuff		

Table 5.7 - Combined list of easy and difficult measures with building layers (Author's work, 2025)

It becomes clear that all measures related to 'stuff' fall under easy measures. These elements, like LED lighting, curtains and reflective insulation foil are easy to replace or upgrade without affecting the building's aesthetics, which justifies their classification as easy. There are no measures related to the 'site' layer, which makes sense as the site is fixed for a building. Similarly, there are no 'structure' layer measures, as energy efficiency rarely impacts the load-bearing structure of the building.

The 'skin' and 'services' layers include both easy and difficult measures. Some skin measures - like window improvements - are generally easier, while others - like the window frames - are difficult due to their increased impact on the appearance. Similarly, measures such as system optimisations do not require physical alterations and are therefore easier, but adding renewable energy sources can be more complex.

In summary, energy efficiency measures are often easier when they affect the more flexible layers and more difficult when they impact the more permanent layers.

5.2 Cross-case analysis

5.2.1 Non-implemented measures

total of five case studies were carried out and analysed, focusing on already renovated listed buildings in the Netherlands with the focus on energy efficiency. The cases vary in usage type, listed status, and period of construction. If available, energy usage data with the building's gas and electricity consumption of before and after the renovation is also presented, to provide a better context for the non-implemented measures. The full analysis of each case is included in appendix CS. Below, a brief summary of each case is provided of the measures that were not implemented. Only options that are equal or better than the current situation are shown, as these are of particular interest in terms of energy efficiency. The aim is to highlight potential sustainability improvements and identify the barriers that prevented their implementation. An overview of these measures is shown in table 5.8 (appendix 13).

Non-implemented measures

	Case 1 - KIT	Case 2 - EWI	Case 3 - Woonhuis Hoorn	Case 4 - College Hageveld	Case 5 - De Kleine Komedie
1 Façade openings	No vacuum glazing	Partial double glazing	No vacuum glazing	No vacuum glazing yet	No wooden window frames
2 Insulation façades	No façade insulation	No insulated façade panels	No façade insulation	No façade insulation	No façade insulation
3 Insulation floors	No floor insulation	No floor insulation		No floor insulation	No floor insulation
4 Insulation roof	Partial roof insulation				
5 Heating system	No heat grid with neighbourhood		No hybrid heat pump	No heat pump	Still radiators on gas present
6 Cooling system	Some cooling		No cooling	No cooling generator	
7 Ventilation	Some ventilation		No mechanical ventilation		
8 Humidification	Some humidification	Some humidification	No humidification	No humidification	No humidification
9 Hot water system					
10 Lighting	Partial LED lighting		Partial LED lighting		
11 Renewable energy	No solar panels		No solar panels & boilers	No solar panels & boilers	Potentially solar panels
12 Greenery and water			No green & water		
13 Other					

	Heritage-related constraints
	Both heritage-related and resource constraints
	Resource constraints
	Superfluous
	Unaddressed

Table 5.8 - Non-implemented measures (Author's work, 2025)

The limitations are categorised into four groups: heritage-related constraints, resource constraints, both heritage-related and resource constraints and superfluous measures. Heritage-related constraints stem from the building's cultural-historical value and practical limitations, restricting certain modifications. Resource constraints arise from budget, time, or logistical limitations, influencing what can be implemented.

It is important to note that the practicality of heritage-related constraints and budget limitations are often intertwined. In many cases, the ability to implement certain measures is heavily dependent on available funding. For example, altering a building's façade is typically restricted due to heritage regulations. However, modifications to the interior are often possible. Yet, these changes can also impact moisture control, ventilation and usable floor space, making them not only heritage-related but also resource-dependent constraints.

Then there is the category superfluous. Sometimes - as often seen with ventilation or humidification - measures are seen as superfluous. They are currently not present in the building. Their implementation would require the initial installation of an entirely new system, rather than upgrading an existing one. Since these measures were never part of the building's original functionality, their necessity is questioned, and they are deemed superfluous. This decision is often based on budget and functional relevance.

In the next section, each case is discussed with the measures that were not implemented and the reasons behind these decisions. Additionally, the energy consumption before and after the renovations is examined.

5.2.1.1 Case 1 - KIT

- Vacuum glazing: This measure was not implemented due to financial constraints. Instead, secondary glazing was used to avoid leaving the façade openings untouched.
- No façade insulation: Façade insulation was only possible on the inside, due to the aesthetic and cultural-historical value of the façade. The original thick walls provided somewhat of a thermal buffer. Additionally, the requirement to vacate the building temporarily for the insulation work on the inside would have led to income loss from both reduced rentable floor space and the inability to lease out the property during the renovation, making this decision financial.
- No floor insulation: There is a basement almost throughout the entire building. Insulating would require extensive excavation for a relatively minor gain for the large financial investment. Given the size of the building the potential benefit would be limited compared to other measures and was thus deemed a lower priority.
- Partial roof insulation: This was implemented in some parts of the building. This was both due to the cultural-historical value in some parts, due to monumental roof boarding, while in other parts it was due to a lack of priority that led to the delay of roof insulation applied everywhere.
- Heat grid with the neighbourhood: The consideration to use a heating grid with the neighbourhood stemmed from the belief that it was not possible to realise geothermal storage by themselves. When it turned out this was possible, they decided to do the project by themselves.
- Some cooling: Cooling was not considered necessary for all spaces. Where cooling was present, like in the museum and in several office spaces, it was replaced with a more sustainable alternative. The decision not to add cooling was based on priority.
- Some ventilation: Similar to cooling, ventilation was improved it was already present and where the function had changed and it was therefore required. In other areas, lack of application and improvements were due to financial constraints with the priority given to other areas.
- Some humidification: The existing steam humidifiers in the museum were not replaced with mist humidifiers due to financial reasons. It was deemed unnecessary to apply humidification in the rest of the spaces.
- Partial LED lighting: Lighting was replaced with LED gradually as individual lamps got to the end of their lifespan. There was no immediate priority given to replace all the lighting.
- No solar panels: The installation of solar panels was not feasible to the buildings monumental status which restricted visible changes to the roof. Only a small area was suitable for solar panels, but due to the building's high energy consumption the gain would have been minimal and thus it was not chosen.

	Voor (2022)	Na (2024)	Reductie
Gasverbruik (m3)	24.908	4.496	82%
Elektriciteitsverbruik (kW/h)	129.156	123.736	4%

Table 5.9 - Energy use before and after renovation case 1 - KIT (Author's work, 2025)

5.2.1.2 Case 2 - EWI

- Partial double glazing: Double glazing has not been implemented throughout the entire building. The protruding sections have not yet been upgraded, as the focus was initially on the main part of the building and other measures. The decision was driven by financial constraints.
- No insulated façade panels: Since the façade consists largely of glass, priority was given to insulating the glass surfaces first. Plans to insulate the façade panels were considered but have not been realised yet due to budget limitations, but are high on the list.
- No floor insulation: There is a basement almost throughout the entire building. Insulating would require extensive excavation for a relatively minor gain for the large financial investment. Given the size of the building the potential benefit would be limited compared to other measures and was thus deemed a lower priority.
- Some humidification: The humidification system present was in the clean room. This was not switched from steam humidification to adiabatic humidification due to financial constraints. Additionally, humidification was not deemed necessary for rest of the spaces.

	Voor (2016)	Na (2024)	Reductie
Gasverbruik (m3)	316.763	227.607	28%
Elektriciteitsverbruik (kW/h)	2.440.057	1.625.081	33%

Table 5.10 - Energy use before and after renovation case 2 - EWI (Author's work, 2025)

5.2.1.3 Case 3 - Residential home Hoorn

- No vacuum glazing: This measure was not implemented due to financial constraints. Instead, secondary glazing was used to avoid leaving the façade openings untouched.
- No façade insulation: Façade insulation was only possible on the inside, due to the aesthetic and cultural-historical value of the façade. Additionally, the requirement to vacate the building temporarily for the insulation work on the inside would have led to the inability to stay in the building during the renovation. This would also have a big impact on ventilation, making it a complex measure and the decision logistical.
- No hybrid heat pump: A high-efficiency boiler was installed as a step towards increased sustainability. However, no hybrid heat pump was installed due to the lack of certainty that it could reliably provide sufficient heating, which is a practical constraint.
- No cooling: Cooling was not considered necessary. The decision not to add cooling was based on priority.
- No mechanical ventilation: This measure was not considered too complicated at this point. It was deemed the next step, together with façade insulation. Residents need to leave the house for this to be implemented and they did not want that. This choice therefore was both logistical and financial.
- No humidification: Humidification was not considered necessary. The decision not to add humidification was based on priority.
- Partial LED lighting: Lighting was replaced with LED gradually as individual lamps got to the end of their lifespan. There was no immediate priority given to replace all the lighting.
- No solar panels & boilers: The owner wanted to install solar panels & boilers on the rear of the building. However, they were not allowed to do so due to cultural-historical constraints. The municipality decided that this would impact the appearance of the roof too much.
- No green & water: This was not considered necessary.

Gas and electricity use not available

5.2.1.4 Case 4 - College Hageveld

- No vacuum glazing: This measure was chosen but is at this stage not implemented yet due to financial constraints.
- No façade insulation: Façade insulation was only possible on the inside, due to the aesthetic and cultural-historical value of the façade. This would however significantly impact the size of the already small classrooms. Therefore it was not chosen.
- No floor insulation: The building has ducts and wiring embedded under the floor. This makes applying insulation more complex. Other measures took precedence.
- No heat pump: A high-efficiency boiler was installed as a step towards increased sustainability. However, no heat pump was installed at this point yet, because other steps needed to be taken first.
- No cooling generator: A cooling section was added to the air handling unit, although no cooling generator is yet installed. This preparation however provides flexibility to easily add cooling in the future.
- No humidification: Humidification was not considered necessary. The decision not to add humidification was based on priority.
- Potential solar panels: Currently, no solar panels are installed. A plan was made for the addition of 700 solar panels, but the insurance blocked the implementation because the risk to the monument was considered too big. New negotiations are currently being done.

	Voor (2021)	Na (2023)	Reductie
Gasverbruik (m3)	175.160	113.905	35%
Elektriciteitsverbruik (kW/h)	421.393	287.773	32%

Table 5.11 - Energy use before and after renovation case 4 - College Hageveld (Author's work, 2025)

5.2.1.5 Case 5 - De Kleine Komedie

- Wooden window frames: The current window frames are made of steel and have been in place since the building was listed. However, prior to its designation as a heritage site, the building originally had wooden window frames. For sustainability reasons, particularly to reduce heat loss, there is interest in reinstating wooden frames to align with the building's historical appearance. Initially, Monumentenzorg dismissed this proposal, but discussions are ongoing to explore its feasibility.
- No façade insulation: Façade insulation was only possible on the inside, due to the aesthetic and cultural-historical value of the façade. However, this option has not been pursued, as other elements are currently prioritised like improving the façade openings. Additionally, interior insulation would reduce usable floor space.
- No floor insulation: The building has a thick concrete floor and insulation has not been considered. While insulation is present between the foyers, it serves a soundproofing rather than a thermal function.
- Heating system: Since the installation of vacuum glazing is not yet complete, the radiators remain in place as a backup if the air heating system via the air handling unit (LBK) is insufficient on extremely cold days. These radiators still run on gas, but they are expected to be removed once the glazing replacement is finished.

- No humidification: Humidification was not considered necessary. The decision not to add humidification was based on priority.
- Potential solar panels: Currently, no solar panels are installed. Research is ongoing to assess their feasibility, but strict regulations lead to high insurance costs. Additionally, the limited roof space means that only a few panels could be placed, which may result in disproportionate insurance expenses, potentially making the investment counterproductive.

	Voor (2022)	Na (2024)	Reductie
Gasverbruik (m3)	24.908	4.496	82%
Elektriciteitsverbruik (kW/h)	129.156	123.736	4%

Table 5.12 - Energy use before and after renovation case 5 - De Kleine Komedie (Author's work, 2025)

5.2.1.6 Comparison

When comparing the non-implemented measures across the five case studies, several trends emerge. One of those key observations is the recurring balance between heritage-related constraints versus resource constraints. In almost all cases, the cultural-historical value played a decisive role in determining for at least one measure that it could not be implemented due to the impact on the listed building. External insulation of façades for example, was often not an option due to aesthetics. Internal insulation on the other hand were mostly the result of resource-driven choices. Similarly, the installation of solar panels was frequently restricted due to visibility concerns on the roof. These constraints demonstrate the complexity of improving the energy efficiency of listed buildings, all while preserving their architectural integrity.

On the other hand, financial considerations also played a crucial role. This resource constraint made that many measures, while technically feasible, were ultimately not carried out due to budget limitations. This is visible in all cases and can be seen in for example the insulating of the floors and applying of vacuum glazing. In such cases, financial trade-offs were made, often prioritising measures that offered the highest efficiency gains relative to cost and effort. For example, instead of installing vacuum glazing, secondary glazing was chosen. While still an improvement, this option was less expensive.

The third category is related to the perceived necessity of the measures. There are a few measures, such as cooling, humidification and ventilation that often are not present in the pre-renovation state of these listed buildings. In these cases, the decision to not implement them was not necessarily due to financial or technical barriers, but rather because they are not considered essential to the building's function. This highlights that sustainability improvements in listed buildings are not just about technological feasibility, but also about the balancing of comfort and the view of necessity.

Lastly, it is important to contextualise these non-implemented measures by looking at the energy consumption data. When only table 5.4 is considered, case 1 - KIT would have more remaining opportunities for additional measures than case 2 - EWI, yet the former's energy consumption data shows significantly more improvement. This indicates that the measures that were implemented in the KIT were highly effective combined, even though they might not

have been the most energy efficient option in all facets. It is however also important to know that EWI is still in the process of implementing one of their major sustainability improvements: geothermal energy. This means this is not yet reflected in the current energy data, while this is not shown in the non-implemented measures. Case 5 - De Kleine Komédie demonstrates that by addressing the most significant sources of energy loss, substantial progress can be made. The 82% reduction in gas consumption within a short period is remarkable and commendable. Since the vacuum glazing has not yet been installed, it is expected that the remaining gas usage could also be eliminated in the near future.

Overall, the analysis shows that the energy efficiency measures in listed buildings are influenced by a mix of cultural-historical, financial and practical factors. While some measures were not implemented due to strict heritage rules, many were also left out as a result of resource constraints such as financial priorities and practical needs.

Another key takeaway is that similar starting points can lead to very different projects. Case 1 – KIT and Case 4 – College Hageveld both began with the goal of transitioning to a heat pump. However, while KIT has already completely moved off gas, College Hageveld first needed to implement other measures to ensure a smooth transition in the future. This included preparing the heating system for low-temperature operation and planning the installation of vacuum glass. This highlights the importance of assessing each project individually to determine the most critical steps for the building at that moment.

5.2.2 Implemented measures

Building on the analysis of the cases and the measures that were not implemented, the next step is to look at the implemented measures and compare those with the list of easy and difficult measures outlined in section 5.1. This comparison will help identify whether there is a clear relationship between the difficulty of the measure and their actual adoption in the cases.

5.2.2.1 Easy measures

In table 5.13, it is indicated for each case whether or not the aforementioned easy measure is implemented

Easy measures	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4	Case 5
Improving glazing					
Sealing gaps and cracks					
Façade insulation					
Floor insulation					
Roof insulation					
Installations					
System optimisation					
Hot tap water system					
LED lighting					
Pipe insulation					
Reflective insulation radiators					
Curtains					

	Implemented
	Partially or scheduled implementation

Table 5.13 - Easy measures cross-case analysis (Author's work, 2025)

From table 5.13 the following observations can be made:

- Improving glazing, sealing gaps and cracks, roof insulation, installations, hot tap water systems, LED lighting were implemented across all cases and system optimisation in almost all.
- Only partially implemented were façade insulation, floor insulation, pipe insulation, reflective insulation radiators and curtains.

This demonstrates that many of the easier measures were prioritised and implemented in these renovation and sustainability projects. The lower adoption of less frequently implemented measures may be due to their lower assigned priority. While financial constraints can play a significant role in larger interventions like floor insulation, they are unlikely to be the main barrier for relatively low-cost measures. However, factors such as aesthetics and compatibility with the building's design may have influenced decision making as well. For instance, while curtains can contribute to energy efficiency, they must also align with the architectural style of the building, which is not always the case, or the use, as this is often a suitable solution for residential functions, but not so much for utility. Additionally, the interventions may have been overlooked in favour of other measures with a more significant impact on energy efficiency and therefore received less priority.

Façade insulation was only included in one of the cases. In each case, the façade's appearance was highly valued for cultural-historical reasons, limiting insulation to interior applications. However, the complexity of this measure—requiring occupants to vacate the space during installation and necessitating integration with ventilation systems due to moisture control - and the reduced usable space, led to its omission in most cases.

These results reinforcing the idea that most of these interventions were both feasible and presented clear opportunities for improvement, which were effectively seized. The two measures removed from this list are façade and floor insulation—neither of which were applied in the majority of the cases, with both floor and façade insulation being implemented in only one case. While other measures like reflective insulation and curtains were also applied only once, they remain included, as they are relatively easy to implement and can be easily added without major disruption.

5.2.2.2 Difficult measures

In table 5.14, it is indicated for each case whether or not the aforementioned difficult measure is implemented.

Difficult measures	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4	Case 5
Replacing window frames					
Adding pipes and ducts					
Renewable energy sources					

	Not implemented
	Discussion about implementation

Table 5.14 - Difficult measures cross-case analysis (Author's work, 2025)

From table 5.14 the following observation can be made:

- The replacing of the window frames was currently not implemented in any of the cases.
- In some of the cases, pipes and ducts were added and renewable energy was integrated, despite being indicated as more difficult measures.

The non-implementation of certain difficult measures is likely due to their complexity with relation to the cultural-historical value. Strict heritage preservation regulations often make it more challenging to modify visible elements, such as window frames or renewable energy sources, thus limiting the feasibility of these interventions.

However, the fact that some cases included the addition of pipes and ducts or the integration of renewable energy sources suggest that despite their challenges, certain difficult measures can still be realised when they align with project priorities and financial feasibility.

This suggests that while difficult measures are generally less likely to be implemented due to their complexity and cost, some are not entirely ruled out based on the results of these cases. If the benefits outweigh the challenges and the conditions allow for it, these measures can still be incorporated.

5.3 Conclusions

This case study analysis aims to provide valuable insights into the implementation of energy efficiency measures in listed buildings.

The analysis of non-implemented measures shows that the primary reason for measures not being adopted is due to resource constraints like financial and practical reasons. Many measures related to heritage-related constraints, like façade insulation or solar panels, are tied to preservation regulations, limiting their general applicability. On the other hand, resource-driven factors, like budget limitations, prioritisation and preferences, also influence the decision to exclude certain measures, while this was not necessarily due to the fact that it was a listed building. This indicates that while the technical solutions exist, their feasibility is often determined by other reasons than cultural-historical value alone.

"The technology is often available, that often works out quite well. The financial picture on the other hand... Who will pay for it? How much will it cost you?" – Sustainability consultant

Next, the findings confirm that most previously determined easy measures were prioritised and successfully implemented in the case studies, reinforcing their feasibility and effectiveness in improving energy performance in the case of listed buildings. When certain easy measures are not applied, this is often due to prioritisation or preference, rather than the cultural-historical value or financial reasons and therefore they remain on the list of possible easy measures, with the exception of façade insulation and floor insulation.

For the difficult measures, the initial assumption that they would be largely unfeasible was challenged by the findings. While replacing window frames was not implemented in any case – likely due to strict heritage preservation guidelines – adding pipes and ducts, as well as

implementing renewable energy sources, were realised in some cases. This suggests that certain difficult measures can still be executed when financial and technical conditions allow, leading to the removal of these two interventions.

The comparison with the other studies is shown in table 5.15 and the final list in table 5.16.

Easy / difficult		Result of this study			
		Literature study 1	Literature study 2	Interview insights	Case study insights
1	Improving glazing				
2	Sealing gaps and cracks				
3	Façade insulation				
3	Floor insulation				
3	Roof insulation				
4	Installations				
5	System optimisation				
6	Hot tap water system				
7	LED lighting				
8	Pipe insulation				
9	Reflective insulation radiators				
10	Curtains				
11	Replacing window frames				
13	Adding pipes and ducts				
14	Renewable energy sources				

	Easy measure
	Variable
	Difficult measure
	Unaddressed

Table 5.15 - Studies comparison of easy and difficult measures (Author's work, 2025)

Easy measures	Difficult measures
Improving glazing	Replacing window frames
Sealing gaps and cracks	
Roof insulation	
Installations	
System optimisation	
Hot tap water system	
LED lighting	
Distribution pipe insulation	
Reflective insulation radiators	
Curtains	

Table 5.16 - Final list of easy and difficult measures (Author's work, 2025)

It is important to acknowledge that this analysis was conducted on the basis of five cases, which is a relatively small sample size. This limitation is particularly relevant as the assessment is for non-standardised buildings such as listed building, where variability is high. Therefore, more extensive research is therefore necessary to confirm these findings on a broader scale.

Some caution is also needed regarding the implementation. For example, while improving glazing is categorised as an easy measure, the standard recommendation for HR++ glazing is often not feasible for listed buildings. Alternative solutions such as secondary glazing or vacuum glazing should be considered instead, as they offer both energy efficiency and better preservation of historical character.

Ultimately, the insights gained from these cases serve as a valuable foundation for practical recommendations and further research on sustainability measures in listed buildings.





IMPLICATIONS FOR EP-MONUMENT



IMPLICATIONS FOR EP-MONUMENT

The energy label, along with the broader energy label related policies, presents several areas for improvement as were also presented in the previous chapters. These recommendations have different priorities regarding the implementation and the stakeholders responsible for addressing them. To provide clearer guidance, this chapter aims to organise these findings into a structured framework to facilitate the successful implementation of the improvements.

To refine and validate the proposed recommendations, they were tested through interviews with four stakeholders. This expert evaluation helped to enhance and sharpen the findings. The interviewees that reflected on the recommendations were the researcher, the employee of the government of the Netherlands, the real estate portfolio owner and the energy label consultant for listed buildings. The input from the energy label consultant was particularly valuable in translating the recommendations from the research into practical application with the energy label software.

This chapter is structured as follows. First, a distinction is made between recommendations related to policy and implementation and those specifically concerning the energy label. Then, the recommendations concerning the energy label are further developed, showing how they could be incorporated into the existing energy label software to enhance applicability and tangibility. Finally, a structured implementation plan is presented using both the regulation and energy label recommendations. This plan outlines the optimal sequence for implementing these recommendations and highlights priorities. It aims to identify where the focus should lie and provides a logical starting point for improvements, as well as who should be responsible for this implementation. By structuring the findings in this way, this chapter aims to provide a clear and actionable framework for the tailoring of the energy label and the policies.

6.1 Distinguishing different types of recommendations

The recommendations presented at the end of chapter 4 include:

1. Shift in view and policy flexibility
2. Clearer definitions of cultural-historical value
3. Mandatory energy labels
4. EP-Monument
5. Specialised training
6. Contextual information
7. Refined labelling scale
8. Flexibility evidence & input
9. Guidance on improvements
10. Option of actual energy use

To structure these findings more clearly, the distinction is made between the policy and implementation recommendations and the energy label recommendations.

The policy and implementation recommendations address the broader framework surrounding the energy label. It focusses on the policy adjustments and the implementation strategies to facilitate energy efficiency improvements in and application of energy labels to listed buildings. These recommendations are:

1. Shift in view and policy flexibility - a more adaptable approach to energy efficiency in listed buildings
2. Clearer definitions of cultural-historical value - creating better documentation of cultural historical value for better integration and understanding
3. Mandatory energy labels – requirement for all listed buildings to obtain an energy label, without minimum requirement.
4. Specialised training – additional training to recognise heritage related aspects and create more targeted problem solving by professionals assessing the energy label for listed buildings

The energy label recommendations focus on the tailoring to the energy label itself to ensure its applicability to listed buildings. These changes aim to enhance the label's usability for this category while taking into account heritage constraints. The energy label recommendations are:

1. EP-Monument – a separate category of the energy label specifically designed for listed buildings
2. Contextual information – the option to include heritage constraints in the software
3. Option of the actual use – optional addition of real energy usage data
4. Flexibility on evidence & input - allowing more flexibility in rigid monitoring could reduce negative impact through forfeited values that are often different for listed buildings.
5. Guidance on improvements – providing more specific and clear recommendations better suited for listed buildings
6. Refined labelling scale – adjusting the classification scale to better recognise progress.

6.2 Energy label recommendations

This part of the chapter will further focus on the redesign of the energy label software and output of the actual energy label with the five energy label recommendations. Currently there are several companies that provide the software for the energy label, such as VABI EPA and UNIEC 3. For the design modifications outlined in this chapter, VABI EPA is used to demonstrate how the proposed changes could be implemented within the software. The VABI EPA software interface is shown in figure 6.1. The proposed changes in the software are indicated in orange, which will be further explained in section 1 – EP-Monument. Additionally, Appendix 14 provides a full printout of the current energy label to offer a clear insight into its present design, while Appendix 15 presents the EP-Monument energy label, incorporating all the proposed changes.

Algemeen

Algemeen

Installaties

Constructies

Objecten

Rekenen

EP 1 - kWh/m²

EP 2 - kWh/m²

EP 3 - %

TOjuli -

Label -

WB - kWh/m²

Projectgegevens

Objecttype

Bouwfase

Opname

☐ Maatwerkadvies

Naam

Nummer

Omschrijving

Opdrachtgever

Adviseur gegevens

Utiliteit

Bestaande bouw

Basisopname

Annuleren

Figure 6.1 - Home screen VABI EPA software (VABI, 2025)

112

6.2.1 EP-Monument

To improve the usability of the software for listed buildings, a new EP-Monument category should be introduced. This addition will allow energy performance consultants to specify whether a building assessment includes heritage-specific considerations.

Currently, the first page of the VABI EPA software displays project information and data, including an option for customised advice ("maatwerkadvies"), which is marked in blue (figure 6.2). Selecting this option triggers additional fields within the software, which are then also highlighted in blue, to indicate that they are specific to these customised assessments.

Similarly, the EP-Monument category will be introduced and visually distinguished using orange, as seen in figure 6.2. When selected, this checkbox will activate heritage-specific options and additional fields, ensuring that users can easily identify these additional features relevant to listed buildings. This approach mirrors the existing structure for customised advice while enhancing clarity and functionality for energy performance assessments in the context of heritage preservation.



Figure 6.2 - Project information with Monument check in VABI (Author's work, 2025)

The energy label will ultimately feature the addition of a heritage plaque ("monumentenschildje"), shown in figure 6.3. This will allow users at a glance to easily identify that the label is specifically for listed buildings.

Energie label	Registratienummer	Datum registratie	Geldig tot	Status
Energie label utiliteitsbouw	123456789	08-04-2025	08-04-2035	Definitief

Dit gebouw heeft energielabel

D

Monument



G

F

E

D

C

B

A

+++++

Figure 6.3 - Energy label with heritage plaque added (Author's work, 2025)

6.2.2 Contextual information

Adding contextual information to the energy label helps indicate whether the maximum feasible improvements have been achieved. This is particularly relevant for listed buildings, where cultural-historical values may limit certain energy efficiency measures. Without this context, recommendations might suggest unrealistic upgrades that cannot be implemented due to preservation requirements.

To integrate this feature into the software, an additional checkbox would be added when filling in the building's physical characteristics (figure 6.4). This maximum feasible ("maximale mogelijk") indicator signals that no further energy-saving measures can be applied due to heritage related restrictions.

While selecting this option does not directly affect the building's energy label rating, it does provide critical context for consultants and owners. It ensures that recommendations are framed accurately, by indicating which elements cannot be further improved. Additionally, the automatically generated recommendations on energy efficiency can be refined based on this input. This will be further discussed in section 5 – guidance on improvements. In this section the implications that the contextual information has on the energy label will also be shown.

By incorporating this feature, the energy label becomes more specific and tangible for listed buildings. It enhances the practicality of the recommendations, helping consultants to provide more relevant advice and preventing building owners from being misled by unattainable upgrade suggestions.

Type	Dak plat	
Naam	Dak plat 10 mm isolatie (zonder spouw, Rc = 0.44)	☒ Auto
Eigenschappen constructie		
Invoer	Beslisschema	
Beslisschema		
Isolatie aanwezig	Ja	
☐ Isolatie dikte onbekend		
Isolatie dikte [mm]	10	
☐ Spouw aanwezig	☐ Maximale mogelijk	
Rc [m ² ·K/W]	0.44	
Bron en opmerkingen		
Bron		
Opmerkingen		

Figure 6.4 - Contextual information with checkbox for maximum feasible in VABI (Author's work, 2025)

6.2.3 Option of actual energy use

To enhance the accuracy and relevance of the energy labels, the software should include an option to integrate the actual energy use. This feature could be aligned with existing measurement tools that already track and analyse real energy use. Rather than reinventing the wheel, it is crucial to build on existing, well-functioning systems, because their proven effectiveness increases the likelihood of successful implementation.

An example of such a tool is the German system, which used the real energy consumption that accounts for climate variations using degree days. This allows for a fair comparison across regions and would prevent buildings in colder areas from being unfairly penalised for naturally higher energy needs. Another effective approach is the WEii index ("Werkelijke Energie intensiteit indicator" or Actual Energy intensity indicator). This method calculates the actual energy consumption based on measures energy use and the building's usable floor area.

Including actual energy consumption alongside calculated values would provide a more realistic representation of a building's energy performance. This is especially relevant for listed buildings, where standardised calculations often fail to account for the impact of historical construction techniques and unique usage patterns.

The software will integrate this feature in the results tab ("resultaten"), shown on the next page in figure 6.5. An additional field will be introduced below EP 2: Primary fossil energy use ("EP 2: Primair fossiel energieverbruik"), allowing users to enter verified consumption data, supported by evidence. Once this data is entered, the results tab will be updated to display both the calculated energy performance and the actual consumption, enabling for an easy comparison. Additionally, the summary box in the lower left corner of the interface will reflect these changes as well, making the information immediately visible.

Project Rapportages Registreren (Maatwerk)advies Licenties Help				
Objecten Amsterdam, Kerkstraat 123 ('Grote Kerk') <Kerkstraat 123, 9876AB Amsterdam Resultaten				
Controleer object		Rapportage (Excel)	Rapportage (Html)	Registreren
Monitorbestand				
Gebouwsgebonden energieverbruik per jaar		Resultaat	Eenheid	Eis Eenheid
EP 1: Energiebehoefte		209.85	kWh/m²	
EP 2: Primair fossiel energieverbruik		315.46	kWh/m²	100.00 kWh/m² Renovatiestandaard
Werkelijk energieverbruik		214.12	kWh/m²	
EP3: Hernieuwbare energie		-	%	
Label		D		
CO ₂ uitstoot		89099	kg	
WB		201.58	kWh/m²	
Hernieuwbare energie [kWh/m²]				
Ag: Gebruiksoppervlakte		1471.30	m²	
Als: Verliesoppervlakte		2117.68	m²	
Als/Ag: Compactheid		1.44	-	
Totale energiebehoefte		308748	kWh	
Totaal primair fossiel energieverbruik		464122	kWh	
Totaal hernieuwbare energie		0.00	kWh	
EP2 niet primair		298.39	kWh/m²	
Totale deelposten (niet primair)		439018	kWh	
Ventilatie		12108	kWh	
Verwarming		374015	kWh	
Tapwater		9217	kWh	
Annuleren				

Figure 6.5 - Option to add actual energy use in VABI (Author's work, 2025)

The impact of this addition will also be reflected in the energy label itself. On page 2 of the label an explanation of the rating is provided. A new section will be introduced specifically for the actual energy use, as can be seen in figure 6.6. This section will present the previously verified consumption data alongside a brief explanation of its relevance, which clarifies why the actual use may differ from the calculated use.

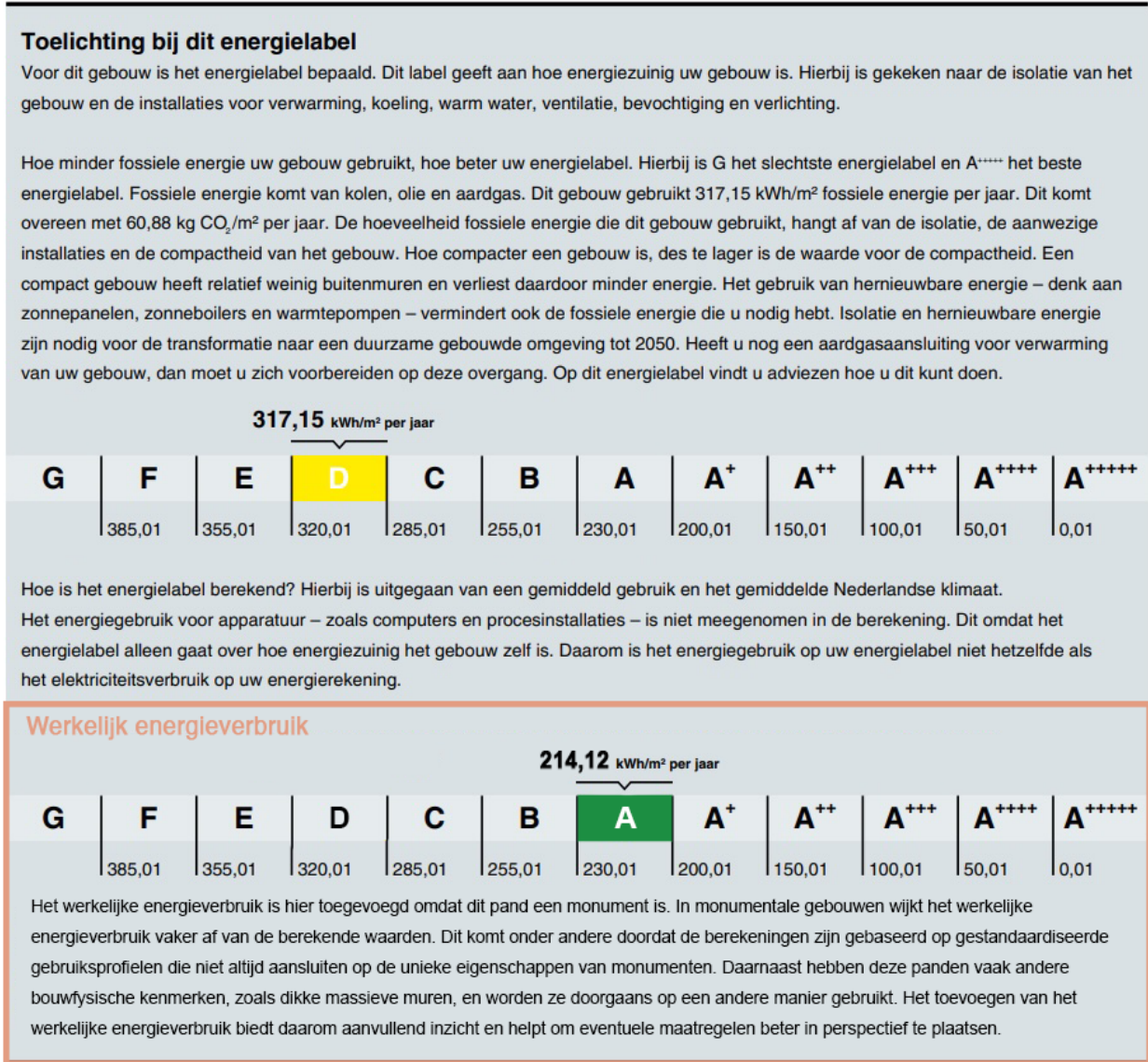


Figure 6.6 - Contextual information on the energy label (Author's work, 2025)

The addition of the actual energy use may help consultants explain to owners why certain measures will or will not be valuable to implement. This is especially relevant for listed buildings, where energy efficiency measures can affect cultural-historical value. By incorporating real consumption data, both professionals and building owners can make informed decisions based on actual rather than theoretical performance.

6.2.4 Flexibility on evidence & input

The rigid monitoring system currently used in the energy label can negatively impact the outcome for listed buildings through forfeited values. A common example is the automatic assignment of an R_c value of $0.19 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$ for non-insulated façades with no cavity, which is often the case in listed buildings. However, multiple factors influence the R_c value beyond just the presence or absence of a cavity. Non-insulated façades can vary significantly, ranging from single-brick to double-brick or even thicker masonry walls. Additionally, research has shown that historical solid brick façades generally have R_c values that are 20-30% higher than those of modern solid brick façades (Quist et al., 2024).

As stated, the wall thickness plays a crucial role in energy performance. Currently, when no cavity is present, the system assumes a modern single-brick façade, disregarding the fact that many listed buildings have much thicker solid walls, such as double-brick constructions. The software currently does not allow users to account for these variations. To improve applicability for listed buildings, additional, research-based options should be incorporated. For instance, given that the thermal conductivity (λ) of brick is $0.8 \text{ W}/\text{m}\cdot\text{K}$ (www.Joostdevree.nl, 2025), a double-brick façade with a thickness of 420 mm (0.42 m) would have an R_c value of $0.53 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$ (calculated as $R_c = d / \lambda \Rightarrow 0.42 / 0.8$). Furthermore, incorporating the research findings that historical solid brick façades have R_c values 20–30% higher than modern ones, this R_c could be further adjusted to approximately $0.68 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$ (calculated as 0.53×1.3 , accounting for a 30% increase).

The use of unfavourable forfeited values, such as the current default settings, can significantly distort energy demand calculations and misrepresent the building's overall performance. While an increase from 0.19 to $0.68 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$ may not seem substantial at first glance—especially considering that modern buildings are required to achieve an R_c of 4.5—it represents a factor of 3.6. This difference has a considerable impact on energy performance calculations, influencing both the predicted energy demand and the feasibility of recommended improvements. Refining the input parameters to reflect more accurate R_c values would lead to better assessments and more reliable recommendations for energy efficiency upgrades in listed buildings. This is particularly important as it directly affects decisions that can influence the preservation of their cultural and historical value.

In figure 6.7 the example of the non-insulated façade without a cavity is entered into the software, which is then assigned the default forfeited R_c value. As shown, this results in an automatically unfavourable rating. The proposed solutions, highlighted in orange, introduces a new checkbox that allows users to select an alternative R_c value from a dropdown menu containing other research-based standard values for historical structures. For instance, if a thicker historical solid brick façade is identified, selecting this option will automatically adjust the default R_c value to a more accurate one, provided that sufficient evidence is submitted to support the change.

The screenshot displays the 'Constructies' tab in the VABI software. The sidebar on the left contains icons and labels for 'Algemeen', 'Installaties', 'Constructies', and 'Objecten'. The main content area is titled 'Constructies | "' and contains the following fields and sections:

- Type:** A dropdown menu set to 'Gevel'.
- Naam:** A text field containing 'Gevel ongeïsoleerd (zonder spouw, Rc = 0.19)'.
- Auto:** A checkbox that is checked.
- Eigenschappen constructie:** A section header with a small icon.
- Invoer:** A dropdown menu set to 'Beslisschema'.
- Beslisschema:** A section header with a small icon.
- Isolatie aanwezig:** A dropdown menu set to 'Nee'.
- Spouw aanwezig:** A checkbox that is unchecked.
- Rc [m²·K/W]:** A text field containing '0.19'.
- Alternatieve Rc:** A checkbox that is checked, followed by a dropdown menu set to 'Historische massieve baksteengevel (dubbelsteens metselwerk)'.
- Rc [m²·K/W]:** A text field containing '0.68'.
- Bron en opmerkingen:** A section header with a small icon.
- Bron:** A dropdown menu.
- Opmerkingen:** A large text area for notes.

Figure 6.7 - Ability to indicate alternative Rc values in VABI (Author's work, 2025)

This approach enables a more accurate representation of the energy performance of listed buildings by allowing for evidence-based adjustments to the energy label. It ensures that the label reflects the true energy efficiency of these buildings by considering the unique historical characteristics, rather than relying solely on the generalised values of new constructions. This recommendation does not affect how the label is presented but solely impacts the energy performance calculations.

6.2.5 Guidance on improvements

Another important recommendation is the guidance provided on energy efficiency improvements. This involves both the specialised training of consultants, which is part of the implementation of the regulation, and enhancements to the software itself. When consultants have a better understanding of what is feasible for the different building type of listed buildings, the overall system becomes more accurate and relevant. However, improvements can also be made directly within the software and the energy label to ensure that the recommendations are more applicable. To address this, this recommendation is divided into three parts: first, the changes to the software. Second, how these software changes impact the appearance of the energy label. Third, the inclusion of exemplary cases as supplementary information on the energy label.

1. Changes in software

Currently, the list of recommended measures shown on the energy label is generated automatically by the software, often resulting in generic or irrelevant suggestions, particularly for listed buildings. To make the recommendations more relevant and actionable, the software system should be modified to enable energy performance consultants to approve or reject recommendations. The software should allow consultants to approve or dismiss specific measures based on their expertise and training. This would ensure that building owners receive tailored and realistic advice rather than a one-size-fits-all list. This change is reflected in the addition of a new category for recommendations ("aanbevelingen") as shown in figure 6.8. In this recommendations section all potential measures are listed, allowing the energy performance consultant to indicate whether each improvement is recommended or not.

As seen in the previous chapter, these listed buildings also require different standard improvement strategies, which are not always reflected in the current system. Measures identified in the study as easy improvements should be highlighted in bold in the software to clearly indicate that if not already addressed, these are elements that can often be improved. The list of easy and difficult measures was established as follows:

Easy measures	Difficult measures
Improving glazing	Replacing window frames
Sealing gaps and cracks	
Roof insulation	
Installations	
System optimisation	
Hot tap water system	
LED lighting	
Distribution pipe insulation	
Reflective insulation radiators	
Curtains	

Table 6.1 - Final list of easy and difficult measures (Author's work, 2025)

Installaties

Constructies

Objecten

Aanbevelingen

Rekenen

EP 1 - kWh/m²

EP 2 - kWh/m²

EP 3 - %

TOjuli -

Label -

WB - kWh/m²

Aanbevelingen

Aanbevelingen voor monumenten

Aanbeveling dikgedrukt = standaard aanbevelingen voor monumenten

Verbetering aanbevolen

Beglazing

Ja

Dubbelglas

Nee

Achterzetramen

Ja

Voorzetramen

Nee

Vacuümglas

Ja

Na-isoleren

Ja

Gevel

Nee

Gevelpanelen

n.v.t.

Vloer

Aanwezig

Dak

Ja

Installaties

Ja

Verwarming

Nee

Warm water

Ja

Ventilatie

Nee

Koeling

Ja

LED verlichting

Aanwezig

Zonnepanelen

Nee

Systeem optimalisatie

Ja

Overige aanbevelingen

Kieren en naden afdichten

Aanwezig

Leidingisolatie

Ja

Buitendeuren

Nee

Kozijnen

Nee

Aanbevelingen die niet meetellen voor het energielabel

Aluminiumfolie radiatoren

Nee

Gordijnen

Nee

Annuleren

Figure 6.8 - Recommendation section in VABI (Author's work, 2025)

2. Changes on the energy label

The changes in the software also affect the outcome of the energy label. First, on the front page shown in figure 6.9, automatically generated recommendations are shown. However, these recommendations are not always suitable, particularly for listed buildings. Currently, they are entirely automated and cannot be modified. Therefore, even when a consultant knows that certain measures are impractical or non-compliant with heritage preservation regulations, these measures still appear on the label. This creates confusion for building owners, who may be presented with conflicting information.

With the proposed software enhancements, this will change. Energy performance consultants will have the ability to review and validate recommendations, ensuring their feasibility for the specific building. When a recommendation is approved, an additional check is added to confirm its applicability as can be seen in figure 6.10. Furthermore, the + and - symbols are removed, as listed buildings often already have the maximum feasible improvements in place. For example, windows may receive a - due to poor insulation, even when no further upgrades are possible. To eliminate this inconsistency, the + and - symbols have been replaced with the heading "Verbetering aanbevolen?", in English "Improvement recommended?" with yes or no options.

Isolatie					Verbetering aanbevolen?	
Gevels	-	+/-	+	++	nee	ja
Gevelpanelen	n.v.t.				nee	ja
Daken	-	+/-	+	++	nee	ja
Vloeren	-	+/-	+	++	nee	ja
Ramen			+	++	nee	ja
Buitendeuren	-	+/-	+	++	nee	ja

Installaties		Hoofdsysteem		Verbetering aanbevolen?	
Verwarming		HR-107 ketel		nee	ja
Warm water		Combiketel		nee	ja
Ventilatie		Natuurlijke ventilatie via ramen en/of roosters		nee	ja
Koeling		Compressiekoeling		nee	ja
Verlichting		6,0 W/m ² gemiddeld geïnstalleerd vermogen		nee	ja
Zonnepanelen		Niet aanwezig		nee	ja

Figure 6.9 - Original recommendations on the energy label (Author's work, 2025)

Isolatie		Verbetering aanbevolen?	Adviseur check
Gevels	nee	ja	☒
Gevelpanelen	nee	ja	☒
Daken	nee	ja	☒
Vloeren	nee	ja	☒
Ramen	nee	ja	☒
Buitendeuren	nee	ja	☒

Installaties		Verbetering aanbevolen?	Adviseur check
Verwarming	nee	ja	☒
Warm water	nee	ja	☒
Ventilatie	nee	ja	☒
Koeling	nee	ja	☒
Verlichting	nee	ja	☒
Zonnepanelen	nee	ja	☒
Systeem optimalisatie	nee	ja	☒

Overige		Verbetering aanbevolen?	Adviseur check
Kieren en nader	nee	ja	☒
Leidingisolatie	nee	ja	☒
Kozijnen	nee	ja	☒
Aluminiumfolie radiatoren	nee	ja	☒
Gordijnen	nee	ja	☒

Figure 6.10 - New recommendations on the energy label (Author's work, 2025)

Next, in the original energy label (appendix 14), a standard list of recommendations is provided from page 3 onward. In the redesigned EP-M, this list will begin with the recommended easy measures as shown at the top of figure 6.11. This ensures that even if the energy performance consultant has not filled in the recommendation list, a set of measures more tailored to listed buildings is still available.

Furthermore, while it is fundamentally useful to provide an explanation for each measure, it is even more important to highlight the interventions that have been assessed and recommended by the consultant. To achieve this, approved measures will be visually emphasised with an orange box as shown in figure 6.11.

It is important to note that recommendations such as adding reflective insulation behind radiators or installing curtains do not lead to a higher energy label rating. Therefore, these measures are presented in a separate section within the software and on the label. They are still included because, while they may not directly impact the label classification, they contribute to improved comfort and overall energy performance, which remains the ultimate objective.

Another aspect is the integration of contextual constraints. As discussed in Section 2, the current software does not effectively account for factors such as heritage restrictions or previously implemented improvements. This can lead to the inclusion of unfeasible recommendations, causing confusion for building owners. To address this issue, the software could automatically filter out irrelevant recommendations when specific constraints apply, such as those introduced in Section 2, or indicate that the measure is maximised within heritage constraints ("Maximaal binnen erfgoedbeperkingen"), as seen in figure 6.11. This would ensure that the focus is on the practical and achievable measures, providing clearer and more consistent guidance.

Gemakkelijke maatregelen voor monumenten

Monumentale gebouwen vereisen vaak een andere benadering bij het toepassen van energiebesparende maatregelen, vanwege hun cultuurhistorische waarde en de daarmee samenhangende beperkingen. Om deze reden is een gestandaardiseerde lijst opgesteld met maatregelen die vaker voorkomen bij monumenten. Deze lijst biedt gerichte aanbevelingen en maakt het mogelijk om extra aandacht te besteden aan energieverbeteringen die in de praktijk beter toepasbaar zijn binnen de kaders van monumentaal erfgoed.

Standaard aanbeveling voor monumenten:

- | | |
|-----------------------------|---------------------------------|
| - Beglazing verbeteren | - Warm water systeem verbeteren |
| - Kieren en naden afdichten | - LED verlichting |
| - Dak isoleren | - Leidingisolatie |
| - Installaties verbeteren | - Aluminiumfolie radiatoren |
| - Systeem optimalisatie | - Gordijnen |

De volgende verbeteringen zijn **wel** gecheckt door een adviseur. De verbeteringen die zijn aanbevolen zijn omringd met een oranje rand.

Isolatie

Een gebouw verliest minder warmte wanneer u het goed isoleert. Ook bespaart u op uw energiekosten en vermindert u de uitstoot van het broeikasgas CO₂. Daarnaast verhoogt een goede isolatie het comfort in uw gebouw. Het gebouw is gelijkmatiger warm doordat muren en ramen minder kou afgeven. Is uw gebouw (gedeeltelijk) niet geïsoleerd? Dan vindt u hieronder een aantal adviezen waarmee u de isolatie van het gebouw verbetert.

Gevelisolatie

Maximaal binnen erfgoedbeperkingen

In dit gebouw is (een deel van) de gevels nog niet geïsoleerd. Met gevelisolatie verbetert u de energieprestatie van dit gebouw. Oudere gebouwen hebben vaak niet geïsoleerde spouwmuren. Spouwmuurisolatie is dan in verhouding een goedkope manier om de gevel te isoleren. De spouw na-isoleren zorgt voor een matige isolatiewaarde ($R_c = 1,0$ tot $1,7 \text{ m}^2\text{K/W}$). Andere mogelijkheden zijn isolatie aan de binnenkant of de buitenkant van de gevel. Dit geeft een betere isolatiewaarde, maar is ook duurder. Hoogstwaarschijnlijk worden gevels maar één keer nageïsoleerd. U kunt de gevels daarom het beste direct zo goed mogelijk isoleren.

Dakisolatie

In dit gebouw is (een deel van) de daken nog niet geïsoleerd. Met dakisolatie kunt u de energieprestatie van dit gebouw verbeteren. Afhankelijk van het type dak is het mogelijk om aan de binnenkant of buitenkant (onder de dakbedekking) te isoleren. Bijvoorbeeld bij een schuin dak met pannen of een plat dak. Hierbij is aandacht voor het juiste gebruik van dampremmende folie belangrijk zodat u vocht en houtrot in het dak voorkomt. Is de dakbedekking aan vernieuwing toe? Neem dan direct de isolatie mee en isoleer zo goed mogelijk.

Vloerisolatie

In dit gebouw is (een deel van) de vloeren nog niet geïsoleerd. Hierbij kan het – naast begane grondvloeren – ook gaan om vloeren boven een onderdoorgang. Bij sommige vloeren kunt u de onderzijde isoleren. Bijvoorbeeld bij een vloer boven een kelder, een kruipruimte (met een vrije ruimte onder de balken van minimaal 35 cm) of een vloer boven een onderdoorgang. Bij de kruipruimte is het verstandig om de bodem af te dekken met een kunststof folie. Zo voorkomt u dat isolatiemateriaal vochtig wordt. Bij vloeren op de volle grond of boven een lage kruipruimte kunt u de bodem of de bovenzijde van de begane grondvloer isoleren. Een vloer wordt hoogstwaarschijnlijk maar één keer grondig gerenoveerd. Isoleer daarom meteen goed.

Geïsoleerde buitendeur(en)

Een buitendeur met weinig glas – zoals veel voordeuren – telt in het energielabel als een buitendeur. In dit gebouw is (een deel van) de buitendeuren nog niet geïsoleerd. Een geïsoleerde buitendeur verbetert de energieprestatie van uw gebouw. Belangrijk hierbij is dat u deze deur in een geïsoleerd kozijn plaatst. Rondom de deur moet u aan vier zijden een goede luchtdichting aanbrengen. Gaat u een buitendeur vervangen? Kies dan voor een geïsoleerde buitendeur.

Figure 6.11 - New recommendations on the EP-Monument label (Author's work, 2025)

3. Addition of exemplary cases

The final aspect of guidance on energy efficiency improvements is the inclusion of both practical tools and real-life example cases. These additions aim to support building owners and professionals in making well-informed decisions about sustainable interventions for heritage buildings.

A variety of online resources provide valuable insights into improving the energy performance of listed buildings. Notable examples include www.toolkitduurzaamenerfgoed.nl, www.degroenemenukaart.nl and www.tool.hiberatlas.com. These platforms offer detailed information on best practices, feasible energy-saving measures, and case studies relevant to heritage properties. To ensure easy access, these resources should also be directly linked on the energy label, guiding stakeholders towards practical and context-specific energy improvements.

In addition to online tools, real-life example cases, such as those presented in Appendix CS, could be incorporated into the energy label or made available through a dedicated website. These case studies would showcase successful energy efficiency strategies implemented in similar buildings, providing practical insights into what is possible within heritage constraints.

Looking ahead, a more advanced system could be developed to enhance the relevance of recommendations. By comparing a building's characteristics, as entered in the energy label, with a database of case studies, the system could automatically suggest relevant examples and add these to the energy label. This would allow building owners and consultants to see how similar properties have successfully implemented energy-saving measures, offering a tailored and evidence-based approach to sustainability in heritage buildings.

To conclude, to make the recommendations more relevant and actionable, the system should be modified. The software should allow consultants to approve or dismiss specific measures based on their expertise and training. This would ensure that building owners receive tailored and realistic advice rather than a one-size-fits-all list. In the software, this is reflected in the addition of a new category for recommendations ("aanbevelingen"). On the energy label, this is conveyed by highlighting which measures can or cannot be implemented and indicating whether they have been endorsed by the energy performance consultant.

In many cases, building owners still require additional consultation to fully understand why certain measures are or are not applicable to their building. However, refining the recommendations at an earlier stage would help prevent inappropriate alterations and reduce the risk of heritage value loss. By implementing these improvements, the system can better support informed decision-making and encourage energy efficiency measures that align with both sustainability objectives and heritage preservation.

6.2.6 Refined labeling scale

The current energy label scale ranges from A+++++ to G, as seen below in table 6.2. For most buildings, these categories are sufficient, as they typically fall within one of the defined ranges. However, the oldest buildings, which include many listed buildings, often fall into the lowest category of label G. Due to poor energy performance, approximately 35-50% of the listed buildings receive a label G (Duurzaam Erfgoed, 2022; Haitink, n.d.). Additionally, G is a broad category at the very bottom of the scale, meaning that a building could have undergone significant energy efficiency improvements already and still receive a label G, because the range is too wide. This can be discouraging for owners who may feel that further improvements will not result in a higher label. Currently, the energy label presents this scale as shown in figure 6.12.

Labelklasse NTA8800 / functie	Bijeenkomst zonder kinderopvang	Bijeenkomst met kinderopvang	Cel	Gezondheidszorg met bedgebied (klinisch)	Gezondheidszorg zonder bedgebied (niet klinisch)	Kantoor	Logies	Onderwijs	Sport	Winkel	
A++++	≤0,00	≤0,00	≤0,00	≤0,00	≤0,00	≤0,00	≤0,00	≤0,00	≤0,00	≤0,00	kWh/m²
A+++	0,01 - 50,00	0,01 - 55,00	0,01 - 60,00	0,01 - 90,00	0,01 - 45,00	0,01 - 40,00	0,01 - 50,00	0,01 - 50,00	0,01 - 35,00	0,01 - 60,00	kWh/m²
A++	50,01 - 100,00	55,01 - 110,00	60,01 - 120,00	90,01 - 180,00	45,01 - 90,00	40,01 - 80,00	50,01 - 100,00	50,01 - 100,00	35,01 - 70,00	60,01 - 120,00	kWh/m²
A+	100,01 - 150,00	110,01 - 165,00	120,01 - 180,00	180,01 - 270,00	90,01 - 135,00	80,01 - 120,00	100,01 - 150,00	100,01 - 150,00	70,01 - 105,00	120,01 - 180,00	kWh/m²
A	150,01 - 200,00	165,01 - 220,00	180,01 - 240,00	270,01 - 360,00	135,01 - 200,00	120,01 - 160,00	150,01 - 200,00	150,01 - 200,00	105,01 - 140,00	180,01 - 240,00	kWh/m²
B	200,01 - 230,00	220,01 - 265,00	240,01 - 300,00	360,01 - 430,00	200,01 - 235,00	160,01 - 180,00	200,01 - 230,00	200,01 - 235,00	140,01 - 155,00	240,01 - 285,00	kWh/m²
C	230,01 - 255,00	265,01 - 290,00	300,01 - 330,00	430,01 - 470,00	235,01 - 260,00	180,01 - 200,00	230,01 - 255,00	235,01 - 260,00	155,01 - 170,00	285,01 - 315,00	kWh/m²
D	255,01 - 285,00	290,01 - 330,00	330,01 - 370,00	470,01 - 530,00	260,01 - 295,00	200,01 - 225,00	255,01 - 285,00	260,01 - 295,00	170,01 - 195,00	315,01 - 355,00	kWh/m²
E	285,01 - 320,00	330,01 - 365,00	370,01 - 415,00	530,01 - 595,00	295,01 - 330,00	225,01 - 250,00	285,01 - 320,00	295,01 - 330,00	195,01 - 215,00	355,01 - 395,00	kWh/m²
F	320,01 - 355,00	365,01 - 405,00	415,01 - 455,00	595,01 - 655,00	330,01 - 360,00	250,01 - 275,00	320,01 - 355,00	330,01 - 360,00	215,01 - 240,00	395,01 - 435,00	kWh/m²
G	355,01 - 385,00	405,01 - 445,00	455,01 - 500,00	655,01 - 715,00	360,01 - 395,00	275,01 - 300,00	355,01 - 385,00	360,01 - 395,00	240,01 - 260,00	435,01 - 475,00	kWh/m²
G	>385,00	>445,00	>500,00	>715,00	>395,00	>300,00	>385,00	>395,00	>260,00	>475,00	kWh/m²

Table 6.2 - Classification of the current labeling scale (Author's work, 2025)

Energielabel utiliteitsbouw	Registratienummer 123456789	Datum registratie 08-04-2025	Geldig tot 08-04-2035	Status Definitief
-----------------------------	--------------------------------	---------------------------------	--------------------------	----------------------

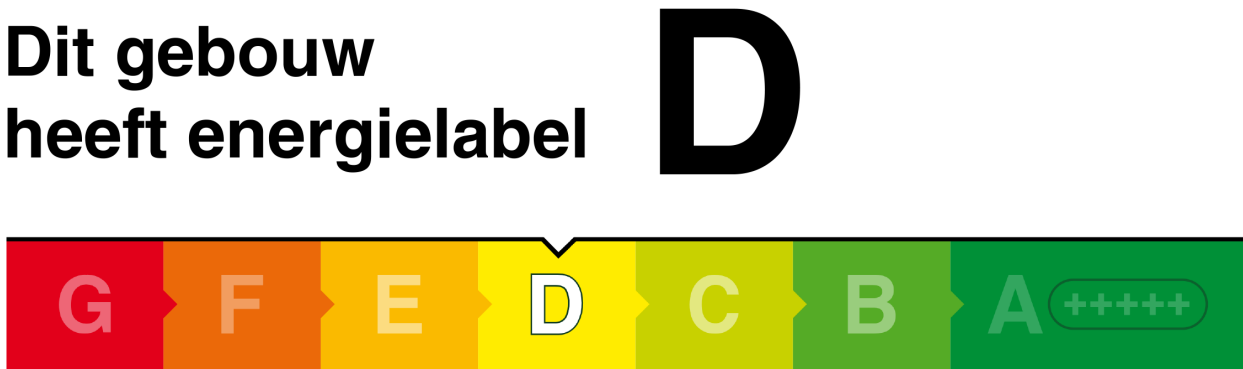


Figure 6.12 - Classification of the current labeling scale on the energy label (Author's work, 2025)

To address this issue, a new labelling scale is proposed as shown in table 6.3. This updates scale introduces a more detailed breakdown of the G category, allowing for a clearer distinction within this range. The new scale includes G-, G-- and G---, with the values for these categories following the same stepwise progression seen in the other label categories. In figure 6.13 the new energy scale is depicted on the label.

Labelklasse NTA8800 / functie	Bijeenkomst zonder kinderopvang	Bijeenkomst met kinderopvang	Cel	Gezondheidszorg met bedgebed (klinisch)	Gezondheidszorg zonder bedgebed (niet klinisch)	Kantoor	Logies	Onderwijs	Sport	Winkel	
A++++	≤0,00	≤0,00	≤0,00	≤0,00	≤0,00	≤0,00	≤0,00	≤0,00	≤0,00	≤0,00	kWh/m²
A+++	0,01 - 50,00	0,01 - 55,00	0,01 - 60,00	0,01 - 90,00	0,01 - 45,00	0,01 - 40,00	0,01 - 50,00	0,01 - 50,00	0,01 - 35,00	0,01 - 60,00	kWh/m²
A++	50,01 - 100,00	55,01 - 110,00	60,01 - 120,00	90,01 - 180,00	45,01 - 90,00	40,01 - 80,00	50,01 - 100,00	50,01 - 100,00	35,01 - 70,00	60,01 - 120,00	kWh/m²
A+	100,01 - 150,00	110,01 - 165,00	120,01 - 180,00	180,01 - 270,00	90,01 - 135,00	80,01 - 120,00	100,01 - 150,00	100,01 - 150,00	70,01 - 105,00	120,01 - 180,00	kWh/m²
A	150,01 - 200,00	165,01 - 220,00	180,01 - 240,00	270,01 - 360,00	135,01 - 200,00	120,01 - 160,00	150,01 - 200,00	150,01 - 200,00	105,01 - 140,00	180,01 - 240,00	kWh/m²
B	200,01 - 230,00	220,01 - 265,00	240,01 - 300,00	360,01 - 430,00	200,01 - 235,00	160,01 - 180,00	200,01 - 230,00	200,01 - 235,00	140,01 - 155,00	240,01 - 285,00	kWh/m²
C	230,01 - 255,00	265,01 - 290,00	300,01 - 330,00	430,01 - 470,00	235,01 - 260,00	180,01 - 200,00	230,01 - 255,00	235,01 - 260,00	155,01 - 170,00	285,01 - 315,00	kWh/m²
D	255,01 - 285,00	290,01 - 330,00	330,01 - 370,00	470,01 - 530,00	260,01 - 295,00	200,01 - 225,00	255,01 - 285,00	260,01 - 295,00	170,01 - 195,00	315,01 - 355,00	kWh/m²
E	285,01 - 320,00	330,01 - 365,00	370,01 - 415,00	530,01 - 595,00	295,01 - 330,00	225,01 - 250,00	285,01 - 320,00	295,01 - 330,00	195,01 - 215,00	355,01 - 395,00	kWh/m²
F	320,01 - 355,00	365,01 - 405,00	415,01 - 455,00	595,01 - 655,00	330,01 - 360,00	250,01 - 275,00	320,01 - 355,00	330,01 - 360,00	215,01 - 240,00	395,01 - 435,00	kWh/m²
G	355,01 - 385,00	405,01 - 445,00	455,01 - 500,00	655,01 - 715,00	360,01 - 395,00	275,01 - 300,00	355,01 - 385,00	360,01 - 395,00	240,01 - 260,00	435,01 - 475,00	kWh/m²
G-	385,01 - 420,00	445,01 - 485,00	500,01 - 545,00	715,01 - 775,00	395,01 - 430,00	300,01 - 325,00	385,01 - 415,00	395,01 - 430,00	260,01 - 280,00	475,01 - 515,00	kWh/m²
G--	420,01 - 455,00	485,01 - 525,00	545,01 - 590,00	775,01 - 835,00	430,01 - 465,00	325,01 - 350,00	415,01 - 445,00	430,01 - 465,00	280,01 - 300,00	515,01 - 555,00	kWh/m²
G---	455,01 - 490,00	525,01 - 565,00	590,01 - 635,00	835,01 - 839,00	465,01 - 500,00	350,01 - 375,00	445,01 - 475,00	465,01 - 500,00	300,01 - 320,00	555,01 - 595,00	kWh/m²
G----	>490,00	> 565,00	>635,00	>839,00	>500,00	>375,00	>475,00	>500,00	>320,00	>595,00	kWh/m²

Table 6.3 - Classification of the new labeling scale (Author's work, 2025)

Energielabel utiliteitsbouw

Registratienummer
123456789

Datum registratie
08-04-2025

Geldig tot
08-04-2035

Status
Definitief

Dit gebouw
heeft energielabel

D

Monument

G

F

E

D

C

B

A

+++++

Figure 6.13 - Classification of the new labeling scale on the EP-M energy label (Author's work, 2025)

This expansion of the labelling scale ensures that buildings are not simply grouped into broad categories but are instead given a more refined assessment. This ensures a more accurate understanding of where the building stands and encourages owners to pursue further energy improvements. The ability to track progress through these additional label steps provides recognition for the efforts made, motivating further action as owners can clearly see the impact of their improvements.

6.2.7 Final EP-Monument energy label design

So, by incorporating all of these measures, the new EP-Monument energy label will feature several key changes in its design and presentation. These adjustments will help ensure the label is more reflective of the unique characteristics of listed buildings, providing a clearer and more accurate representation of their energy performance. As a result, the label will have a slightly different appearance compared to the current version. The full redesigned label, which showcases these updates, can be found in appendix 14 for further reference.

6.3 Structured implementation plan

The structured implementation plan enhances the applicability of the findings by making clear who needs to do what and where the priorities lie. For this a flowchart and a table is made to structure this more clearly. The flowchart highlights the recommendations with their dependencies over time, while the structured table presents the recommendations with their prioritisation, the responsible parties, dependencies, implementation phase and estimated duration.

On the flowchart in figure 6.14 and on the next page in table 6.4 a distinction is made using colours to differentiate between the policy and implementation recommendations, shown in yellow, and the energy label recommendations shown in red. As clearly illustrated in the flow diagram, policy changes are the first step, necessary to facilitate the energy label recommendations. Once these are addressed, the implementation recommendations follow to complete the project.

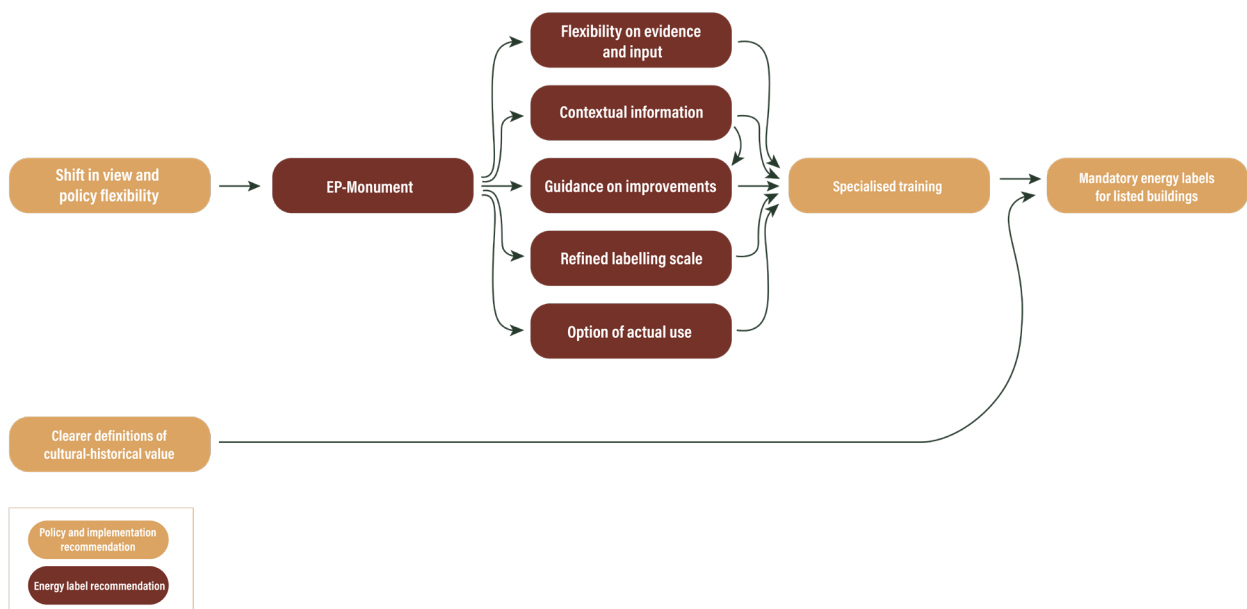


Figure 6.14 - Flowchart structured implementation plan (Author's work, 2025)

Recommendation	High priority	Responsible party	Dependency	Phase	Estimated duration
Shift in view and policy flexibility		BZK RCE RVO Provinces and municipalities	-	Pre-implementation & post-implementation	Ever evolving
Clearer definitions of cultural-historical value		BZK RCE Registry of listed buildings Cultural heritage experts	-	Pre-implementation & post-implementation	Set up: 1 year, continuous addition
EP-Monument		BZK RCE RVO Software developers NEN SKW Certificatie ISSO	Shift in view and policy flexibility	Pre-implementation	Set up through policy: 1/2 year Methodology development: 1 year After that ever evolving
Flexibility on evidence and input		BZK RCE RVO Software developers NEN ISSO Researchers	EP-Monument	Pre-implementation & post-implementation	6 months
Contextual information		BZK RCE RVO Software developers NEN ISSO	EP-Monument	Pre-implementation	3 months
Guidance on improvements		BZK RCE RVO Software developers NEN ISSO Energy label consultants	EP-Monument Specialised training Contextual information	Pre-implementation & post-implementation	6 months
Refined labelling scale		BZK RVO Software developers NEN SKW Certificatie	EP-Monument	Pre-implementation	3 month
Option of actual use		BZK RVO Software developers NEN ISSO	EP-Monument	Pre-implementation	3 months
Specialised training		ISSO Educational institutions Energy label consultants	EP-Monument Flexibility in evidence and input Contextual information Guidance on improvements Refined labelling scale Option of actual use	Pre-implementation	2 years - 1 year creation of the course - 1/2 year training teachers - 1/2 year training energy label consultants
Mandatory energy labels for listed buildings		BZK RVO	All of the above	Implementation	Testing with voluntary phase: 1 year Mandatory implementation: 3 months



Table 6.4 - Priority, responsibility, dependency, phase and estimated duration (Author's work, 2025)

6.3.1 Priority and dependency

To ensure the successful implementation of the energy label for listed buildings, it is crucial to determine which elements should be prioritised first. As shown in the flow diagram, many recommendations depend on a shift in view and policy flexibility. This shift is already underway with increasing sustainability efforts listed buildings, as well as the dedicated governmental roadmap with sustainability targets and increasing calls to make energy labels mandatory for listed buildings. However, it is essential to continue this momentum by actively involving stakeholders, increasing awareness and demonstrating that sustainability and heritage conservation can go hand in hand.

The development of the EP-Monument is directly linked to this shift in view and policy flexibility and without it, the EP-M would simply not exist. Since all the energy label recommendations, in the figure shown in red, rely on this foundation, securing and reinforcing this shift is a crucial first step.

Moreover, guidance on improvements relies on both contextual information and specialised training. Without these elements, the guidance will be less accurate and less suited to the specific needs of listed buildings, which inherently require more tailor-made solutions. Specialised training integrates all aspects of the energy label recommendations, ensuring an approach that aligns with these unique characteristics. Only after these steps are taken – along with clearer definitions of cultural-historical values – should mandatory energy labels for listed buildings be introduced.

The table then also highlights the recommendations with the highest priority. These key improvements are the main elements needed to ensure the information provided is more accurate and useful. This includes the guidance on improvements through among others specialised training. On the other hand, a notable example which has not received a high priority is the mandatory energy labels for listed buildings. This recommendation may initially seem like the ultimate goal and therefore an urgent priority. However, while implementing the energy label can be valuable, it is even more important that it is done thoughtfully and responsibly, especially when dealing with the delicate characteristics present in cultural-historical buildings.

However, while implementing the energy label can be valuable, it is even more important that it is done thoughtfully and responsibly.

In an ideal world, all recommended measures for improving the energy label for listed buildings would be implemented. However, due to complexity, time constraints and budget limitations, maybe not all can be achieved. Therefore, prioritising the most critical elements is essential. Specialised training is crucial, but its effectiveness depends on a dedicated course tailored to energy label implementation for listed buildings. This training, alongside guidance on improvements, should be prioritised, as both are interdependent. Less complex elements, such as refining the labelling scale or offering options for actual use, are of lower priority but can complement the critical measures and are easier to implement. The focus should remain on specialised training and guidance for improvements, with the less complex measures included where possible to support the overall process.

6.3.2 Responsible parties

Several different parties are involved in implementing this new energy label system, each playing a crucial role in ensuring its success. These parties are highly interconnected and also depend on one another to fulfil their responsibilities, ultimately contributing to a well-functioning system. While the table outlines the responsible parties for each recommendation, this section provides additional clarification on each party's specific role and responsibilities.

Governmental organisations

- Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties (BZK)
 - Responsible for developing and enforcing laws and regulations related to energy labels and building codes.
 - Should adapt NTA 8800 and related legislation to accommodate for specific exceptions and adaptations for listed buildings
- Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed (RCE)
 - Provides expertise on the preservation of cultural-historical values and integrating sustainability measures without compromising heritage.
 - Can play a key role in developing systems for tracking and preserving these cultural-historical values.
 - Supports the creation of the EP-Monument label
- Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO)
 - Responsible for implementation and management of the energy label system in practice.
 - Oversees the training of energy advisors, ensuring they have the necessary tools and knowledge.
 - Plays a critical role in updating of energy labels and incorporating contextual information, which is especially relevant for EP-Monument.
- Provinces and municipalities
 - In charge of enforcing regulations and granting permits for building projects and renovations, including those related to listed buildings.

Software developers

- VABI EPA & UNIEC 3
 - Provide the software that calculates energy labels for buildings.
 - These software developers will need to adjust their systems to allow for the new EP-Monument. That will give energy consultants more flexibility when putting in characteristics specific to listed buildings.

Standards and certification bodies

- Nederlands Normalisatie-instituut (NEN)
 - NEN is an independent foundation that developed the NTA 8800, the calculation method for determining the energy performance of a building.
 - Responsible for maintaining and updating NTA 8800 based on new insights and policy developments, including the addition of EP-Monument in this case.
- SKW Certificatie
 - A private certification body which manages the BRL 9500, which provides guidelines for issuing energy performance certificates, like the energy label, and therefore as well the labelling scale.

- Sets the standards for competence and procedures of energy advisors, including those who assess listed buildings and could be authorised to evaluate the EP-Monuments.
- ISSO
 - An independent knowledge institute that oversees the ISSO 75.1 (residential) and 82.1 (commercial) publication, which are practical guidelines for the energy performance calculations.
 - Provide essential guidance on best practices for energy performance assessments, which should be adapted for listed buildings as well.

Other parties

- Registry of listed buildings
 - Like www.monumenten.nl. They maintain records of listed buildings and their cultural-historical value
- Cultural heritage experts
 - Contribute to defining cultural-historical values
 - Provide insights into how energy measures can be applied without compromising these values
- Energy label consultants
 - Conduct energy label assessments and issue the labels
 - Require specialised training to be able to issue the labels
 - Need additional schooling with introduction of EP-Monument
- Educational institutions
 - Develop the courses and training programmes for energy label consultants
 - Should incorporate specialised training for the EP-Monument based on the changes. Also should include best practices and examples of renovated listed buildings
- Researchers
 - Provide scientific validation for alternative inputs and flexible methodologies in energy assessments
 - Ensure that new insights inform policy adaptations and eventually refinements in the energy labeling process.

6.3.3 Phase and estimated duration

The implementation of the energy label and its recommendations is divided into three phases:

1. Pre-implementation – preparation, policy adjustments and groundwork
2. Implementation – the official introduction and enforcement of mandatory energy labels for listed buildings
3. Post-implementation – evaluation, optimisation and continuous improvements

Since these phases are directly linked to the introduction of mandatory energy labels for listed buildings, and in the priority and flow diagram it was seen that this requirement comes last, it is no surprise that most recommendations fall within the pre-implementation phase. However, some aspects also require attention in the post-implementation phase, as they are ongoing processes that need continuous refinement.

For example, the shift in view and policy flexibility will remain an ongoing effort. Similarly, clearer definitions of cultural-historical values is not a one-time process. It takes time to establish ways on how this clarity can be achieved and how to integrate it into the process, as well as the time it takes to fill up the registries with more up to date information on the cultural-historical values. The flexibility in evidence and input also depends on ongoing scientific research on the physical behaviour of these listed buildings. Such studies often take years and contribute to the refining of the energy label system, but they do take time and are therefore also partly post-implementation. Lastly, the guidance on improvements needs continuous development. Incorporating new examples in the form of case studies provides an actionable perspective, while new emerging technological solutions like vacuum glazing offer valuable opportunities. Keeping the guidance up to date with these advancements is essential for ensuring its relevance and effectiveness.

When considering the initial implementation time of the energy label system in the Netherlands, this took approximately six years (Compendium voor de Leefomgeving, 2014). In 2002 the EU introduced the EPBD, requiring member states to implement the energy certification systems. From the 1st of January 2008 onwards, the energy labels became mandatory for sales and rentals in the Netherlands. Now, with an existing system to build upon, the process for listed buildings is expected to be somewhat faster, but will still require thorough preparation.

The full implementation of the EP-Monument is estimated to take four years, covering policy development, methodology adaption and eventually practical execution through training and implementation. This timeline is also shown in figure 6.15.

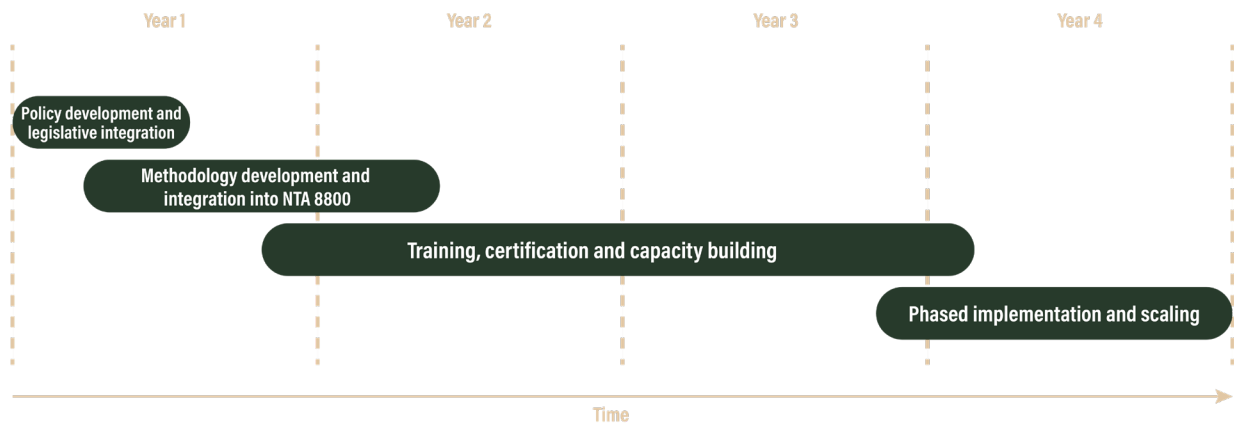


Figure 6.15 - Estimated timeline (Author's work, 2025)

1. Policy development and legislative integration (± 6 months)
 - Adjustments to regulations and legal framework
 - Political ambition already present, which could accelerate this phase
 - Includes the shift in view and policy flexibility, clearer definitions of cultural-historical value and EP-monument.
2. Methodology development and integration into NTA 8800 (± 1 year)
 - Adapting the existing energy performance calculation method to align with EP-Monument
 - Ensuring technical feasibility and compatibility within the current energy labelling framework
 - Includes all the energy label recommendations. These can have overlap in implementation time
3. Training, certification and capacity building (± 2 years)
 - Updating the training programmes for energy assessors
 - Training instructors and developing examination criteria
 - Rolling out certification courses and enabling assessors to qualify
 - Includes the recommendation of specialised training
4. Phased implementation and scaling (± 1 year)
 - Voluntary phase (e.g. 1 year) where monument owners can obtain the EP-Monument label and feedback is provided by assessors and users
 - Evaluation and adjustments based on these experiences
 - Introduction mandatory phase with full enforcement once the system is tested and refined
 - Includes the recommendation of mandatory energy labels for listed buildings

By following this structured approach, EP-Monument can be implemented effectively while ensuring that the system is accurate, practical and well-adapted to the unique characteristics of listed buildings.



7

CONCLUSIONS

7 CONCLUSIONS

The final chapter of this research will address several key elements: the discussion of findings, the formulation of conclusions and attention will be given to the study's limitations as well as the recommendations for future research.

7.1 Discussion

Regarding the findings, several discussion points were identified. These include questions about whether or not energy labels should be applied to listed buildings, the adequacy of the current energy label and the responsibility of the government versus the public in this transition. In this, discrepancies are noted between the literature, interviews and case studies. Additionally, the research process is also reviewed for choice of method, reliability and validity and lastly limitations are acknowledged.

7.1.1 Should energy labels be applied to listed buildings?

The most significant discussion point of this thesis is whether the complexity of listed buildings can and should be simplified into an energy label. The famous notion that listed buildings require tailor-made solutions ('maatwerk') is an ever-recurring theme. While on the one hand energy labels aim to make sustainability measures tangible and provide clear guidance, the complex nature of listed buildings challenges their applicability to this category. Can something that inherently requires tailor-made solutions be standardised?

At the start of this research, energy labels for listed buildings were expected to be introduced at some point in the future. Now, a year later, their implementation is confirmed and imminent. The only current difference is that these labels will be introduced without a minimum requirement, unlike the majority of the building stock.

This renders the question of whether or not energy labels should be implemented somewhat redundant – overall the decision has already been made. However, it remains crucial to reflect and why this decision wasn't made before? What has changed? How can past concerns still inform improvements? If standardisation is inevitable for buildings that require tailor-made solutions, then the logical approach would be to tailor the standard itself.

If standardisation is inevitable for buildings that require tailor-made solutions, then the logical approach would be to tailor the standard itself

7.1.2 Is the current energy label good enough to use for listed buildings?

In June 2024, a study was published on the implementation of energy labels for listed buildings. The 'Assessment of Sustainability of the Energy Label System for Listed buildings' concluded:

"The solutions for these problems [regarding the energy label for listed buildings] have been worked out, and it has been concluded that, at this moment, no recommendation is done to fundamentally adjust the NTA 8800 method, with the exception of the possibility to include the usable floor area of a functionally cooled cellar outside the thermal envelope" (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2024a)

This essentially means that no fundamental adjustments to the energy label system are recommended, aside from a minor technical exception. However, based on the findings of this thesis, this approach is inadequate to mitigate the risk. A key reason for this disagreement lies in the lessons learned from England, previously discussed in section 4.2. When the EU mandated the energy labels, most countries, like the Netherlands, excluded listed buildings from this rule. England was the only country that did not exempt listed buildings, because it was expected that with no minimum requirement, owners would not necessarily implement the recommended measures. However, the opposite occurred: many took the suggested measures, which were not suited for listed buildings, causing significant heritage loss. Heritage organisations raised an alarm and launched campaigns and educational programs, which ultimately resulted in England currently being a leader in heritage-related energy efficiency measures.

This case highlights an important lesson that shouldn't be overlooked: while energy labels can be applied to listed buildings, their implementation must be done carefully. A one-size-fits-all approach risks unintended consequences, and if no adjustments are made to the label itself, significant investments will be needed in guidance, campaigns and other forms of education to prevent misinformed decisions. Given that this is the case, a more effective solution could be to tailor the label from the outset and invest the money and resources in this tailored approach.

7.1.3 Is this transition the responsibility of the government or the people?

The energy label is a measure implemented by the government to track and facilitate the sustainability transition in the built environment, which will soon extend to listed buildings. At a policy level, a combination of incentives and regulations is needed to drive this change forward effectively. The different approaches of the 'carrot' (incentives) and the 'stick' (regulations) as defined by Nelson & Pritchard (2016) must be balanced in this situation for effective implementation. While some argue that clear regulations are necessary to enforce action, others believe that financial incentives are more effective in encouraging sustainable initiatives.

While top-down policies are essential for providing direction and support, it simultaneously raises the question: Should this responsibility not also lie – at least in part – with individuals? Findings indicate that individuals also play a role in this transition. However, a key challenge lies in how sustainability investments are prioritised, also discussed in chapter 4. For instance, financial payback periods are often a decisive factor for investments in solar panels or heat pumps, yet similar financial considerations seem less critical for home improvements like kitchen renovations. Understanding why these priorities differ is essential for developing strategies that encourage long-term sustainability investments.

7.1.4 Process

This section evaluates the research process, focusing on the research question and chosen methods as well as reliability and validity of the approach.

Main question

The main question of this thesis is: “How can the energy label be tailored to address the specific needs of listed buildings in the Netherlands to enhance sustainability?” Reflecting on this question, it becomes clear that it was originally framed to focus on tailoring the energy label to better meet the specific needs of listed buildings in the Netherlands. Therefore, the final answer to this question primarily centres around the EP-Monument energy label itself, with the addition of a number of adjustments. However, this answer does not fully encompass the entire scope of the thesis. In addition to assessing and adapting the energy label, the research also investigated the broader processes surrounding the energy label system, including the related policies and implementation strategies.

As outlined in Chapter 6, the recommendations provided cover both policy and implementation aspects, in addition to the energy label itself, with the latter being the direct response to the research question. The policy and implementation recommendations, however, are equally important for ensuring the successful integration of such a system. Aspects such as implementation strategies, prioritisation, responsibilities, and estimated timelines were also addressed. Although the core research question remained unchanged—since altering it could potentially have impacted the research methods used—it is important to recognise and reflect on the wider context and the comprehensive scope of the study.

Choice of method

The methodology for this research was carefully planned, with the focus on qualitative research through both interviews and case studies. This qualitative approach allowed for a deeper exploration of the topic as opposed to quantitative research. The comprehensive understanding of the issues, moving beyond the surface-level answers to dive deeper into the underlying reasons behind decision, was crucial for this research. The diverse methods provided a multi-faceted view of the subject, which were further enriched by the different perspectives.

One strength of this research was knowing when to zoom out. Even though the scope of this research was within the Netherlands, allowing for exploration outside of this barrier helped to strengthen the research further. The inclusion of international examples and comparisons between countries helped contextualise the findings better and provided interesting lessons learned.

The interviews were conducted with various stakeholders, ranging from sustainability consultants and researchers to building owners. This ensures that a range of viewpoints was considered, rather than solely the view from experts. This approach gave a more well-rounded understanding of the challenges involved.

An element of improvement can be seen in the case studies. Although these cases provided useful insights, they were drawn from five very different examples. While this was done on purpose and allowed for the variability in cases to be considered, it does mean that the cases are less comparable. Given the limited time available for this research it was not feasible to assess more cases, even though a broader set could have enhanced the robustness of the conclusions.

Finally, to validate the findings, an expert reflection was included to assess the preliminary results. These inputs provided additional feedback and was critical for the refinement of the final product.

Reliability

The reliability of a research refers to the extend under which the results can be reproduced when repeated under the same conditions. In this study, reliability was ensured by thoroughly developing the research methodology. The literature review was guided by specific search terms, which are shown in the appendices, sampling methods and selection criteria clearly defined, and codes for analysing of the interviews were also communicated. This contributed to consistency throughout the process.

However, it is important to note that some aspects may evolve over time. The built environment – and its people – is always changing. Opinions can change, regulations may shift and technical advancements could influence outcomes. The context in which is operated is everchanging. The buildings, as seen in the case studies, have changed a lot and will continue to change, which is a good thing. Despite these factors, the findings are generally reproducible.

Validity

The other important aspect of the evaluation of this research is validity. This assesses whether the study accurately measures what it intended to. The validity of this research can be considered strong due to variable aspects. The interviews provided direct insights into stakeholder opinions, and the case studies added real-world examples and challenges with it. However, one limitation was that not all five cases had before and after energy use data, which made it difficult to fully compare results. It would have been more effective to ensure that all cases had this data for a clearer analysis.

To ensure validity, the findings of the interview were cross-checked with the literature and then compared against the case studies. This triangulation helped verify the results and the consistency.

Bias may have influenced the findings of this research through snowball sampling bias. In some cases interviewees referred others, with may have resulted in a narrowed range of perspectives. Additionally, company affiliation bias may have been present, as several cases and interviewees were linked to the graduation company. This could have introduced some bias by means of emphasising the outcomes that align with the interests of the company. These biases should be considered when interpreting the results of this thesis.

7.1.5 Limitations

While the aim of this research is to be as comprehensive as possible and provide valuable and applicable insights, there are several limitations that should be considered.

One limitation is the dynamic nature of the field. Technology, regulations and societal perspectives on sustainability are continuously evolving. Currently, this is a topic that is quickly changing and therefore it is important to note that the extensive literature review was carried out until September 2024, with only partial incorporation of newer developments that came out after that point.

Another key limitation of this study is that the proposed design measures for the EP-Monument have not yet been extensively tested to determine whether they are the most suitable choices or if the recommendations should be integrated in a different way. Therefore, the provided example serves as exactly that—an example rather than a definitive solution. Further research is needed to evaluate the suitability of these design decisions and explore potential refinements.

Moreover, the fact that while this research sought to explore diverse perspectives through in-depth interviews, the findings of the interviews are based upon personal opinions. Efforts were made to capture a wide range of viewpoints, however the opinions gathered may not fully represent all potential perspectives. Furthermore, the sample size of the case studies was also limited, with only five case studies analysed. Expanding the number of case studies and conducting more interviews could help strengthen the findings.

Finally, the issue of the energy performance gap. This discrepancy between the theoretical and actual energy use remains a critical challenge, especially in listed buildings. This gap makes it difficult for standardised energy label to reflect the true energy performance of these listed buildings. This remains a point of attention.

7.2 Conclusions

7.2.1 Conclusions of the research

This research explored the applicability of the Dutch energy label to listed buildings, which are currently exempt from energy labelling requirements. The study emerged from the recognition that energy labels can contribute to a more sustainable building stock, as highlighted in the literature. The focus was on identifying the challenges inherent to applying the standard energy label methodology to the listed buildings and developing recommendations that align with the unique characteristics. The societal relevance of this topic lies in the protection of these buildings, as careless implementation of energy labels could lead to the loss of historical values. At the same time, climate change affects everyone, making it essential to take action. The key therefore lies in ensuring that sustainable preservation becomes the new norm. The scientific relevance of this research lies in addressing the current gap in literature surrounding the integration of the three elements of listed buildings, sustainability and green certification systems. The study aims to enhance the understanding of the integration of these three elements. Therefore, the research question concludes with answering of the main question:

“How can the energy label be tailored to address the specific needs of listed buildings in the Netherlands to enhance sustainability?”

To address this question, this research analysed the existing energy label and incorporated insights from various perspectives from all kinds of stakeholders and case studies to propose recommendations for the development of an EP-Monument label and the system around it. The recommendations are split into the energy label recommendations and policy and implementation recommendations.

The energy label recommendations propose concrete changes to the existing system, with a focus on developing a specialised EP-Monument label. These recommendations, detailed in Chapter 6, outline practical steps and design choices aimed at enhancing the label. By integrating these changes, a more effective tool for assessing the energy performance of listed buildings will be created. The design incorporating these recommendations for the new EP-Monument label is presented in Appendix 15.

1. **EP-Monument:** A specialised label designed specifically for heritage buildings would provide a more accurate and tailored assessment of their energy performance, making sure cultural-historical elements are not overlooked.
2. **Contextual information:** Energy assessments should consider the context of the building and the label should include indicators which can show whether the maximum potential has been achieved.
3. **Addition of the actual use:** The energy label should be able to also add the actual energy use as an additional metric to give context and ensure recommendations align with the building's function and occupancy.
4. **Flexibility evidence & input:** Allowing for more flexibility in the rigid monitoring assessment would make the labelling process for listed buildings better suited and reduce negative impacts through forfeited values.

5. **Guidance on improvements:** Better specific recommendations for sustainability measures in listed buildings should be given to accommodate for the cultural-historical values, instead of the standard advice.
6. **Refined labelling scale:** The addition of extra categories of G-, G-- and G--- will allow for a better representation of the energy performance and recognition of improvement steps taken.

In addition, the policy and implementation recommendations address the broader goal of creating a more adaptable and tailored framework for integrating sustainability with cultural heritage values. They highlight the need for greater policy flexibility, clearer definitions, and more detailed guidance to ensure that sustainability efforts do not undermine cultural-historical integrity. Furthermore, these recommendations stress the importance of practical, context-sensitive solutions.

7. **Shift in view and policy flexibility:** A more adaptive approach is needed to adapt to the unique characteristics of listed buildings. Current rigid regulations may not always be suitable, so policy should allow for a more tailored approach.
8. **Clearer definitions of cultural-historical value:** The documentation of cultural-historical values is not consistent and generally available. The implementation of a well-defined framework to implement this is desirable.
9. **Mandatory energy labels:** Introducing the requirement for listed buildings to also have an energy label, but without a minimum label requirement. This provides a baseline to track sustainable improvements, can increase awareness and encourage energy efficiency improvements.
10. **Specialised training:** Energy label consultants should receive additional training on the specific situations of heritage buildings to ensure more accurate evaluations and heritage-appropriate recommendations.

Together, these measures aim to facilitate a responsible and well-balanced approach for sustainable preservation of cultural heritage. They aim to improve the energy labelling system for heritage buildings, ensuring that heritage values are respected while fostering energy efficiency improvements in a way that aligns with both regulatory and practical needs, making the system more relevant, practical, and responsive to the unique requirements of cultural heritage.

Additionally, case studies (appendix CS) were conducted to further refine the information presented in the energy label, building upon recommendation 5 – guidance on improvements. These case studies provided valuable insights into why certain energy efficiency measures could or could not be implemented, offering practical examples. When compared with the findings from the literature and interviews, they resulted in a final list of easy and difficult measures (table 7.1), from which the easy are also featured on the energy label (figure 7.1).

Furthermore, the case studies also highlighted the reasons why certain measures could not be implemented, providing important context for those looking to undertake sustainability improvements. This additional information is also incorporated into the energy label by providing these case studies with the energy label, offering users actionable perspectives and real-life examples to guide their decisions.

Easy measures	Difficult measures
Improving glazing	Replacing window frames
Sealing gaps and cracks	
Roof insulation	
Installations	
System optimisation	
Hot tap water system	
LED lighting	
Pipe insulation	
Reflective insulation radiators	
Curtains	

Table 7.1 - List of easy and difficult measures (Author's work, 2025)

Gemakkelijke maatregelen voor monumenten

Monumentale gebouwen vereisen vaak een andere benadering bij het toepassen van energiebesparende maatregelen, vanwege hun cultuurhistorische waarde en de daarmee samenhangende beperkingen. Om deze reden is een gestandaardiseerde lijst opgesteld met maatregelen die vaker voorkomen bij monumenten. Deze lijst biedt gerichte aanbevelingen en maakt het mogelijk om extra aandacht te besteden aan energieverbeteringen die in de praktijk beter toepasbaar zijn binnen de kaders van monumentaal erfgoed.

Standaard aanbeveling voor monumenten:

- Beglazing verbeteren
- Kieren en naden afdichten
- Dak isoleren
- Installaties verbeteren
- Systeem optimalisatie
- Warm water systeem verbeteren
- LED verlichting
- Leidingisolatie
- Aluminiumfolie radiatoren
- Gordijnen

De volgende verbeteringen zijn **wel** gecheckt door een adviseur. De verbeteringen die zijn aanbevolen zijn omringd met een oranje rand.

Figure 7.1 - Easy measures on the EP-Monument label (Author's work, 2025)

Ultimately, if only a few things can be taken from this thesis, let them be these:

1. **The energy label is just one piece of a larger puzzle:** The adaption of the energy label is important to make sure the heritage is preserved. While this is true, it still remains a small part of the broader challenge which presents when dealing with heritage buildings: a building also has to be structurally sound, has to be fire safe. All these components make a project successful in the end. Just don't forget that the best listed building projects are not necessarily the most energy efficient ones, but the ones that look at all the puzzle pieces and fit them together in the right way.
2. **Stay focused on the ultimate goal:** As a society, the Netherlands strives to be climate neutral in 2050. This goal includes reducing emissions in every sector, so also the built environment and listed buildings. Energy labels do not always accurately represent the actual situation. The ultimate goal is to reduce emissions, so even if the energy label might indicate that a label is bad, this does not necessarily mean the emissions are very high. Therefore, a church that is only used on Sundays might not need all kinds of complex solutions and while curtains at present cannot be incorporated in the energy assessment software, they can still provide sustainable benefits.
3. **Learn from each other and from other countries:** Collaboration and knowledge-sharing have seen to be essential for making meaningful decisions and progress. Learn from examples, like England where the energy label is already implemented for listed buildings, and do not expect that the current label with the standardised recommendations will be good enough. As the English situations proved, this can lead to the loss of heritage elements and thus caution should be taken not to blindly adopt the existing system.
4. **All improvements count:** In this thesis multiple recommendations were given to enhance and tailor the energy label for listed buildings. To implement all of them, likely poses a challenge due to the complexity and budget constraints. It is important to consider that even implementing a single recommendation from this research could contribute significantly to the better sustainable preservation of these listed buildings. The most important one to be considered is specialised training, as this will hopefully automatically increase the adoption of other elements as well. Make sure that the people who work with them, have knowledge about these listed buildings.

To conclude, this research looked into the matter of sustainability in listed buildings by means of the energy label through a literature review, interviews with key stakeholders and case studies. The aim is to provide a deeper understanding of the limitations of the current energy label system and proposed adjustments to improve its implementation and applicability, with the message: invest in this system now, so you can reap the benefits later.

7.2.2 Recommendations for future research

Practical application and technical considerations.

This research consists of recommendations, so in order to translate these findings into practice, further exploration of specific tools is required. Currently, for the energy label in the Netherlands EP software such as VABI EPA or UNIEC 3 is used. If the addition of the EP-M is carried out, the additional recommendations have to be integrated in this software for it to be usable. Therefore, the design recommendations should be further refined, incorporated into the software and tested to verify their functionality and effectiveness in achieving their intended purpose.

Additionally, current online tools such as www.toolkitduurzaamereerfgoed.nl, www.degroenemenukaart.nl and www.tool.hiberatlas.com, provide a wealth of knowledge which is very useful to integrate into the EP tools as plug-ins, to enhance the usability of the energy label for listed buildings. Future research and development should assess the feasibility and effectiveness of these integrations, to ensure that they align with the goals.

Additionally, further studies are needed on heritage specific characteristics and measures of these buildings, such as the behaviour of thermal mass, passive cooling effects through linden trees, the use of moisture regulating through biobased materials, or even low-tech solutions like curtains. Studies like 'Energy performance of solid brick façades in residential monuments' (Quist et al., 2024) help understand in what way listed buildings behave differently and are vital for the better integration of accurate and specific values for these buildings. This way it becomes possible to quantify their impact and include them in future assessments.

Financial considerations

When looking at the financial implications of implementing the proposed measures, there are three key aspects that call for further research. First, a detailed cost analysis should be conducted to determine the financial implications of adapting the energy label for heritage buildings. In this way, a choice can be made to invest in developing certain elements of the proposed recommendations to maximise the best outcome with the budget available to implement this system. This includes examining the additional costs associated with the aforementioned software modifications, data collection, and rolling out the new training programme for the energy label consultants. Additionally, understanding how the costs compare to the potential energy savings and sustainability benefits could provide crucial insights into the cost-effectiveness.

Second, subsidies also play a significant role in energy efficiency measures and the maintenance of listed buildings. The effectiveness of the existing subsidies should be assessed, as well as opportunities to combine these efforts more and create integrated subsidies. Moreover, future research could investigate the allocation of subsidies in particular whether reallocating funding from advisory services to the implementation of measures would yield better sustainability impacts.

Lastly, further research should examine how individuals prioritise and balance financial and environmental considerations in sustainability decisions. Gaining insight into these priorities could help shape policies and awareness initiatives that promote long-term investments in heritage preservation.

Stakeholder engagement

The success of implementing the improved energy label for listed building depends on collaboration between multiple parties. Policy makers, building owners, energy label consultants and heritage departments and specialist all play a role in this. Future studies could examine the most effective ways to engage these stakeholders, making sure the interests are aligned and facilitate collaboration between these parties.

This also shows in the regulatory inconsistencies, such as the current policy on the installation of solar panels on historic buildings. With large differences between areas and these differences hardly communicated, the need for clearer guidelines and better communication becomes evident. Future studies could look at the streamlining of this process and in what way more transparent frameworks can be created.



8

REFLECTION

8 REFLECTION

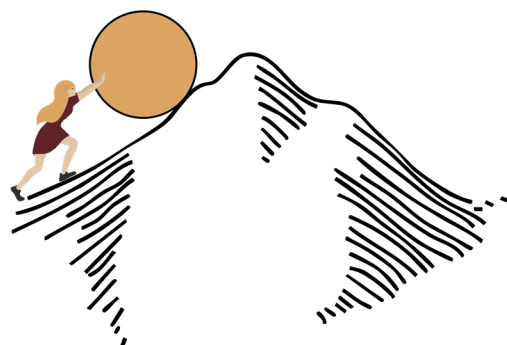
The progression of my master thesis from the P1 all the way to now the P4, has been a journey in which quite a lot happened. When I started the graduation journey in February 2024, there was still a very long road ahead. I already knew that I still had to complete the DCM course in September, meaning that my thesis would take at least until spring 2025. 1¼ year is a long time, so what ever am I going to do with all this time? I have always considered myself more action-oriented than purely academic, which is one of the reasons I chose the built environment as my field to begin with. I therefore knew that if I had to work independently on a project for such a long time, I had to choose a subject that truly interested me, ideally something with tangible outcomes.

All throughout my master, I have been drawn to complex projects. When I talk about my master and explain my interest, I often say: anyone can build a high-rise at the Zuidas, you just have to make sure there's enough money and the spreadsheet is filled in correctly. But those kinds of projects lack deeper meaning or complexity. I preferred the courses where I could take on the role of a housing corporation, working within budget constraints and aiming for a greater purpose. These projects required collaboration and problem-solving to come up with creative solutions to get the best possible outcome.

Listed buildings have this layer of complexity due to the many restrictions involved, as was also demonstrated in this thesis. Listed buildings hold such a meaningful role in our society and as an architecture student I have always appreciated the beauty and significance of these buildings. They represent the *crème de la crème* of architecture, the kind that is studied in the lecture halls. To combine all of this with sustainability - another element which is impossible to avoid in the built environment nowadays - adds to the complex puzzle and immediately sparked my interest.

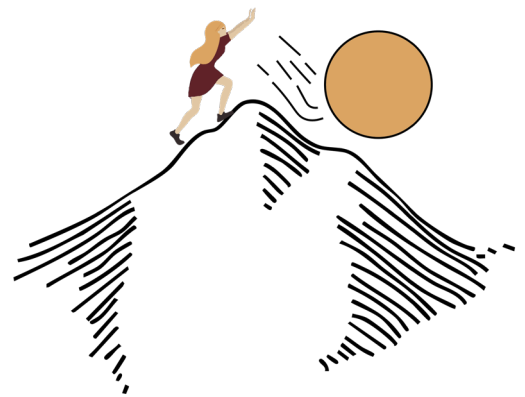
Between my bachelor and my master, I took a gap year to avoid starting my master during the pandemic. During that time, I explored various opportunities, including enrolling in a course to become an energy label consultant. Although I never ended up completing the course and the exam, it introduced me to the world of energy labels and what they could mean for sustainability. The intersection of these elements of sustainability and the energy label with heritage thus became the foundation of my thesis. As I delved deeper, I realised how relevant this topic now is. I came into contact with my graduation company and they were also intrigued by the future course of the further integration of sustainability in listed buildings on a regulatory level.

Although I found a topic which really sparked my interest, the start of my thesis to the P2 still felt like an uphill battle. There was always more literature to read, more people to talk to, always another person who had another important insight that you didn't even know existed, and sometimes finding out that what you had been working on had already (partly) been done. This meant that more than once I had to go back to the drawing board to change it all up again. At times, it felt like pushing a boulder uphill - every pause that I took, allowed it to roll back.



After a well-deserved summer break, my graduation work started again in September. Alongside DCM, which is the first course of the master track, I began with the execution of my research. At times, DCM felt redundant. Having already completed the whole master, it felt counterintuitive to be taking the very first course of the program while already being halfway through my thesis. It consumed time and energy that I would have preferred to dedicate to my research. However, in hindsight, it did provide me with a structured transition back into my thesis work. It gave me an extra quarter, which allowed me to refine my research plan, connect with stakeholders and set a clear course for the final phase.

From that point onward, it felt as though the boulder finally started rolling. The foundational work I had done earlier paid off. I began to truly grasp my subject, I was able to engage in meaningful discussions, ask critical questions, and with all of that elevate my research. The uphill struggle turned into a steady descent where things finally started to fall into place. By the end of Q1 this meant I was ready to hit the ground running. With my full focus back on my thesis I had a flying start with the execution of my research plan. The structured approach also allowed for moments of reflection: Is what I am currently doing still serving its purpose? Will this bring me to my final goal? This refining process has been continuous and iterative throughout my thesis, requiring a balance between flexibility and staying focused on the final goal. At times, the path was clearly laid out, other times it felt like I had to carve out my own way, which was demanding but necessary.



Now, as I near the end of my thesis, I feel proud of what I have accomplished over the past 14 months. Surprisingly, despite the inevitable moments of stress, I never felt as overwhelmed as I had during previous deadlines, such as my ON6 the bachelor's final project. Whether this is due to being in a field that better suits me, learning to be less self-critical while still working hard, improving my planning, or a combination of all of these factors, I am very proud of how I have managed to put all of this together by myself, while still enjoying the process.

I am especially glad that I was so selective at the start of my research in choosing a topic that truly interested me. This ensured that my motivation remained high throughout the journey, even making working long days until the early hours of the night more manageable. Additionally, taking on challenges outside of my thesis – such as committing to daily sports throughout January and running my first half marathon – helped me to maintain a strong mental health balance. Looking at other graduating students around me, I recognise how much this balance has contributed to my overall well-being, and I am proud of that.

So, I know I have always said that I do not really see myself as a researcher, but perhaps now I can say that, maybe a little bit, I am – as long as I enjoy what I am doing.



KLEINE KOMEDIE

REFERENCES

REFERENCES

- Aguacil, S., Moreno, V., & Pauwels, E. (2020). *Energy renovation of the built heritage housing based on the living building challenge certification. Case study in brescia (spain)*. <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85100403815&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=886070d5064d3eadef2744631b4c66ff&sot=b&sdt=b&s=%28TITLE-ABS-KEY%28%22green%22+OR+%22heritage%22+OR+%22monument%3F%22+OR+%22monumental+buildings%22+OR+%22buildings+with+cultural+historical+value%22+OR+%22historical+buildings%22+OR+%22buildings+with+cultural+importance%22%29+AND+TITLE-ABS-KEY%28%22sustainability%22+OR+%22energy+transition%22+OR+%22green%22+OR+%22energy+transformation%22+OR+%22sustainable%22+OR+%22carbon-neutral%22+OR+%22energy%3Fefficient%22+OR+%22environmentally+friendly%22%29%29&sl=546&sessionSearchId=886070d5064d3eadef2744631b4c66ff&relpos=58>
- Alexandra Arcipowska, Filippou Anagnostopoulos, Francesco Mariottini, & Sara Kunkel. (2014). *Energy performance certificates across the EU: A mapping of the national approaches*.
- Alghamdi, N., Den Heijer, A., & De Jonge, H. (2017). Assessment tools' indicators for sustainability in universities: An analytical overview. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 18(1), 84–115. <https://doi.org/10.1108/IJSHE-04-2015-0071>
- AlleCijfers. (2025, January 2). *Nederland in cijfers en grafieken*. AlleCijfers.nl. <https://allecijfers.nl/nederland/>
- Alsaid, A. M., Hegazi, Y. S., Shalaby, H. A., & Ahmed, M. A. (2022). Methodology to Improve Energy Efficiency of Heritage Buildings Using HBIM-Sabil Qaitbay: A Case Study from Egypt. *Civil Engineering and Architecture*, 11(1), 425–449. <https://doi.org/10.13189/cea.2023.110134>
- Baek, C., & Park, S. (2012). Policy measures to overcome barriers to energy renovation of existing buildings. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(6), 3939–3947. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2012.03.046>
- Bemer, E., Koenen, B., Schalkwijk, M., & Schalker, M. (2022). *Waarde en effecten van het energielabel* (p. 54). Kantar Public.
- Berg, F., & Donarelli, A. (2019). Energy Performance Certificates and Historic Apartment Buildings: A Method to Encourage User Participation and Sustainability in the Refurbishment Process. *The Historic Environment: Policy & Practice*, 10(2), 224–240. <https://doi.org/10.1080/17567505.2019.1592836>
- Bond, S., & Worthing, D. (2016). *Managing Built Heritage: The Role of Cultural Values and Significance*. John Wiley & Sons.
- Bragança, L., Mateus, R., & Koukkari, H. (2010). Building Sustainability Assessment. *Sustainability*, 2(7), 2010–2023. <https://doi.org/10.3390/su2072010>

Brand, S. (1995). *How buildings learn: What happens after they're built*. Penguin Books.

BRE Group. (2022, February 10). What is BREEAM? - BRE Group. <https://bregroup.com/products/breeam/>

BREEAM-NL. (n.d.). *BREEAM-NL*. Retrieved 1 May 2024, from <https://www.breeam.nl/>

Buda, A., De Place Hansen, E. J., Rieser, A., Giancola, E., Pracchi, V. N., Mauri, S., Marincioni, V., Gori, V., Fouseki, K., Polo López, C. S., Lo Faro, A., Egusquiza, A., Haas, F., Leonardi, E., & Herrera-Avellanosa, D. (2021). Conservation-Compatible Retrofit Solutions in Historic Buildings: An Integrated Approach. *Sustainability*, 13(5), 2927. <https://doi.org/10.3390/su13052927>

Carbonara, G. (2015). Energy efficiency as a protection tool. *Energy and Buildings*, 95, 9–12. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2014.12.052>

Centraal Bureau voor de Statistiek. (2023). *Welke sectoren stoten broeikasgassen uit?* [Webpagina]. Centraal Bureau voor de Statistiek. <https://www.cbs.nl/nl-nl/dossier/dossier-broeikasgassen/welke-sectoren-stoten-broeikasgassen-uit->

Centraal Bureau voor de Statistiek. (2024a, March 6). *Bijna helft elektriciteitsproductie komt uit hernieuwbare bronnen* [Webpagina]. Centraal Bureau voor de Statistiek. <https://doi.org/10/bijna-helft-elektriciteitsproductie-komt-uit-hernieuwbare-bronnen>

Centraal Bureau voor de Statistiek. (2024b, March 12). *Uitstoot broeikasgassen 6 procent lager in 2023* [Webpagina]. Centraal Bureau voor de Statistiek. <https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2024/11/uitstoot-broeikasgassen-6-procent-lager-in-2023>

Charalambides, A. G., Maxoulis, C. N., Kyriacou, O., Blakeley, E., & Frances, L. S. (2019). The impact of Energy Performance Certificates on building deep energy renovation targets. *International Journal of Sustainable Energy*, 38(1), 1–12. <https://doi.org/10.1080/14786451.2018.1448399>

Cho, H. M., Yun, B. Y., Yang, S., Wi, S., Chang, S. J., & Kim, S. (2020). Optimal energy retrofit plan for conservation and sustainable use of historic campus building: Case of cultural property building. *Applied Energy*, 275, 115313. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2020.115313>

Choudhary, S., Pipralia, S., & Kumar, N. (2020). Need for integrated approach for energy efficiency assessments and material evaluation of historic buildings. *Materials Today: Proceedings*, 42, 1727–1731. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.10.664>

Compendium voor de Leefomgeving. (2014, April 30). *Energielabels van woningen, 2007–2013* | Compendium voor de Leefomgeving. <https://www.clo.nl/indicatoren/nl055604-energielabels-van-woningen-2007-2013>

Compendium voor de Leefomgeving. (2023, March 28). *Energielabels van woningen, 2010 t/m 2022* | Compendium voor de Leefomgeving. <https://www.clo.nl/indicatoren/nl055609-energielabels-van-woningen-2010-tm-2022>

Concerted Action EPBD. (2015, August). *2016 Implementing the Energy Performance of Buildings Directive (EPBD)*. Dropbox. <https://www.dropbox.com/s/vaq0h8if64ypmlh/CA3-BOOK-2016-web.pdf?dl=0>

Crockford, D. (2014). Sustaining Our Heritage: The Way Forward for Energy-Efficient Historic Housing Stock. *The Historic Environment: Policy & Practice*, 5(2), 196–209. <https://doi.org/10.1179/1756750514Z.00000000051>

De Man, L. (2024). *Week van het Duurzaam Erfgoed*.

Diener, E., & Crandall, R. (1978). *Ethics in social and behavioral research*. Univ. of Chicago Pr.

Duijvestein, C. A. J. (1993). *Ecologisch Bouwen*.

Duurzaam Erfgoed. (2022). Right Marktonderzoek. 30-09-2022.

Encon. (2024). *Duurzaamheidscertificatie BREEAM, LEED, HQE, DGNB, WELL of Green Building*. <https://www.encon.eu/nl-BE/duurzame-gebouwen#>

Eriksson, P., Hermann, C., Hrabovszky-Horváth, S., & Rodwell, D. (2014). EFFESUS Methodology for Assessing the Impacts of Energy-Related Retrofit Measures on Heritage Significance. *The Historic Environment: Policy & Practice*, 5(2), 132–149. <https://doi.org/10.1179/1756750514Z.00000000054>

EU. (2021, February 26). *Energy performance of buildings* | EUR-Lex. <https://eur-lex.europa.eu/EN/legal-content/summary/energy-performance-of-buildings.html>

Haitink, M. (n.d.). *Hoe verduurzaam ik een monument?* Retrieved 14 January 2025, from <https://www.rheden.nl/Bibliotheek/Documenten/Inwoners/Wonen-leefomgeving/Erfgoed/Presentatie-Duurzaamheid-en-Monumenten.pdf>

HiBERTool. (2020). *DecisionTool—Start*. <https://www.tool.hiberatlas.com/en/welcome-1.html>

iBRoad. (2018). *Factsheet: Belgium—Flanders Current use of EPCs and potential links to iBRoad*.

LEED. (n.d.). *LEED rating system* | U.S. Green Building Council. Retrieved 1 May 2024, from <https://www.usgbc.org/leed>

Li, Y., Kubicki, S., Guerriero, A., & Rezgui, Y. (2019). Review of building energy performance certification schemes towards future improvement. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 113, 109244. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.109244>

Majcen, D. (2016). Predicting energy consumption and savings in the housing stock: A performance gap analysis in the Netherlands. *A+BE: Architecture and the Built Environment*, 6. <https://doi.org/10.7480/abe.2016.4>

Ministerie van Algemene Zaken. (2023, March 27). *Duurzaam bouwen—Duurzaam bouwen en verbouwen—Rijksoverheid.nl* [Onderwerp]. Ministerie van Algemene Zaken. <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/duurzaam-bouwen-en-verbouwen/duurzaam-bouwen>

Ministerie van Algemene Zaken. (2024). *Duurzame energie—Rijksoverheid.nl* [Onderwerp]. Ministerie van Algemene Zaken. <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/duurzame-energie-monumenten.nl>. (2024, February 18). *Wie wint de Erfgoed Duurzaamheidsprijs 2024?* <https://www.monumenten.nl/duurzaamheidsprijs>

monumenten.nl. (2024, February 18). *Wie wint de Erfgoed Duurzaamheidsprijs 2024?* <https://www.monumenten.nl/duurzaamheidsprijs>

Nelson, K. K., & Pritchard, A. C. (2016). Carrot or Stick? The Shift from Voluntary to Mandatory Disclosure of Risk Factors. *Journal of Empirical Legal Studies*, 13(2), 266–297. <https://doi.org/10.1111/jels.12115>

Nusselder, E. J., van de Ven, H., Haas, M., & Dulski, B. (2008). *Handboek Duurzame Monumentenzorg*.

Onecha, B., Dotor, A., & Marmolejo-Duarte, C. (2021). Beyond Cultural and Historic Values, Sustainability as a New Kind of Value for Historic Buildings. *Sustainability*, 13(15), 8248. <https://doi.org/10.3390/su13158248>

Quist, W., de Jong, N., Stappers, M., Vereecken, E., Vervoort, J., Roels, S., Huijbregts, Z., & Tenpierik, M. (2024). *Energetische prestaties van massieve baksteengevels in woonhuismonumenten*.

Restauratiefonds. (2020, May 18). *De bescherming van monumenten in Nederland | Monumenten.nl*. <https://www.monumenten.nl/monumenten-onderhouden/monumentenzorg/monumentenzorg-in-nederland>

Restauratiefonds. (2023). *Monumentale woningen*.

Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed. (2019, April 19). *Waarderen van cultureel erfgoed—Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed [Onderwerp]*. Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap. <https://www.cultureelerfgoed.nl/onderwerpen/waarderen-van-cultureel-erfgoed>

Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed. (2023, November 1). *Duurzaamheid van historische gebouwen—Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed [Onderwerp]*. Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap. <https://www.cultureelerfgoed.nl/onderwerpen/duurzaamheid>

Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed. (2024a). *Omgevingswet—Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed [Onderwerp]*. Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap. <https://www.cultureelerfgoed.nl/onderwerpen/omgevingswet>

Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed. (2024b). *Rijksmonumenten en de Erfgoedwet—Erfgoedwet—Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed [Onderwerp]*. Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap. <https://www.cultureelerfgoed.nl/onderwerpen/erfgoedwet/rijksmonumenten-en-de-erfgoedwet>

Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed. (2024c, December 31). *Erfgoedmonitor—Dashboard—Monumenten—Nederland*. <https://erfgoedmonitor.cultureelerfgoed.nl/viewer/>

Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed. (2025). *Erfgoedatlas | Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed*. <https://rce.webgis.nl/nl/map/erfgoedatlas>

Rijksdienst voor Ondernemend Nederland. (2023). *Monitor Verduurzaming Gebouwde Omgeving 2023*. 74.

Rijksdienst voor Ondernemend Nederland. (2024a). *Beoordeling geschiktheid energielabelsystematiek bij monumenten*.

Rijksdienst voor Ondernemend Nederland. (2024b). *Monitor Verduurzaming Gebouwde Omgeving 2024*.

Rijksdienst voor Ondernemend Nederland. (2024c, January 1). *Alles over energieprijzen—Energiecijfersdatabank*. <https://energiecijfers.databank.nl/dashboard/dashboard/energielabels>

Rijksdienst voor Ondernemend Nederland. (2024d, January 9). *Hernieuwbare energie bij ingrijpende renovatie*. RVO.nl. <https://www.rvo.nl/onderwerpen/wetten-en-regels-gebouwen/energieprestatie-eisen-verbouw-renovatie/hernieuwbare-energie>

Rijksdienst voor Ondernemend Nederland. (2024e, January 9). *Verduurzaming gebouwen—Monumenten en musea*. RVO.nl. <https://www.rvo.nl/onderwerpen/verduurzaming-utiliteitsbouw/maatschappelijk-vastgoed/monumenten-en-musea>

Rijksdienst voor Ondernemend Nederland. (2024f, February 16). *Energieprestatie—BENG*. RVO.nl. <https://www.rvo.nl/onderwerpen/wetten-en-regels-gebouwen/beng>

Rijksdienst voor Ondernemend Nederland. (2024g, April 19). *Energielabel utiliteitsgebouwen*. RVO.nl. <https://www.rvo.nl/onderwerpen/wetten-en-regels-gebouwen/energielabel-utiliteitsgebouwen>

Rijksdienst voor Ondernemend Nederland. (2024h, July 11). *Energieprestatie indicatoren—BENG*. RVO.nl. <https://www.rvo.nl/onderwerpen/wetten-en-regels-gebouwen/beng/indicatoren>

Rijksdienst voor Ondernemend Nederland. (2024i, November 8). *Informatie voor Energieprestatieadviseurs*. RVO.nl. <https://www.rvo.nl/onderwerpen/wetten-en-regels-gebouwen/informatie-epa>

Rijksoverheid. (2022a). *Klimaatbeleid—Klimaatverandering—Rijksoverheid.nl* [Onderwerp]. Ministerie van Algemene Zaken. <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/klimaatverandering/klimaatbeleid>

Rijksoverheid. (2022b, February 14). *Klimaat en energie | Regering | Rijksoverheid.nl*. <https://www.rijksoverheid.nl/regering/coalitieakkoord-omzien-naar-elkaar-vooruitkijken-naar-de-toekomst/2.-duurzaam-land/klimaat-en-energie>

Rijksoverheid. (2022c, April 4). *Energielabel woning—Energielabel woningen en gebouwen—Rijksoverheid.nl* [Onderwerp]. Ministerie van Algemene Zaken. <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/energielabel-woningen-en-gebouwen/energielabel-woning>

Rijksoverheid. (2024a, March 5). *Waarom een verplicht energielabel? - Energielabel woningen en gebouwen - Rijksoverheid.nl* [Onderwerp]. Ministerie van Algemene Zaken. <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/energielabel-woningen-en-gebouwen/waarom-een-verplicht-energielabel>

Rijksoverheid. (2024b, March 14). *Voor welke woningen en gebouwen is een energielabel verplicht?* - Rijksoverheid.nl [Onderwerp]. Ministerie van Algemene Zaken. <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/energielabel-woningen-en-gebouwen/vraag-en-antwoord/onderwerpen/energielabel-woningen-en-gebouwen/vraag-en-antwoord/wanneer-is-het-energielabel-voor-woningen-verplicht>

Sesana, M. M., & Salvalai, G. (2018). A review on Building Renovation Passport: Potentialities and barriers on current initiatives. *Energy and Buildings*, 173, 195–205. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2018.05.027>

Troi, A. (Eurac R., & Bastian, Z. (Passive H. I. (Eds.). (2015). *Energy Efficiency Solutions for Historic Buildings: A Handbook*. DE GRUYTER. <https://doi.org/10.1515/9783038216506>

Tsoumanis, G., Formiga, J., Bilo, N., Tsarchopoulos, P., Ioannidis, D., & Tzovaras, D. (2021). The Smart Evolution of Historical Cities: Integrated Innovative Solutions Supporting the Energy Transition while Respecting Cultural Heritage. *Sustainability*, 13(16), 9358. <https://doi.org/10.3390/su13169358>

United Nations. (2024, January 1). *Cities and climate change*. UNEP - UN Environment Programme. <http://www.unep.org/explore-topics/resource-efficiency/what-we-do/cities/cities-and-climate-change>

U.S. Green Building Council. (2021, July). *What is WELL?* | U.S. Green Building Council. <https://www.usgbc.org/articles/what-well>

U.S. Green Building Council. (2023, September). *LEED rating system* | U.S. Green Building Council. <https://www.usgbc.org/leed>

van der Veer, J. (2021, September 30). *NTA8800 of ISSO?* <https://bengcert.nl/algemeen/regelgeving/nta8800-of-isso/>

Van Krugten, L. T. F., Hermans, L. M. C., Havinga, L. C., Pereira Roders, A. R., & Schellen, H. L. (2016). Raising the energy performance of historical dwellings. *Management of Environmental Quality: An International Journal*, 27(6), 740–755. <https://doi.org/10.1108/MEQ-09-2015-0180>

Waarderingskamer. (2024, January 11). *Energiezuinigheid (energielabel) en de WOZ-waarde*. Waarderingskamer. <https://www.waarderingskamer.nl/woz-wijzer/uitleg-woz-waarde/hoe-wordt-de-woz-waarde-bepaald/energiezuinigheid-energielabel-en-de-woz-waarde>

WEii. (2024). *Home—WEii*. <https://www.wei.nl/>

WELL. (n.d.). *WELL - International WELL Building Institute*. Retrieved 1 May 2024, from <https://iwbi-wearewell.netlify.app/home>

Woninglabel. (2022, April 14). *Het proces* | *Hoe het werkt*. Woninglabel.nl. <https://woninglabel.nl/hoe-het-werkt/het-proces/>

www.Joostdevree.nl. (2025). *Warmtegeleidingscoefficient lambda*. <https://www.joostdevree.nl/shtmls/warmtegeleidingscoefficient.shtm>



APPENDICES

APPENDICES

Appendix 1	Systematic research search
Appendix 2	Intake form
Appendix 3	Classification energy label per function
Appendix 4	Table with interventions
Appendix 5	Research design
Appendix 6	Interview protocol EP consultant
Appendix 7	Informed consent
Appendix 8	Selection criteria interviewees
Appendix 9	Data management plan
Appendix 10.1	Deductive coding Atlas.ti
Appendix 10.2	Inductive coding Atlas.ti
Appendix 11	Worksheet Mo-coefficient
Appendix 12	Excel sheet case study analysis
Appendix 13	Non-implemented sustainability measures cases
Appendix 14	Current energy label
Appendix 15	New EP-Monument energy label
Appendix CS	Case study booklet

APPENDIX 1 - SYSTEMATIC RESEARCH SEARCH

Research question

How can a green certification system be developed for listed buildings in the Netherlands to enhance sustainability?

Main concepts

1. Green certification system
2. Listed buildings
3. Sustainability

Scopus search terms

1st search:

Search within Article title, Abstract, Keywords:

"green certification system" OR "green certification model" OR "energy label" OR "green certification" OR "certification of sustainability" OR "energy efficiency assessment"

AND

"listed buildings" OR "heritage" OR "monument?" OR "monumental buildings" OR "buildings with cultural historical value" OR "historical buildings" OR "buildings with cultural importance"

AND

"sustainability" OR "energy transition" OR "green" OR "energy transformation" OR "sustainable" OR "carbon?neutral" OR "energy?efficient" OR "environmentally friendly"

Results: 2 papers

2nd search: addition "energy performance certificate"

"green certification system" OR "green certification model" OR "energy label" OR "green certification" OR "certification of sustainability" OR "energy efficiency assessment" OR "energy performance certificate"

AND

"listed buildings" OR "heritage" OR "monument?" OR "monumental buildings" OR "buildings with cultural historical value" OR "historical buildings" OR "buildings with cultural importance"

AND

"sustainability" OR "energy transition" OR "green" OR "energy transformation" OR "sustainable" OR "carbon?neutral" OR "energy?efficient" OR "environmentally friendly"

Results: 7 papers

3rd search: change "energy performance certificate" to "energy performance"

"green certification system" OR "green certification model" OR "energy label" OR "green certification" OR "certification of sustainability" OR "energy efficiency assessment" OR "energy performance"

AND

"listed buildings" OR "heritage" OR "monument?" OR "monumental buildings" OR "buildings with cultural historical value" OR "historical buildings" OR "buildings with cultural importance"

AND

"sustainability" OR "energy transition" OR "green" OR "energy transformation" OR "sustainable" OR "carbon?neutral" OR "energy?efficient" OR "environmentally friendly"

Results: 138 papers, from 2019-2024: 74 papers

4th search: addition * and ? to more words

"green certification system" OR "green certification model" OR "energy label*" OR "green certificat*" OR "certificat* of sustainability" OR "energy efficiency assessment" OR "energy performance"

AND

"listed buildings" OR "heritage" OR "monument*" OR "monumental buildings" OR "buildings with cultural historical value" OR "historic* buildings" OR "buildings with cultural importance"

AND

"sustainability" OR "energy transition" OR "green" OR "energy transformation" OR "sustainab*" OR "carbon?neutral" OR "energy?efficient" OR "environment* friendly"

Results: 153 papers, from 2019-2024: 85 papers

Satisfied with number of papers and initial scan of titles and abstracts

APPENDIX 2 - INTAKE FORM

ISSO

1. Algemene gebouwgegevens

Gebouwhoogte		m.
Aantal bouwlagen gebouw		

Rekenzone

Bouwjaar:		
Renovatiejaar		
qv,10-waarde gemeten	☐ Nee	
	☐ Ja	Gemeten qv,10 waarde $\text{dm}^3/(\text{s} \cdot \text{m}^2)$

Specificatie van de bouwwijze	☐ • Houtskeletbouw (hsb) ☐ • Staalframebouw (sfb) ☐ • Staalkeletbouw met hsb of sfb vloeren ☐ • Staalkeletbouw met staal-beton of niet-massieve betonnen vloeren ☐ • Dragend metselwerk met houten vloeren ☐ • Betonnen kolom-ligger skeletbouw met niet-massieve betonnen vloeren ☐ • Dragend metselwerk met niet-massieve betonnen vloeren ☐ • Betonnen wand-vloer skeletbouw met massieve en niet-massieve betonnen vloeren ☐ • Dragend metselwerk met massieve betonnen vloeren	Minder dan 250 kg/m ² 250 tot 500 kg/m ² 500 tot 750 kg/m ² Meer dan 750 kg/m ²
-------------------------------	---	--

Gebruiksoppervlakte

1 ^e bouwlaag:		m ²
2 ^e bouwlaag:		m ²

Thermische eigenschappen leidingdoorvoeren

☐ Niet aanwezig	☐ Aanwezig	☐ Onbekend
	Aantal aanwezige verticale leidingen die door de thermische schil gaan Leiding geïsoleerd: ☐ ja ☐ nee Aantal bouwlagen van de rekenzone waardoor de verticale leidingen lopen	

U Module 3, voorbeeldexamen, Opnameformulier v2.0

Blad 2 van 26

ISSO

2. Bouwkundig

Vloeren

Vloeren grenzend aan onverwarmde ruimtes, serre, buiten, kruipruimte of grond

Naam bouwdeel	Bruto oppervl. [m ²]	Begrenzing ¹	Vloer boven mv [m]	Perimeter [m]	Basisopname Isolatie; geen, dikte [mm] of bouwjaar	Luchtsponw aanwezig ² (Ja of Nee)	Thermokussen (aanwezig: Ja of Nee)	Rc-waarde [m ² ·K/W]	Code verklaring

¹ Begrenzing: Buitenlucht (B), Water (W), Kruipruimte (K), Grond (G), Aangrenzende onverwarmde ruimte (AOR), Aangrenzende Onverwarmde Serre (AOS), Aangrenzende sterk geventileerde ruimte (ASGR),).

² Luchtsponw aanwezig: alleen invullen als er geen isolatie aanwezig is, isolatiedikte niet te bepalen is of als de isolatiedikte < 4 cm is!

Indien vloer grenst aan kruipruimte.

Kruipruimte nr:	
Bodem kruipruimte:	☐ Geïsoleerd ☐ Niet geïsoleerd ☐ Onbekend
	Rbf-waarde (alleen gecontroleerde verklaring) [m ² ·K/W]: Code gecontroleerde verklaring:

Gevels

Naam bouwdeel	Bruto oppervl. [m ²]	Begrenzing ¹ ?	Hellingshoek	Oriëntatie	Basisopname Isolatie; geen, dikte [mm] of bouwjaar ²	Luchtsponw aanwezig ³ (Ja of Nee)	Rc-waarde [m ² ·K/W]	Code verklaring

¹ Begrenzing: Buitenlucht (B), Water (W), Kruipruimte (K), Grond (G), Aangrenzende onverwarmde ruimte (AOR), Aangrenzende Onverwarmde Serre (AOS), Aangrenzende sterk geventileerde ruimte (ASGR),).

² Bij bouwjaar < 1965 moet ook opgegeven worden of de aanwezigheid van isolatie onbekend is (IO), of dat de dikte van aanwezige isolatie onbekend is (DO)

³ Luchtsponw aanwezig: alleen invullen als er geen isolatie aanwezig is, isolatiedikte niet te bepalen is of als de isolatiedikte < 4 cm is!

U Module 3, voorbeeldexamen, Opnameformulier v2.0

Blad 3 van 26

Deelconstructies

Ramen basisopname (rekenzone met koeling)

Naam bouwdeel	Oppervlak [m²]	Basis opname		Helling hoek	Zonwering Type ₃	Regeling ⁴	Belemmering		Rel. hoogte overstek (h _e)	Begrenzing ⁵	Oriëntatie	In geval van kwaliteitsverklaring		
		Type kozijn ¹	Type glas ²				Rel. hoogte (h _e)	Relatieve breedte (b _e) Links Rechts				U-waarde [W/m²·K]	g (-)	Code verklaring

1 Type kozijn (basisopname), keuze uit: A: hout/kunststof B: Metaal thermisch onderbroken C: Metaal niet thermisch onderbroken
 2 Type glas of deur (basisopname), keuze uit: A: 3-voudig HR glas B: HR++ C: HR+ D: HR-glas E: Standaard dubbelglas/voorzet raam F: Enkelglas (glas in lood)
 3 A: Uitvalscherm, B: Knikscherm, C1: Soreen (zwart, antraciet, donkerbruin), C2: Soreen (Wit), C3 Soreen (Overige kleuren), C4 Soreen (kleur onbekend), D1: Jaloezieën (zwart, antraciet, donkerbruin), D2: Jaloezieën (Wit), D3: Jaloezieën (Overige kleuren), D4: Jaloezieën (Onbekend), E1 Vaste zonwering (ggl,alt (de zontoetredingsfactor van het raam inclusief vaste zonwering en ggl,dif (de zontoetredingsfactor van de beglazing inclusief vaste zonwering voor isotrope diffuse zonnestraling opgeven)
 4: A: automatisch, B1: handbediend met lichtwering, B2: handbediend zonder lichtwering
 5 Begrenzing: Buitenlucht (B), Water (W), Kruipruimte (K), Grond (G), Aangrenzende onverwarde ruimte (AOR), Aangrenzende Onverwarde Serre (AOS), Aangrenzend sterk geventileerde ruimte (ASGR).

3. Installaties

Ruimteverwarming

Type verwarming: ☐ individueel ☐ collectief ☐ Warmtelevering derden¹

¹ Indien hier gekozen is voor warmtelevering derden dan hieronder bij 'verwarmingstoestel' ook 'warmtelevering derden opgeven

1* Verwarmingstoestel:

☐ Lokale gaskachel	☐ met afvoer	☐ zonder afvoer
☐ Lokale oliekachel	☐ met afvoer	☐ zonder afvoer
☐ Elektrische verwarming		
☐ Conventionele ketel of moederhaard	☐ Aantal met waakvlam	Direct gestookte lucht verwarmers
☐ VR ketel:		
☐ HR 100 ketel		☐ Nee ☐ Ja
☐ HR 104 ketel		
☐ HR 107 ketel		
☐ WKK	☐ Met HRE-label ☐ Zonder HRE-label	
	Vermogen wkk (kW) (Elektrisch)	
	Bouwjaar WKK	☐ Tot en met 2006 ☐ Na 2006
☐ Warmtepomp(WP):	Aandrijving WP ☐ gas ☐ elektrisch	
	Vermogen WP (kW)	
	☐ Met WP-keur ☐ Geen WP-keur	
Bron	☐ bodem ^a ☐ Grondwater/aquifer ☐ dublet- ☐ recirculatiesysteem ☐ onbekend	
	☐ buitenlucht ☐ Warmte uit retour-/afvoerlucht	
	☐ Oppervlakte water (alleen U-bouw) ☐ Buitenlucht/retourlucht	
	☐ Lucht/Lucht WP	
☐ Onbekend (alleen bij collectief)		

Voor gastoestellen en biomassa gestookte ketels		
Plaats toestel:	☐ Binnen de thermische zone	☐ Buiten de thermische zone

2^e Verwarmingstoestel:

☐ Lokale gaskachel	☐ met afvoer	☐ zonder afvoer
☐ Lokale oliekachel	☐ met afvoer	☐ zonder afvoer
☐ Elektrische verwarming		
☐ Conventionele ketel of moederhaard	☐ Aantal met waakvlam	Direct gestookte lucht verwarmers ☐ Nee ☐ Ja
☐ VR ketel:		
☐ HR 100 ketel		
☐ HR 104 ketel		
☐ HR 107 ketel		
☐ WKK	☐ Met HRE-label	☐ Zonder HRE-label
	Vermogen wkk (kW) (Elektrisch)	
	Bouw jaar WKK	☐ Tot en met 2006 ☐ Na 2006
☐ Warmtepomp(WP):	Aandrijving WP	☐ gas ☐ elektrisch
	Vermogen WP (kW)	
	☐ Met WP-keur	☐ Geen WP-keur
Bron	☐ bodem ^a	☐ Grondwater/aquifer ☐ doublet- ☐ recirculatiesysteem ☐ onbekend
	☐ buitenlucht	☐ Warmte uit retour-/afvoerlucht
	☐ Oppervlakte water (alleen U-bouw)	☐ Buitenlucht/retourlucht
	☐ Lucht/Lucht WP	
☐ Onbekend (alleen bij collectief)		
Voor gastoestellen en biomassa gestookte ketels		
Plaats toestel:	☐ Binnen de thermische zone	☐ Buiten de thermische zone

U Module 3, voorbeeldexamen, Opnameformulier v2.0

Blad 6 van 26

Gelijkwaardigheids- en/of kwaliteitsverklaringen

Is er voor het opwektoestel gebruik gemaakt van gelijkwaardigheids- en/of kwaliteitsverklaringen?			
Opwekkers:	☐ Nee	☐ Ja	Brandstof ^a
			Rendement
			Fractie hernieuwbaar
			Code BCRG
Is er voor hulpenergie van het toestel gebruik gemaakt van gelijkwaardigheids- en/of kwaliteitsverklaringen?			
☐ Ja	☐ Nee	☐ Ja,	verklaring hulpenergie opwekker
Opmerking: In plaats van de constanten A, B, C en B-nominaal kan ook WHaux worden vermeld op een verklaring			Constante A
			Constante B
			Constante C
			B nominaal
			Code BCRG
			WHaux.gen
			Code BCRG
☐ Nee			
Fabricagejaar toestel:	☐ Tot en met 2014	☐ Vanaf 2015	☐ Onbekend

Distributiedmedium

☐ Geen	
☐ Water	
Ontwerptemperatuur klasse	
☐ 30/27 °C	☐ 55/47 °C
☐ 35/30 °C	☐ 65/55 °C ^a
☐ 40/35 °C	☐ 75/65 °C ^a
☐ 45/40 °C	☐ 80/60 °C ^a
☐ 50/42 °C	☐ 90/70 °C ^a

^a niet mogelijk bij een warmtepomp, indien er een warmtepomp aanwezig is met een aanvoertemperatuur > 55° C moet er een gecontroleerde verklaring aanwezig zijn.

U Module 3, voorbeeldexamen, Opnameformulier v2.0

Blad 7 van 26

Distributie warmte door water

☐ Twee pijpsysteem	☐ Eenpijpsysteem
	☐ Gerenoveerd 1 pijpsysteem
	Aantal afgiftesystemen

Distributiesysteem ingeregeld

☐ Onbekend/Nee	☐ Ingeregeld (EN 14336 of gelijkwaardig)
	2 pijpsysteem
	☐ Statisch ingeregeld per radiator of per wand-, vloer of plafondverwarming, zonder dat er sprake is van groepsbalans
	☐ Statisch ingeregeld per radiator of per wand-, vloer of plafondverwarming, met groepsbalans (bijvoorbeeld met inregelafsluiter op de groep)
	☐ Statisch ingeregeld per radiator of per wand-, vloer of plafondverwarming en dynamisch groepsevenwicht (bijvoorbeeld met drukverschilregelaar op de groep)
	☐ Dynamisch gebalanceerd radiator of per wand-, vloer of plafondverwarming (bijv. Met automatische stroombegrenzers / differentiaaldrukregelaars)
	1 pijpsysteem
	☐ Statisch ingeregeld per verwarmingscircuit
	☐ Dynamisch gebalanceerd per circuit (door bijvoorbeeld met automatische stroom-begrenzers
	☐ Dynamisch gebalanceerd per circuit (bijvoorbeeld met automatische stroombegrenzers) en dynamisch geregeld afhankelijk van de warmtevraag in de rekenzone (bijvoorbeeld beperking van retourtemperatuur)
	☐ Dynamisch gebalanceerd per circuit (bijvoorbeeld met automatische stroombegrenzers) en dynamisch geregeld afhankelijk van de warmtevraag (verschil in toevoer-retour temperatuur)

Distributiepompen

Hoofd circulatiepomp [W]	☐ Forfaitair	☐ Vermogen		W
		☐ Via gecontroleerde verklaring		
		Vermogen [W]		W
		Energie-efficiëntie-index		
		Nr. verklaring		

Leidingen in verwarmde ruimten

Leidinglengte:									
☐ Forfaitaire leidinglengte									
☐ Lengte leiding									m
Maximale lengte									m
Leidingen geïsoleerd?									
☐ Nee								☐ Ja	☐ Onbekend
Zijn er leidingen aanwezig in een niet-geïsoleerde buiten wand en/of vloer (onderdeel thermische schil)	☐ Ja							Isolatiejaar:	
	☐ Nee/ onbekend							☐ voor 1980	☐ 1980 tot 1995
								☐ Vanaf 1995	☐ Onbekend
Appendages en beugels geïsoleerd?									
☐ Nee	☐ Ja								

Leidingen in onverwarmde ruimten

Lopen er leidingen door onverwarmde ruimten?									
☐ Nee									
☐ Ja									
Lengte:									
☐ Forfaitaire leidinglengte (15%)									
☐ Werkelijke lengte [m]									
Leidingen geïsoleerd?									
☐ nee								☐ ja	☐ Onbekend
								Isolatiejaar:	
								☐ voor 1980	☐ 1980 tot 1995
								☐ Vanaf 1995	☐ Onbekend

Afgiftesysteem en regeling

Hoogte ruimte met grootste gebruiksooppervlak in de rekenzone:			
☐ ≤ 4m	☐ 4 m < h ≤ 8 m	☐ > 8 m	

Afgiftesysteem

☐ Lokale kachel							
☐ Radiatoren/convectoren							
Extra ventilator aanwezig	☐ Nee	☐ Ja	aantal extra ventilatoren		vermogen		
Opstelplaats	☐ Voor binnenwand	☐ Voor buitenwand					
☐ vloerverwarming/wandverwarming/plafond							
☐ Luchtverwarming							
Positie afgiftesysteem	☐ buitenwandgebied	☐ binnenwandgebied					
Ingeblazen lucht wordt naverwarmd	☐ Ja	☐ Nee					
Ventilator voor circulatie van de lucht aanwezig	☐ Ja	☐ Nee					
Bij ruimte in rekenzone hoger dan 4 m.							
Aanvullende ventilatoren voor verticale luchtcirculatie	☐ Ja						
		aantal ventilatoren					
		regeling ventilatoren	☐ 2 standen regelaar	☐ PI-regelaar			
	☐ Nee						
Inblaasrichting							
	☐ Horizontale toevoer (wand)	☐ Horizontale toevoer (wand) laag temperatuursysteem (alleen geldig voor plafonds tot een hoogte van 6 m)					
	☐ Toevoer vanaf boven (plafond)	☐ Toevoer vanaf boven (plafond) laag temperatuursysteem (alleen geldig voor plafonds tot een hoogte van 6 m)					
Directe luchtverwarmer	☐ Nee (indirecte luchtverwarmer)	☐ Ja					
		☐ Axiale ventilator	☐ radiale ventilator				

Regeling

☐ Regeling in hoofdvertrek (kamerthermostaat)
☐ Automatische temperatuurregeling per ruimte
☐ Automatische temperatuurregeling per ruimte met handmatig overrulen (aan/uit)
☐ Automatische temperatuurregeling per ruimte met handmatig overrulen (aan/uit) en adaptieve regeling
☐ Centrale aanvoertemperatuur regeling

U Module 3, voorbeeldexamen, Opnameformulier v2.0

Blad 10 van 26

☐ regeling gecertificeerd volgens EN215 / EN15500
☐ verklaring volgens EN215 / EN15500

U Module 3, voorbeeldexamen, Opnameformulier v2.0

Blad 11 van 26

Koeling

Wordt gebouw gekoeld?	☐ Ja	☐ Nee
-----------------------	--------------------------	---------------------------

Koelinstallatie

Type koelsysteem:	☐ individueel	☐ collectief	☐ Koudelevering derden
Aantal bouwlagen waardoor de leidingen lopen:			
Aantal opwekkers:			

Bij Collectieve opwekking

Ag van het gebouw aangesloten op de installatie	m²
Aantal bouwlagen van het totale gebouw waarop het systeem is aangesloten:	

Koude opwekker 1

Type koeling
☐ Compressiekoeling
☐ Absorptiekoeling
☐ Passieve of vrije koeling
☐ Koudelevering derden
☐ Onbekend (alleen bij collectief)

¹ Indien hier gekozen is voor warmtelevering derden dan hieronder bij 'type koeling' ook 'koudelevering derden' opgeven

Indien compressiekoeling

☐ Directe expansie in de ruimte (airconditioning)	
Gecontroleerde verklaring aanwezig ?	
☐ Nee	☐ Ja
Type: ☐ Multi-split ^A ☐ Single-split ^A	Rendement
Vermogen [kW]:	Fractie hernieuwbaar
Aandrijving: ☐ Gas ☐ Elektriciteit	Code BCRG

U Module 3, voorbeeldexamen, Opnameformulier v2.0

Blad 12 van 26

					Vermogen ^B
☐ Directe expansie in LBK (DX-systeem)					
Gecontroleerde verklaring aanwezig ?					
☐ Nee	☐ Ja				
Vermogen:	Vermogen				
	Fractie hernieuwbaar				
	Code BCRG				
☐ Met indirecte verdamping					
☐ Aandrijving met elektriciteit	☐ Aandrijving met gasmotor				
Distributiesysteem voor koude geeft koude af aan:					
☐ afgiftesystemen in de ruimtes	☐ aan de luchtbehandelingskast	☐ beiden			
Nominale vermogen					
☐ Onbekend	☐ Vermogen (kW)				
Gecontroleerde verklaring ?					
☐ Nee (onderstaande gegevens invullen)	☐ Ja				
	Rendement				
	Fractie hernieuwbaar				
	Code BCRG				
Bij geen verklaring:					
☐ Luchtgekoelde condensor	☐ Water gekoelde condensor				
☐ Warmte-afvoer naar buiten met buitenluchtcondities	☐ Droge koeltoren ☐ Met geluidsdemper ☐ Zonder geluidsdemper				
☐ Warmte-afvoer naar afvoerlucht met binnencondities	☐ Natte condensor of koeltoren				
	☐ Gesloten circuit ☐ Open circuit				
	☐ Met geluidsdemper (radiaal ventilator) ☐ Zonder geluidsdemper				
	☐ Warmte-koude opslag				
	☐ Bodem warmtewisselaar				
	☐ Oppervlakte water				
	☐ Hybride koeltoren (alleen via gecontroleerde verklaring)				

^A. In de NTA 8800 kan maar een split-systeem worden opgegeven. Indien er meerdere zijn wordt het split systeem met het slechtste rendement gekozen, tenzij een van de splitsystemen meer dan 90% van de gebruiksoppervlakte koelt, in dat geval wordt deze splitunit aangehouden.

^B. Alleen indien er meerdere opwekkers zijn

U Module 3, voorbeeldexamen, Opnameformulier v2.0

Blad 13 van 26

Temperatuur niveau bij water gevoede systemen

Ontwerptemperatuur klasse	
☐	6°C/12°C
☐	12°C/16°C
☐	12°C/18°C
☐	17°C/21°C

Distributie

Distributiemedium

☐	Water
☐	Geen

Distributiesysteem ingeregeld

☐	Onbekend/Nee	☐	Ingeregeld (EN 14336 of gelijkwaardig)
☐		☐	Statisch ingeregeld per radiator of per wand-, vloer of plafondverwarming, zonder dat er sprake is van groepsbalans
☐		☐	Statisch ingeregeld per radiator of per wand-, vloer of plafondverwarming, met groepsbalans (bijvoorbeeld met inregelafsluiter op de groep)
☐		☐	Statisch ingeregeld per radiator of per wand-, vloer of plafondverwarming en dynamisch groepsvenwicht (bijvoorbeeld met drukverschilregelaar op de groep)
☐		☐	Dynamisch gebalanceerd radiator of per wand-, vloer of plafondverwarming (bijv. Met automatische stroombegrenzers / differentiaaldrukregelaars)

Leidingen in gekoelde ruimten (alleen bij water gevoede systemen)

Leidinglengte:			
☐	Forfaitaire leidinglengte		
☐	Lengte leiding		m
☐	Maximale lengte		m
Leidingen geïsoleerd?			
☐	Nee	☐	Ja
☐	Ja	☐	Isolatiejaar:
☐		☐	Onbekend

U Module 3, voorbeeldexamen, Opnameformulier v2.0

Blad 14 van 26

☐	Zijn er leidingen aanwezig in een niet-geïsoleerde buiten wand en/of vloer (onderdeel thermische schil)	☐	Nee/onbekend	☐	voor 1980	☐	1980 tot 1995	☐	Vanaf 1995	☐	Onbekend
Appendages en beugels geïsoleerd?											
☐	Nee	☐	Ja								

Leidingen in niet gekoelde ruimten (alleen bij water gevoede systemen)

Lopen er leidingen door niet gekoelde ruimten?									
☐ Nee									
☐ Ja									
Lengte:									
☐ Forfaitaire leidinglengte (15%)									
☐ Werkelijke lengte [m]									
Leidingen geïsoleerd?									
☐ nee		☐ ja						☐ Onbekend	
		Isolatiejaar:							
		☐ voor 1980		☐ 1980 tot 1995		☐ Vanaf 1995		☐ Onbekend	

Afgiftesysteem

☐ Vloerkoeling/wandkoeling/plafondkoeling									
☐ Ventilatorconvector		☐	Bevestigd in of aan plafond		☐	Bevestigd tegen muur			
☐ Luchtkoeling									
Extra ventilatoren aanwezig			☐	Nee		☐	Ja	aantal extra ventilatoren	vermogen

Regeling

☐	Regeling in hoofdvertrek (kamerthermostaat)
☐	Automatische temperatuurregeling per ruimte
☐	Automatische temperatuurregeling per ruimte met handmatig overrulen (aan/uit)

U Module 3, voorbeeldexamen, Opnameformulier v2.0

Blad 15 van 26

☐	Automatische , temperatuurregeling per ruimte met handmatig overrulen (aan/uit) en adaptieve regeling
☐	Centrale aanvoertemperatuur regeling
☐	regeling gecertificeerd volgens EN215 / EN15500
☐	verklaring volgens EN215 / EN15500
☐	Onbekende regeling

Ventilatie

☐	A Natuurlijke toe- en afvoer (type A)
☐	A.1 Standaard
☐	A.2a Luchtdrukgestuurde toevoer $\Delta p \leq 1$ Pa
☐	A.2b Luchtdrukgestuurde toevoer $1 \text{ Pa} < \Delta p \leq 5$ Pa
☐	A.2c Luchtdrukgestuurde toevoer $5 \text{ Pa} < \Delta p \leq 10$ Pa of roostertype onbekend maar zelfregelende klep wel aanwezig
☐	B Mechanische toevoer (type B)
☐	B.1 Standaard of mechanische toevoer sturing onbekend
☐	B.2 Tijdsturing op toevoer, zonder zonering
☐	B.3 CO ₂ -sturing per verblijfsruimte
☐	C Mechanische afvoer (type C)
☐	C.1 Standaard of mechanische afvoer sturing of regeling onbekend
☐	C.2a Luchtdrukgestuurde toevoer $\Delta p \leq 1$ Pa
☐	C.2b Luchtdrukgestuurde toevoer $1 \text{ Pa} < \Delta p \leq 5$ Pa
☐	C.2c Luchtdrukgestuurde toevoer $5 \text{ Pa} < \Delta p \leq 10$ Pa of roostertype onbekend maar zelfregelende klep wel aanwezig
☐	C.3a Tijdsturing afvoer, zonder zonering
☐	C.3b Luchtdrukgestuurde toevoer $\Delta p \leq 1$ Pa, tijdsturing afvoer, zonder zonering
☐	C.3c Tijdsturing toe- en afvoer zonder zonering
☐	C.4b CO ₂ -sturing indirect op toevoer per verblijfsruimte, zonder zonering
☐	C.4c Luchtdrukgestuurde toevoer $\Delta p \leq 1$ Pa, CO ₂ -sturing op afvoer per verblijfsruimte, zonder zonering
☐	D Mechanische toe- en afvoer (balansventilatie, type D)
☐	D.1 Standaard of mechanische toe- en afvoer regeling of sturing onbekend
☐	D.2 Centrale WTW-installatie zonder zoneringen en zonder sturing
☐	D.3 Centrale WTW CO ₂ -sturing op toe- of afvoer
☐	D.4a Tijdsturing zonder zonering
☐	D.4b Tijdsturing met twee of meer zones (of verblijfsgebieden)
☐	D.5a Centrale WTW. CO ₂ -metingen in verblijfsruimten en sturing op toe- of afvoer
☐	D.5b Decentrale WTW. CO ₂ -metingen in verblijfsruimten en sturing op toe- of afvoer
☐	E Gecombineerd systeem (type E)
☐	E.1 c Systeemdeel D: decentrale WTW (systeem D.5b) ^A ; A₉ (VG⁹) [m²]

		Systeemdeel met een ander ventilatiesysteem ^A	Systeemtype ^C :		A _g (VG ^B) [m ²]	
--	--	--	----------------------------	--	---	--

Ventilatie-debiet en regeling

Debiet			
☐ Bekend		m ³ /h	
☐ Onbekend			
Recirculatie (alleen bij systeem D)			
☐ Recirculatie aanwezig			
☐ recirculatiepercentage bekend		%	
☐ recirculatiepercentage onbekend			
☐ Geen recirculatie aanwezig			
☐ Onbekend of er recirculatie aanwezig is			
Debiet regeling			
☐ Debietregeling aanwezig			
☐ smoorregeling (kleppen)		Terugregeling:	☐ Terugregeling tot 80% of meer van het maximale debiet
☐ Inlaatklepverstelling			☐ Terugregeling tot maximaal 80% van het maximale debiet
☐ Waaierschoepverstelling			☐ Terugregeling tot maximaal 60% van het maximale debiet
☐ toerenregeling			☐ Terugregeling tot maximaal 40% van het maximale debiet
☐ Overige regeling (U-bouw & collectieve ventilatie woningbouw)			☐ Terugregeling onbekend
☐ Geen debietregeling			
☐ Onbekend			

Luchtbehandelingskast (LBK – alleen bij systeem B en D)

☐ Niet aanwezig			
☐ Aanwezig			
Verwarming via LBK	☐ Nee	☐ Ja	
Koeling via LBK	☐ Nee	☐ Ja	
LBK binnen thermische zone	☐ Nee	☐ Ja	

Warmteterugwinning (alleen systeem D & E)					
☐ Niet aanwezig					
☐ Aanwezig					
Type WTW					
☐	Koude laden met luchtbehandelingskast				
☐	Platen- of buizenwarmtewisselaar				
☐	Kruisstroomwarmtewisselaar				
☐	Twee-elementensysteem				
☐	Warmebuisapparaat (heat pipe)				
☐	Langzaam roterende of intermitterende warmtewisselaar				
☐	Enthalpiewisselaar				
☐	Tegenstroomwarmtewisselaar:				
☐	Aluminium				
☐	Kunststof				
☐	Onbekend				
☐	Rendement op basis van gecontroleerde verklaring				
☐	Verklaring volgens EN13141-7, EN13141-8	Rendement		Code BCRG	
☐	Verklaring op basis van EN 13142				
☐	Rendement inclusief dissipatie				
☐	Rendement exclusief dissipatie				

Luchtdichtheid kanalen

☐ Geen kanalen	
☐ Luchtdichtheid onbekend	
☐ LUKE A, B of C	
☐ LUKE D	
Lengte van kanaal tussen LBK en rekenzone	
☐ Lengte onbekend	
☐ Lengte bekend	☐ Lengte ≤ 20 m
	☐ 20 < lengte ≤ 40m

		☐ Lengte > 40 m	
Isolatiekanalen tussen LBK en rekenzone			
☐ Kanalen niet geïsoleerd			
☐ Kanalen geïsoleerd			
☐ eigenschappen van de isolatie onbekend			
☐ eigenschappen van de isolatie bekend		Isolatie	Dikte
		Lambda	mm
			W/m.K

Ventilatorvermogen

☐ Onbekend			
☐ Nominaal vermogen		W	
☐ Asvermogen		W ☐ Onbekend	
Type motor	☐ Onbekend	☐ gelijkstroom	☐ een fasewisselstroom ☐ draaistroom
Fabricagejaar			
Extra ventilatie op ruimte niveau	☐ Ja	☐ Nee	

Tapwater

Wordt tapsysteem naast rekenzone ook voor andere delen van het gebouw gebruikt?			
☐ Nee		☐ Ja	
		Totaal Ag aangesloten op tapwatersysteem (m2)	
Meerdere warm tapwatersystemen in de rekenzone?			
☐ Nee		☐ Ja	
		Gebruiksoppervlakte dat is aangewezen op tapwatersysteem 1 (m2)	
		Gebruiksoppervlakte dat is aangewezen op tapwatersysteem 2 (m2)	
		Gebruiksoppervlakte dat is aangewezen op tapwatersysteem 3 (m2)	

Tapwater installatie 1

Type installatie:	☐ individueel	☐ Gemeenschappelijk/collectief	☐ Warmtelevering derden
Type opwekker:	☐ Direct verwarmd vat	☐ Compleet toestel	
	☐ Indirect verwarmd vat	☐ Onbekend (alleen bij Collectief)	
Aantal opwekkers:			

Opmerking: Met complete toestellen wordt bedoeld dat alle onderdelen van het opweksysteem (inclusief voorraadvat) zich in één behuizing bevinden.

Indien direct verwarmd vat

☐ Gas gestookt (gasboiler)			
☐ Geen meetgegevens beschikbaar (forfaitair)			
Vermogen (P)	☐ ≤ 150 kW		
	Volume vat [liter]		
	Opstel plaats vat:	☐ Binnen de thermische schil	☐ Buiten thermische schil
	Fabricagejaar:	☐ < 1985	☐ 1985 of later
	☐ > 150 kW		
☐ Meetgegevens beschikbaar			
☐ Meetgegevens volgens EN 89 beschikbaar			
Verlies q _B s (kWh)			
Opstel plaats vat		☐ Binnen de thermische schil	☐ Buiten thermische schil
Code BCRG			
☐ Meetgegevens volgens EN 13203 beschikbaar			

Aangegeven tappatroon	☐ S	☐ M	☐ L	☐ XL
$E_{w,gen,in}$				
Q_w				
$W_{w,gen}$				
Code BCRG				

Indien compleet toestel

☐ Gasgestookt toestel				
☐ warmwatertoestel	☐ Zonder gaskeur	☐ Met gaskeur	☐ Met gaskeur CW	
☐ combitoestel	☐ Zonder gaskeur	☐ Met gaskeur	☐ Met gaskeur CW	☐ met Gaskeur HR en Gaskeur CW (HRww)
☐ keukengeiser (niet bij collectief)	☐ Zonder gaskeur	☐ Met gaskeur		
☐ combi/toestel met microWKK	☐ Zonder gaskeur	☐ Met gaskeur		
Indien Gaskeur CW-klasse	☐ aanrechtgebruik/CW-1/CW-1+	☐ CW-2	☐ CW-3	☐ CW-4/5/6
☐ Onbekend				
☐ Elektrisch toestel				
☐ Warmtepomp				
☐ Bron ventilatie retourlucht;	energiegebruik [kW/(m ³ /h)]			
☐ Andere bron dan ventilatie;	bij collectieve bron grondwater/aquifer	☐ Doublet	☐ recirculatiesysteem	☐ Onbekend
☐ Onbekende bron				
WP boiler in collectief systeem	☐ Ja	☐ nee		
☐ Booster warmtepomp				
Aangesloten op:	☐ distributiesysteem ruimteverwarming;		☐ distributiesysteem ruimteverwarming en koeling	
☐ Elektrisch doorstroom toestel				
☐ Elektroboiler				
☐ Heet of kokend waterkraan				
☐ Toestellen met vaste biomassa				
Toestel voldoet aan:	☐ Bijlage R	☐ Activiteiten besluit	☐ Anders	
Opstelplaats toestel	☐ Binnen de thermische schil		☐ Buiten de thermische schil	
Isolatie voorraad vat:	☐ Minimaal 20 mm rond vat en leidingwerk		☐ Minimaal 10 mm isolatie rond vat en leidingwerk	
	☐ Zonder isolatie rond vat en leidingwerk	☐ Onbekend		
Vermogen toestel (indien meerdere opwekkers aanwezig) (kW)				

U Module 3, voorbeeldexamen, Opnameformulier v2.0

Blad 22 van 26

Kwaliteitsverklaring bij compleet toestel

Is er een kwaliteitsverklaring				
☐ Nee				
☐ Ja				
In geval van gasgestookt toestel				
☐ Meetgegevens volgens EN 13203 beschikbaar				
Aangegeven tappatroon	☐ S	☐ M	☐ L	☐ XL
$E_{w,gen,in}$				
Q_w				
$W_{w,gen}$				
PFHRD aanwezig	☐ Nee	☐ Ja,	$Q_{gas,indirect}$ [kWh/dag]	
			$Q_{gas,ch,test}$ [kWh/dag]	
Code BCRG				
☐ Meetgegevens Gaskeur beschikbaar				
Rendement				
Code BCRG				
In geval van (booster) warmtepomp				
☐ Meetgegevens volgens EN 16147 beschikbaar				
Aangegeven tappatroon	☐ S	☐ M	☐ L	☐ XL
$E_{w,gen,in}$				
Q_w				
$W_{w,gen,test,stab}$				
WP boiler in collectief systeem	☐ Ja	☐ nee		

Indien indirect verwarmd vat

Warmtebron, indirect verwarmd voorraadvat:				
☐ Onbekend				
☐ Gasketel, type:	☐ Conventionele gasketel	☐ VR-ketel	☐ HR100-ketel	☐ HR104-ketel
☐ Opstel plaats toestel	☐ Binnen de thermische schil	☐ Buiten de thermische schil		
☐ Warmtepomp, type:	☐ Elektrische warmtepomp	☐ Gas warmtepomp		
☐ Olie gestookte ketel				
☐ Ketel met vaste biobrandstof, type	☐ Handgestookt	☐ Automatisch gestookt		

U Module 3, voorbeeldexamen, Opnameformulier v2.0

Blad 23 van 26

	Opstel plaats toestel	☐ Binnen de thermische schil	☐ Buiten de thermische schil
☐	WKK	Elektrisch vermogen P_e (W)	
	Voldoet aan HRE	☐ Ja	☐ Nee
	Bouwjaar WKK	☐ Tot en met 2006	☐ Na 2006
☐	Warmtelevering derden		
☐	Rendement met verklaring		
Opwekker wordt ook gebruikt voor ruimteverwarming		☐ Ja	☐ Nee
Vermogen toestel (indien meerdere opwekkers aanwezig) (kW)			

Voorraadvat(en)

Is/zijn er een voorraadvat(en) aanwezig?			
☐ Nee			
☐ Ja			
Aantal			
Volume vat (l)			
Opstel plaats vat		☐ Binnen de thermische schil	☐ Buiten de thermische schil
Aansluitwijze vat (anders dan elektroboilers of kokend/heetwater toestel)			
☐	1 Er zijn geen thermische bruggen en er is geen vloeistofuitwisseling tussen voorraadvat en distributiesysteem waarbij rekening wordt gehouden met de leidingverbindingen.;		
☐	2 4 of meer dan 4 aansluitingen waarbij sprake is van isolatie van eventuele T-stukken en kleppen		
☐	3 Het vat heeft vier aansluitingen. De thermische isolatie is alleen geïnstalleerd op rechte delen van de distributieleidingen, de T-stukken van de leidingen en de kleppen zijn niet geïsoleerd, en er is geen heat trap. Dit komt overeen met de gebruikelijke situatie in de praktijk		
☐	4 Gelijk aan de situatie bij 3, maar dan met meer dan 4 aansluitingen		
☐	5 ongeïsoleerd/onbekend		
Aansluitwijze vat (elektroboilers of kokend/heetwater toestel)			
☐	1 Er zijn geen thermische bruggen en er is geen vloeistofuitwisseling tussen voorraadvat en distributiesysteem waarbij rekening wordt gehouden met de leidingverbindingen.;		
☐	2 warm tapwater leiding is geïsoleerd.		
☐	3 elektroboilers zonder geïsoleerde leidingen/onbekend		
Is er een kwaliteitsverklaring?			
☐	Ja, stilstandsverliezen gemeten:		
	Qstb;Is;ref [kWh/dag]	T sto [°C]	T amb [°C]

U Module 3, voorbeeldexamen, Opnameformulier v2.0

Blad 24 van 26

	Code BCRG	
☐	Nee	
Energie label voorraadvat		
☐	A*	☐ A ☐ B ☐ C ☐ D ☐ E ☐ F ☐ G ☐ Onbekend

Distributie

Circulatieleiding aanwezig?	
☐ Nee	
☐ Ja	

Afgifte

Leidinglengte	☐ ≤ 3m	☐ > 3m
---------------	----------------------------	----------------------------

Verlichting

Verlichtingszone:		
Geïnstalleerd vermogen (incl. voorschakelapparatuur)	☐ Totaal [W]	
	☐ Op basis van W/m²	☐ Forfaitair
		☐ Vermogen [W/m²]:
Regeling afhankelijk van aanwezigheid van personen	☐ niet afhankelijk	
	☐ afhankelijk, niet automatisch	☐ vertrekschakeling
	☐ afhankelijk, automatisch	☐ Vertrekschakeling met veegschakeling
		☐ automatisch aan, gedimd
		☐ automatisch aan/automatisch uit
	☐ handmatig aan/gedimd	
	☐ handmatig aan/automatisch uit	
Daglichtregeling aanwezig?		☐ ja ☐ Nee

U Module 3, voorbeeldexamen, Opnameformulier v2.0

Blad 25 van 26

Verlichtingszone:			
Geïnstalleerd vermogen (incl. voorschakelapparatuur)	☐ Totaal [W]		
	☐ Op basis van W/m²	☐ Forfaitair	
	☐ Vermogen [W/m²]:		
Regeling afhankelijk van aanwezigheid van personen	☐ niet afhankelijk		
	☐ afhankelijk, niet automatisch	☐ vertrekschakeling	
		☐ Vertrekschakeling met veegschakeling	
	☐ afhankelijk, automatisch	☐ automatisch aan, gedimd	
		☐ automatisch aan/automatisch uit	
		☐ handmatig aan/gedimd	
☐ handmatig aan/automatisch uit			
Daglichtregeling aanwezig?		☐ ja	☐ Nee

Noodverlichting

Parasitair vermogen	☐ Onbekend	☐ Werkelijk parasitair vermogen (W)	
		Vermogen accu noodverlichting [W]	
		Vermogen automatische besturing [W]	

APPENDIX 3 - CLASSIFICATION ENERGY LABEL

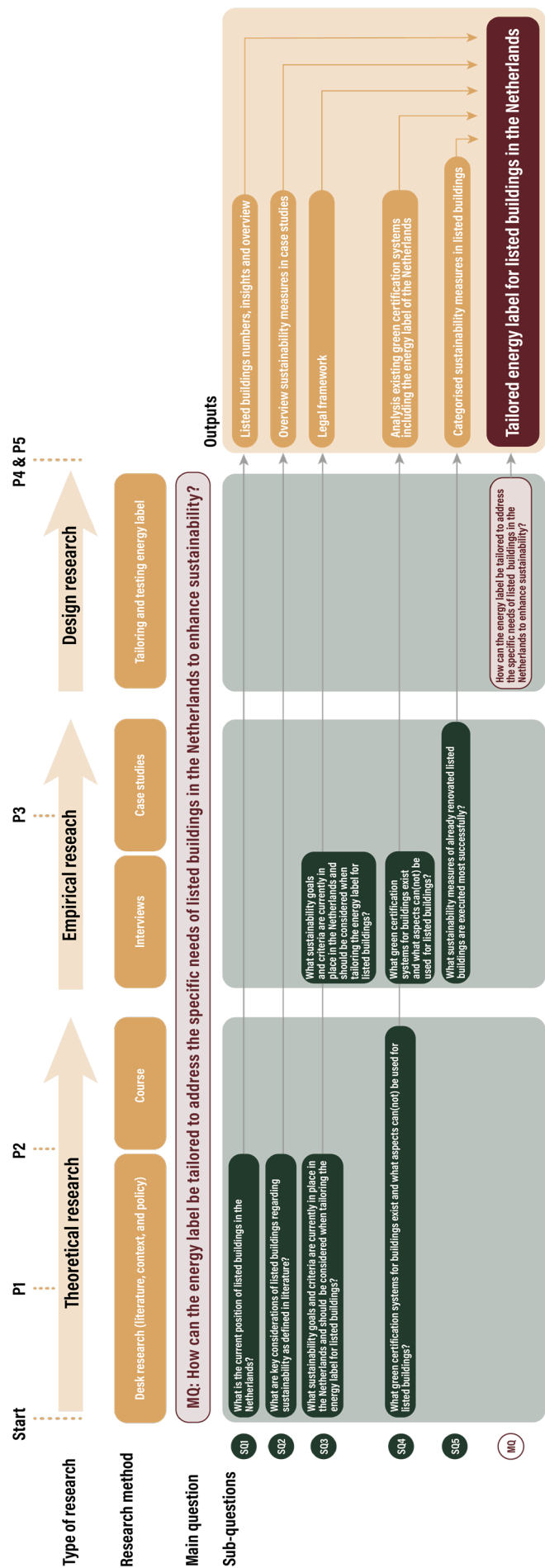
PER FUNCTION

Labelklasse NTA8800 / functie	Bijeenkomst zonder kinderopvang	Bijeenkomst met kinderopvang	Cel	Gezondheidszorg met bedgebed (klinisch)	Gezondheidszorg zonder bedgebed (niet klinisch)	Kantoor	Logies	Onderwijs	Sport	Winkel	kWh/m ²
A++++	≤0,00	≤0,00	≤0,00	≤0,00	≤0,00	≤0,00	≤0,00	≤0,00	≤0,00	≤0,00	kWh/m ²
A+++	0,01 - 50,00	0,01 - 55,00	0,01 - 60,00	0,01 - 90,00	0,01 - 45,00	0,01 - 40,00	0,01 - 50,00	0,01 - 50,00	0,01 - 35,00	0,01 - 60,00	kWh/m ²
A++	50,01 - 100,00	55,01 - 110,00	60,01 - 120,00	90,01 - 180,00	45,01 - 90,00	40,01 - 80,00	50,01 - 100,00	50,01 - 100,00	35,01 - 70,00	60,01 - 120,00	kWh/m ²
A+	100,01 - 150,00	110,01 - 165,00	120,01 - 180,00	180,01 - 270,00	90,01 - 135,00	80,01 - 120,00	100,01 - 150,00	100,01 - 150,00	70,01 - 105,00	120,01 - 180,00	kWh/m ²
A	150,01 - 200,00	165,01 - 220,00	180,01 - 240,00	270,01 - 360,00	135,01 - 200,00	120,01 - 160,00	150,01 - 200,00	150,01 - 200,00	105,01 - 140,00	180,01 - 240,00	kWh/m ²
A	200,01 - 230,00	220,01 - 265,00	240,01 - 300,00	360,01 - 430,00	200,01 - 235,00	160,01 - 180,00	200,01 - 230,00	200,01 - 235,00	140,01 - 155,00	240,01 - 285,00	kWh/m ²
B	230,01 - 255,00	265,01 - 290,00	300,01 - 330,00	430,01 - 470,00	235,01 - 260,00	180,01 - 200,00	230,01 - 255,00	235,01 - 260,00	155,01 - 170,00	285,01 - 315,00	kWh/m ²
C	255,01 - 285,00	290,01 - 330,00	330,01 - 370,00	470,01 - 530,00	260,01 - 295,00	200,01 - 225,00	255,01 - 285,00	260,01 - 295,00	170,01 - 195,00	315,01 - 355,00	kWh/m ²
D	285,01 - 320,00	330,01 - 365,00	370,01 - 415,00	530,01 - 595,00	295,01 - 330,00	225,01 - 250,00	285,01 - 320,00	295,01 - 330,00	195,01 - 215,00	355,01 - 395,00	kWh/m ²
E	320,01 - 355,00	365,01 - 405,00	415,01 - 455,00	595,01 - 655,00	330,01 - 360,00	250,01 - 275,00	320,01 - 355,00	330,01 - 360,00	215,01 - 240,00	395,01 - 435,00	kWh/m ²
F	355,01 - 385,00	405,01 - 445,00	455,01 - 500,00	655,01 - 715,00	360,01 - 395,00	275,01 - 300,00	355,01 - 385,00	360,01 - 395,00	240,01 - 260,00	435,01 - 475,00	kWh/m ²
G	>385,00	>445,00	>500,00	>715,00	>395,00	>300,00	>385,00	>395,00	>260,00	>475,00	kWh/m ²

APPENDIX 4 - TABLE WITH INTERVENTIONS

Case	Glazing	Insulation façade	Insulation roof	Insulation floor	Heating / cooling system	Tap water system	Ventilation system / airtightness	Lighting	Renewable energy sources	Heating demand
1 – Waaghaus, Bolzano, Italy	Yes, addition second window layer to original windows. Replacement windows from 50's/60's	Yes, inside and reversible	Yes, addition insulation between rafters	Yes, addition insulation in pavement structure	No	No	Yes, addition controlled ventilation system with heat recovery. Improvement airtightness	No	No	Before: 225 kWh/m ² a After: 103 kWh/m ² a
2 – Palazzo D'accursio, Bologna, Italy	Yes, installation of wooden / aluminium frames and double glazed with low-E glass	No	Yes, substitution roof by ventilated roof with insulation. Insertion insulation layer at extrados in ceiling.	No	No	No	Yes, increased airtightness	Yes, replacement artificial lighting with LED	No	Before: 106,01 kWh/m ² a After: unknown
3 – Palazzina della Viola, Bologna, Italy	Yes, installation of solar protection film on iron frame windows. Timber framed windows were restored with double glazing	No	No	Yes, restaurants on floor	Yes, addition direct expansion heat pump	Yes, boiler substituted with variable refrigerant flow (VRF)	Yes, addition ventilation system. DOAS with heat recovery	No	No	Before: 278 kWh/m ² a After: 264 kWh/m ² a
4 – The Material Court of the Fortress, Copenhagen, Denmark	Yes, coating of the glass (already had double glazing from previous renovation)	No	No	Yes, addition floor insulation	Yes, addition fan coils	Yes, use decentralised hot water containers	Yes, increasing airtightness by adding gaskets to window frame and vapour barrier in the attic	No	No	Before: 151 kWh/m ² a After: 130 kWh/m ² a
5 – Hötting Secondary School, Innsbruck, Austria	Yes, replacement glazing to low-e and sealing	Yes, addition internal insulation	No	No	Yes, optimisation heating control	No	Yes, improvement airtightness and ventilation air distribution with heat recovery	Yes, regulation through lamellae and textile screens. Replacement artificial lighting with LED	No	Before: 130 kWh/m ² a After: 38.49 kWh/m ² a
6 – Warehouse City, Wilhelminian villa, Baroque building, Renaissance building, Germany	Building 3: yes, replacement window to double glazed solar-insulating glass. Building 4: replacement glazing to insulate glazing	Yes, all cases interior insulation	Building 4: yes, creating double-layer roof, with insulation both above and between rafters	No	No	Building 4: yes, hot water storage	Building 4: yes, addition ventilation system	No	Building 4: yes, additional solar thermal system and photovoltaic system	Before: 360, 400, 180, 400 kWh/m ² a After: 80, 90, 20, 20 kWh/m ² a
7 – Industrial Engineering School, Béjar, Spain	No	Yes, addition internal and external insulation	No	No	Yes, thermal distribution improvements	No	Yes, improvements airtightness. Ventilation with heat recovery	Yes, controlled lighting system	Yes, addition PV panels and biomass boilers	Before: unknown Electricity: 23 kWh/m ² a After: 18 kWh/m ² a
8 – Strickbau, Weissbad / Appenzell, Switzerland	Yes, addition box type windows	Yes, addition insulation	Yes, addition insulation	Yes, addition insulation	No	No	No	No	No	Before: unknown After: 100 kWh/m ² a

APPENDIX 5 - RESEARCH DESIGN



APPENDIX 6 - INTERVIEW PROTOCOL EP-CONSULTANT

1. Adviseur energielabels monumenten

Interviewprotocol adviseur energielabels monumenten

Belangrijk selectiecriteria:

- Werkt in Nederland
- Heeft ervaring met energielabel afgeven aan monumenten

Interview informatie

Datum opstelling interview: dd-mm-jjjj

Datum interview: dd-mm-jjjj

Plaats: xxx

Interviewer: Roos Spee, studente TU Delft

Geïnterviewde: [naam], [functie & bedrijf]

Introductie

Dit interview wordt uitgevoerd in opdracht als onderdeel van een afstudeerscriptie van de master Management in the Built Environment, faculteit Bouwkunde, TU Delft. Dit interviewprotocol dient als basis voor het interview dat zal worden afgenomen. De voertaal van deze scriptie is in het Engels, maar gezien de voertaal binnen deze sector alom Nederlands is, zal dit interview ook in het Nederlands gehouden worden. De interviewer hoopt zo ook een nauwkeuriger begrip te krijgen en nuances beter te kunnen interpreteren. Op het moment dat deze informatie dus zal worden verwerkt, zal het naar het Engels worden vertaald om toe te kunnen passen in de scriptie. Hierbij is het mogelijk dat de betekenis en interpretatie onbedoeld enigszins veranderd wordt door de vertaler.

In dit onderzoek is het doel om te verkennen of er manieren zijn waarop monumenten kunnen deelnemen aan de verduurzamingstransitie. Dit draagt niet alleen bij aan de verduurzaming van de gebouwde omgeving, maar biedt ook een kans om de monumenten duurzaam te behouden en te zorgen dat ze in gebruik blijven. Doormiddel van dit interview worden de inzichten van professionals die te maken hebben met duurzaamheid, energielabels en monumenten in kaart gebracht. Uiteindelijk wordt gekeken op wat voor een manier een nieuw aangepast energielabel voor monumenten ontworpen kan worden, om deze transitie kracht bij te zetten.

Interview methode

Voor dit interview is gekozen voor een semi-gestructureerde methode. Hierbij is het mogelijk voor de interviewer om dieper in te gaan op een antwoord dat gegeven wordt door de geïnterviewde. De interviewer kan bijvoorbeeld vragen om meer uitleg, een voorbeeld, of een verwoording zodat het antwoord correct geïnterpreteerd wordt.

Checklist

Vooraf aan het interview

- Formulier geïnformeerde toestemming gestuurd naar geïnterviewde
- Interview protocol gestuurd naar geïnterviewde
- Interview ingepland

Start interview

- Controle geïnformeerde toestemming ingevuld
- Controle opnameapparatuur
- 2^{de} reserve opname methode
- Controle transcriptiesoftware
- Aantekening hulpmiddelen

Na het interview

- Audio transcriptie gecontroleerd
- Getranscribeerd interview naar geïnterviewde gestuurd ter controle
- Vragen beantwoord a.d.h.v. aantekeningen en transcriptie
- Beantwoorde vragen naar geïnterviewde gestuurd ter controle

Afkortingen

- c.h.w. = cultuurhistorische waarde
 - g.c.s. = groen certificeringssysteem
 - EPN = energieprestatie normering
 - m. = monumenten
 - n.m. = niet-monumenten
 - d. = duurzaamheid
-

Interview

– Start opname –

Herhalen dat geïnterviewde toestemming geeft om het gesprek op te nemen

Introductie

- Bedanken voor deelname onderzoek en interview
- Doel: inzicht krijgen in huidige werkwijze EPN bij monumenten
- Het interview zal ongeveer 30-45 minuten duren
- Er zijn verschillende vragen voorbereid, maar als daarnaast andere onderwerpen zijn die u wilt aankaarten, hoor ik dat graag
- Het interview is geheel vrijwillig en u heeft het recht om zich op elk moment terug te trekken of om vragen niet te beantwoorden

– Start interview –

Personalia

- Wie bent u, kunt u even kort wat over uzelf vertellen?
- Waar werkt u en hoelang bent u al werkzaam als EPN-adviseur en is dit uw enige functie?
- Wat is uw professionele achtergrond, en hoe bent u betrokken geraakt bij verduurzaming van monumenten?

Ervaring met EPN voor monumenten

- Hoe verschilt het doen van een EPN voor monumenten van het doen van een EPN voor niet-monumenten?
 - Wat zijn de grootste uitdagingen van een m.?
 - Wat is wél vergelijkbaar tussen m. en n.m.?
 - Is het advies voor verdere duurzaamheidsaanbevelingen anders voor monumenten?
 - Wordt er rekening gehouden met c.h.w.? Zo ja, hoe worden deze c.h.w. bepaald? Of door wie?
- Zijn er elementen in het afnemen van een EPN die moeilijk te bepalen zijn doordat je te maken hebt met een monument?
 - Welke technische uitdagingen kom je het vaakste tegen bij het beoordelen van monumenten?
 - Hoe ga je om met beperkte technische informatie of gegevens omtrent oudere gebouwen?
- Kunt u een voorbeeld geven van een succesvolle verduurzaming van een monument?
 - Wat waren hierbij de belangrijkste succesfactoren?
 - Wat was hier lastig?
 - Wat voor een rol speelde de c.h.w. hierin?
 - Welke rol speelde de g.c.s. hierin?
- Heeft u wel eens specifieke duurzaamheidsaanbevelingen of adviezen bij de EPN aangepast omdat het een monument was?
 - Wordt de c.h.w. meegenomen in het advies?
 - Zo ja, hoe wordt deze c.h.w. dan bepaald?
 - Waar ligt het zwaartepunt in deze overweging?
- Zijn er specifieke technieken of methoden die veelal effectief zijn gebleken voor het verduurzamen van monumenten?
 - Wat is iets waar je vrijwel altijd nog wat aan kan doen?
 - Wat is iets waar je (vaak) niks aan kan veranderen?

Stakeholders

- Welke rol spelen eigenaren / bewoners in het labelingsproces?
 - Hoe wordt rekening gehouden met het gebruik van het gebouw?
 - Bieden zij informatie aan benodigd voor het opstellen van een energielabel? Is dit anders dan bij n.m.?
- Wat zijn andere belangrijke stakeholders in dit verduurzamingsproces?
 - Zijn er andere stakeholders betrokken omdat het een monument is?
 - Bijv. historici of speciale architecten o.i.d.
 - Hoe is deze samenwerking over het algemeen?

Energielabels

- Welke rol speelt wet- en regelgeving momenteel bij de verduurzaming van monumenten?
- Zijn er specifieke wettelijke barrières die het werken met monumenten en verduurzaming bemoeilijken?
- Hoe kan beleid worden verbeterd om verduurzaming beter te ondersteunen?

- Denkt u dat het EPN hier een rol in kan spelen?
- Energielabels zijn momenteel niet verplicht voor monumenten, bent u het hiermee eens? Waarom wel / niet?
- Denkt u dat het mogelijk is om een dergelijk systeem effectief te implementeren?
 - Waarom wel / niet?
 - Waar liggen de knelpunten en wat werkt al goed?
- Wat zijn volgens u essentiële elementen die meegenomen moeten worden bij de ontwikkeling of aanpassing van een nieuw g.c.s. voor monumenten?

Toekomst

- Hoe ziet u de toekomst van verduurzaming voor monumenten?
- Denkt u dat nieuwe technologieën, materialen of onderzoeken een grote impact zullen hebben?
- Hoe denkt u dat de wet- en regelgeving met betrekking tot monumenten en duurzaamheid zich zal ontwikkelen in de komende jaren?
 - Speelt de EPN in de gebouwde omgeving nog steeds een rol?
 - Ziet u de EPN veranderen in de toekomst?
 - Zo ja, hoe ziet de toekomst voor de EPN eruit in de komende 10-15 jaar?

Afsluiting

- Zijn er nog verdere dingen die niet ter sprake zijn gekomen waarvan u denkt dat dit van belang kan zijn voor dit onderzoek?
- Heeft u aanbevelingen voor de verdere voortgang van dit onderzoek of professionals die ik zou moeten spreken?
- Bedankt voor uw deelname aan dit onderzoek!

– Stop opname –

APPENDIX 7 - INFORMED CONSENT

Geïnformeerde toestemming



Delft, 3 juni 2024

Geachte mevrouw/heer,

De gebouwde omgeving ondergaat momenteel een belangrijke en ingrijpende transitie: verduurzaming. De gevolgen van klimaatverandering worden steeds duidelijker merkbaar in ons dagelijks leven. Deze urgentie vraagt niet alleen om aandacht voor nieuwbouw, maar juist ook voor de bestaande bouw. Monumenten, waarvan er ongeveer 100.000 zijn in Nederland, zijn momenteel vrijgesteld van de verplichting om een energielabel te hebben. Deze uitzondering onderstreept de unieke status van deze gebouwen. Maar is het echt nodig hen volledig uit te sluiten van deze duurzaamheidstransitie?

In dit onderzoek is het doel om te verkennen of er manieren zijn waarop ook deze monumenten kunnen deelnemen aan de verduurzamingstransitie. Dit draagt niet alleen bij aan de verduurzaming van de gebouwde omgeving, maar biedt ook een kans om de monumenten duurzaam te behouden en te zorgen dat ze in gebruik blijven. Doormiddel van dit interview worden de inzichten van professionals die te maken hebben met duurzaamheid, energielabels en monumenten in kaart gebracht. Uiteindelijk wordt gekeken op wat voor een manier een nieuw aangepast energielabel voor monumenten ontworpen kan worden, om deze transitie kracht bij te zetten.

Het onderzoek genaamd "Developing a green certification system for listed buildings in the Netherlands" (Ontwikkelen van een groen certificeringssysteem voor monumenten in Nederland) wordt uitgevoerd door Roos Spee als onderdeel van haar masterscriptie aan de faculteit Bouwkunde van de TU Delft in samenwerking met de Groene Grachten.

Dit deel van het onderzoek wordt uitgevoerd door middel van semi-gestructureerde interview en dit interview zal ongeveer 30-45 minuten in beslag nemen. U bent niet verplicht om mee te doen aan het onderzoek. U kunt altijd medewerking aan het onderzoek zonder opgaaf van redenen intrekken en vragen om uw gegevens te vernietigen voor publicatie van de scriptie. U mag ook iedere vraag die gesteld wordt weigeren te beantwoorden. De vragen zijn vooraf opgesteld en kunt u later in dit document vinden.

De data verzameld in dit onderzoek zal gebruikt worden voor de publicatie van de masterscriptie. Zoals bij elke vorm van data verzameling is het risico van een databreuk aanwezig. Wij doen zo goed mogelijk ons best om dit risico te minimaliseren en beloven zorgvuldig met uw gegevens om te gaan. De gegevens worden bewaard op een beveiligde externe harde schijf en zullen verwijderd worden 1 jaar na publicatie van de scriptie. Daarnaast wordt bij het verzamelen van de data persoonlijke gegevens gebruikt, de data zal anoniem worden verwerkt in de scriptie.

Z.O.Z.

Pagina 1 van 4

Geïnformeerde toestemming



Indien u vragen heeft over dit onderzoek, kunt u contact opnemen met de onderzoeker.

Als u mee wilt doen aan dit onderzoek, wilt u dan bijgaande verklaring invullen en ondertekenen?

Met vriendelijke groet,

Roos Spee

R.M.Spee@student.tudelft.nl

- | | Ja | Nee |
|--|--------------------------|--------------------------|
| (1) Ik verklaar dat ik de informatiebrief d.d. 3 juni 2024 heb gelezen of deze brief is aan mij voorgelezen. Ik heb deze informatie begrepen. Daarnaast heb ik de mogelijkheid gekregen om hier vragen over te stellen en deze vragen zijn naar tevredenheid beantwoord. | ☐ | ☐ |
| (2) Ik verklaar hierbij dat ik vrijwillig meedoe aan dit onderzoek. Ik begrijp dat ik mag weigeren om vragen te beantwoorden en dat ik mijn medewerking aan dit onderzoek op elk moment kan stoppen zonder opgave van reden. Ik begrijp dat het meedoen aan dit onderzoek betekent dat mijn antwoorden worden bewaard. | ☐ | ☐ |
| (3) Ik begrijp dat mijn deelname aan het onderzoek inhoudt dat ik meedoe aan een semi-gestructureerd interview dat wordt getranscribeerd en vastgelegd d.m.v. video-opname. | ☐ | ☐ |
| (4) Ik begrijp dat het opnamemateriaal (of de bewerking daarvan) en de overige verzamelde gegevens uitsluitend voor analyse en wetenschappelijke presentatie en publicaties zal worden gebruikt. | ☐ | ☐ |
| (5) Ik geef hierbij apart toestemming dat de geanonimiseerde gegevens in de toekomst ook door andere onderzoekers mogen worden gebruikt. Deze gegevens worden gearchiveerd in de TU Delft repository. | ☐ | ☐ |
| (6) Ik begrijp dat de opgeslagen gegevens onder een code worden bewaard en anoniem worden verwerkt. | ☐ | ☐ |
| (6) Ik geef toestemming om mijn antwoorden, ideeën of andere bijdrages anoniem te quoten in resulterende producten. | ☐ | ☐ |
| (7) Ik begrijp dat mijn deelname aan dit onderzoek betekent dat er persoonlijk identificeerbare informatie en onderzoekdata worden verzameld, met het risico dat ik hieruit geïdentificeerd kan worden. Dit risico wordt geminimaliseerd door persoonlijke informatie niet te delen buiten het studieteam.
z.o.z. | ☐ | ☐ |

Geïnformeerde toestemming



Ja Nee

(8) Ik begrijp dat de studie uiterst juli 2025 eindigt en dat persoonlijke data die over mij verzameld wordt vernietigd wordt een jaar na publicatie van de scriptie.

☐ ☐

Ik heb dit formulier gelezen of het formulier is mij voorgelezen en ik stem in met deelname aan het onderzoek.

Plaats:

Datum:

(Volledige naam)

(Handtekening geïnterviewde)

In te vullen door onderzoeker:

‘Wij hebben toelichting gegeven op het onderzoek. Wij verklaren ons bereid nog opkomende vragen over het onderzoek naar vermogen te beantwoorden.’

Plaats:

Datum:

(Volledige naam)

(Handtekening onderzoeker)

APPENDIX 8 - SELECTION CRITERIA INTERVIEWEES

Interviewee	Selection criteria
1. Energy label consultant listed buildings	• They must work in the Netherlands • They must have experience giving energy labels to listed buildings
2. Sustainability consultant listed buildings	• They must work in the Netherlands • They must have experience advising on sustainability measures for listed buildings
3. User-owner of a listed building	• They must work in the Netherlands • They must be the owner of a listed building • The listed building must have undergone sustainability measures • The owner has been involved in making the listed building sustainable
4. Facility manager of a listed building	• They must work in the Netherlands • They must work for CRE department of a company actively committed to sustainability • The portfolio included monuments • At least one monument has undergone sustainability measures • They have been involved during the sustainability measures
5. Researcher	• They must have done research in the Netherlands • They must have done research in the field of sustainability in listed buildings
6. The government of the Netherlands	• They must work in the Netherlands • They must be involved in policy or regulations to sustainability in listed buildings • They should have experience with the implementation of sustainability measures in the context of heritage preservation
7. Real estate portfolio owner	• They must work in the Netherlands • They must manage a real estate portfolio that includes listed buildings • The portfolio should include at least one listed building that has undergone sustainability measures

APPENDIX 9 - DATA MANAGEMENT PLAN

Plan Overview

A Data Management Plan created using DMPonline

Title: Thesis - Towards a green certification system for listed buildings in the Netherlands

Creator: Roos Spee

Affiliation: Delft University of Technology

Template: TU Delft Data Management Plan template (2021)

Project abstract:

Climate change presents a critical challenge in the current state of the world. With the built environment responsible for 37% of the total energy consumption of the Netherlands, it becomes crucial to address this issue. One way to solve this issue is through energy labels. These labels offer a method to assess emission reductions, but there are certain building types, like listed buildings, that are exempted from the obligation to have one. This exemption for listed buildings, around 100.000 in the Netherlands, shows the unique challenges that come with these buildings. Still, also for these buildings the aim is to strike a balance between preservation of heritage and sustainability and the goal is to make the buildings more sustainable as well. This study aims to therefore develop a green certification system tailored to listed buildings, facilitating their participation in the energy transition. Through interviews with relevant stakeholders, case studies of successful renovations of listed buildings and the analysis of existing green certification systems, the research intends to shape and structure a way for these buildings to no longer be an exemption. Ultimately, this initiative strives to balance sustainability and conservation of cultural heritage, contributing to the reduction of CO2 emissions and the bigger picture of a green built environment.

ID: 161474

Start date: 12-02-2024

End date: 30-04-2025

Last modified: 17-11-2024

Thesis - Towards a green certification system for listed buildings in the Netherlands

0. Administrative questions

1. Name of data management support staff consulted during the preparation of this plan.

My faculty Data Steward, Janine Strandberg (PhD), has reviewed this DMP on 28/10/2024. The data and DMP for this project will be discussed with my supervisor, Monique Arkesteijn.

2. Date of consultation with support staff.

2024-10-28

I. Data description and collection or re-use of existing data

3. Provide a general description of the type of data you will be working with, including any re-used data:

Type of data	File format(s)	How will data be collected (for re-used data: source and terms of use)?	Purpose of processing	Storage location	Who will have access to the data
Signed consent forms	.csv files	The form should be filled in and collected before the start of the interview	Ethics	TU Delft onedrive & personal encrypted SSD	Masterstudent Roos Spee + supervisors Monique Arkesteijn & Ana Pereira Roders
Personally Identifiable Information (PII): participant's names, email, company name	.csv files	Contact information for participants taking part in interview, gathered from own network and received from professional network	Administration	TU Delft onedrive & personal encrypted SSD	Masterstudent Roos Spee + supervisors Monique Arkesteijn & Ana Pereira Roders
Personally Identifiable Research Data (PIRD): age, gender, profession, organisation, role within project, years of experience, country	.csv files	Through semi-structured interviews, in person or through online call. Primary audio recording through MS teams, secondary recording with phone.	Understanding the role and impact of specific participants	TU Delft onedrive & personal encrypted SSD	Masterstudent Roos Spee + supervisors Monique Arkesteijn & Ana Pereira Roders
Audio recordings of interviews with interview participants	.mp3 files	Through semi-structured interviews, in person or through online call. Recordings are deleted after transcription	Understanding the opinions of experts in the field	TU Delft onedrive & personal encrypted SSD. Temporary storing: external recording device	Masterstudent Roos Spee + supervisors Monique Arkesteijn & Ana Pereira Roders
(Anonymous) transcription of interviews	.docx files	Through transcription of audio file of in person interview. Transcription done with use of MS teams, checked manually.	Analyse the data collected in the interviews	TU Delft onedrive & personal encrypted SSD	Masterstudent Roos Spee + supervisors Monique Arkesteijn & Ana Pereira Roders
Data from interviews	.csv files	Data obtained from coding transcriptions using Atlas.ti. Goal to generate structured data, including codes, visualisations, categories, quotations, etc.	Organising data from interviews	TU Delft onedrive & personal encrypted SSD	Masterstudent Roos Spee + supervisors Monique Arkesteijn & Ana Pereira Roders
List of case studies	.csv files	Gathered through process documentation documents (sometimes delivered by third parties), site visits and talks with involved persons (not structured or recorded interviews)	Gain insight on case studies and decision making processes	TU Delft onedrive & personal encrypted SSD	Masterstudent Roos Spee + supervisors Monique Arkesteijn & Ana Pereira Roders
Final case study file	.pdf	Processed information from case studies	Have a clear overview of analysed case studies	TU Delft onedrive & personal encrypted SSD	Masterstudent Roos Spee + supervisors Monique Arkesteijn & Ana Pereira Roders
Thesis report	.pdf	Writing by author. Serves as record of the progress as well as documentation	Long-term documentation	TU Delft onedrive & personal encrypted SSD	Masterstudent Roos Spee + supervisors Monique Arkesteijn & Ana Pereira Roders

4. How much data storage will you require during the project lifetime?

- 250 GB - 5 TB

II. Documentation and data quality

5. What documentation will accompany data?

- Other - explain below
- Methodology of data collection

The dataset will not be shared in a data repository, but the methodology of data collection will be explained in the MSc thesis, which is made available in the TU Delft Education repository.

III. Storage and backup during research process

6. Where will the data (and code, if applicable) be stored and backed-up during the project lifetime?

- Another storage system - please explain below, including provided security measures
- SURFdrive

It will be stored on the TU Delft Onedrive, as well as an additional personal SSD that has encryption to make sure there is a backup (this is not the primary storage source).

Recordings of interviews will be done via Teams which is automatically uploaded to the Onedrive. The secondary audio recording will be recorded with an external recording device, which will very shortly after be transferred to the secure storage locations, and deleted from the phone.

Filled in informed consent forms will be stored securely by encrypting the storage location separately from the research data.

IV. Legal and ethical requirements, codes of conduct

7. Does your research involve human subjects or 3rd party datasets collected from human participants?

- Yes

8A. Will you work with personal data? (information about an identified or identifiable natural person)

If you are not sure which option to select, first ask you [Faculty Data Steward](#) for advice. You can also check with the [privacy website](#). If you would like to contact the privacy team: privacy-tud@tudelft.nl, please bring your DMP.

- Yes

8B. Will you work with any other types of confidential or classified data or code as listed below? (tick all that apply)

If you are not sure which option to select, ask you [Faculty Data Steward](#) for advice.

- No, I will not work with any confidential or classified data/code

9. How will ownership of the data and intellectual property rights to the data be managed?

For projects involving commercially-sensitive research or research involving third parties, seek advice of your [Faculty](#)

Contract Manager when answering this question. If this is not the case, you can use the example below.

Ownership of the data and intellectual property (IP) rights will be clearly defined and managed through the following steps:

1. **Researcher ownership:** As the primary researcher, I will own the data collected during the study. This includes all interview transcripts, case study data, and any other research materials.
2. **Collaborating Organisations:** If data is provided by or involves collaborating organisations (such as the company where I am completing my internship), clear agreements will be made regarding the use and ownership of that data. Any proprietary information or data from these organisations will remain their property, and explicit consent will be obtained for its use in the research. The data can only be used for this academic purpose, and redistribution is prohibited without explicit permission.
3. **Participant Rights:** Participants' personal opinions and insights will be anonymised, unless indicated differently, and they will retain rights over their personal data, in line with GDPR regulations. They will be informed of how their data will be used and have the option to withdraw their consent at any time. Personal data will be deleted after the project is done.
4. **Institutional Policies:** The management of data and intellectual property will also comply with TU Delft's guidelines, ensuring that data storage, sharing, and publication are handled ethically and legally.

10. Which personal data will you process? Tick all that apply

- Other types of personal data - please explain below
- Data collected in Informed Consent form (names and email addresses)
- Signed consent forms
- Gender, date of birth and/or age
- Email addresses and/or other addresses for digital communication
- Telephone numbers
- Names and addresses

Audio-recordings and professional opinions

11. Please list the categories of data subjects

1. **Industry Experts:** Experts working in the field of sustainability in combination with heritage conservation. This can include consultants, architects, engineers, and policymakers involved in implementing or evaluating energy labels for listed buildings.
2. **Company Representatives:** Employees from companies involved in the case studies, including those who manage or work on projects related to making historical or listed buildings more sustainable.
3. **Academics and Researchers:** Scholars and researchers in related fields, particularly those with expertise in energy labeling systems or building sustainability. For example, people that were involved in evaluating DuMo (duurzaam monumenten) or did relevant publications.
4. **Government Officials/Policy Makers:** Individuals involved in the government that influence building regulations, energy standards, or the preservation of historical structures, especially those who may provide insights into the impact of policies like energy labels or make decisions regarding listed buildings.

This research is conducted for listed buildings in the Netherlands. Almost all participants will therefore be Dutch, with an exemption for an interview that will be done with a person from Belgium, due to a similar Green Certification System already being implemented in BE.

12. Will you be sharing personal data with individuals/organisations outside of the EEA (European Economic Area)?

- No

15. What is the legal ground for personal data processing?

- Informed consent

16. Please describe the informed consent procedure you will follow:

All study participants will be asked for their written consent for taking part in the study and for data processing before the start of participation.

17. Where will you store the signed consent forms?

- Same storage solutions as explained in question 6

Filled in informed consent forms will be stored securely by encrypting the storage location separately from the research data.

18. Does the processing of the personal data result in a high risk to the data subjects?

If the processing of the personal data results in a high risk to the data subjects, it is required to perform [Data Protection Impact Assessment \(DPIA\)](#). In order to determine if there is a high risk for the data subjects, please check if any of the options below that are applicable to the processing of the personal data during your research (check all that apply).

If two or more of the options listed below apply, you will have to [complete the DPIA](#). Please get in touch with the privacy team: privacy-tud@tudelft.nl to receive support with DPIA.

If only one of the options listed below applies, your project might need a DPIA. Please get in touch with the privacy team: privacy-tud@tudelft.nl to get advice as to whether DPIA is necessary.

If you have any additional comments, please add them in the box below.

- None of the above applies

22. What will happen with personal research data after the end of the research project?

- Personal research data will be destroyed after the end of the research project
- Anonymised or aggregated data will be shared with others

Data like PII will be removed, additionally PIRD will be as limited as possible. For example, with the interview of the Belgian experts I will state that they are from Belgium, but all other information will be omitted.

The personal data will be deleted after completion of the project (likely april 2025, latest july 2025) + 1 month for cleaning up.

V. Data sharing and long-term preservation

27. Apart from personal data mentioned in question 22, will any other data be publicly shared?

- All other non-personal data (and code) underlying published articles / reports / theses
- All other non-personal data (and code) produced in the project

29. How will you share research data (and code), including the one mentioned in question 22?

- My data will be shared in a different way - please explain below

Anonymised data collected during the project will be included in the body and appendix of the MSc thesis, made available in the TU Delft Educational repository.

The dataset is not shared in a data repository.

30. How much of your data will be shared in a research data repository?

- < 100 GB

31. When will the data (or code) be shared?

- At the end of the research project

32. Under what licence will be the data/code released?

- Other - Please explain

Research data are only shared within the MSc thesis, which is automatically placed under copyright in the Education repository.

VI. Data management responsibilities and resources

33. Is TU Delft the lead institution for this project?

- Yes, leading the collaboration - please provide details of the type of collaboration and the involved parties below

Graduation internship company: De Groene Grachten = DGG

DGG is also involved as the host of a graduation internship. They provide names and emails of possible participants as well as case studies and connections with possible case studies. Gathered personal data is not shared. Only the end report that is available on the TU Delft Education repository is shared with DGG.

34. If you leave TU Delft (or are unavailable), who is going to be responsible for the data resulting from this project?

My thesis supervisor is Dr. ir. M.H. Arkesteijn (MBA) (M.H.Arkesteijn@tudelft.nl) of Management in the Built Environment will be responsible for the data after I leave TU Delft.

35. What resources (for example financial and time) will be dedicated to data management and ensuring that data will be FAIR (Findable, Accessible, Interoperable, Re-usable)?

Research data are only shared within the MSc thesis: no additional resources are required.

APPENDIX 10.1 - DEDUCTIVE CODING ATLAS.TI

	1 EP adviseur 82	2 Adviseur duurz... 95	3 Particulier 95	4 Facility manager 109	5 Onderzoeker 106	6 Rijksoverheid 68	Totals
● ◇ D1: makkelijk bij monu... 25	2	9	1	6	3	4	25
● ◇ D2: moeilijk bij monu... 38	5	9	5	1	8	10	38
● ◇ D3: speciale oplossin... 52	4	14	1	4	20	9	52
● ◇ EL1: aanradens voor E... 117	20	24	10	8	36	19	117
● ◇ EL2: moeilijk monume... 83	20	18	7	1	23	14	83
● ◇ EL3: mening geïntervi... 106	10	13	22	15	32	14	106
● ◇ EL4: toekomst 41	8	9	6	3	6	9	41
● ◇ EL5: context 51	9	7	1	2	25	7	51
● ◇ R1: cultuur-historisch... 72	4	10	12	13	23	10	72
● ◇ R2: financieel 47	2	8	13	11	6	7	47
● ◇ R3: regelgeving 74	5	15	10	8	23	13	74
● ◇ R4: stakeholders 79	11	16	15	10	11	16	79
Totals	100	152	103	82	216	132	785

APPENDIX 10.2 - INDUCTIVE CODING ATLAS.TI

	1 EP adviseur 82	2 Adviseur duurz... 95	3 Particulier 95	4 Facility manager 109	5 Onderzoeker 106	6 Rijksoverheid 68	Totals
● ◇ O1: Shift in view & polic... 28	2	3	8	6	5	4	28
● ◇ O2: Clearer definitions... 10	1	1	1		5	2	10
● ◇ O3.1: Mandatory energ... 28	2	6	1	1	12	6	28
● ◇ O3.2: EP-Monument 11	3	1		1	2	4	11
● ◇ O3.3: Specialised traini... 16	4			1	7	4	16
● ◇ O3.4: Contextual infor... 14	1	5	1	1	4	2	14
● ◇ O3.5: Refined labeling... 5	2		2		1		5
● ◇ O3.6: Flexibility eviden... 8	5				2	1	8
● ◇ O3.7: Guidance on impr... 30	5	3	3	2	9	8	30
● ◇ O3.8: Addition of actua... 19	3	5			7	4	19
Totals	28	24	16	12	54	35	169

APPENDIX 11 - WORKSHEET MO-COËFFICIENT

Werkblad Mo-coëfficiënt

1 Algemene gegevens

1.1 Objectgegevens

Plaats/gemeente:	...
Straat:	...
Huisnummer(s):	...
Monumentnummer (bij rijksmonumenten):	...
Eventuele gebouwnaam:	...

1.2 Gegevens beoordelaar(s)

Ingevuld door:	...
Datum:	...
Ingevuld door (2 ^e beoordelaar):	...
Datum:	...

2 Bescherming Cultureel Erfgoed

2.1 Bescherming van individuele panden

Gaat het om een beschermd monument?

Opmerking:

Wanneer binnen complexen ook objecten voorkomen die niet beschermd zijn, geef dan aan welke delen niet zijn beschermd. De beschermde status bij rijksmonumenten of beschermde historische buitenplaatsen betreft ook de tuinen en parken bij deze gebouwen, complexen of buitenplaatsen. Omdat soms de tuinaanleg buiten de bescherming valt geef je aan wanneer wel van bescherming sprake is. Onder anderszins beschermd rekenen we onder andere onroerend erfgoed dat deel uitmaakt van een museumcollectie (openluchtmuseum).

- ja; het betreft:
 - rijksmonument (objecten of complexen)

Monumentnummer(s):

- rijksbeschermde historische buitenplaats
- beschermde tuin of parkaanleg
- provinciaal monument
- gemeentelijk monument
- gemeentelijk beeldbepalend pand
- anderszins beschermd object, namelijk:

- zijn er niet-beschermd onderdelen/objecten binnen het hoofdobject?
Zo ja, welke:
- nee, maar pand is beeldbepalend object binnen rijksbeschermd stads- of dorpsgezicht
- nee

2.2 Beschermd stads- of dorpsgezicht

Valt het pand binnen een beschermd stads- of dorpsgezicht?

- ja; het betreft:
 - rijksbeschermd stads- of dorpsgezicht
 - gemeentelijk beschermd gezicht
- nee

2.3 Waardevol bodemarchief

Is het terrein bij het gebouw beschermd op grond van aanwezige archeologische waarden of is het anderszins van hoge archeologische waarde?

Terreinen kunnen zijn beschermd als *archeologisch monument*; er zijn in dat geval archeologische waarden aangetoond, waardoor 'roerend van de grond' niet of zeer beperkt mogelijk is. Daarnaast is op de Indicatieve Kaart Archeologische Waarden (IKAW) – op basis van de kaart van Nederland, schaal 1:50.000 – aangegeven waar archeologische waarden zijn te verwachten. De indicaties zijn genoteerd per kaartvierkant van 500x500 m.; de waardenverwachtingen zijn genoteerd in 3 gradaties van hoog tot laag. De benodigde informatie is in te winnen op <https://www.cultureelerfgoed.nl/>. Als ter plaatse van het object een signalering bestaat moet archeologisch onderzoek uitwijzen of en hoe sprake kan zijn van werkzaamheden in de grond.

- ja, het betreft:
 - beschermd archeologisch monument
 - signalering op Indicatieve Kaart Archeologische Waarden met verwachting: (*hoog, gemiddeld, laag*)
- nee

3 Monumentwaarden

Wat is de historische betekenis van het object? Hier komen de historiciteit en het belang van het gebouw in termen van cultuurwaarden aan bod. Conform de Monumentenwet 1988 (art. 1 lid b.1) kan dat belang zijn gelegen in de schoonheid, betekenis voor de wetenschap of cultuurhistorische waarde van het object. Die formele gronden van betekenis maken we hierna expliciet via datering van het object en het aangeven van de architectuurhistorische, cultuurhistorische en ensemblewaarden van en rond het object. Betrek in het oordeel altijd de

zogenheten Redengevende Omschrijving. Deze is te vinden op www.kich.nl. Bestaat het object uit meerdere bouwdelen van onderling verschillende karakteristiek en betekenis, behandel dan elk der bouwdelen afzonderlijk. Geef ook op tekening aan hoe de bouwdelen binnen het object of gebouwencomplex zijn gesitueerd, zie 4.4. Tekeningen op basis van schetsrasters.

3.1 Datering

Hoofd bouwperiode: uit welke periode stamt het gebouw in hoofdzaak? Hier zijn meerdere antwoorden mogelijk. De eerste bouwphase en latere historisch betekenisvolle bouwfasen registreer je in onderstaand schema.

Bij een volledige reconstructie geldt de bouwperiode van de reconstructieactiviteit, niet die van het weer opgeroepen, tussentijds verdwenen beeld.

Bouwperiode	eerste bouwphase	tweede bouwphase	latere bouwphase(n)
Vóór 1400 (14 ^e eeuw of eerder)			
1400-1500			
1500-1600			
1600-1700			
1700-1800			
1800-1900			
1900-1940			
Na 1940			

3.2 Architectuurhistorische waarden

Het gaat hier om de betekenis van het fysieke bouwwerk in aanleg, ontwerp of uitvoering. Het betreft het exterieur en het interieur. Je beoordeelt hier de cultuur- en bouwhistorische waarden van de historische bouwmaterialen aan de hand van vijf criteria: (1) Bouwstijl/bouwtype, (2) Architectonische vormgeving, (3) Constructieve vormgeving, (4) Ambacht (uitvoering), en (5) Bouwmeester/architect.

3.2.1 Bouwstijl/bouwtype

Wat is de kwaliteit van het gebouw als voorbeeld van een bepaalde bouwstijl of bouwtypologie?

Dit criterium weegt het gebouw naar bouwtrant en kenmerken in een bepaalde periode (bouwstijl) of naar vorm vanwege een specifieke functie (bouwtype). *Bouwstijl* en *bouwtype* kunnen sterk verbonden zijn (bijvoorbeeld gotische kerk), vandaar dat de weging gecombineerd is. Wanneer het gebouw naar stijl of type een *vroeg voorbeeld* in zijn soort is, wordt dat hier ook genoteerd. De *zeldzaamheid* van het object bepaalt welke vraag beantwoording vergt. Komt het gebouw in zijn verschijningsvorm of als type in ons land veel voor of betreft het een weinig voorkomend of sporadisch bewaard gebleven voorbeeld? Beantwoord vraag 1 **of** vraag 2.

3.2.2 Noteer de score in de verzamelstaat

Vraag 1

Is het gebouw *zeldzaam* in zijn soort? Zo ja, noteer dan de kwaliteit of betekenis van bouwstijl of bouwtype hieronder.

- P - zeer goed of vroeg voorbeeld
- Q - goed
- R - redelijk
- S - geen of slecht voorbeeld

Vraag 2

Komt het gebouw als voorbeeld van zijn soort *vaak* voor? Zo ja, noteer dan de kwaliteit of betekenis van bouwstijl of bouwtype hierna.

- P - uitzonderlijk goed of zeer vroeg voorbeeld
- Q - zeer goed of vroeg voorbeeld
- R - goed
- S - matig of slecht voorbeeld

3.2.3 Architectonische vormgeving

Wat is de visuele kwaliteit van het architectonische ontwerp (plattegrond, schaal, maatvoering, afwerking en ornamentiek) gezien de bouwperiode, de bouwstijl of het bouwtype?

Noteer hier de architectonische kwaliteiten van het ontwerp. We spreken van hoge architectonische kwaliteit als het ontwerp bijzonder geslaagd is in zijn ruimtelijke opzet en visuele kwaliteit. Architectonische curiositeiten of gebouwen waarvan één of meerdere onderdelen van bijzonder belang zijn kunnen hier ook hoog scoren. Ingrijpende wijzigingen kunnen het ontwerp hebben geschaad en daarmee het gebouw tot een minder goed voorbeeld maken. Andersom kan een historische wijziging een doorsnee gebouw tot iets bijzonders hebben gemaakt. Wanneer het gebouw een *vroeg voorbeeld* in zijn soort is, noteren we dat hier ook. De *zeldzaamheid* van het object bepaalt welke vraag we moeten beantwoorden. Komt het gebouw in zijn verschijningsvorm of als type in ons land veel voor of betreft het een weinig voorkomend of sporadisch bewaard gebleven voorbeeld? Beantwoord vraag 1 **of** vraag 2.
Noteer de score in de verzamelstaat.

Vraag 1

Is de architectonische vormgeving *zeldzaam* in zijn soort? Zo ja, noteer dan de kwaliteit of betekenis hieronder.

- P - zeer goed of vroeg voorbeeld
- Q - goed
- R - redelijk
- S - geen of slecht voorbeeld

Vraag 2

Komt architectonische vormgeving als voorbeeld van zijn soort *vaak* voor? Zo ja, noteer dan de kwaliteit of betekenis hierna.

- P - uitzonderlijk goed of zeer vroeg voorbeeld
- Q - zeer goed of vroeg voorbeeld
- R - goed
- S - matig of slecht voorbeeld

3.2.4 Constructieve vormgeving, uitvoeringstechniek, ambacht

Wat is, gemeten naar de stand van de technologie in de ontstaansperiode, de kwaliteit van de historische bouwtechniek, het vakmanschap en de verwerking van de toegepaste bouwmaterialen?

Opmerking:

Dit criterium betreft de uitvoeringskwaliteit van de historische bouw. Het gaat om de historische toepassing, bewerking en samenstelling van bouw- en afwerkingsmaterialen. De huidige technische staat van het gebouw kan veelzeggend zijn voor de kwaliteit van het toenmalige vakmanschap en materiaalgebruik. Het kan ook zijn dat oorspronkelijke kwaliteiten door teniet doen van latere, verstorende ingrepen weer eenvoudig oproepbaar zijn. Noteer de kwaliteit dan als was deze prominent in beeld. Ingrijpende wijzigingen in het verleden kunnen de constructieve opzet van het gebouw ook ernstig hebben geschaad en daarmee het gebouw tot een minder goed en dus lager te scoren voorbeeld maken. Wanneer het gebouw een *vroeg voorbeeld* in zijn soort is, noteren we dat hier ook.

De *zeldzaamheid* van het object bepaalt welke vraag we moeten beantwoorden. Komt het gebouw in zijn verschijningsvorm of als type in ons land veel voor of betreft het een sporadisch bewaard gebleven voorbeeld? Beantwoord vraag 1 **of** vraag 2.

Noteer de score in de verzamelstaat.

Vraag 1

Is de historische uitvoeringskwaliteit en het vakmanschap *zeldzaam* in zijn soort? Zo ja, noteer dan de kwaliteit of betekenis hieronder.

- P - zeer goed
- Q - goed
- R - redelijk
- S - geen of slecht voorbeeld

Vraag 2

Komt de historische uitvoeringskwaliteit en het vakmanschap als

voorbeeld van zijn soort *vaak* voor? Zo ja, noteer dan de kwaliteit of betekenis hierna.

- P – uitzonderlijk goed of zeer vroeg
- Q – zeer goed of vroeg
- R – goed
- S – matig of slecht voorbeeld

3.2.5 Bouwmeester/ architect

Wat is de betekenis van het gebouw binnen het oeuvre van een belangrijk bouwmeester of architect?

Weeg hier het belang van het gebouw als voorbeeld van het werk van een *belangrijk* bouwmeester, architect of ingenieur. Wanneer de architect of bouwmeester bekend is en het is iemand van naam, dan noteren we hier het belang van het gebouw als voorbeeld van zijn werk. Het gaat nadrukkelijk om bouwmeesters/architecten die we in (inter)nationale vakkringen als belangrijk oormerken.

- P – één van de beste voorbeelden
- Q – (zeer) goed voorbeeld
- R – onbelangrijke of onbekende bouwmeester/architect

3.3 Cultuurhistorische waarden

Het gaat hier om een beoordeling van het gebouw op zijn historisch-maatschappelijke betekenis of *associatieve waarde*. De materie van het gebouw zelf speelt hier minder een rol dan zijn functie als *gedenk- of merkteken*. De beoordeling gebeurt aan de hand van drie criteria: (1) geschiedenisthema's, (2) lokale ontwikkelingen en (3) relatie met persoon of gebeurtenis.

3.3.1 Geschiedenisthema's

Hoe goed laat het gebouw een belangrijk aspect zien van een brede ontwikkeling in de Nederlandse geschiedenis op politiek-militair, economisch, sociaal, cultureel, geestelijk of maritiem gebied?

Dit criterium weegt het gebouw in zijn relatie tot brede thema's uit de vaderlandse geschiedenis, zoals de strijd tegen het water, staatsvormingsproces (gewestelijke besturen en stedelijke macht), handelsexpansie (Hanze, VOC), industrialisatie, opkomende infrastructuur (verkeer en vervoer) en de Wereldoorlogen.

Noteer de score in de verzamelstaat.

- P – één van de beste voorbeelden
- Q – (zeer) goed voorbeeld
- R – weinig belangrijk of geen voorbeeld

3.3.2 Lokale ontwikkelingen

Hoe goed laat het gebouw een belangrijke fase zien uit de specifieke historische ontwikkeling van een streek, stad, dorp of een nog kleinere gemeenschap?

Is het gebouw een *historische* bron of een merkteken voor een bijzondere fase uit de geschiedenis van de lokale gemeenschap of leefcultuur? Het gaat hier expliciet *niet* om de huidige situatie! Een lokale gemeenschap betreft niet alleen een streek, stad of dorp, maar ook bijvoorbeeld de gemeenschap binnen de muren van een gevangenis, klooster of gesticht. De betekenis kan ontleend zijn aan allerlei historische ontwikkelingen, zoals sociaal-economische, politiek-bestuurlijke, geografische, geestelijke of culturele ontwikkelingen.

Noteer de score in de verzamelstaat.

- P – één van de beste voorbeelden
- Q – (zeer) goed voorbeeld
- R – weinig belangrijk of geen voorbeeld

3.3.3 Persoon/ gebeurtenis

Hoe belangrijk is de relatie van het gebouw met een historische gebeurtenis, of met het leven of werk van een historische persoon?

Dit criterium weegt het *nauwe verband* van het gebouw met belangrijke historische personen (eigenaar, bewoner, stichter, gebruiker) of historische gebeurtenissen, beide minimaal 50 jaar geleden. Het gaat om stichting, eigendom of bewoning bij personen of om het gebouw als plaats van handeling bij gebeurtenissen. Een verwijzing zoals 'Napoleon heeft hier ooit geslapen' is onvoldoende voor een score op dit punt. Gebeurtenissen van lange duur – bijvoorbeeld een functie als ondergrondse drukkerij tijdens de Tweede Wereldoorlog – scoren niet hier maar bij geschiedenisthema's of onder lokale ontwikkelingen. Datzelfde geldt ook voor regelmatig terugkerende gebeurtenissen, zoals jaarlijkse herdenkingen of kerkelijke processies.

Noteer de score in de verzamelstaat.

- P – van (inter)nationaal belang
- Q – van regionaal of plaatselijk belang
- R – geen nauwe relatie of onbekend

3.4 Betekenis binnen een groter geheel (ensemble-waarden)

Deze vraag beoordeelt de *contextuele betekenis* die de omgeving voor het gebouw tegenwoordig heeft en, omgekeerd, welke waarde het gebouw voor zijn omgeving vertegenwoordigt.

3.4.1 Betekenis van de ruimtelijke omgeving voor het gebouw

Hoe hoogwaardig in ruimtelijk-historische zin is de (gebouwde) omgeving voor het object in de huidige situatie?

Hier stellen we de meerwaarde die de context van het gebouw voor het gebouw kan hebben vast. Eenzelfde gebouw zal in een gave, samenhangende context onaanraakbaarder zijn dan in een context die in historische en ruimtelijk-visuele zin sterk verstoord is. In het laatste geval kan het gebouw echter wel een zekere weeromstuit-waarde aan zijn bedorven omgeving ontleen als *laatste historische relict op deze plek*. In de beoordeling betrekken we vooral ook de kwaliteit van de zeer directe omgeving van het gebouw, het eigen erf en de bijgebouwen. Een storende context levert *geen* 'S'-score op omdat eventuele ingrepen in en aan het gebouw daarop geen enkele invloed hebben.

Noteer de score in de verzamelstaat.

- P – (nagenoeg) gave historische context, vermeerdert belang gebouw
- Q – (nagenoeg) gave context, bij historische aanpassing/wijziging tot stand gebracht; of context is ernstig verstoord, gebouw vervult rol als historisch relict
- R – context is product van betrekkelijk recente aanpassing/wijziging

3.4.2 Betekenis van het gebouw voor de ruimtelijke omgeving

Welke rol speelt het gebouw in ruimtelijk-visuele zin, maar ook cultuur-historisch in zijn omgeving?

Hier betreft het de beeldondersteunende of beeldbepalende rol die het gebouw vervult voor de context waarin het is geplaatst. We gaan uit van de positieve kwaliteit van de omgeving. Is het gebouw als *relict* in een historisch gezien overigens aangetaste omgeving bewaard gebleven? Dan noteren we dat als zodanig. Het kan soms voorkomen dat het gebouw door eigen geringe of ontbrekende kwaliteit een onbetekenend of zelfs storend effect heeft op zijn ruimtelijke omgeving. De kwaliteit van de zeer directe omgeving van het gebouw, het eigen erf, de bijgebouwen, betrekken we ook in het oordeel.

Noteer de score in de verzamelstaat.

- P – gebouw is bepalend of krachtig ondersteunend aan het huidige positieve karakter van de omgeving
- Q – gebouw draagt redelijk bij aan huidige positieve karakter van de omgeving, of: gebouw is historisch relict in aangetaste omgeving
- R – gebouw is indifferent in (redelijk) gave omgeving
- S – gebouw is storend in (redelijk) gave omgeving

3.5 Historische gaafheid en technische staat

Hier beoordelen we de gaafheid van het gebouw aan de hand van de criteria historische compleetheid of ongereptheid en de technische staat of conserveringstoestand van de historische bouws substantie.

3.5.1 Historische compleetheid of ongereptheid

Hoeveel resteert er van de – oorspronkelijke of later toegevoegde – historische bouwmaterie?

Geef hier aan hoeveel er nog van de historische bouwmaterie resteert, hoe vaak of hoe weinig het gebouw door opeenvolgende generaties gebruikers is aangepast. Sommige historische aanpassingen – tenminste ouder dan 50 jaar – hebben nadrukkelijk monumentwaarde omdat zij betekenis hebben voor het gebouw in zijn historisch-gelaagde karakteristiek. Andere aanpassingen kunnen de monumentale betekenis negatief hebben beïnvloed. Het gaat dan om relatief recente ingrepen of restauraties die architectonisch en/of bouwtechnisch inferieur zijn. Deze zijn als verstoringen in het geheel aan te merken. Een gebouw is nagenoeg compleet wanneer het ongeschonden is in zijn hoofdopzet en detaillering, of wanneer er sprake is van een historisch gegroeide eenheid zonder verstoringen. Bij historische bouwdelen/elementen die herplaatst zijn binnen het pand of overgebracht zijn van elders bepaalt hun betekenis en passendheid voor het ensemble of zij de score positief of negatief beïnvloeden. Hetzelfde geldt voor reconstructies die in kader van een restauratie in het verleden zijn uitgevoerd. Weeg hier ook mee alle weggewerkte historische bouwmaterie – bijvoorbeeld achter latere betimmeringen of afwerkingen verscholen elementen – waarvan de aanwezigheid blijkt of aantoonbaar is.

Noteer de score in de verzamelstaat.

- P – gebouw *zonder, of met enkele kleine wijzigingen* in de oorspronkelijke bouwmaterie of in de historisch gegroeide architectonische/bouwkundige eenheid
- Q – gebouw met *enkele grote of meerdere kleine wijzigingen* in de oorspronkelijke bouwmaterie of in de historisch gegroeide architectonische/bouwkundige eenheid
- R – gebouw kent *omvangrijke wijzigingen en verstoringen* in de oorspronkelijke bouwmaterie of in de historisch gegroeide architectonische/bouwkundige eenheid

3.5.2 Technische staat of conserveringstoestand

Wat is de algehele technische staat van het gebouw?

Dit criterium weegt de conditie van alle constructies en materialen. Zijn er constructieve problemen zoals houtaantasting of falende oplegging van balken, scheurvorming in gevels en zettingen in de grondslag of fundering? Verder gaat het hier om alle materiële schade door verwerking, slijtage of door achterstallig onderhoud en constructie- en materiaalfouten bij onoordeelkundige aanpassing in het (recente) verleden. Wijzigingen zoals verwijderde of verdwenen ornamenten, verstorende aanbouwen of de opdeling van belangrijke interieurs vallen niet onder dit criterium, maar onder dat van historische ongereptheid (vraag 3.5.1).

Het gaat hier *niet* om geringe energieprestaties, (vermeende) comfortgebreken door bijvoorbeeld enkele beglazing of veiligheidsaspecten zoals brandveiligheid. Deze zijn nu eenmaal eigen aan een historisch gebouw.

Noteer de score in de verzamelstaat.

- P – gebouw is (nagenoeg) gaaf in (conserverings-)technische zin
- Q – gebouw is licht tot matig aangetast/verstoord in (conserverings-)technische zin
- R – gebouw is flink aangetast/verstoord in (conserverings-)technische zin

4 Aanraakbaarheid op onderdeelniveau

Dit beoordelingsblok helpt de bouwhistoricus/architectuurhistoricus een oordeel te vellen over de mate waarin ingrepen in en aan het object acceptabel zijn vanuit monumentenzorgoptiek en waar in het gebouw die mogelijkheden voorhanden zijn.

In beeld moet komen de aanraakbaarheid – de mogelijkheden om in het object in te grijpen in het kader van duurzaamheidsmaatregelen – van die elementen en onderdelen waar ingrepen en wijzigingen voor de duurzaamheid in de meeste gevallen op gericht zijn.

Er zijn twee startsituaties bij het invullen van dit deel van het werkblad:

1. **Er ligt een plan** voor (duurzame) ingrepen in het gebouw: beoordeel in dit geval slechts die elementen van het gebouw die in het plan aan bod komen en die elementen die bij eventuele alternatieven voor ingrepen in het plan onder het mes zouden komen. Bijvoorbeeld: plan voorziet in raamisolatie, de aanraakbaarheid van de ramen staat dat niet toe. Een alternatief kan zijn toepassing van achterzetramen, waartoe dan een aanraakbaarheidsopname voor de binnenzijde van de gevel en de vensters nodig is.

2. **Er is géén plan**, het gaat om een toets op algemene aanpasbaarheid van het gebouw in het kader van duurzaamheid: beoordeel in dat geval alle elementen zoals in het werkblad aangegeven.

De aanraakbaarheid duiden we aan in tabelvorm, in de kolommen P, Q en R. Het betreft hier weer de bekende aanraakbaarheidscategorieën:

A = objectdeel is van *museaal-documentair* gehalte; ongewijzigde instandhouding en conservering staan voorop; ingreepmogelijkheden zijn nihil tot zeer gering.

B = objectdeel is *museaal-functioneel*; instandhouding en conservering staan voorop; voor de gebouwfunctie zijn beperkte ingrepen, passend bij de gebouwkarakteristiek, mogelijk.

C = objectdeel is *monumentaal-flexibel*, kent een geschiedenis van meerdere recente, niet aan de cultuurwaarden van het object bijdragende aanpassingen; instandhouding van waarden en functionaliteit van het gebouw staan voorop; ingrepen passend bij de gebouwkarakteristiek zijn mogelijk.

Objectdelen die afkomstig zijn van verantwoord herstel of restauratie van het object, of die op voor het monument verantwoorde wijze zijn hergebruikt in het object nemen we mee in de A-, B- of C-score. Vul *niets* in als het objectdeel product is van een relatief recente, niet voor het monument geëigende verbouwing, in- of uitbreiding, of wanneer het objectdeel van storend gehalte is.

Noteer – indien van toepassing – tevens de bouw- of de materiaal-technische kwaliteit van het objectdeel volgens de onderstaande codering. Hierbij merken we storende elementen ook aan.

1 = goed

2 = redelijk

3 = matig

4 = slecht of storend

4.1 Aanraakbaarheid exterieurdelen

Geef de aanraakbaarheid en technische staat – en eventuele storende factor – van de onderstaande objectdelen in het schema aan. Geef voor juiste plaatsbepaling zoveel mogelijk de oriëntatie/windrichting van het vermelde objectdeel aan. Bijvoorbeeld: voorgevel: zuidoost; linker zijgevel: zuidwest.

Deel, bij ingewikkelde gebouwplattegrond, de objectdelen in meerdere te noemen groepen in. Bijvoorbeeld achtergevel 2, linker (= zuidwestelijk) bouwdeel.

4.1.1 Gevels

Gevellijsten beschouwen we als onderdeel van de dakpartij en behandelen we onder die noemer.

Noteer aanraakbaarheid van serres en erkers en geef aan bij welk geveldeel deze horen. Aandacht verdient erkers die deel uitmaken van een entreepartij onder die noemer te behandelen.

Sla niet aanwezige bouwelementen uit het schema over.

Objectdeel	oriëntatie	A niet/ nauwelijks aanraakbaar	B voorwaardelijk aanraakbaar	C redelijk aanraakbaar	technische staat 1,2,3,4	O
voorgevel 1						
(voorgevel 2)						
(voorgevel 3)						
achtergevel 1						
(achtergevel 2)						
(achtergevel 3)						
zijgevel 1						
(zijgevel 2)						
(zijgevel 3)						
(zijgevel 4)						
serre(s), ter plaatse van.....- gevel						
erker(s) - niet bij entree horend! - ter plaatse van.....- gevel						

4.1.2 Gevelopeningen

Geef voor juiste plaatsbepaling aan in welk geveldeel het vermelde objectdeel zich bevindt. Bijvoorbeeld entreepartij 1 in voorgevel, zuidoost; vensters linker zijgevel, zuidwest.

Noteer ook andere openingen dan die van vensters en toegangen. Bijvoorbeeld ventilatieopeningen met rosetroosters.

Zijn er in duurzaamheidsopzicht kansrijke elementen aanwezig of verdwenen? Geef dat dan bij 'Opmerkingen' aan. Bijvoorbeeld zonnerakken aanwezig; buitenluiken vroeger aanwezig blijkens gehengduimen in kozijnen.

Objectdeel	oriëntatie	A niet/ nauwelijks aanraakbaar	B voorwaardelijk aanraakbaar	C redelijk aanraakbaar	technische staat 1,2,3,4
Buitendeuren, bovenlichten:					
entreepartij 1					
(entreepartij 2)					
(entreepartij 3)					

Objectdeel	oriëntatie	A niet/ nauwelijks aanraakbaar	B voorwaardelijk aanraakbaar	C redelijk aanraakbaar	technische staat 1,2,3,4
erker(s), bij entree horend ter plaatse van.... -gevel					
Vensters (kozijnen, ramen, beglazing)					
vensters 1, voorgevel					
vensters 2..... gevel					
vensters 3..... gevel					
vensters 4..... gevel					
andere gevelopeningen, nl.:					
Blinden, buitenluiken, zonnerakken?					

4.1.3 Dakpartij

Behandel hier de aanraakbaarheid en technische staat van alle elementen in de dakzone, waaronder de gevelijsten. Van het dak komt bij 'dakgedeelte' de aanraakbaarheid van de dakhuid en de exterieurelementen (dakbedekking, keperafwerking, pironen, siermakelaars, windwijzers, schoorstenen) aan de orde. De kapconstructie (kapjukken, sporenparen, gordingen, flieringen, tengels, latten) en dakhuid/-beschot behandel je bij het interieur.

Geef aan waar de elementen zich bevinden. Bijvoorbeeld dakkapellen achtergevel; dakopbouw boven linkerzijgevel, zuidwest.

Objectdeel	oriëntatie	A niet/ nauwelijks aanraakbaar	B voorwaardelijk aanraakbaar	C redelijk aanraakbaar	technische staat 1,2,3,4	O
Gevellijsten						
voorgevellijst 1						
(voorgevellijst 2)						

Objectdeel	oriëntatie	A niet/ nauwelijks aanraakbaar	B voorwaardelijk aanraakbaar	C redelijk aanraakbaar	technische staat 1,2,3,4	O
(voorgevellijst 3)						
achtergevel- lijst 1						
(achtergevel- lijst 2)						
(achtergevel- lijst 3)						

4.1.4 Gebouwsilhouet en -contouren

Behandel hier de mate van veranderbaarheid van het gebouw in zijn hoofdvorm of silhouet en contourtekening. Kunnen het silhouet of de contouren van het gebouw wijzigingen ondergaan of is het bestaande aspect niet veranderbaar? Het gaat hier om het geheel van betekenissen van het gebouw in zijn omgeving, door de oogbaren gezien vanuit alle kijkrichtingen. Vergeet daarbij in een stedelijk milieu – met te bezoeken torens – ook het bovenaanzicht niet. Silhouetwerking is er in het verticale, contourwerking in het horizontale vlak.

Geef zo nodig aan welke zichtlijnen/contouren welke aanraakbaarheden hebben. Bijvoorbeeld silhouet vanuit zuiden en oosten: A, contouren achterzijde gebouw: C.

Silhouet en contour	kijk- richting	A niet/ nauwelijks aanraakbaar	B voorwaardelijk aanraakbaar	C redelijk aanraakbaar	Opmerkingen
Gebouw- silhouet 1					
(Gebouw- silhouet 2)					
(Gebouw- silhouet 3)					
Gebouw- contour 1					
(Gebouw- contour 2)					
(Gebouw- contour 3)					

4.2 Aanraakbaarheid interieurdelen

Behandel hier de aanpasbaarheid van interieurdelen. Betrek slechts de ruimten/elementen/onderdelen/aspecten in de beschouwing die direct of indirect met de buitenschil van het gebouw in relatie staan en ruimten/elementen/onderdelen/aspecten die anderszins in aanmerking komen voor duurzaamheidsmaatregelen. Juist daar moet van vaststaan hoever de aanraakbaarheid in dit gebouw reikt.

Geef voor juiste plaatsbepaling ruimtenummers aan op een schematische plattegrond en doorsnede en geef zoveel mogelijk de oriëntatie/windrichting van de besproken ruimte aan. Bijvoorbeeld voorkamer zuidoost; buitenmuur achterkamer noordwest en achterkamer noordoost.

4.2.1 Kelder / souterrain

Behandel bij het kopje 'zoldering' ook de draagconstructie van de vloer van de bovenliggende ruimte(n).

Objectdeel	plaats-aanduiding	A niet/ nauwelijks aanraakbaar	B voorwaardelijk aanraakbaar	C redelijk aanraakbaar	technische staat 1,2,3,4	C
Kelder 1						
vloer						
wanden						
zoldering (+ constructie), gewelf, plafond						
Kelder 2						
Vloer						
Wanden						
zoldering (+ constructie), gewelf, plafond						
Kelder 3						
Vloer						
Wanden						
zoldering (+ constructie), gewelf, plafond						
Trap (op kelderniveau)						
trapruimte/ trappenhuis						

4.2.2 Begane grond

Behandel de draagconstructie van vloeren, zoals moer- en kinderbinten, sleutelstukken, (trog)gewelven bij het kopje 'zoldering' van de onderliggende ruimte(n).

Bij 'binnenluiken en binnenramen' gaat het om elementen achter de - bij de gevel behandelde - vensters in buitenmuren. Hier eventueel aanwezige inpandige ramen behandelen, wanneer daar duurzaamheidsmaatregelen zouden kunnen spelen.

Objectdeel	plaatsaanduiding	A niet/ nauwelijks aanraakbaar	B voorwaardelijk aanraakbaar	C redelijk aanraakbaar	te
<u>Ruimte 1</u>					
bevloering (delen, parket, zerken, tegels, et cetera) [draagconstructie komt aan bod bij onder- liggende ruimte]					
ondervloer (delen, oudere bevloeringen en vloer- afwerkingen)					
wanden (inclusief betim-meringen, bespan-ningen, muurstijlen)					
binnen- deurpartijen/- puien					
binnenluiken en binnenramen					
zoldering/ balklaag (+ constructie), (trog)gewelf, plafond (+ kooflijsten)					
<u>Ruimte 2, 3, et cetera,</u>					
bevloering (delen, parket, zerken, tegels, et cetera) [draag-constructie bij onder- liggende ruimte]					
ondervloer (delen, oudere bevloeringen en					

Objectdeel	plaatsaanduiding	A niet/ nauwelijks aanraakbaar	B voorwaardelijk aanraakbaar	C redelijk aanraakbaar	te
vloer- afwerkingen)					
wanden (inclusief betim-meringen, bespan-ningen, muurstijlen)					
binnen- deurpartijen/- puien					
binnenluiken en binnenramen					
zoldering/ balklaag (+ constructie), (trog)gewelf, plafond (+ kooflijsten)					
Trap (ter hoogte van begane grond)					
trapruimte/ trappenhuis					

4.2.3 Verdieping(en)

Behandel – **voor elke verdieping** van het gebouw – de draagconstructie van vloeren, zoals moer- en kinderbinten, sleutelstukken, (trog)gewelven bij het kopje 'zoldering' van de onderliggende ruimte(n). Bij 'binnenluiken en binnenramen' gaat het om elementen achter de – bij de gevel behandelde – vensters in buitenmuren. Hier eventueel aanwezige inpandige ramen behandelen, wanneer daar duurzaamheidsmaatregelen zouden kunnen spelen.

Objectdeel	plaatsaanduiding	A niet/ nauwelijks aanraakbaar	B voorwaardelijk aanraakbaar	C redelijk aanraakbaar	techn ste 1,2,
Ruimte 1					
bevloering (delen, parket, zerken, tegels, et cetera) [draag- constructie komt aan bod bij onder-					

Objectdeel	plaatsaanduiding	A niet/ nauwelijks aanraakbaar	B voorwaardelijk aanraakbaar	C redelijk aanraakbaar	technisch 1,2,
liggende ruimte]					
ondervloer (delen, oudere bevloeringen en vloer-afwerkingen)					
wanden (inclusief betimmeringen, bespanningen, muurstijlen)					
binnen-deurpartijen/-puien					
binnenluiken en binnenramen					
zoldering/balklaag (+ constructie), (trog)gewelf, plafond (+ kooflijsten)					
<u>Ruimte 2, 3, et cetera</u>					
bevloering (delen, parket, zerken, tegels, et cetera) [draagconstructie bij onderliggende ruimte]					
ondervloer (delen, oudere bevloeringen en vloer-afwerkingen)					
wanden (inclusief betimmeringen,					

Objectdeel	plaatsaanduiding	A niet/ nauwelijks aanraakbaar	B voorwaardelijk aanraakbaar	C redelijk aanraakbaar	technische stoep 1,2,
bespan- ningen, muurstijlen)					
binnen- deurpartijen/- puien					
binnenluiken en binnenramen					
zoldering/ balklaag (+ constructie), (trog)gewelf, plafond (+ kooflijsten)					
Trap (ter hoogte van deze verdieping)					
trapruimte/ trappenhuis					

4.2.4 Kapverdieping en kapconstructie

Behandel de draagconstructie van de kap(pen) bij 'kapruimte als geheel'. Eventuele vertrekken en afschietingen op zolderniveau en verdiepingsruimten in de kap (flieringzolders) behandelen we apart. Behandel alleen die objectdelen die tot de gebouwschil behoren en slechts die elementen waar duurzaamheidsmaatregelen zouden kunnen spelen. Binnen de dakhuid kunnen zogeheten stofschotten aanwezig zijn en ook houten gewelven; beide elementen kunnen van bijzondere historische betekenis – en dus van geringe aanraakbaarheid – zijn. Andersom zijn ter plaatse van deze elementen bijvoorbeeld vaak goede isolatiemogelijkheden aanwezig.

Objectdeel	plaatsaanduiding	A niet/ nauwelijks aanraakbaar	B voorwaardelijk aanraakbaar	C redelijk aanraakbaar	technische stoep 1
Kapruimte als geheel					
Bevloering (houten delen, steenachtige vloer [draag- constructie komt aan bod bij onder-					

Objectdeel	plaatsaanduiding	A niet/ nauwelijks aanraakbaar	B voorwaardelijk aanraakbaar	C redelijk aanraakbaar	tec s 1
liggende ruimte]					
Hoofd-constructie en dakhuid (strijk-)gebinten, sporen, gordingen, flieringen, beschot, tengels, latten)					
Beschiëting binnen dakhuid (stofschootten, houten gewelven)					
<u>Zoldervertrek 1</u>					
bevloering (delen, parket, zerken, tegels, et cetera)					
wanden/schotwerk (inclusief betimmeringen, bespanningen)					
zoldering/balklaag), plafond					
<u>Zoldervertrek 2, 3, et cetera</u>					
bevloering (delen, parket, zerken, tegels, et cetera)					
wanden/schotwerk (inclusief betimmeringen, bespanningen)					
zoldering/balklaag), plafond					
vliering-ruimte					
Trap (ter hoogte van kapruimte)					

Objectdeel	plaatsaanduiding	A niet/ nauwelijks aanraakbaar	B voorwaardelijk aanraakbaar	C redelijk aanraakbaar	technische staat 1,2,3,4
trapruimte/ trappenhuis					

4.3 Aanraakbaarheid inventaris en terrein

Behandel hier de aanraakbaarheid en technische staat van vaste inventarisdelen, zoals vast meubilair, historische sanitair uitrusting, toiletputten, stortbakken, maar ook historische verwarmingselementen, tegelkachels, bakovens, machines en installaties. Denk bij dit laatste aan liften, elektrasystemen, stoom, et cetera. Dit voor zover deze elementen van historische betekenis zijn en in duurzaamheidsoptiek kansrijk zijn.

4.3.1 Inventaris, behorend bij object

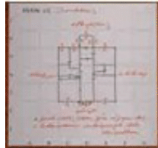
Inventarisdeel	locatie	A niet/ nauwelijks aanraakbaar	B voorwaardelijk aanraakbaar	C redelijk aanraakbaar	technische staat 1,2,3,4	Opr
vast meubilair						
sanitair						
verwarming, ovens						
technische installaties						
machines						

4.3.2 Terrein, tuin of parkaanleg

Inventarisdeel	locatie	A niet/ nauwelijks aanraakbaar	B voorwaardelijk aanraakbaar	C redelijk aanraakbaar	technische staat 1,2,3,4	Opr
terrein- verharding						
bordes(sen) en trap(pen)						
straat- meubilair, tuin- ornamenten						
tuin/ parksaanleg						

4.4 Tekeningen op basis van schetsrasters

Breng de onderdeelsgewijze scores (A,B,C en S) uit de hoofdstukken 4.1-4.3 globaal over op schetsmatige plattegrond-, gevel- en doorsnede-tekeningen. Daarmee is in overzicht de aanraakbaarheid van het gebouw letterlijk in beeld. Begin bij objecten of gebouwcomplexen met afzonderlijk behandelde bouwdelen met een schets van het complex en de samenstellende bouwdelen.



Schets van plattegrond met aanduidingen aanraakbaarheid (@ejn)



Voorgevelschets van hetzelfde pand met aanduiding aanraakbaarheden van de geveldelen en het dakschild. Bijzonderheden zijn in de schets vermeld als geheugensteun voor de beoordelaar/bouwhistoricus (@ejn)

Stappen bij aangeven van de aanraakbaarheids-beoordeling op schetstekeningen, zie ook voorbeeldschetsen hierboven:

1. Schets plattegronden, gevels en relevante doorsneden van het gebouw of het gebouwencomplex. Benut bestaande tekeningen, of schets deze op rasterpapier; de schetsen hoeven niet exact te zijn. Deze moeten globaal kloppen en de onderlinge posities van ruimten en bouwdelen weergeven.
2. Gebruik deze tekeningen als aanraakbaarheids-onderlegger; noteer daartoe de in het werkblad gevonden score's (A, B, C en S) in de tekening.
3. Maak daarbij onderscheid tussen interieur en exterieur van de gebouwschil-delen.
4. Geef aan of er bouwdelen-elementen per beschreven buitenschil zijn die afwijken van deze aanraakbaarheidsclassificatie. Noteer in dat geval welke elementen of bouwdelen dat zijn en wat hun aanraakbaarheidsclassificatie is.
5. Wanneer binnen een element meerdere aanraakbaarheidsclassificaties zijn gevonden, vermelden we de hoogste (A of B). Geef de uitzonderingen (C of S) in een korte bijgeschreven toelichting aan: welke onderdelen hebben geen A of B status? Bijvoorbeeld: gevel en kozijnen A, ramen S; roederamen zijn recentelijk vervangen door ongelede exemplaren.
6. Bij tuin- of parkaanleg: alleen noteren of hier waarnemingen bij de infiltratie-optie zijn.

4.5 Klopt detail-score met monumentwaarden?

Controleer nu of de scores op aanraakbaarheid, zoals die op detailniveau zijn genoteerd, globaal overeenkomen met de algemene karakteristieken van het gebouw zoals geformuleerd onderaan de verzamelstaat 'monumentwaarden; waardering gebouw als geheel'. Als het goed is, bestaat er overeenkomst. Ga bij eventueel onderling verschil in uitkomst na waar scores op detailniveau op- of afronding vereisen om dit verschil te beperken. Besef hierbij dat alle uitkomsten indicatief zijn en geen keihard feitenmateriaal. Het werkblad is gereed wanneer beide uitkomsten met elkaar in overeenstemming zijn.

4.6 Relevante strategieën

Geef ten slotte in onderstaand schema aan welke DuMo-strategieën naar jouw inzicht als bouwhistoricus/architectuurhistoricus voor dit object toepasselijk zijn.

Strat. nr.	Naam en ambitie van deze strategie:	Relevant bij dit object?	Opmerkingen
Strategie 1	Het gebouw doorgronden Traditionele prestaties <i>Eerste basis-strategie: in beginsel altijd volgen.</i>	Ja (tenzij)	
Strategie 2	Minimale ingrepen <i>Tweede basis-strategie: in beginsel altijd volgen.</i>	Ja (tenzij)	
Strategie 3	Reversibiliteit <i>Derde basis-strategie: in beginsel altijd volgen.</i>	Ja (tenzij)	
Strategie 4	Passend gebruik <i>Vierde basis-strategie: in beginsel altijd volgen.</i>	Ja (tenzij)	
Strategie 5	Aangepaste comforteisen <i>Vijfde basis-strategie: in beginsel altijd volgen.</i>	Ja (tenzij)	
Strategie 6	Hergebruik en circulariteit		
Strategie 7	Traditionele of milieuvriendelijke materialen		
Strategie 8	Aangrenzende onverwarmde ruimten (AOR)		
Strategie 9	Passende installaties		
Strategie 10	Energiebesparing en Na-isolatie		
Strategie 11	Gebruik of infiltratie van regenwater		
Strategie 12	Drinkwater besparende maatregelen		
Strategie 13	Benutten van hoge ruimten		

Strat. nr.	Naam en ambitie van deze strategie:	Relevant bij dit object?	Opmerkingen
Strategie 14	Gezond binnenklimaat		
Strategie 15	Bescherming van planten en dieren		
Strategie 16	Gebruikersvoorlichting		
Strategie 17	Regelmatig onderhoud		
Strategie 18	Interactie Du en Mo		n.v.t. voor bouwhistoricus
Strategie 19	Afweging van belangen		n.v.t. voor bouwhistoricus
Strategie 20	Afstemming restauratie-strategie op DuMo-profiel		n.v.t. voor bouwhistoricus
Strategie 21	Wijkaanpak verduurzaming erfgoed		

Literatuurlijst

- [1] Restauratievisie van stichting ERM <https://www.stichtingerm.nl/kennis-richtlijn>
- [2] Handboek Duurzame Monumentenzorg 2011 <https://open.issso.nl/publicatie/handboek-duurzame-monumentenzorg/2011?query=duurzaam+monumentenzorg>
- [3] Internationale Klimaatakkoord 2015 (Parijs) <https://www.emissieautoriteit.nl/onze-klimaatakkoord-van-parijs>
- [4] Wet Ruimtelijke Ordening d.d. 20 oktober 2006 Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer <https://zoek.officielebekendmakingen.nl/stb-2006-511.html>
- [5] Nieuwe omgevingswet <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/omgevingswet>
- [6] Wet Kwaliteitsborging voor het bouwen (Wkb) <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/wet-kwaliteitsborging-voor-het-bouwen/wkb>
- [7] Besluit Bouwwerken Leefomgeving (BBL) Ministerie van Binnenlandse Zaken en Infrastructuur en Waterstaat <https://zoek.officielebekendmakingen.nl/stb-2018-291.html>
- [8] Routekaart Verduurzaming Monumenten <https://www.duurzaam erfgoed.nl/routekaart-verduurzaming-monumenten>
- [9] Gelders Energieakkoord <https://www.geldersenergieakkoord.nl/>
- [10] Verklaring van Davos (2018)
- [11] New European Bauhaus is een creatief en interdisciplinair initiatief dat de Europese Unie verbindt met onze leefruimtes en ervaringen: <https://europa.eu/new-european-bauhaus/>
- [12] De Europese Green Deal is een pakket beleidsinitiatieven dat de EU op weg maakt naar een groene transitie: https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_nl
- [13] CREBA is een Frans initiatief voor verantwoorde verduurzaming van erfgoed: <http://www.rehabilitation-bati-ancien.fr/charte-rehabilitation-responsable-du-bati-ancien>
- [14] STBA is een Brits initiatief voor verantwoorde verduurzaming van erfgoed: <http://retrofit.org/>
- [15] ICOMOS (International Council on Monuments and Sites) is een niet-gouvernamentele internationale organisatie die zich inzet voor het behoud van monumenten en cultureel erfgoed in de wereld: <https://www.icomos.org/en>
- [16] Restauratieladder van stichting ERM <https://www.stichtingerm.nl/restauratieladder>

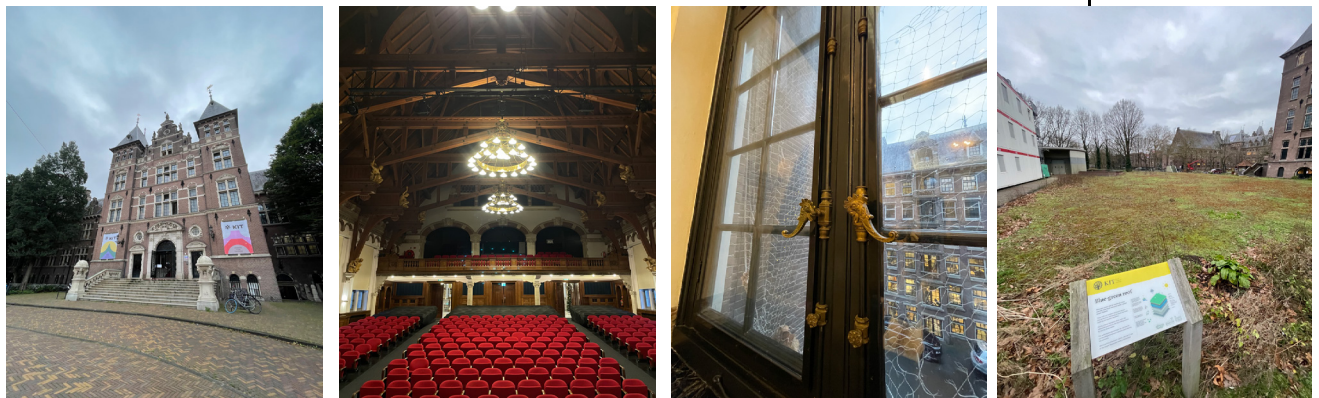
APPENDIX 12 - EXCEL SHEET CASE STUDY ANALYSIS

Case 1 - KIT

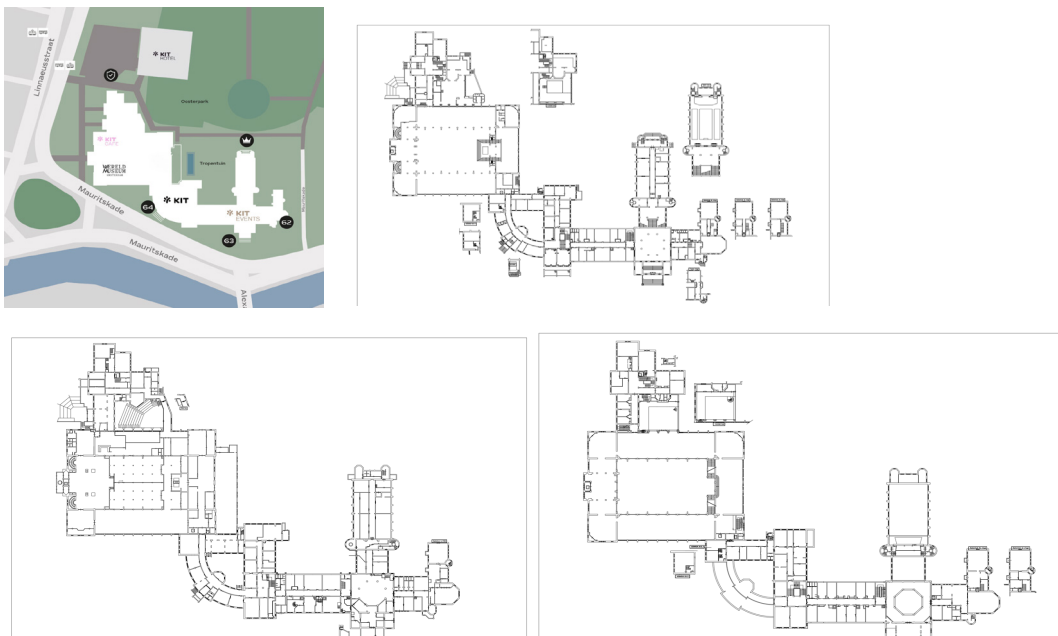
Informatie over case	
Naam	Koninklijk Instituut van de Tropen (KIT)
Adres	Mauritskade 64, 1092 AD, Amsterdam
Type gebouw	Kantoor- en onderzoeksgebouw
Eigenaar	Particulier
Bouwjaar	1926
Monumentenstatus	Rijksmonument
Architect	J.J. van Nieukerken
Stroming	Neorenaissance, invloeden Amsterdamse Schied
BVO	33.000
Opmerkingen	

Algemene informatie

Foto's case



Plattegronden case



Keuzeopties

1. Gevelopeningen

Keuzeopties	Uitleg	kWh/m ² verschil	Voorkeur o.b.v. duurzaamheid	Gekozen	Waarom wel / niet gekozen	Staat element	Monumentale waarde	Grenzen van aanvaardbare verandering	Ingewikkeldheid van ingreep in relatie tot het erfgoed
Uitgangssituatie	Enkelglas	Voornamelijk (ongeveer 75%), op sommige plekken al alternatieven				Origineel	Positief monumentaal	Mag deels veranderd worden	
	Achterzetramen variant 1	Op sommige plekken al geplaatst, variant op de muur geschroeft, hele raam + kozijn dus achtergezet				Toegevoegd	Indifferent	Mag alles aan veranderd worden	
	Dubbelglas	Her en der een dubbelglasraam, zoals in de woonkamer				Vervangen	Indifferent	Mag alles aan veranderd worden	
	Voorzetramen	Ergens ook nog een paar				Toegevoegd	Indifferent	Mag alles aan veranderd worden	
Aanpassingen	Dubbelglas	Makkelijkste optie			Past niet in historische kozijnen, wel hier en daar gedaan maar mag eigenlijk niet voor de rest				Matig ingewikkeld
	Vacuümglas	Duurdere optie, past in monumentale kozijnen waarschijnlijk, hoge U waarde			Duurder, maar wel betere oplossing: isoleert beter, gaat langer mee, valt minder op. Financieel niet haalbaar vanwege grote hoeveelheid glas				Matig ingewikkeld
	Achterzetramen variant 1	Variant op de muur geschroeft, hele raam + kozijn dus achtergezet			Deels al toegepast, was ook een test. Kierdichting beter. Voorkeur ging toch uit naar variant 2, anders met te openen ramen soort dubbel open raam				Niet ingewikkeld
	Achterzetramen variant 2	Variant op het kozijn geschroeft			Goedkoper en vanwege plaatsing heb je nog gemakkelijker te openen ramen. Lage verbouwingstijd (middagje ramen geschroeft)				Niet ingewikkeld

Onderdeel	Keuzeopties	Keuze	Staat element	Monumentale waarde	Grenzen van aanvaardbare verandering	Ingewikkeldheid van ingreep in relatie tot het erfgoed	Afweging
1. Gevelopeningen	Enkeigas Dubbelglas (HR++) Voorzetramen Achterzetramen variant 1 & 2 Vacuümgas	Achterzetramen variant 2 (enkeigas op raam)	Origineel	Positief monumentaal	Mag deels veranderd worden	Matig ingewikkeld	
2. Isolatie gevels	Geen gevelisolatie Binnengevelisoleren Kier- en naaddichting	Geen gevelisolatie Kier- en naaddichting	Origineel	Hoog monumentaal	Mag deels veranderd worden	Matig ingewikkeld	
3. Isolatie vloeren	Geen vloerisolatie Vloer isoleren	Geen vloerisolatie	Origineel	Indifferent	Mag alles aan veranderd worden	Matig ingewikkeld	
4. Isolatie dak	Geen dakisolatie Dak isoleren Cv ketels Warmtepomp Warme koude opslag Elektrische piek ketels	Op plekken dakisolatie	Origineel	Variabel	Mag deels veranderd worden	Matig ingewikkeld	
5. Verwarmingsysteem	Warmtewet met de buurt Traditioneel koelcircuit met R134a Warmtepomp met WKO Droge koeler	Warmtepomp met WKO Droge koeler	Tegengevoegd	Indifferent	Mag alles aan veranderd worden	Niet ingewikkeld	
6. Koelstelsysteem	Geen ventilatiesysteem LBK met 12 toerenmotoren LBK met toerengeregelde motoren	Geen koelstelsysteem Warmtepomp met WKO Droge koeler	Tegengevoegd	Indifferent	Mag alles aan veranderd worden	Niet ingewikkeld	
7. Ventilatie	Geen bevochtiging Stoombevochtiger Nevel bevochtiging	Geen ventilatiesysteem LBK met 12 toerenmotoren LBK met toerengeregelde motoren	Origineel	Indifferent	Mag alles aan veranderd worden	Matig ingewikkeld	
8. Bevochtiging	Ringleiding met 2 boilers Elektrische boilers bij tappunten (Combi Quookers) Hoge temperatuur warmtepomp	Geen bevochtiging Stoombevochtiger	Origineel	Indifferent	Mag alles aan veranderd worden	Matig ingewikkeld	
9. Warm tapwater systeem	TL lampen LED Bewegingssensoren	Elektrische boilers bij tappunten Hoge temperatuur warmtepomp	Origineel	Indifferent	Mag alles aan veranderd worden	Matig ingewikkeld	
10. Verlichting	Geen hernieuwbare energie Zonnepanelen	TL lampen LED Bewegingssensoren	Tegengevoegd	Indifferent	Mag alles aan veranderd worden	Niet ingewikkeld	
11. Hernieuwbare energie	Geen groen & water Waterbergend groen dak op depot	Geen hernieuwbare energie Zonnepanelen	Origineel	Hoog monumentaal	Mag deels veranderd worden	Matig ingewikkeld	
12. Groen & water	Waterbergend groen dak op depot	Waterbergend groen dak op depot	Tegengevoegd	Indifferent	Mag alles aan veranderd worden	Niet ingewikkeld	

Gasverbruik (m3)	Voor (2022)	Na (2024)	Reductie
	24.908	4.495	82%
	129.156	123.736	4%
Elektriciteitsverbruik (kW/h)			

APPENDIX 13 - NON-IMPLEMENTED SUSTAINABILITY

MEASURES CASES

Non-implemented measures					
	Case 1 - KIT	Case 2 - EWI	Case 3 - Woonhuis Hoorn	Case 4 - College Hageveld	Case 5 - De Kleine Komedie
1 Façade openings	No vacuum glazing	Partial double glazing	No vacuum glazing	No vacuum glazing yet	No wooden window frames
2 Insulation façades	No façade insulation	No insulated façade panels	No façade insulation	No façade insulation	No façade insulation
3 Insulation floors	No floor insulation	No floor insulation		No floor insulation	No floor insulation
4 Insulation roof	Partial roof insulation				
5 Heating system	No heat grid with neighbour hood		No hybrid heat pump	No heat pump	Still radiators on gas present
6 Cooling system	Some cooling		No cooling	No cooling generator	
7 Ventilation	Some ventilation		No mechanical ventilation		
8 Humidification	Some humidification	Some humidification	No humidification	No humidification	No humidification
9 Hot water system					
10 Lighting	Partial LED lighting		Partial LED lighting		
11 Renewable energy	No solar panels		No solar panels & boilers	No solar panels & boilers	Potentially solar panels
12 Greenery and water			No green & water		
13 Other					

	Heritage-related constraints
	Both heritage-related and resource constraints
	Resource constraints
	Superfluous
	Unaddressed

APPENDIX 14 - CURRENT ENERGY LABEL

Energie label utiliteitsbouw

Registratienummer
123456789

Datum registratie
08-04-2025

Geldig tot
08-04-2035

Status
Definitief

Dit gebouw
heeft energielabel

D



Isolatie

Gevels	-	+/-	+	++
Gevelpanelen	n.v.t.			
Daken	-	+/-	+	++
Vloeren	-	+/-	+	++
Ramen	-	-	+	++
Buitendeuren	-	+/-	+	++

Installaties

	Hoofdsysteem	Verbetering aanbevolen?	
Verwarming	HR-107 ketel	nee	ja
Warm water	Combiketel	nee	ja
Ventilatie	Natuurlijke ventilatie via ramen en/of roosters	nee	ja
Koeling	Compressiekoeling	nee	ja
Verlichting	6,0 W/m² gemiddeld geïnstalleerd vermogen	nee	ja
Zonnepanelen	Niet aanwezig	nee	ja

Dit gebouw wordt verwarmd via een
aardgasaansluiting

Aandeel hernieuwbare energie

0,0 %

Over dit gebouw

Adres

Kerkstraat 123
9876AB Amsterdam

Bouwjaar

1694

Detailaanduiding

Compactheid

1,44

Gebruiksfunctie

100% Bijeenkomst

Gebruiksoppervlakte

1471 m²

Opnamedetails

Naam

J. Visser

Examnummer

12345

Certificaathouder

Energie prestatie perfect BV

Inschrijfnummer

A123456

KvK-nummer

12345678

Soort opname

Basisopname

Certificerende instelling

Certificado



Toelichting bij dit energielabel

Voor dit gebouw is het energielabel bepaald. Dit label geeft aan hoe energiezuinig uw gebouw is. Hierbij is gekeken naar de isolatie van het gebouw en de installaties voor verwarming, koeling, warm water, ventilatie, bevochtiging en verlichting.

Hoe minder fossiele energie uw gebouw gebruikt, hoe beter uw energielabel. Hierbij is G het slechtste energielabel en A⁺⁺⁺⁺ het beste energielabel. Fossiele energie komt van kolen, olie en aardgas. Dit gebouw gebruikt 317,15 kWh/m² fossiele energie per jaar. Dit komt overeen met 60,88 kg CO₂/m² per jaar. De hoeveelheid fossiele energie die dit gebouw gebruikt, hangt af van de isolatie, de aanwezige installaties en de compactheid van het gebouw. Hoe compacter een gebouw is, des te lager is de waarde voor de compactheid. Een compact gebouw heeft relatief weinig buitenmuren en verliest daardoor minder energie. Het gebruik van hernieuwbare energie – denk aan zonnepanelen, zonneboilers en warmtepompen – vermindert ook de fossiele energie die u nodig hebt. Isolatie en hernieuwbare energie zijn nodig voor de transformatie naar een duurzame gebouwde omgeving tot 2050. Heeft u nog een aardgasaansluiting voor verwarming van uw gebouw, dan moet u zich voorbereiden op deze overgang. Op dit energielabel vindt u adviezen hoe u dit kunt doen.

317,15 kWh/m² per jaar

G	F	E	D	C	B	A	A ⁺	A ⁺⁺	A ⁺⁺⁺	A ⁺⁺⁺⁺	A ⁺⁺⁺⁺⁺
385,01	355,01	320,01	285,01	255,01	230,01	200,01	150,01	100,01	50,01	0,01	

Hoe is het energielabel berekend? Hierbij is uitgegaan van een gemiddeld gebruik en het gemiddelde Nederlandse klimaat. Het energiegebruik voor apparatuur – zoals computers en procesinstallaties – is niet meegenomen in de berekening. Dit omdat het energielabel alleen gaat over hoe energiezuinig het gebouw zelf is. Daarom is het energiegebruik op uw energielabel niet hetzelfde als het elektriciteitsverbruik op uw energierekening.

Aandeel hernieuwbare energie Het aandeel hernieuwbare energie van dit gebouw is 0,0%. Hernieuwbare energie is afkomstig uit zon, biomassa, buitenlucht en bodem. Zonnepanelen, zonneboilers, warmtepompen en biomassaketels vergroten het aandeel hernieuwbare energie.

Energiebehoefte De energiebehoefte is de hoeveelheid energie uw gebouw nodig heeft om te verwarmen en koelen. Hierbij wordt uitgegaan van een standaard ventilatiesysteem. Betere isolatie en het dichtmaken van kieren verlagen deze energiebehoefte. De energiebehoefte van dit gebouw is 210,53 kWh per vierkante meter gebruiksoppervlakte.

Kenmerken en maatregelen

Op de voorkant van dit energielabel staat een samenvatting van de belangrijkste energetische kenmerken van uw gebouw. Wilt u een gedetailleerder overzicht van deze kenmerken? Dit kunt u opvragen bij uw energiedeskundige.

Op basis van de energetische kenmerken van uw gebouw is een aantal mogelijke maatregelen bepaald. Hiermee kunt u de energieprestatie van uw gebouw verbeteren. Let op: het gaat om mogelijke kosteneffectieve maatregelen. Of deze maatregelen daadwerkelijk verantwoord toegepast kunnen worden – uit oogpunt van bijvoorbeeld binnenklimaat, comfort, gezondheid, technische haalbaarheid en kosteneffectiviteit – is afhankelijk van de specifieke eigenschappen van uw gebouw. Een energiedeskundige kan u hierover adviseren. Daarnaast helpt de deskundige u om maatregelen te laten passen in uw meerjaren onderhoudsplanning. Hierbij is een algemeen aandachtspunt dat u vaak ook veel energiewinst haalt uit het correct inregelen, gebruiken en onderhouden van uw gebouw en installaties. Dit zorgt naast een lager energiegebruik ook voor een gezond en comfortabel binnenklimaat.

Let op: energiebesparing kan wettelijk verplicht zijn. Op www.rvo.nl/onderwerpen/duurzaam-ondernemen vindt u informatie over deze verplichtingen. Ook vindt u hier meer informatie over subsidies en financieringsmogelijkheden. Tot slot staan er praktijkvoorbeelden en tips hoe u aan de slag gaat met het verbeteren van uw gebouw.

Isolatie

Een gebouw verliest minder warmte wanneer u het goed isoleert. Ook bespaart u op uw energiekosten en vermindert u de uitstoot van het broeikasgas CO₂. Daarnaast verhoogt een goede isolatie het comfort in uw gebouw. Het gebouw is gelijkmatiger warm doordat muren en ramen minder kou afgeven. Is uw gebouw (gedeeltelijk) niet geïsoleerd? Dan vindt u hieronder een aantal adviezen waarmee u de isolatie van het gebouw verbetert.

Gevelisolatie

In dit gebouw is (een deel van) de gevels nog niet geïsoleerd. Met gevelisolatie verbetert u de energieprestatie van dit gebouw. Oudere gebouwen hebben vaak niet geïsoleerde spouwmuuren. Spouwmuurisolatie is dan in verhouding een goedkope manier om de gevel te isoleren. De spouw na-isoleren zorgt voor een matige isolatiewaarde ($R_c = 1,0$ tot $1,7 \text{ m}^2\text{K/W}$). Andere mogelijkheden zijn isolatie aan de binnenkant of de buitenkant van de gevel. Dit geeft een betere isolatiewaarde, maar is ook duurder. Hoogstwaarschijnlijk worden gevels maar één keer nageïsoleerd. U kunt de gevels daarom het beste direct zo goed mogelijk isoleren.

Dakisolatie

In dit gebouw is (een deel van) de daken nog niet geïsoleerd. Met dakisolatie kunt u de energieprestatie van dit gebouw verbeteren. Afhankelijk van het type dak is het mogelijk om aan de binnenkant of buitenkant (onder de dakbedekking) te isoleren. Bijvoorbeeld bij een schuin dak met pannen of een plat dak. Hierbij is aandacht voor het juiste gebruik van dampremmende folie belangrijk zodat u vocht en houtrot in het dak voorkomt. Is de dakbedekking aan vernieuwing toe? Neem dan direct de isolatie mee en isoleer zo goed mogelijk.

Vloerisolatie

In dit gebouw is (een deel van) de vloeren nog niet geïsoleerd. Hierbij kan het – naast begane grondvloeren – ook gaan om vloeren boven een onderdoorgang. Bij sommige vloeren kunt u de onderzijde isoleren. Bijvoorbeeld bij een vloer boven een kelder, een kruipruimte (met een vrije ruimte onder de balken van minimaal 35 cm) of een vloer boven een onderdoorgang. Bij de kruipruimte is het verstandig om de bodem af te dekken met een kunststof folie. Zo voorkomt u dat isolatiemateriaal vochtig wordt. Bij vloeren op de volle grond of boven een lage kruipruimte kunt u de bodem of de bovenzijde van de begane grondvloer isoleren. Een vloer wordt hoogstwaarschijnlijk maar één keer grondig gerenoveerd. Isoleer daarom meteen goed.

Geïsoleerde buitendeur(en)

Een buitendeur met weinig glas – zoals veel voordeuren – telt in het energie label als een buitendeur. In dit gebouw is (een deel van) de buitendeuren nog niet geïsoleerd. Een geïsoleerde buitendeur verbetert de energieprestatie van uw gebouw. Belangrijk hierbij is dat u deze deur in een geïsoleerd kozijn plaatst. Rondom de deur moet u aan vier zijden een goede luchtdichting aanbrengen. Gaat u een buitendeur vervangen? Kies dan voor een geïsoleerde buitendeur.

LET OP!**Besteed speciale aandacht aan kierdichting en ventilatie bij het isoleren van een gebouw**

Om de overstap te kunnen maken naar duurzame warmtevoorzieningen, zoals bijvoorbeeld een warmtepomp, moet uw gebouw niet alleen goed geïsoleerd zijn, maar moet ook de luchtdichtheid van het gebouw in orde zijn. De luchtdichtheid wordt bepaald door kieren en naden in uw gebouw. Deze kieren en naden kunnen zitten bij de aansluiting van de ramen op de gevel, of bij de aansluiting van het dak op de gevel. Bij het verbeteren van de isolatie van vloeren, gevels, daken, ramen, deuren en/of panelen is het belangrijk dat al deze onderdelen goed luchtdicht op elkaar aansluiten. Dit voorkomt warmteverlies en onaangename tocht.

Als u kieren en naden dicht, komt er geen lucht van buiten meer het gebouw in. Dat voorkomt tocht. Maar het gebouw moet wel (op een gecontroleerde manier) frisse lucht binnen krijgen. Ventilatie is belangrijk voor de gezondheid en voorkomt vochtproblemen. Besteed bij de verbetering van de isolatie – en met name bij het dichtmaken van kieren en naden – ook aandacht aan voldoende ventilatie. Laat u hierover informeren door een expert.

Installaties

Naast het isoleren van uw gebouw, is het belangrijk dat u aandacht besteedt aan de installaties. Met energiezuinige installaties of installaties die hernieuwbare energie gebruiken, gebruikt uw gebouw minder fossiele energie en stoot ook minder CO₂ uit. Als er op dit punt nog verbetering in uw gebouw mogelijk is, dan vindt u hieronder een aantal adviezen waarmee u de energieprestatie van uw gebouw kunt verbeteren.

Energiezuinig verwarmingstoestel

Is de verwarmingsinstallatie aan vervanging toe? Dan kunt u het beste kiezen voor een energiezuinig en duurzaam systeem. Hieronder staan een aantal voorbeelden van energiezuinige systemen, ze variëren in hoe ze gebruik maken van duurzame energiebronnen. Elektriciteit als energiedrager is op dit moment ten dele duurzaam (een mix van groen en grijs), maar is op termijn duurzamer te maken.

HR107 ketel

Met een zuinige HR107 ketel kan uw gasverbruik flink dalen. Een nadeel van HR107 ketels is dat deze werken op aardgas. In Nederland willen we in de toekomst van het gebruik van aardgas af, omdat dit een fossiele brandstof is.

Hybride warmtepomp

Wilt u het gebouw verwarmen met minder aardgas, maar is het gebouw nog niet geschikt om volledig over te stappen op lage temperatuurverwarming? Dan is een hybride warmtepompsysteem een goede (tussen)oplossing. Dit systeem bestaat uit een (bestaande) CV-ketel op aardgas en een warmtepomp op elektriciteit. De warmtepomp zorgt meestal voor warmte in uw gebouw. Alleen als het buiten erg koud is, helpt de CV-ketel mee.

Warmtepomp

Met een volledig elektrische warmtepomp heeft u geen aardgasaansluiting meer nodig voor verwarming van uw gebouw. Warmtepompen halen warmte uit onuitputtelijke bronnen zoals lucht, bodem, oppervlaktewater of grondwater. Een warmtepomp werkt met een lage verwarmings-temperatuur. Daarom is dit systeem alleen geschikt voor goed geïsoleerde gebouwen.

Biomassaketel

Ook met een biomassaketel heeft u geen aardgas meer nodig voor verwarming. Een biomassaketel verwarmt door houtpellets, houtsnippers of hele houtblokken te verbranden in plaats van aardgas. Houtpellets zijn geperste houtkorrels. Bij de verbranding ontstaat wel fijnstof. Dit kan overlast in de omgeving veroorzaken.

Warmtenet

Nog een alternatief waarbij geen aardgas aansluiting voor verwarming van uw gebouw nodig is, is een warmtenet. Dit heet ook wel stadsverwarming. Bij dit systeem wordt er direct warmte geleverd aan het gebouw. Door buizen die onder de grond liggen, gaat het warme water naar de gebouwen, waar het via een warmtewisselaar gebruikt wordt voor verwarming. Het afgekoelde water gaat weer terug naar de verwarmingscentrale, die het dan weer opwarmt. Hier wordt warmte gemaakt van overgebleven warmte van industrieën, afvalverbranding en afvalwater, biomassa, geothermie of oppervlaktewater. De warmte die aan het gebouw geleverd wordt kan van een hoge of een lage temperatuur zijn, dat verschilt per warmtenet. Als het warmtenet warmte van een lage temperatuur levert, dan is het van belang dat uw gebouw goed geïsoleerd is, en dat de radiatoren, convectoren en/of vloerverwarming geschikt zijn voor verwarmingswater met een lage temperatuur. Liggen er al warmtenetten in uw stad of dorp? Of zijn er plannen om deze in de toekomst aan te leggen? Overweeg dan om op dat net aan te sluiten. In afwachting van de definitieve plannen kunt u al wel aan de slag met het verbeteren van de isolatie en de overige installaties in het gebouw.

Energie-efficiënt ventilatiesysteem

Ventilatie van een gebouw is nodig voor een gezond binnenklimaat, maar kost ook energie. Het is daarom verstandig om te zorgen voor een ventilatiesysteem dat voldoende ventileert én energiezuinig is. Hieronder vindt u voorbeelden van dergelijke systemen.

Ventilatie met warmterugwinning

De meeste utiliteitsgebouwen hebben een balansventilatiesysteem. Hierbij stuurt een luchtbehandelingskast verse ventilatielucht via kanalen en roosters door het gebouw. Andere kanalen zuigen de gebruikte lucht af en blazen het naar buiten. Deze lucht bevat nog veel warmte. Een warmterugwinunit kan deze warmte aan nieuwe lucht toevoegen, wat energie bespaart.

Vraaggestuurde ventilatie

Een vraaggestuurd ventilatiesysteem kijkt naar hoe ruimtes gebruikt worden en bepaalt zo hoeveel lucht er door het gebouw stroomt. CO₂ sensoren in het gebouw meten continu de luchtkwaliteit. Zo bepaalt het systeem hoeveel lucht er toe- en afgevoerd moet worden. De ruimtes zijn zo altijd voldoende geventileerd. Is er niemand aanwezig? Dan schakelt het systeem naar een lagere stand, wat uw energiegebruik verlaagt.

Efficiënt koelsysteem

Gebouwen koelen kost energie. U kunt uw energiegebruik beperken door te voorkomen dat uw gebouw veel opwarmt en door te kiezen voor een energiezuinig(er) koelsysteem. Deze tips kunnen u helpen:

- Houd de warmte in de zomer goed buiten. Gebruik hiervoor (buiten)zonwering, zonwerende beglazing, overstekken en isolatie van uw gebouw.
- Ventileer uw gebouw tijdens de zomernacht. Zo koelt u het gebouw 's nachts af, zodat het gebouw in de ochtend koel is. De koeling kan dan ook later aan.
- Vervangt u de (compressie)koelmachine? Dan kunt u overwegen om over te stappen naar een systeem dat vrije koeling gebruikt. Bijvoorbeeld koudeopslag in de bodem. In steeds meer gebieden in Nederland ligt een collectief koudenet. Dit kan ook een interessante optie zijn in plaats van een compressiekoelmachine.

Zonnepanelen voor elektriciteitsopwekking

Zonnepanelen - ook wel PV panelen genoemd - zetten de energie van de zon om in elektriciteit. Een PV-systeem bestaat uit zonnepanelen en een omvormer. De panelen kunnen op platte of schuine daken staan, en steeds vaker komen ook systemen voor met gevel PV-panelen. Plaats de panelen bij voorkeur op het zuiden, zodat ze zo veel mogelijk zonlicht opvangen. Maar ook met een andere oriëntatie is een goede opbrengst te halen. Zorg dat uw panelen niet (gedeeltelijk) in de schaduw staan, dan loopt de opbrengst terug.

Disclaimer

Dit energielabel is afgegeven door Rijksdienst voor Ondernemend Nederland. Dit energielabel kunt u altijd verifiëren op www.ep-online.nl.

De genoemde besparingsmogelijkheden zijn maatregelen die op dit moment in de meeste gevallen kosteneffectief zijn, of dit binnen de geldigheidsduur van het energielabel kunnen worden. Op www.rvo.nl/onderwerpen/duurzaam-ondernemen kunt u een indicatie krijgen hoeveel bovenstaande maatregelen kosten en wat zij u opleveren aan energiebesparing. Of de genoemde maatregelen daadwerkelijk verantwoord toegepast kunnen worden uit oogpunt van bijvoorbeeld comfort, gezondheid, kosten e.d., is afhankelijk van de huidige specifieke eigenschappen van uw gebouw. Er kunnen daarom geen rechten worden ontleend aan deze informatie. U wordt altijd geadviseerd om hiervoor professioneel advies in te winnen.

**Dit energielabel
betreft de adressen**

Kerkstraat 123
9876AB Amsterdam
BAG-ID: 123456789123456789

APPENDIX 15 - NEW EP-MONUMENT ENERGY LABEL

Let op: Er moeten aanvullende elementen worden toegevoegd aan pagina's 3-6, zoals systeem optimalisatie of gordijnen, die momenteel nog niet zijn uitgewerkt

Energie label utiliteitsbouw	Registratienummer 123456789	Datum registratie 08-04-2025	Geldig tot 08-04-2035	Status Definitief
------------------------------	--------------------------------	---------------------------------	--------------------------	----------------------

Dit gebouw heeft energielabel

D

Monument



G ---

F

E

D

C

B

A +++++

Isolatie	Verbetering aanbevolen?	Adviseur check	Installaties	Verbetering aanbevolen?	Adviseur check	Overige	Verbetering aanbevolen?	Adviseur check
Gevels	☒ nee ☐ ja	☒	Verwarming	☒ nee ☐ ja	☒	Kieren en nader	☒ nee ☐ ja	☒
Gevelpanelen	☒ nee ☐ ja	☒	Warm water	☒ nee ☐ ja	☒	Leidingisolatie	☒ nee ☐ ja	☒
Daken	☒ nee ☐ ja	☒	Ventilatie	☒ nee ☐ ja	☒	Kozijnen	☒ nee ☐ ja	☒
Vloeren	☒ nee ☐ ja	☒	Koeling	☒ nee ☐ ja	☒	Aluminiumfolie radiatoren	☒ nee ☐ ja	☒
Ramen	☒ nee ☐ ja	☒	Verlichting	☒ nee ☐ ja	☒	Gordijnen	☒ nee ☐ ja	☒
Buitendeuren	☒ nee ☐ ja	☒	Zonnepanelen	☒ nee ☐ ja	☒			
			Systeem optimalisatie	☒ nee ☐ ja	☒			

Dit gebouw wordt verwarmd via een aardgas aansluiting

Aandeel hernieuwbare energie 0,0 %

Over dit gebouw	Opnamedetails
Adres Kerkstraat 123 9876AB Amsterdam Bouwjaar 1694 Compactheid 1,44 Gebruiksoppervlakte 1471 m²	Naam J. Visser Certificaathouder Energie prestatie perfect BV Inschrijffnummer A123456 KvK-nummer 12345678 Soort opname Basisopname Certificerende instelling Certificado



Toelichting bij dit energielabel

Voor dit gebouw is het energielabel bepaald. Dit label geeft aan hoe energiezuinig uw gebouw is. Hierbij is gekeken naar de isolatie van het gebouw en de installaties voor verwarming, koeling, warm water, ventilatie, bevochtiging en verlichting.

Hoe minder fossiele energie uw gebouw gebruikt, hoe beter uw energielabel. Hierbij is G het slechtste energielabel en A++++ het beste energielabel. Fossiele energie komt van kolen, olie en aardgas. Dit gebouw gebruikt 317,15 kWh/m² fossiele energie per jaar. Dit komt overeen met 60,88 kg CO₂/m² per jaar. De hoeveelheid fossiele energie die dit gebouw gebruikt, hangt af van de isolatie, de aanwezige installaties en de compactheid van het gebouw. Hoe compacter een gebouw is, des te lager is de waarde voor de compactheid. Een compact gebouw heeft relatief weinig buitenmuren en verliest daardoor minder energie. Het gebruik van hernieuwbare energie – denk aan zonnepanelen, zonneboilers en warmtepompen – vermindert ook de fossiele energie die u nodig hebt. Isolatie en hernieuwbare energie zijn nodig voor de transformatie naar een duurzame gebouwde omgeving tot 2050. Heeft u nog een aardgas aansluiting voor verwarming van uw gebouw, dan moet u zich voorbereiden op deze overgang. Op dit energielabel vindt u adviezen hoe u dit kunt doen.

317,15 kWh/m² per jaar

G	F	E	D	C	B	A	A ⁺	A ⁺⁺	A ⁺⁺⁺	A ⁺⁺⁺⁺	A ⁺⁺⁺⁺⁺
	385,01	355,01	320,01	285,01	255,01	230,01	200,01	150,01	100,01	50,01	0,01

Hoe is het energielabel berekend? Hierbij is uitgegaan van een gemiddeld gebruik en het gemiddelde Nederlandse klimaat. Het energiegebruik voor apparatuur – zoals computers en procesinstallaties – is niet meegenomen in de berekening. Dit omdat het energielabel alleen gaat over hoe energiezuinig het gebouw zelf is. Daarom is het energiegebruik op uw energielabel niet hetzelfde als het elektriciteitsverbruik op uw energierekening.

Werkelijk energieverbruik

214,12 kWh/m² per jaar

G	F	E	D	C	B	A	A ⁺	A ⁺⁺	A ⁺⁺⁺	A ⁺⁺⁺⁺	A ⁺⁺⁺⁺⁺
	385,01	355,01	320,01	285,01	255,01	230,01	200,01	150,01	100,01	50,01	0,01

Het werkelijke energieverbruik is hier toegevoegd omdat dit pand een monument is. In monumentale gebouwen wijkt het werkelijke energieverbruik vaker af van de berekende waarden. Dit komt onder andere doordat de berekeningen zijn gebaseerd op gestandaardiseerde gebruiksprofielen die niet altijd aansluiten op de unieke eigenschappen van monumenten. Daarnaast hebben deze panden vaak andere bouw fysische kenmerken, zoals dikke massieve muren, en worden ze doorgaans op een andere manier gebruikt. Het toevoegen van het werkelijke energieverbruik biedt daarom aanvullend inzicht en helpt om eventuele maatregelen beter in perspectief te plaatsen.

Aandeel hernieuwbare energie Het aandeel hernieuwbare energie van dit gebouw is 0,0%. Hernieuwbare energie is afkomstig uit zon, biomassa, buitenlucht en bodem. Zonnepanelen, zonneboilers, warmtepompen en biomassaketels vergroten het aandeel hernieuwbare energie.

Energiebehoefte De energiebehoefte is de hoeveelheid energie uw gebouw nodig heeft om te verwarmen en koelen. Hierbij wordt uitgegaan van een standaard ventilatiesysteem. Betere isolatie en het dichtmaken van kieren verlagen deze energiebehoefte. De energiebehoefte van dit gebouw is 210,53 kWh per vierkante meter gebruiksoppervlakte.

Kenmerken en maatregelen

Op de voorkant van dit energielabel staat een samenvatting van de belangrijkste energetische kenmerken van uw gebouw. Wilt u een gedetailleerder overzicht van deze kenmerken? Dit kunt u opvragen bij uw energiedeskundige.

Op basis van de energetische kenmerken van uw gebouw is een aantal mogelijke maatregelen bepaald. Hiermee kunt u de energieprestatie van uw gebouw verbeteren. Let op: het gaat om mogelijke kosteneffectieve maatregelen. Of deze maatregelen daadwerkelijk verantwoord toegepast kunnen worden – uit oogpunt van bijvoorbeeld binnenklimaat, comfort, gezondheid, technische haalbaarheid en kosteneffectiviteit – is afhankelijk van de specifieke eigenschappen van uw gebouw. Een energiedeskundige kan u hierover adviseren. Daarnaast helpt de deskundige u om maatregelen te laten passen in uw meerjaren onderhoudsplan. Hierbij is een algemeen aandachtspunt dat u vaak ook veel energiewinst haalt uit het correct inregelen, gebruiken en onderhouden van uw gebouw en installaties. Dit zorgt naast een lager energieverbruik ook voor een gezond en comfortabel binnenklimaat.

Let op: energiebesparing kan wettelijk verplicht zijn. Op www.rvo.nl/onderwerpen/duurzaam-ondernemen vindt u informatie over deze verplichtingen. Ook vindt u hier meer informatie over subsidies en financieringsmogelijkheden. Tot slot staan er praktijkvoorbeelden en tips hoe u aan de slag gaat met het verbeteren van uw gebouw.

Gemakkelijke maatregelen voor monumenten

Monumentale gebouwen vereisen vaak een andere benadering bij het toepassen van energiebesparende maatregelen, vanwege hun cultuurhistorische waarde en de daarmee samenhangende beperkingen. Om deze reden is een gestandaardiseerde lijst opgesteld met maatregelen die vaker voorkomen bij monumenten. Deze lijst biedt gerichte aanbevelingen en maakt het mogelijk om extra aandacht te besteden aan energieverbeteringen die in de praktijk beter toepasbaar zijn binnen de kaders van monumentaal erfgoed.

Standaard aanbeveling voor monumenten:

- | | |
|-----------------------------|---------------------------------|
| - Beglazing verbeteren | - Warm water systeem verbeteren |
| - Kieren en naden afdichten | - LED verlichting |
| - Dak isoleren | - Leidingisolatie |
| - Installaties verbeteren | - Aluminiumfolie radiatoren |
| - Systeem optimalisatie | - Gordijnen |

De volgende verbeteringen zijn **wel** gecheckt door een adviseur. De verbeteringen die zijn aanbevolen zijn omringd met een oranje rand.

Isolatie

Een gebouw verliest minder warmte wanneer u het goed isoleert. Ook bespaart u op uw energiekosten en vermindert u de uitstoot van het broeikasgas CO₂. Daarnaast verhoogt een goede isolatie het comfort in uw gebouw. Het gebouw is gelijkmatiger warm doordat muren en ramen minder kou afgeven. Is uw gebouw (gedeeltelijk) niet geïsoleerd? Dan vindt u hieronder een aantal adviezen waarmee u de isolatie van het gebouw verbetert.

Gevelisolatie

Maximaal binnen erfgoedbeperkingen

In dit gebouw is (een deel van) de gevels nog niet geïsoleerd. Met gevelisolatie verbetert u de energieprestatie van dit gebouw. Oudere gebouwen hebben vaak niet geïsoleerde spouwmuren. Spouwmuurisolatie is dan in verhouding een goedkope manier om de gevel te isoleren. De spouwna-isoleren zorgt voor een matige isolatiewaarde ($R_c = 1,0$ tot $1,7 \text{ m}^2\text{K/W}$). Andere mogelijkheden zijn isolatie aan de binnenkant of de buitenkant van de gevel. Dit geeft een betere isolatiewaarde, maar is ook duurder. Hoogstwaarschijnlijk worden gevels maar één keer nageïsoleerd. U kunt de gevels daarom het beste direct zo goed mogelijk isoleren.

Dakisolatie

In dit gebouw is (een deel van) de daken nog niet geïsoleerd. Met dakisolatie kunt u de energieprestatie van dit gebouw verbeteren. Afhankelijk van het type dak is het mogelijk om aan de binnenkant of buitenkant (onder de dakbedekking) te isoleren. Bijvoorbeeld bij een schuin dak met pannen of een plat dak. Hierbij is aandacht voor het juiste gebruik van dampremmende folie belangrijk zodat u vocht en houtrot in het dak voorkomt. Is de dakbedekking aan vernieuwing toe? Neem dan direct de isolatie mee en isoleer zo goed mogelijk.

Vloerisolatie

In dit gebouw is (een deel van) de vloeren nog niet geïsoleerd. Hierbij kan het – naast begane grondvloeren – ook gaan om vloeren boven een onderdoorgang. Bij sommige vloeren kunt u de onderzijde isoleren. Bijvoorbeeld bij een vloer boven een kelder, een kruipruimte (met een vrije ruimte onder de balken van minimaal 35 cm) of een vloer boven een onderdoorgang. Bij de kruipruimte is het verstandig om de bodem af te dekken met een kunststof folie. Zo voorkomt u dat isolatiemateriaal vochtig wordt. Bij vloeren op de volle grond of boven een lage kruipruimte kunt u de bodem of de bovenzijde van de begane grondvloer isoleren. Een vloer wordt hoogstwaarschijnlijk maar één keer grondig gerenoveerd. Isoleer daarom meteen goed.

Geïsoleerde buitendeur(en)

Een buitendeur met weinig glas – zoals veel voordeuren – telt in het energielabel als een buitendeur. In dit gebouw is (een deel van) de buitendeuren nog niet geïsoleerd. Een geïsoleerde buitendeur verbetert de energieprestatie van uw gebouw. Belangrijk hierbij is dat u deze deur in een geïsoleerd kozijn plaatst. Rondom de deur moet u aan vier zijden een goede luchtdichting aanbrengen. Gaat u een buitendeur vervangen? Kies dan voor een geïsoleerde buitendeur.

LET OP!**Besteed speciale aandacht aan kierdichting en ventilatie bij het isoleren van een gebouw**

Om de overstap te kunnen maken naar duurzame warmtevoorzieningen, zoals bijvoorbeeld een warmtepomp, moet uw gebouw niet alleen goed geïsoleerd zijn, maar moet ook de luchtdichtheid van het gebouw in orde zijn. De luchtdichtheid wordt bepaald door kieren en naden in uw gebouw. Deze kieren en naden kunnen zitten bij de aansluiting van de ramen op de gevel, of bij de aansluiting van het dak op de gevel. Bij het verbeteren van de isolatie van vloeren, gevels, daken, ramen, deuren en/of panelen is het belangrijk dat al deze onderdelen goed luchtdicht op elkaar aansluiten. Dit voorkomt warmteverlies en onaangename tocht.

Als u kieren en naden dicht, komt er geen lucht van buiten meer het gebouw in. Dat voorkomt tocht. Maar het gebouw moet wel (op een gecontroleerde manier) frisse lucht binnen krijgen. Ventilatie is belangrijk voor de gezondheid en voorkomt vochtproblemen. Besteed bij de verbetering van de isolatie – en met name bij het dichten van naden en kieren – ook aandacht aan voldoende ventilatie. Laat u hierover informeren door een expert.

Installaties

Naast het isoleren van uw gebouw, is het belangrijk dat u aandacht besteedt aan de installaties. Met energiezuinige installaties of installaties die hernieuwbare energie gebruiken, gebruikt uw gebouw minder fossiele energie en stoot ook minder CO₂ uit. Als er op dit punt nog verbetering in uw gebouw mogelijk is, dan vindt u hieronder een aantal adviezen waarmee u de energieprestatie van uw gebouw kunt verbeteren.

Energiezuinig verwarmingstoestel

Is de verwarmingsinstallatie aan vervanging toe? Dan kunt u het beste kiezen voor een energiezuinig en duurzaam systeem. Hieronder staan een aantal voorbeelden van energiezuinige systemen, ze variëren in hoe ze gebruik maken van duurzame energiebronnen. Elektriciteit als energiedrager is op dit moment ten dele duurzaam (een mix van groen en grijs), maar is op termijn duurzamer te maken.

HR107 ketel

Met een zuinige HR107 ketel kan uw gasverbruik flink dalen. Een nadeel van HR107 ketels is dat deze werken op aardgas. In Nederland willen we in de toekomst van het gebruik van aardgas af, omdat dit een fossiele brandstof is.

Hybride warmtepomp

Wilt u het gebouw verwarmen met minder aardgas, maar is het gebouw nog niet geschikt om volledig over te stappen op lage temperatuurverwarming? Dan is een hybride warmtepompsysteem een goede (tussen)oplossing. Dit systeem bestaat uit een (bestaande) CV-ketel op aardgas en een warmtepomp op elektriciteit. De warmtepomp zorgt meestal voor warmte in uw gebouw. Alleen als het buiten erg koud is, helpt de CV-ketel mee.

Warmtepomp

Met een volledig elektrische warmtepomp heeft u geen aardgasaansluiting meer nodig voor verwarming van uw gebouw. Warmtepompen halen warmte uit onuitputtelijke bronnen zoals lucht, bodem, oppervlaktewater of grondwater. Een warmtepomp werkt met een lage verwarmings-temperatuur. Daarom is dit systeem alleen geschikt voor goed geïsoleerde gebouwen.

Biomassaketel

Ook met een biomassaketel heeft u geen aardgas meer nodig voor verwarming. Een biomassaketel verwarmt door houtpellets, houtsnippers of hele houtblokken te verbranden in plaats van aardgas. Houtpellets zijn geperste houtkorrels. Bij de verbranding ontstaat wel fijnstof. Dit kan overlast in de omgeving veroorzaken.

Warmtenet

Nog een alternatief waarbij geen aardgas aansluiting voor verwarming van uw gebouw nodig is, is een warmtenet. Dit heet ook wel stadsverwarming. Bij dit systeem wordt er direct warmte geleverd aan het gebouw. Door buizen die onder de grond liggen, gaat het warme water naar de gebouwen, waar het via een warmtewisselaar gebruikt wordt voor verwarming. Het afgekoelde water gaat weer terug naar de verwarmingscentrale, die het dan weer opwarmt. Hier wordt warmte gemaakt van overgebleven warmte van industrieën, afvalverbranding en afvalwater, biomassa, geothermie of oppervlaktewater. De warmte die aan het gebouw geleverd wordt kan van een hoge of een lage temperatuur zijn, dat verschilt per warmtenet. Als het warmtenet warmte van een lage temperatuur levert, dan is het van belang dat uw gebouw goed geïsoleerd is, en dat de radiatoren, convectoren en/of vloerverwarming geschikt zijn voor verwarmingswater met een lage temperatuur. Liggen er al warmtenetten in uw stad of dorp? Of zijn er plannen om deze in de toekomst aan te leggen? Overweeg dan om op dat net aan te sluiten. In afwachting van de definitieve plannen kunt u al wel aan de slag met het verbeteren van de isolatie en de overige installaties in het gebouw.

Energie-efficiënt ventilatiesysteem

Ventilatie van een gebouw is nodig voor een gezond binnenklimaat, maar kost ook energie. Het is daarom verstandig om te zorgen voor een ventilatiesysteem dat voldoende ventileert én energiezuinig is. Hieronder vindt u voorbeelden van dergelijke systemen.

Ventilatie met warmterugwinning

De meeste utiliteitsgebouwen hebben een balansventilatiesysteem. Hierbij stuurt een luchtbehandelingskast verse ventilatielucht via kanalen en roosters door het gebouw. Andere kanalen zuigen de gebruikte lucht af en blazen het naar buiten. Deze lucht bevat nog veel warmte. Een warmterugwinunit kan deze warmte aan nieuwe lucht toevoegen, wat energie bespaart.

Vraaggestuurde ventilatie

Een vraaggestuurd ventilatiesysteem kijkt naar hoe ruimtes gebruikt worden en bepaalt zo hoeveel lucht er door het gebouw stroomt. CO₂ sensoren in het gebouw meten continu de luchtkwaliteit. Zo bepaalt het systeem hoeveel lucht er toe- en afgevoerd moet worden. De ruimtes zijn zo altijd voldoende geventileerd. Is er niemand aanwezig? Dan schakelt het systeem naar een lagere stand, wat uw energiegebruik verlaagt.

Efficiënt koelsysteem

Gebouwen koelen kost energie. U kunt uw energiegebruik beperken door te voorkomen dat uw gebouw veel opwarmt en door te kiezen voor een energiezuinig(er) koelsysteem. Deze tips kunnen u helpen:

- Houd de warmte in de zomer goed buiten. Gebruik hiervoor (buiten)zonwering, zonwerende beglazing, overstekken en isolatie van uw gebouw.
- Ventileer uw gebouw tijdens de zomernacht. Zo koelt u het gebouw 's nachts af, zodat het gebouw in de ochtend koel is. De koeling kan dan ook later aan.
- Vervangt u de (compressie)koelmachine? Dan kunt u overwegen om over te stappen naar een systeem dat vrije koeling gebruikt. Bijvoorbeeld koudeopslag in de bodem. In steeds meer gebieden in Nederland ligt een collectief koudenet. Dit kan ook een interessante optie zijn in plaats van een compressiekoelmachine.

Zonnepanelen voor elektriciteitsopwekking

**Maximaal binnen
erfgoedbeperkingen**

Zonnepanelen - ook wel PV panelen genoemd - zetten de energie van de zon om in elektriciteit. Een PV-systeem bestaat uit zonnepanelen en een omvormer. De panelen kunnen op platte of schuine daken staan, en steeds vaker komen ook systemen voor met gevel PV-panelen. Plaats de panelen bij voorkeur op het zuiden, zodat ze zo veel mogelijk zonlicht opvangen. Maar ook met een andere oriëntatie is een goede opbrengst te halen. Zorg dat uw panelen niet (gedeeltelijk) in de schaduw staan, dan loopt de opbrengst terug.

Disclaimer

Dit energielabel is afgegeven door Rijksdienst voor Ondernemend Nederland. Dit energielabel kunt u altijd verifiëren op www.ep-online.nl. De genoemde besparingsmogelijkheden zijn maatregelen die op dit moment in de meeste gevallen kosteneffectief zijn, of dit binnen de geldigheidsduur van het energielabel kunnen worden. Op www.rvo.nl/onderwerpen/duurzaam-ondernemen kunt u een indicatie krijgen hoeveel bovenstaande maatregelen kosten en wat zij u opleveren aan energiebesparing. Of de genoemde maatregelen daadwerkelijk verantwoord toegepast kunnen worden uit oogpunt van bijvoorbeeld comfort, gezondheid, kosten e.d., is afhankelijk van de huidige specifieke eigenschappen van uw gebouw. Er kunnen daarom geen rechten worden ontleend aan deze informatie. U wordt altijd geadviseerd om hiervoor professioneel advies in te winnen.

Ondersteunende tools

Voor verdere ondersteuning bij het verduurzamen van uw monument, kunt u gebruik maken van de volgende websites: www.toolkitduurzaamererfgoed.nl, www.degroenemenukaart.nl en www.tool.hiberatlas.com. Deze websites bieden uitgebreide informatie, praktische hulpmiddelen en casestudies die specifiek gericht zijn op het verbeteren van de energieprestaties van monumentale gebouwen. Ze kunnen u helpen bij het identificeren van haalbare maatregelen en het verkrijgen van inzicht in best practices voor het verduurzamen van erfgoedgebouwen, rekening houdend met de historische en culturele waarde.

Voorbeelden

Aan het einde van dit document is een voorbeeld toegevoegd van een succesvol verduurzaamd monument, waarvan de situatie vergelijkbaar is met die van uw gebouw. Dit voorbeeld biedt inzicht in de toepasbaarheid van energiebesparende maatregelen in een monumentaal pand en kan dienen als inspiratie voor mogelijke verbeteringen. Het laat zien hoe dergelijke maatregelen effectief kunnen worden geïmplementeerd, rekening houdend met de specifieke eisen van erfgoedbehoud, en helpt u een weloverwogen beslissing te nemen over de verduurzaming van uw eigen monument.

**Dit energielabel
betreft de adressen**

Kerkstraat 123
9876AB Amsterdam
BAG-ID: 123456789123456789

VOORBEELD 1

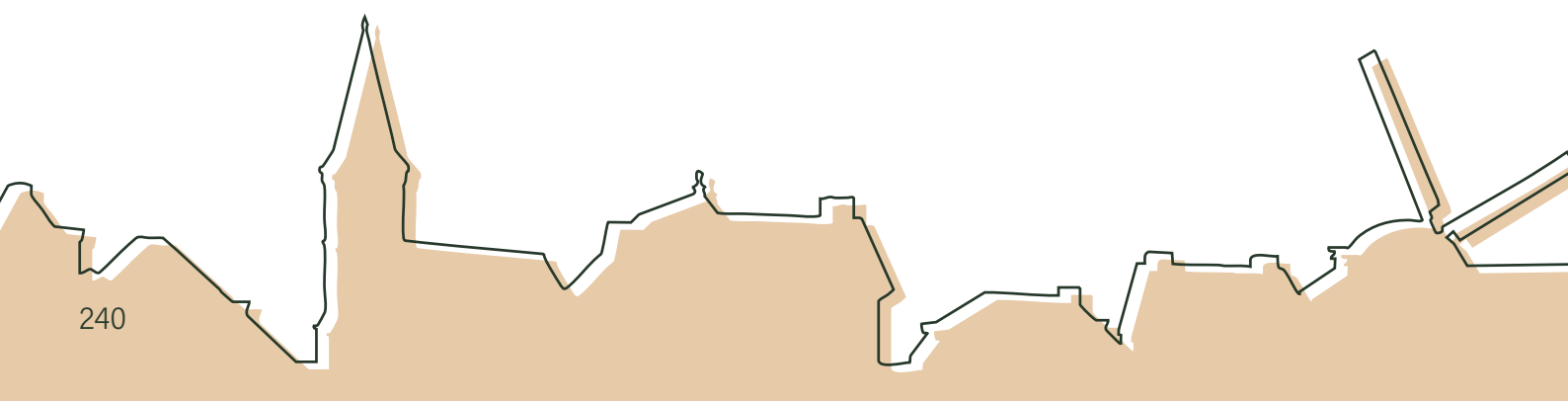


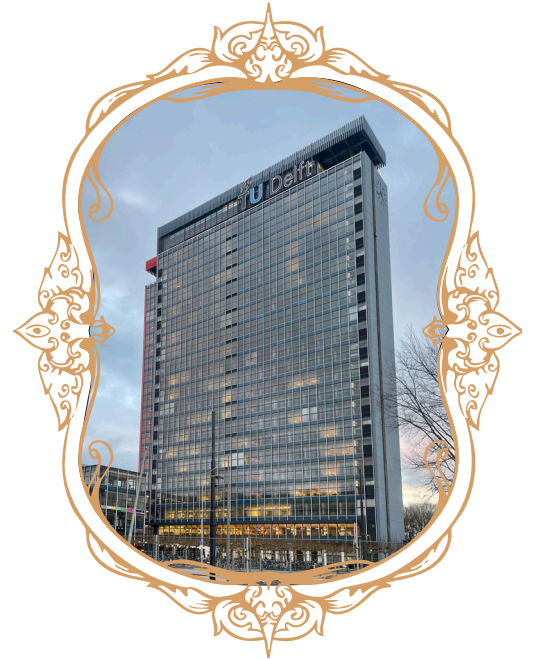
Adres	Oude Doelenkade 17-19, 1621 BH, Hoorn
Bouwjaar	1616
Monumentenstatus	Rijksmonument
Huidig gebruik	Woonhuis
Eigenaar	Particulier
Stroming	Hollandse Renaissance



APPENDIX CS - CASE STUDY BOOKLET

P.T.O.





Case studies

Roos Spee

Master Thesis, Delft University of Technology



Case 1 - Koninklijk Instituut voor de Tropen	Amsterdam	Kantoor, museum en evenementen
Case 2 - EWI	Delft	Universiteit
Case 3 - Woonhuis Hoorn	Hoorn	Woonhuis
Case 4 - College Hageveld	Heemstede	Middelbare school
Case 5 - De Kleine Komedie	Amsterdam	Theater

CASE STUDIES

Welkom! Voor u ligt een tussenproduct van mijn masterthesis aan de TU Delft, waarin ik, Roos, onderzoek hoe energielabels effectiever kunnen bijdragen aan het verduurzamen van monumenten. Om relevante kennis op te doen, heb ik verschillende voorbeelden van reeds verduurzaamde monumenten verzameld en geanalyseerd. Dit boekje met case studies is het resultaat van uitgebreide aantekeningen, gedetailleerde excelsheets, gesprekken met experts, en de inzichten van mensen die dagelijks werken en wonen in monumentale panden.

De cases in dit boekje laten vooral zien wat wél mogelijk is en bieden inzicht in de afwegingen die per situatie zijn gemaakt. Het doel is dan ook om te inspireren, kennis te delen en handelingsperspectieven te bieden voor wat tegenwoordig mogelijk is binnen de verduurzaming van monumenten. Daarnaast toont het hoe de benadering van verduurzaming in de erfgoedsector verandert en steeds noodzakelijker wordt, terwijl deze voorbeelden laten zien wat er al bereikt kan worden – zelfs bij de meest complexe en beperkende gebouwen. Want zoals Wubbo Ockels ooit zei:

“Als verduurzamen hier kan, dan kan het overal!”

Ik hoop dat ook u geïnspireerd raakt!
Roos

Disclaimer

Deze projecten zijn gedocumenteerd op basis van gesprekken en observaties. De informatie is zo nauwkeurig mogelijk weergegeven, maar er bestaat nog steeds kans op onvolkomenheden. Daarnaast waren niet alle projecten voltooid op het moment van publicatie (08-04-2025). Het kan dus zijn dat bepaalde ingrepen nog niet zijn doorgevoerd of inmiddels veranderd zijn. Houd hier rekening mee.

Uitleg

In dit boekje worden de 11 onderdelen van het energielabel behandeld en weergegeven in een overzichtstabel. Deze elementen worden vervolgens verder toegelicht in de begeleidende tekst. Deze elementen zijn: gevelopeningen, isolatie van gevel, vloer en dak, verwarmingssysteem, koelsysteem, ventilatie, bevochtiging, warmtapwatersysteem, verlichting en hernieuwbare energie. Daarnaast is onderdeel 12 toegevoegd: groen & water. Dit valt niet onder het energielabel, maar is volgens mij wel een relevant onderwerp voor de toekomst, daarom is het hier opgenomen.

Alle foto's zijn door mij genomen, tenzij anders vermeld.



Adres	Mauritskade 64, 1092 AD, Amsterdam
Bouwjaar	1926
Monumentenstatus	Rijksmonument
Huidig gebruik	Kantoor, museum en evenementen
Eigenaar	KIT
Stroming	Neorenaissance





Koninklijk Instituut voor de Tropen

Introductie

Het Koninklijk Instituut voor de Tropen (KIT) is het grootste rijksmonument van Amsterdam. Het in 1926 opgeleverde gebouw heeft door de loop der jaren al een aantal veranderingen doorgaan. Het gebouw werd in eerste instantie gebruikt als een wetenschappelijk onderzoekscentrum naar de tropen met diverse afdelingen en een museum en heeft daar dus ook haar naam aan te danken. Gedurende de 20ste eeuw breidde de focus zich uit naar algemenere onderwerpen van internationale ontwikkelingen en tentoonstellingen. Daarnaast worden de ruimtes ook gebruikt voor evenementen en conferenties. Begin 21ste eeuw zet deze verschuiving door en bredere mondiale thema's, zoals gezondheid en duurzaamheid, komen steeds meer opzetten.

In 2013 ondergaat het gebouw een grootschalige renovatie. Vanwege het wegvallen van een groot deel van de subsidie sluit een deel van het instituut van de tropen haar deuren en ontstaat het idee om te gaan besparen door middel van verduurzaming. De lege kantoorruimte wordt ingevuld met het doel als SDG house (Sustainable Development Goals / Duurzame Ontwikkelingsdoelen) te fungeren. Deze 17 doelen zijn opgezet door de Verenigde Naties om armoede en ongelijkheid te verminderen en de planeet te beschermen. De bedrijven gevestigd in het kantoor gedeelte van het gebouw focussen zich dus op o.a. gezondheid, onderwijs, gelijkheid, klimaatverandering en duurzaamheid.

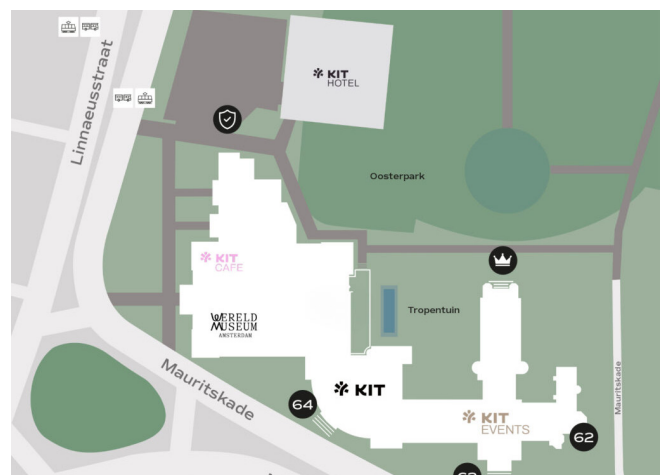
Verduurzaming

De eerste impuls om te beginnen met de verduurzaming kwam voort uit een noodzaak en een visie. Gezien het wegvallen van de subsidie

moest er opnieuw gekeken worden naar hoe het gebouw effectief in gebruik genomen kon worden. In combinatie met IPCC rapporten (Intergovernmental Panel on Climate Change) die uit kwamen over de opwarming van de aarde, ontstond het plan om het KIT energiezuiniger te maken. Sinds 2013 is een breed scala aan ingrepen uitgevoerd om ervoor te zorgen dat het grootste monument van Amsterdam in 2024 van het aardgas af kon.

"Hier is heel erg gekeken naar wat kunnen we in de huidige situatie doen met als hoofddoel: we willen van het aardgas af. Wat is daarvoor nodig?"

Het KIT bestaat uit verschillende elementen (figuur 1.1). Het monumentale deel omvat het onderste deel met het cafe, museum, KIT en KIT events. Het hotel is bovenin te zien en het depot ligt gesitueerd tussen het hotel en het monumentale deel.



Figuur 1.1 - Plattegrond KIT in situatie (KIT, 2024)

Onderdeel	Keuzeopties	Keuze	Staat element	Monumentale waarde
1. Gevelopeningen	Enkelglas Dubbelglas (HR++) Voorzetramen Achterzetramen variant 1 & 2 Vacuümglas	Achterzetramen variant 2 (enkelglas op raam)	Origineel	Positief monumentaal
2. Isolatie gevels	Geen gevelisolatie Binnengevel isoleren Kier- en naaddichting	Geen gevelisolatie Kier- en naaddichting	Origineel	Hoog monumentaal
3. Isolatie vloeren	Geen vloerisolatie Vloer isoleren	Geen vloerisolatie	Origineel	Indifferent
4. Isolatie dak	Geen dakisolatie Dak isoleren	Op plekken dakisolatie	Origineel	Variabel
5. Verwarmingssysteem	Cv ketels Warmtepomp Warmte koude opslag Elektrische piekketels Warmtenet met de buurt	Warmtepomp met warmte koude opslag Elektrische piekketels	Toegevoegd	Indifferent
6. Koelsysteem	Geen koelsysteem Traditioneel koelcircuit met R134a Warmtepomp met WKO Droge koeler	Geen koelsysteem Warmtepomp met WKO Droge koeler	Toegevoegd	Indifferent
7. Ventilatie	Geen ventilatiesysteem LBK met 2 toerenmotoren LBK met toerengeregelde motoren	Geen ventilatiesysteem LBK met toerengeregelde motoren	Origineel	Indifferent
8. Bevochtiging	Geen bevochtiging Stoombevochtiger Nevel bevochtiging	Geen bevochtiging Stoombevochtiger	Origineel	Indifferent
9. Warm tapwater systeem	Ringleiding met 2 boilers Elektrische boilers bij tappunten Hoge temperatuur warmtepomp	Elektrische boilers bij tappunten (Combi Quookers) Hoge temperatuur warmtepomp	Origineel	Indifferent
10. Verlichting	TL lamoen LED Bewegingssensoren	TL lampen LED Bewegingssensoren	Toegevoegd	Indifferent
11. Hernieuwbare energie	Geen hernieuwbare energie Zonnepanelen	Geen hernieuwbare energie	Origineel	Hoog monumentaal
12. Groen & water	Geen groen & water Waterbergend groen dak op depot	Waterbergend groen dak op depot	Toegevoegd	Indifferent

Tabel 1.1 - Afwegingen tabel KIT

Grenzen van aanvaardbare verandering	Ingewikkeldheid van ingreep in relatie tot het erfgoed	Afweging
Mag deels veranderd worden	Matig ingewikkeld	Hier is grote winst te behalen, waardoor het een prioriteit is. Vanwege de monumentale waarde kan niet zomaar dubbelglas worden geplaatst of een voorzetraam aan de buitenzijde worden toegevoegd, omdat dit te veel impact heeft op de cultuurhistorische waarde. Vacuümglas bleek te duur. Daarom is gekozen voor achterzetramen variant 2 (enkelglas op het raam), wat praktischer is in gebruik, vooral bij te openen ramen.
Mag deels veranderd worden	Matig ingewikkeld	De dikke, originele muren bieden van nature een hoge warmtebuffer. Isolatie is vanwege de cultuurhistorische waarde alleen aan de binnenzijde mogelijk, maar dit vereist leegstand en leidt tot ruimteverlies. Om die reden is het niet toegepast; een financiële en praktische keuze. Wel is kier- en naaddichting eenvoudig uitgevoerd om warmteverlies te beperken.
Mag alles aan veranderd worden	Matig ingewikkeld	Bijna het hele gebouw is onderkelderd, waardoor vloerisolatie lastig is. Om dit te realiseren, zou de vloer volledig uitgegraven moeten worden, wat een ingrijpende en kostbare operatie is. Gezien de relatief beperkte energiewinst is hiervoor niet gekozen.
Mag deels veranderd worden	Matig ingewikkeld	Op sommige plekken, zoals in de Máxima Zaal, is het hoogmonumentale dakbeschot zichtbaar, waardoor isolatie hier niet mogelijk is. In andere delen van het gebouw is het dak wel geïsoleerd met steenwol, en er zijn mogelijkheden om deze isolatie verder uit te breiden.
Mag alles aan veranderd worden	Niet ingewikkeld	Het KIT wilde van het gas af en een voorbeeldrol vervullen op het gebied van duurzaamheid. De overstap naar een warmtepomp werd mogelijk in combinatie met de WKO. Omdat de samenwerking met de buurt te langzaam ging, heeft het KIT zelf de overstap gerealiseerd. Voor het hotel, dat moest voldoen aan nieuwbouweisen, zijn elektrische piekketels geïnstalleerd om piekbelasting op te vangen.
Mag alles aan veranderd worden	Niet ingewikkeld	R134a wordt in Nederland geleidelijk uitgefaseerd vanwege milieuregels. Als onderdeel van de overstap naar een warmtepomp wordt de koeling nu ook via de warmtepomp geregeld, wat duurzamer is. Ter ondersteuning van dit systeem is een droge koeler geïnstalleerd, die helpt om de gewenste koelcapaciteit te behouden zonder extra belastingen op het milieu.
Mag alles aan veranderd worden	Matig ingewikkeld	De kantoren beschikten niet over mechanische ventilatie, en dit is zo gebleven als financiële keuze, waarbij andere opties voorrang kregen. In de getransformeerde ruimtes, zoals het archief dat werd omgevormd tot kantine of verblijfsruimte, werd wel ventilatie geïnstalleerd. Voor het museum zijn energiezuinigere toerengeregelde motoren geïnstalleerd, die werken op basis van CO ₂ -metingen om het energieverbruik te
Mag alles aan veranderd worden	Matig ingewikkeld	Bevochtiging is alleen aanwezig in het museum, en er is gekozen om het zo te laten. Het had geen prioriteit om verder uit te breiden.
Mag alles aan veranderd worden	Matig ingewikkeld	Het was onnodig om continu warm water door het gehele gebouw te pompen. Daarom is het warme water bij de toiletten verwijderd, en voor de pantries, douches en keukens zijn elektrische boilers geïnstalleerd. Voor het hotel, waar de vraag naar warm tapwater aanzienlijk hoger is, is gekozen voor een warmtepomp met een hoge temperatuur op de WKO om aan de grotere vraag te voldoen.
Mag alles aan veranderd worden	Niet ingewikkeld	Een deel van de verlichting is al overgestapt naar LED, en dit gebeurt bij het einde van de levensduur van de lampen. Op dit moment zijn zowel TL- als LED-verlichting nog aanwezig, terwijl vanuit energie-efficiëntie en erfgoed dit een relatief eenvoudige ingreep is om aan te pakken.
Mag deels veranderd worden	Matig ingewikkeld	De leien daken bemoeilijken de installatie van zonnepanelen, aangezien het depot onder het dak een kritische plek is voor lekkages. Daarnaast heeft het dak monumentale waarde, wat extra beperkingen met zich meebrengt. De investering is niet rendabel, omdat de kosten hoog zijn en de energiebesparing relatief klein is, wat het effect minimaliseert.
Mag alles aan veranderd worden	Niet ingewikkeld	Er is een waterbergend groen dak gerealiseerd, dat het klimaat voor het depot onder de grond reguleert. Dit werd gekozen om verdere verstening te voorkomen en het milieu rondom het gebouw te stimuleren.

1. Gevelopeningen

De ramen in het KIT waren voorafgaand aan de renovatie voornamelijk voorzien van enkelglas. Op een aantal plekken was dit glas vervangen door dubbelglas of waren er achterzetramen of voorzetramen geplaatst. Er is voor de renovatie gekeken naar het plaatsen van vacuümglas. Deze optie bleek echter te duur uit te vallen om twee redenen: het glas zelf was een stuk duurder en het was veel meer werk om het glas te installeren tenoverstaande van achterzetramen.

Uiteindelijk is de keuze gevallen op achterzetramen variant 2. Bij deze variant is een enkelglas achterzetraam op het raam gemonteerd, in tegenstelling tot in het kozijn bij variant 1 en bleven de ramen hierdoor gemakkelijk te openen. Het kon in een middag geïnstalleerd worden en daardoor konden de kantoren ook in gebruik blijven. De keuze om hiervoor te gaan was dus voornamelijk dat de financiële prioriteit elders lag. De monumentale restricties toonden zich in het feit dat gewoon dubbelglas niet verder geplaatst mocht worden.



Figuur 1.2 - Achterzetramen in de marmeren hal

2. Isolatie gevels

De originele gevels van het gebouw zijn dik en vormen een hoge warmtebuffer vanwege de thermische massa. Dit houdt in dat ze warmte kunnen absorberen, opslaan en afgeven. Door deze eigenschap blijft de binnentemperatuur constanter dan in gebouwen met minder thermische massa. Hoewel dikke muren dus een natuurlijke warmtebuffer bieden, vermindert dit niet automatisch het warmteverlies. Daarom is isolatie van de gevel belangrijk om energie te besparen. Deze isolatie kan in dit geval alleen aan de binnenkant, gezien de gevel aan de buitenzijde hoogmonumentaal is.

In het KIT is gekozen om geen gevelisolatie toe te passen. De complexiteit van binnenmuren isoleren zou ervoor zorgen dat de kantoren tijdelijk niet meer in gebruik zouden kunnen zijn. Dit in combinatie met de reductie in m² als resultaat, maakt dat er vanwege financiële reden niet voor gekozen is. Wel is gebruik gemaakt van kier- en naaddichting om zo toch warmteverlies en tocht enigszins te beperken.

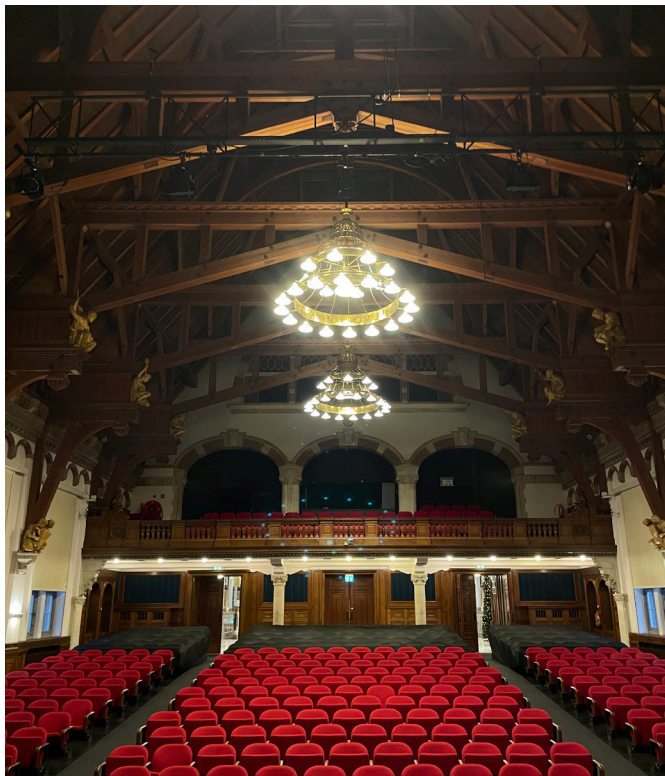
3. Isolatie vloeren

Bijna het gehele gebouw is onderkelderd. Dit houdt in dat als de vloeren geïsoleerd zouden worden, het allemaal uitgegraven zou moeten worden. Een dure ingreep met als resultaat relatief weinig winst. Dat maakt dat er niet voor deze optie is gekozen.

4. Isolatie dak

Op een aantal plekken in het gebouw (zoals de Máxima zaal weergegeven in figuur 1.3) kijk je tegen hoogmonumentaal dakbeschot aan. Hier kan dus vanwege de impact op de cultuurhistorische waarde niet geïsoleerd worden van binnenuit. Vanaf buiten wordt vanwege de monumentale dakbedekking, leien en goten ook een hele opgave.

Op een aantal andere gedeeltes kan het dak wel geïsoleerd worden. Dit is dan ook al gedeeltelijk gedaan met steenwol, maar er zijn ook nog plekken waarop dit verder toegepast kan worden. Hier zijn ze nog niet aan toegekomen.



Figuur 1.3 - Dakbeschot Máxima zaal

5. Verwarmingssysteem

Het verwarmingssysteem aanpassen was het hoofddoel van deze renovatie. Het doel was om van het aardgas af te gaan en dus is gekeken hoe dit het beste vormgegeven kon worden. De overstap van traditionele gasgestookte cv-ketels naar warmtepompen werd mogelijk door middel van twee belangrijke elementen. Allereerst, het hotel dat hoort bij het complex wordt zodanig gerenoveerd dat het moet voldoen aan de nieuwbouwstandaard. Dit hotel bestaat ook voor een groot deel uit glas, wat betekent dat er in de zomer een groot warmteoverschot is. Dit brengt ons bij het tweede onderdeel, de warmte koude opslag (WKO). Dit warmte overschot kan in de WKO worden opgeslagen en zo in de winter gebruikt worden om o.a. het monumentale deel te verwarmen.

De keuze om voor een WKO te gaan is best een ingrijpende, gezien dit vraagt om een miljoeneninvestering. Daarnaast was er maar een korte tijdsperiode om het te realiseren: in de zomer

moest alles gereed worden gemaakt om in de winter alweer te kunnen verwarmen. De doorslag hierin was een IPCC rapport dat aangaf dat er meer moest gebeuren om klimaatverandering te beperken. Dit gaf voor de directie van het KIT de doorslag om te zeggen: wij hebben een voorbeeldfunctie, dus we gaan dit doen. Er is toen ook nog gekeken of dit als warmtenet in combinatie met de buurt gerealiseerd kon worden. Uit dit onderzoek bleek echter ook al dat het KIT het op zichzelf staand kon realiseren en daar is toen vanwege tijdsredenen voor gekozen. Het KIT wilde volle kracht vooruit.

Naast deze warmtepomp met WKO zijn er nog elektrische piekketels geïnstalleerd voor in het geval dat de warmtepomp niet voldoende het monumentale deel op temperatuur kan houden in extreme situaties.

6. Koelsysteem

Het koelen in het KIT werd alleen toegepast in het depot en het museum en enkele kantoren. De koelvloeistof R134a die hiervoor werd gebruikt is wordt uitgefaseerd in Nederland. Gezien de overstap naar WP met WKO, kon hieronder ook de koeling worden geschaard. Deze koeling blijft alleen beschikbaar voor het museum en het depot om museale binnenklimaat eisen te halen, in de kantoren waar koeling zat blijft deze ook aanwezig.

7. Ventilatie

Mechanische ventilatie is dit redelijk hetzelfde verhaal als de koeling. Dit was niet toegepast in de kantoren en wel in het museum en depot. De keuze om dit niet in de kantoren toe te passen was een financiële, andere opties kregen voorrang.

Een aantal getransformeerde ruimtes, zoals het archief wat is omgebouwd tot kantine, moesten wel mechanische ventilatie krijgen, omdat deze functie veranderde naar verblijfsruimte. De originele twee toeren motoren die op de LBK zaten zijn vervangen door toerengeregelde motoren, deze zijn efficiënter en energiezuiniger.

8. Bevochtiging

Deze was alleen aanwezig in het museum door middel van een stoombevochtiger. Er is voor gekozen om dit zo te laten en niet te vervangen door een nevelbevochtiger, vanwege de complexiteit, het uitzoekwerk wat daarbij om de hoek kwam kijken en dus ook de financiële overweging. Ofwel, de prioriteit lag momenteel ergens anders, maar er werd wel aangegeven dat dit wellicht later nog geïnstalleerd overwogen en geïnstalleerd kon worden.

“Dat mogen ze over 10 jaar nog eens gaan doen”

9. Warm tapwater systeem

Het warm tapwater systeem is een van de eerste elementen die is aangepakt. Voorheen zat er een ringleiding met 2 boilers, verwarmd door de oude cv installatie. Deze ringleiding pompte voortdurend warm water door het gehele pand heen, wat eigenlijk niet nodig was. Deze ringleiding is verwijderd en vervangen door elektrische boilers bij de tappunten in de pantry's. Het warm water bij de kranen aanwezig in de toiletten is verwijderd. Bij de douches en keukens zijn twee grotere elektrische boilers geplaatst voor de grotere warmwatervraag. Het hotel dat nu nog in aanbouw is zal een aanzienlijk hogere warmwatervraag hebben vanwege de functie. Hiervoor wordt separaat een hoge temperatuur warmtepomp geïnstalleerd die aangesloten wordt op de WKO.

10. Verlichting

Voor de renovatie waren er overwegend TL-buizen geïnstalleerd. Deze TL8 en TL5 buizen worden stapsgewijs vervangen naar LED op het moment dat ze aan het eind van hun levensduur zijn, omdat LED efficiënter dan TL. Inmiddels zit er dus in een deel LED verlichting, het andere deel gebeurt stapsgewijs. Daarnaast is door middel van bewegingssensoren het energieverbruik verder teruggedrongen, doordat de verlichting alleen wordt ingeschakeld op het moment dat er daadwerkelijk beweging wordt gedetecteerd.

11. Hernieuwbare energie

Er is een onderzoek geweest naar de effectiviteit van het toevoegen van zonnepanelen. Uit dit onderzoek bleken een aantal punten waardoor niet is gekozen voor zonnepanelen. De hoogmonumentale leien daken van het KIT zorgen ervoor dat de installatie bemoeilijkt wordt en dat additioneel maar op een heel select deel van het dak panelen geplaatst konden worden. Vanwege het grote energieverbruik zou het toevoegen van de panelen uiteindelijk een druppel op een gloeiende plaat zijn en niet rendabel. Daarnaast was het beschikbare dak ook gelegen boven een depot en dus een kritische plek voor eventuele lekkages.

12. Groen & water

Het depot, gelegen naast het monumentale deel van het KIT, is onder de grond geplaatst omdat het klimaat zo goed te reguleren viel. Hier bovenop is een van de grootste waterbergende groene daken van Amsterdam geplaatst.



Figuur 1.4 - Blauw-groen dak

Conclusies

De renovatie van het KIT toont een afgewogen balans tussen verduurzaming, het respecteren van monumentale waarden en eigen prioriteiten. Sommige aanpassingen, zoals gevelisolatie en het gebruik van vacuümglas zijn vanwege financiële en praktische beperkingen niet doorgevoerd. Andere ingrepen, zoals de installatie van een WP in combinatie met WKO, zijn belangrijke stappen richting een duurzamere toekomst, maar vergden wel een miljoeneninvestering. Deze keuze benadrukt de voorbeeldfunctie die het KIT wilt bekleden met grote, zichtbare ingrepen.

Met de investering voor de WKO en het verwijderen van de gasketel kwamen ook veel onzekerheden, maar het KIT wilde deze kans nemen. Door deze keuze zijn een aantal andere elementen, met name voor de kantoren, meer naar de achtergrond verdwenen, zoals de koeling, ventilatie en bevochtiging. Dit is een prioriteitskeuze geweest, gezien de financiële middelen na de grote investering beperkt waren. Verder heeft de renovatie geleid tot efficiëntere systemen, met o.a. LED verlichting met bewegingssensoren en elektrische boilers, wat direct bijdraagt aan een lager energieverbruik. De keuzes op basis van prioriteit werden verder aangedreven door de complexiteit van het pand, wat het financieel ook moeilijker maakte.

“Als je een nieuw pand hebt dan heb je vier, vijf, zes lagen van hetzelfde. Je doet dan zes keer hetzelfde kunstje. Hier is iedere steen weer anders, dat maakt het allemaal complex en duur”

In sommige gevallen was de beperking niet alleen financieel gedreven, zoals in de Máxima zaal waar het originele dakbeschot te zien is. In deze gevallen heeft de cultuurhistorische waarde voorrang gekregen op de duurzaamheidsmaatregelen.

Voor in de toekomst zijn er nog een aantal elementen die efficiënter gemaakt kunnen worden. Daarnaast is het KIT net begonnen met de implementatie van het Dyseco systeem. Dit machine learning systeem kan voorspellingen doen aan de hand van metingen aan het gebouw, de weersvoorspelling en de binnenklimaatverwachting. Door deze elementen te combineren kan het energieverbruik meer worden teruggedrongen. Bijvoorbeeld, als het gebouw warmte nodig heeft, maar de weersvoorspelling zegt dat zo de zon gaat schijnen, kan het systeem ervoor kiezen om niet of minder te gaan verwarmen, zodat niet er ineens een overschot aan warmte ontstaat.

Intabel 1.2 is de reductie in gas- en elektriciteitsverbruik weergegeven. Hierin is te zien dat het gasverbruik gedaald is naar 0. Dit klopt aangezien in 2023 de gasketels uit het pand zijn verwijderd. Ondanks de overstap naar warmtepompen is ook de vraag naar elektriciteit gedaald met een reductie van 34%. Hierin is het wel van belang de kanttekening te maken dat het hotel, wel meegenomen in de energiebehoefte voorsituatie, momenteel nog in aanbouw is en dus nog niet bij de nasituatie zit. Het hotel gebruikt momenteel alleen bouwstroom en wat verwarming. Aan de andere kant verbruikt de WP momenteel nog meer stroom, aangezien het hotel de WKO nog niet kan laden met warmte.

	Voor renovatie 2013	Na renovatie 2024	Reductie
Gasverbruik (m ³)	594.774	0	100%
Elektriciteitsverbruik (kWh)	4.047.703	3.023.039	25%

Tabel 1.2 - Reductie gas- en elektriciteitsverbruik

Desondanks kan ook nu al geconcludeerd worden dat de reductie in gas en elektriciteit al bewonderingswaardig is. Deze afnamens laten zien dat de ingrepen aan het gebouw positief resultaat hebben op de energiezuinigheid van het complex. Hiermee is een belangrijke stap gezet in het realiseren van de duurzaamheidsdoelen van het KIT en de voorbeeldfunctie behaald.



Adres	Mekelweg 4, 2628 CD, Delft
Bouwjaar	1969
Monumentenstatus	Gemeentelijk monument
Huidig gebruik	Universiteits gebouw
Eigenaar	TU Delft
Stroming	Functionalisme



Introductie

Met 90 meter hoogte en de karakteristieke klokken op de kopse kanten is de hoogbouw van EWI een van de meest prominente gebouwen op de TU Delft-campus. Na de Nieuwe Kerk is het zelfs het hoogste gebouw van de stad. Oorspronkelijk huisvestte het drie faculteiten: Elektrotechniek, Wiskunde en Informatica. Het ontwerp bevat een knipoog naar een elektrische weerstand, en de toren werd op het laatste moment gedraaid, wat heeft bijgedragen aan de bekende windproblematiek rondom het gebouw.

In de afgelopen decennia heeft de campus zich sterk ontwikkeld, wat leidde tot heroverwegingen in de vastgoedstrategie van de TU Delft. Tien jaar geleden werd renovatie van EWI als minder efficiënt beschouwd dan nieuwbouw, waardoor het gebouw afgestoten zou worden. Na leegruiming en verhuizing van de faculteiten werd verkoop voor woningbouw onderzocht, maar dit bleek niet haalbaar, waarna werd besloten het gebouw te slopen.

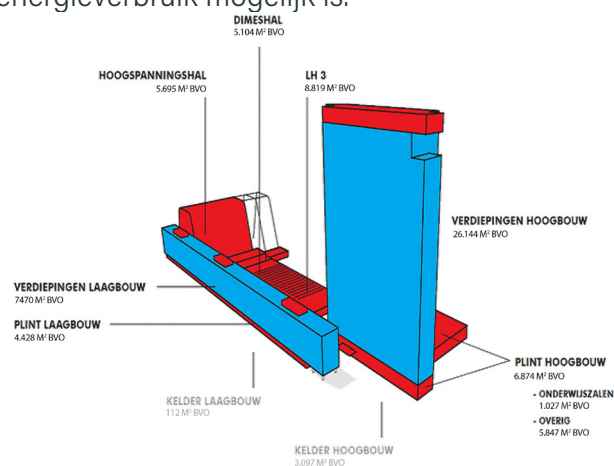
Toch leidde de cultuurhistorische waarde, het sentiment en de weerstand binnen zowel Delft als de universiteit – met name vanuit de faculteit Bouwkunde – tot een hernieuwde visie. De toenemende focus op duurzaamheid en circulariteit versterkte het argument om het gebouw, dat al een beschermde status had als gemeentelijk monument, te behouden. Dit resulteerde in het besluit om het complex gefaseerd te renoveren.

“Ik zeg altijd maar zo: de Nieuwe Kerk hier in Delft wordt ook niet ineens van nieuwe ramen voorzien, omdat het allemaal duurzamer moet.”

De renovatie begon met de verdiepingen 1 tot en met 6, waarbij het interieur volledig werd gestript en opnieuw ingericht. Deze verdiepingen konden toen alweer in gebruik genomen worden, wat goed uitkwam voor de groeiende studenten aantallen van de studie informatica. Na evaluatie en verbeteringen in het ontwerp volgde de renovatie van de resterende verdiepingen. Zo zijn bijvoorbeeld de scheidingswanden waar mogelijk blijven staan ter bevordering van circulariteit. Binnen 2,5 jaar is de hoogbouw grotendeels gerenoveerd en voldoet het gebouw weer aan de moderne eisen voor brandveiligheid en technische normen, al zijn er nog een aantal ingrepen die op de planning staan.

“Het is natuurlijk een landmark voor de stad”

EWI bestaat uit meerdere onderdelen (figuur 2.1): de hoogbouw, laagbouw, hoogspanningshal en Dimeshal / EKL Lab. Hoewel het gehele complex de status van monument heeft, richt dit onderzoek zich specifiek op de hoogbouw. Dit deel van het gebouw is grotendeels gerenoveerd en weer in gebruik genomen, waardoor een vergelijking van het energieverbruik mogelijk is.



Figuur 2.1 - Gebouwsamenstelling EWI (EWI, 2024)

Onderdeel	Keuzeopties	Keuze	Staat element	Monumentale waarde
1. Gevelopeningen	Binnen- & buitengevel enkelglas Binnengevel HR++ glas Buitengevel HR++ glas Schuifdeur Tourniquet	Enkelglas Binnengevel HR++ glas Tourniquet	Origineel	Variabel
2. Isolatie gevels	Gevelpanelen Geïsoleerde gevelpanelen Kier- en naaddichting	Geïsoleerde gevelpanelen Kier- en naaddichting	Origineel	Positief monumentaal
3. Isolatie vloeren	Ongeïsoleerde keldervloer Isoleren beganegrond vloer	Ongeïsoleerde keldervloer	Origineel	Indifferent
4. Isolatie dak	Ongeïsoleerd dak Dak isolatie	Dak isolatie	Aangepast origineel	Indifferent
5. Verwarmingssysteem	Luchtverwarming i.c.m. radiatoren Warm water uit gasgestookte ketels WKO Luchtverwarming met inductie Warm water uit geothermie	Luchtverwarming i.c.m. radiatoren Luchtverwarming met inductie WKO Warm water uit geothermie	Aangepast origineel	Indifferent
6. Koelsysteem	WKO Bodem opslag geladen via LBK Bodem opslag geladen via warmtepomp	WKO Bodem opslag geladen via warmtepomp	Aangepast origineel	Indifferent
7. Ventilatie	LBK zonder WTW LBK met WTW Geen bevochtiging kantoren Clean room stoombevochtiging op gas	LBK met WTW Geen bevochtiging kantoren	Aangepast origineel	Indifferent
8. Bevochtiging	Clean room adiabatische bevochtiging	Clean room adiabatische bevochtiging	Origineel	Indifferent
9. Warm tapwater systeem	Centraal warm tapwater systeem Lokale elektrische boilers (Quookers)	Lokale elektrische boilers (Quookers)	Origineel	Indifferent
10. Verlichting	TL & PL verlichting LED verlichting	LED verlichting	Variabel	Indifferent
11. Hernieuwbare energie	Koude opslag Geothermie Zonnepanelen Energietेरugwinning liften	Koude opslag Geothermie Zonnepanelen Energietेरugwinning liften	Toegevoegd	Indifferent
12. Groen & water	Bitumen dak Groen dak	Bitumen dak Groen dak	Aangepast origineel	Indifferent

Tabel 2.1 - Afwegingen tabel EWI

Grenzen van aanvaardbare verandering	Ingewikkeldheid van ingreep in relatie tot het erfgoed	Afweging
Mag deels veranderd worden	Matig ingewikkeld	De dubbele gevel dient als klimaatzone. Omdat de buitengevel vooral esthetisch van belang is, is de binnengevel geïsoleerd met HR++ glas. Bij de uitstekende delen is het glas nog niet vervangen. Daarnaast is ervoor gekozen de traditionele tourniquet terug te brengen in plaats van schuifdeuren.
Mag deels veranderd worden	Matig ingewikkeld	Voor het overgrote deel bestaat de gevel uit glas. Voor het gedeelte dat uit panelen bestaat, is ervoor gekozen isolatie aan te brengen bij de gevelpanelen. Dit heeft echter geen prioriteit gekregen, dus moet dit nog uitgevoerd worden. Momenteel wordt gewacht op de financiering. De kier- en naaddichting is aangebracht tijdens de renovatie.
Mag alles aan veranderd worden	Niet ingewikkeld	Het gebouw is onderkelderd, waardoor ofwel de keldervloer geïsoleerd zou moeten worden, of de begane grondvloer en de kelder buiten de schil gelaten moeten worden. Beide opties vormen ingrijpende maatregelen, gezien de impact die dit op de hoogbouw zou hebben. Aangezien de vloer slechts een klein aandeel heeft in het warmteverlies, is besloten deze maatregelen niet uit te voeren.
Mag alles aan veranderd worden	Niet ingewikkeld	Het dak moest sowieso onderhouden worden, waardoor het isoleren ervan gelijk is meegenomen. Aangezien het om hoogbouw gaat, niemand er uitzicht op heeft en er al veel installaties aanwezig zijn, was dit relatief eenvoudig uit te voeren. In veel andere monumentale gebouwen zou dit echter een lastig punt zijn.
Mag alles aan veranderd worden	Niet ingewikkeld	Er is luchtverwarming die wordt verwarmd via de WKO en een warmtewisselaar op het warmtenet van de TU. Het warme water wordt nog met gas gestookt, maar een geothermiesysteem wordt ontwikkeld en is eind 2025 gereed. Bij de inblaas zijn inductie-eenheden aangebracht voor bijsturing, en de radiatoren zijn behouden voor extra regeling.
Mag alles aan veranderd worden	Niet ingewikkeld	De WKO van EWI bestaat al sinds 1996. Vroeger werd de LBK gebruikt om de koude bodem te laden, maar deze is nu verdwenen. Daarom wordt er overgestapt op warmtepompen, hoewel dit nog gerealiseerd moet worden. Als tijdelijke oplossing wordt de bodem nu geladen met koelmachines van het lab, maar dit is niet efficiënt.
Mag alles aan veranderd worden	Niet ingewikkeld	De luchtbehandelingskast was aan vervanging toe. Per drie verdiepingen is er een kast die zowel de inblaas als de afzuiging verzorgt. De aangezogen lucht wordt via een wisselaar voorverwarmd om energie te besparen.
Mag alles aan veranderd worden	Niet ingewikkeld	Bevochtiging is niet overwogen voor de kantoren, omdat dit een kostbare ingreep is die geen prioriteit heeft en als onnodig wordt beschouwd. In de cleanroom wordt de luchtvochtigheid wel gecontroleerd. De huidige stoombevochtiger, die op gas werkt, wordt vervangen door adiabatische bevochtiging op elektriciteit.
Mag alles aan veranderd worden	Niet ingewikkeld	Deze overweging was gebaseerd op twee factoren. Ten eerste het veiligheidsaspect: het tapwatersysteem was aangesloten op hetzelfde water als de warmtewisselaar, waardoor een lekkage schadelijk kon zijn voor het drinkwater. Ten tweede verbruikt het centrale tapwatersysteem veel energie om continu te verwarmen, terwijl lokale elektrische boilers dit aanzienlijk verminderen.
Mag alles aan veranderd worden	Niet ingewikkeld	Een eenvoudige besparing zonder ingrijpende maatregelen. De oorspronkelijke armaturen zijn hergebruikt en omgebouwd voor LED, in plaats van ze te vervangen door volledig nieuwe armaturen.
Mag alles aan veranderd worden	Niet ingewikkeld	Er is al een bestaande koudeopslag van de TU, en de geothermiebron wordt in 2025 opgeleverd. Daarnaast liggen er zonnepanelen op de sheddaken van de laagbouw en de hoogspanningshal, en worden op de gevel van de laagbouw verschillende door de TU ontworpen zonnepanelen getest. Tot slot is energierugwinning uit de liften toegepast met een Revcon Terugleverunit, die tot 40% van de gebruikte energie teruglevert.
Mag alles aan veranderd worden	Niet ingewikkeld	Deze analyse richt zich op de hoogbouw, aangezien de maatregelen daar al vergoed zijn. Toch is het relevant te vermelden dat bij de vernieuwing van de laagbouw een groen dak is aangebracht. Het dak van de hoogbouw bestaat echter nog steeds uit bitumen.

1. Gevelopeningen

De hoogbouw van EWI is ontworpen als twee schijven die ogenschijnlijk langs elkaar heen schuiven. Op het grootste gedeelte van het gebouw, het middendeel, is een dubbele gevel toegepast. Deze fungeert als het ware als een soort klimaatzone (figuur 2.2). In beiden gevels zat initeel enkelglas. Bij de uiterste delen van het gebouw zit geen dubbele gevel en dus slechts 1x enkelglas (figuur 2.3).



Figuur 2.2 - Klimaatzone tussen de gevels met zicht op in-/uitblaas

Er waren verschillende opties, zoals het vervangen van het buitenste glas of het verwijderen van de binnenste gevel. Dit zou echter het project complexer en duurder maken. De buitenste stalen gevel bevat asbesthoudende kit en chroom-6 verf, wat aanpassingen kostbaar maakt door sanering. Om kosten en impact te beperken, en om het aanzicht zo veel mogelijk te behouden, is gekozen voor HR++ glas in de binnenste gevel.

Bij de uiterste delen van het gebouw is het glas nog niet vervangen. Hier zit dus nog enkelglas in. Het is voornamelijk een financiële keuze geweest om eerst te investeren in het grootste deel van het gebouw verbeteren, waar de dubbele gevel zit. Op het moment dat geld beschikbaar zal worden gesteld zal deze beglazing ook nog aangepakt worden. Er zal hier wel beter gekeken moeten worden naar wat voor glas hier kan worden toegepast, omdat hier geen dubbele gevel is en het dus bepalend kan zijn voor het aanzicht. Hier is nog geen beslissing over gemaakt, maar aangegeven dat het belangrijk is om in contact te blijven met de gemeente over het aanzicht van het monument.

“Of deze gevel over 10 jaar aan de buitenkant alsnog gedaan moet worden, ik sluit het niet uit”

2. Isolatie gevels

De gevels van de hoogbouw bestaan voornamelijk (ongeveer 80%) uit glas en dus ligt de focus allereerst voornamelijk op de gevelopeningen. Bij de overige 20% van de gevel is gevelpaneel toegepast zoals ook te zien in figuur 2.3. Deze panelen zijn relatief dun en slecht geïsoleerd wat zorgt voor veel warmteverlies. Dit probleem wordt versterkt door het feit dat juist op deze plekken radiatoren zijn geplaatst, waardoor dit een zwakke schakel is in de thermische prestatie van het gebouw.

Vanwege de impact op de energie-efficiëntie is besloten dat er maatregelen getroffen moeten worden om deze gevelpanelen beter te isoleren. Echter heeft deze ingreep binnen de huidige renovatieplannen geen directe prioriteit gekregen. Dit betekent dat de aanpak van de gevelpanelen pas wordt uitgevoerd zodra er voldoende budget beschikbaar is.

“Isolatie gevels? Dat is jaren 70. En dat betekent niet”



Figuur 2.3 - Uiterste deel gebouw zicht op ongeïsoleerde gevelpanelen

3. Isolatie vloeren

In de uitgangssituatie zit een ongeïsoleerde betonnen vloer en het gebouw is onderkelderd. Er waren dus twee opties van het eventueel isoleren van de vloer. Ofwel de keldervloer uit gaan graven en isoleren, wat een erg kostbare en complexe ingreep is, of de begane grondvloer isoleren en de kelder buiten de schil laten, maar dan heb je nog steeds te maken met koudebruggen. Uiteindelijk is gekozen om geen van deze opties te realiseren vanwege het feit dat dit een hoogbouw is en dus het percentage energie wat verloren gaat via de vloer relatief klein is. De complexiteit van de maatregel woog dus niet op tegen de winst.

4. Isolatie dak

Het dak was aan vervanging toe en dit betekende dat gelijk het isoleren ervan kon worden geïntegreerd. Vanwege het soort monument was dit ook gemakkelijk te doen. Het dak is niet een belangrijk cultuur-historisch element van het monument en

dus zou het isoleren daarvan geen grote impact hebben op de monumentale waarde. Het is nog wel belangrijk om te noemen, aangezien daken juist in veel gevallen ook wel monumentaal zijn, maar in dit geval dus niet. Dit heeft te maken met het soort monument en de architectonische stijl, evenals het feit dat niemand zicht heeft op dit dak vanwege het feit dat het dus het op-een-na hoogste gebouw van Delft is.

5. Verwarmingssysteem

Van origine werd er al gebruik gemaakt van luchtverwarming in combinatie met radiatoren (zie figuur 2.3). Het warm water dat gebruikt wordt om de lucht te verwarmen komt vanuit de WKO die al sinds 1996 op EWI is aangesloten (TU Delft, 2019), en de warmtekrachtcentrale van de TU. Vanuit de warmtekrachtcentrale wordt via het warmtenet en een warmtewisselaar warmte overgebracht op het systeem van EWI. Deze warmtekrachtcentrale bestaat al meer dan 70 jaar en draaide initieel op kolen, toen stookolie en nu op gasgestookte ketels (van der Veldt, 2019).

Inmiddels wordt deze centrale klaargemaakt voor de volgende stap: momenteel wordt namelijk een geothermie bron gerealiseerd. Bij de vernieuwde luchtverwarmingsinstallatie zijn ook inductie units aangebracht om gemakkelijker bij te kunnen regelen op ruimte-niveau. Daarnaast zijn voor nu de radiatoren ook nog aanwezig voor het bijverwarmen. Zoals eerder benoemd zijn delen van de gevel dus nog niet aangepakt en helpen deze radiatoren tegen o.a. de koudeval.

6. Koelsysteem

De warmte-koude opslag (WKO) van EWI werd vroeger geladen met koude via de LBK. Deze is nu verwijderd en er wordt overgestapt naar warmtepompen, maar dit moet nog gerealiseerd worden. De tijdelijke oplossing om wel de bron te blijven laden met koude is het laden via de koelmachines van het lab. Dit is echter een zeer inefficiënte manier die veel energie kost.

7. Ventilatie

De luchtbehandelingsinstallaties die aanwezig waren, waren verouderd en aan vervanging toe. Tijdens de renovatie is een systeem geïmplementeerd waar per 3 verdiepingen één technische ruimte is met LBK. De inblaas en afzuiging gaat dan via de klimaatgevel, zoals ook te zien in figuur 1.2. Deze luchtstromen gaan via een warmtewisselaar om de aangezogen lucht alvast voor te verwarmen of af te koelen.

8. Bevochtiging

In bijna het gehele gebouw zit geen bevochtiging. Dit heeft er vroeger zelfs wel in gezeten, maar dit is verwijderd vanwege legionellabeheersing. Het was een te grote investering om dit nu door het hele gebouw weer aan te brengen op een veilige manier. Om deze reden is het alleen toegepast in de clean room, het lab van EKL, dat geen onderdeel is van de hoogbouw. Hier wordt overgestapt van een stoombevochtiger die werkt op gas naar adiabatische bevochtiging door middel van elektriciteit.

9. Warm tapwater systeem

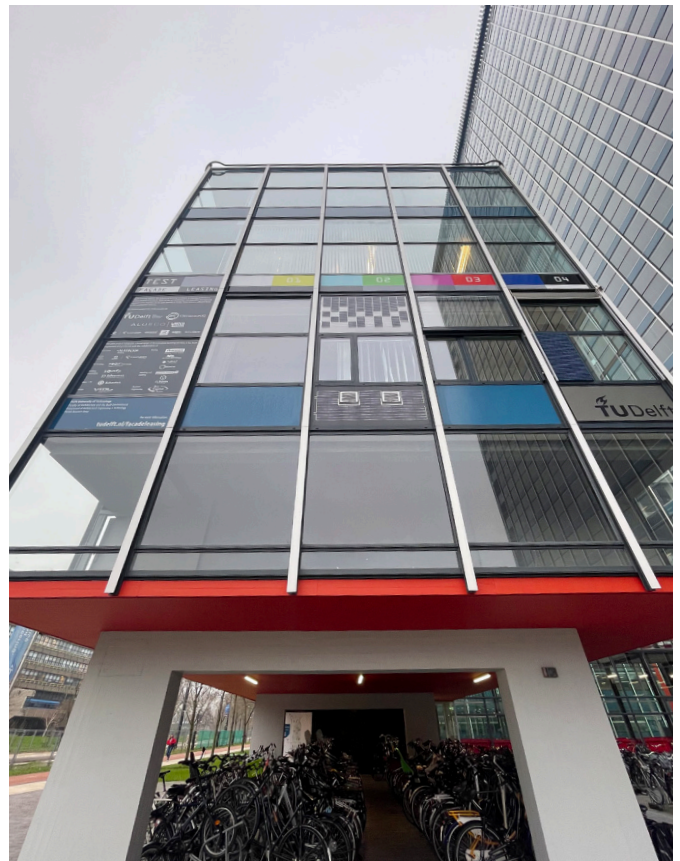
In de uitgangssituatie was er een centraal warm water systeem dat continu warm water rond pompte. Het verwijderen van deze installatie kwam aan op twee punten. Allereerst het punt veiligheid; het warm tapwater systeem was aangesloten op hetzelfde water waarmee ook werd verwarmd. Mochten installaties gaan lekken dan zou het schadelijk zijn als dit in het drinkwater terecht zou komen. Het tweede punt is energie. Continu energie gebruiken om warm water te laten circuleren in het gebouw is energie weggooien. Om deze redenen is gekozen het centrale systeem te verwijderen en lokaal elektrische boilers te plaatsen, zoals Quookers op iedere verdieping.

10. Verlichting

Initieel werd er TL en PL verlichting gebruikt in het gebouw. Deze omzetten naar LED is een gemakkelijke besparing zonder al teveel impact te hoeven doen. Er is vanuit circulariteitsperspectief gekozen om de armaturen te behouden, te hergebruiken en om te bouwen zodat hier LED verlichting in past.

11. Hernieuwbare energie

EWI heeft al sinds 1996 een eigen WKO. Daarnaast wordt de energiedistributie van de TU Delft geregeld vanuit de warmtekrachtcentrale. Momenteel wordt er ook vanuit de TU gewerkt aan de geothermie bron, die eind 2025 in gebruik genomen kan worden. Ook liggen er zonnepanelen op het gehele sheddak van de laagbouw en op de hoogspanningshal. Daarnaast worden verschillende testen gedaan op de gevel van de laagbouw waar ze verschillende ontworpen zonnepanelen van de TU testen (figuur 2.5). Als laatste is energierugwinning uit de liften toegepast met een Revcon Terugleverunit. Hiermee leveren de installaties tot 40% van de gebruikte energie terug door gebruik te maken van de zwaartekracht. Vanwege het feit dat de energie grotendeels vanuit een centraal punt op de TU geregeld wordt, en de TU Delft de gehele campus tot diens beschikking heeft, zijn elementen gemakkelijk toe te passen omdat de ruimte er is en de financiering om grotere investeringen zoals een WKO of geothermie te doen.



Figuur 2.5 - Zonnepanelen testopstelling

12. Groen & water

Het dak van de hoogbouw is en blijft voorlopig gewoon een bitumen dak. Het dak is dus recentelijk wel aangepakt om beter te isoleren, maar waar er bij de laagbouw wel gekozen is voor een groen dak, is dat niet zo voor de hoogbouw.



Figuur 2.6 - Groen dak op laagbouw

Conclusies

Deze analyse beperkt zich met name tot de hoogbouw van EWI. Zoals ook al te zien in de voorgaande elementen is het voor verschillende maatregelen belangrijk om alsnog naar het grotere plaatje te kijken. Enkel kijkend naar de hoogbouw zou geconcludeerd worden dat er een stuk minder aan o.a. hernieuwbare energie en groen wordt gedaan, terwijl dat wel ook onderdeel is van de grotere renovatie. Dat gezegd hebbende, toont deze renovatie aan dat er veel mogelijk is op het moment dat er goed contact is met de gemeente en deze bereidt zijn om hierin ook flexibel te zijn.

“Iedereen roept: ja een monument, dan mag je helemaal niks en dat is vaak niet waar. Want als je daar over in gesprek gaat snapt de gemeente heus wel dat veranderend gebruik ook een andere indeling van gebouwen met zich meebrengt.”

In deze case is het geluk dat de gemeente veel aanpassingen toelaat. Waardoor dit exact komt is wat gissen, maar zeer waarschijnlijk komt dit door de combinatie van het soort monument en de toepassing ervan. Het is een relatief jong monument (1969) in vergelijking met de meeste monumenten (van voor 1940) en dus passen modernere ingrepen ook gemakkelijker erin. Daarnaast is het pand natuurlijk onderdeel van de TU Delft en is het dus ook automatisch een uithangbord om innovatie uit te stralen. De kopse gevel met tester zonnepanelen is daar een goed voorbeeld van (figuur 2.5).

Verder is de meest beperkende factor toch wel financieel. Bij meerdere ingrepen is wel al de bewustwording dat er wat veranderd aan moet en kan worden, maar er is nog geen budget voor vrijgemaakt. Dit zie je terug in het feit dat de beganegrond vloer in zijn geheel nog aangepakt moet worden, inclusief tourniquet, de gevelpanelen nog niet zijn geïsoleerd, bij de uiterste delen van de gevel het glas nog niet is vervangen, het installeren van de warmtepompen en het overschakelen van bevochtigingssysteem. Er zijn desondanks ook al veel dingen wel aangepakt, zoals ook al besproken en dit maakt dat er toch significante stappen zijn gemaakt in het verminderen van het energiegebruik (tabel 2.2).

	Voor (2016)	Na (2024)	Reductie
Gasverbruik (m3)	316.763	227.607	28%
Elektriciteitsverbruik (kW/h)	2.440.057	1.625.081	33%

Tabel 2.2 - Reductie gas- en elektriciteitsverbruik

Deze reductie is nu al duidelijk zichtbaar en zal naar verwachting nog verder dalen op het moment dat de warmtekrachtcentrale op geothermie gaat draaien i.p.v. gas en de bovengenoemde maatregelen die nu nog in de pijplijding zitten ook doorgevoerd zullen worden.

De technische voorbeeldfunctie van de TU Delft wordt verder versterkt door het combineren van hergebruik van het gebouw, materialen en inpassen van duurzaamheidsmaatregelen, en dat in combinatie met het behoud van dit landmark voor de stad Delft.



Adres	Oude Doelenkade 17-19, 1621 BH, Hoorn
Bouwjaar	1616
Monumentenstatus	Rijksmonument
Huidig gebruik	Woonhuis
Eigenaar	Particulier
Stroming	Hollandse Renaissance



3

Woonhuis Hoorn

Introductie

Dit karakteristieke woonhuis stamt uit het begin van de 17de eeuw, een tijd waarin de stad Hoorn een belangrijke rol speelde in de Nederlandse Gouden Eeuw. Oorspronkelijk bestond het pand uit twee aparte woningen, maar in de jaren 70 werden deze samengevoegd tot één woonhuis. Deze renovatie rond het jaar 1964 is zeer belangrijk geweest voor dit monument, aangezien het toen volledig gerenoveerd en gerestaureerd is naar de oorspronkelijke 17de-eeuwse stijl, waardoor het zijn originele uitstraling meer heeft teruggekregen.



Figuur 3.1 - Oude Doelenkade 17-19 voor de restauratie (RCE, 1930)

Het gebouw diende vroeger als opslagpand voor diverse goederen en was nauw verbonden met de handel over de Oostzee. De gevelstenen met het wapenschild van Hoorn en van Amsterdam, evenals de verwijzing naar de 'Inden Ostervarers' - zeilschepen die tussen de 16de en 18de eeuw via de Sont naar de Baltische staten (Oostzeelanden) voeren - weerspiegelen de maritieme geschiedenis van het

pand. De klassieke trapgevel en zorgvuldig herstellende details maken dit een bijzonder voorbeeld van de Hollandse Renaissance architectuur en een tastbare herinnering aan Hoorns rijke handelsverleden.

Verduurzaming

Toen de huidige bewoners het pand in 2008 aankochten had zich best wat achterstallig onderhoud opgehoopt. Het dak lekte, er zat asbest in de constructie, zwammen tastten de dakkapellen aan en veel ruimtes waren verouderd. De eerste kennismaking met het nieuwe huis was dan ook letterlijk een koude ervaring: bij de overdracht werden ze uitgenodigd om te komen eten, maar zaten ze te rillen van de kou. Dat moment werd het startsein voor de verduurzamingsmissie met als doel voornamelijk het verbeteren van het wooncomfort.

Met behulp van Monumentenwacht werd een uitgebreid rapport opgesteld over de staat van het gebouw en de stappen die nodig waren om het toekomstbestendig te maken. De eerste prioriteit was het aanpakken van achterstallig onderhoud, want zonder een waterdicht dak heeft verdere renovatie weinig zin. Daarna werden stapsgewijs over de jaren heen verdere verbeteringen doorgevoerd, zoals de installatie van vloerverwarming en achterzetramen, waarmee niet alleen het comfort toenam, maar ook het energieverbruik efficiënter werd. Stap voor stap is en wordt er nog steeds gekeken naar nieuwe mogelijkheden om het pand verder te verbeteren, telkens met respect voor de monumentale waarde.

"Dus binnen de beperkingen die ik heb probeer ik het zo goed mogelijk te doen."

Onderdeel	Keuzeopties	Keuze	Staat element	Monumentale waarde
1. Gevelopeningen	Enkelglas Monumentale kozijnen & deuren Vacuümglas Achterzetramen glas Achterzetramen plexiglas	Monumentale kozijnen & deuren Achterzetramen glas Achterzetramen plexiglas	Origineel	Hoog monumentaal
2. Isolatie gevels	Geen gevelisolatie Kier- en naaddichting Binnengevelisolatie	Geen gevelisolatie Kier- en naaddichting	Origineel	Hoog monumentaal
3. Isolatie vloeren	Geen vloerisolatie Vloer isoleren	Vloer isoleren	Origineel	Hoog monumentaal
4. Isolatie dak	Geen dakisolatie Dak isoleren binnenkant Dak isoleren buitenkant Vliveringvloer isoleren	Vliveringvloer isoleren	Origineel	Hoog monumentaal
5. Verwarmingssysteem	Verouderde cv ketel HR ketel Hybride warmtepomp Verouderde radiatoren Vernieuwde radiatoren Vloerverwarming Zonneboilers	HR ketel Vernieuwde radiatoren Vloerverwarming	Toegevoegd	Indifferent
6. Koelsysteem	Geen koeling	Geen koeling	Origineel	Indifferent
7. Ventilatie	Natuurlijke ventilatie Mechanische ventilatie	Natuurlijke ventilatie	Origineel	Indifferent
8. Bevochtiging	Geen bevochtiging	Geen bevochtiging	Origineel	Indifferent
9. Warm tapwater systeem	Verouderde cv ketel HR ketel	HR ketel	Toegevoegd	Indifferent
10. Verlichting	Gloeilampen Halogeenlampen LED lampen	Gloeilampen Halogeenlampen LED lampen	Toegevoegd	Indifferent
11. Hernieuwbare energie	Geen hernieuwbare energie Zonnepanelen Zonneboilers	Geen hernieuwbare energie	Origineel	Indifferent
12. Groen & water	Geen groen & water	Geen groen & water	Origineel	Indifferent
13. Overig	Gordijn in het trapgat	Gordijn in het trapgat	Toegevoegd	Indifferent

Tabel 3.1 - Afwegingen tabel Hoorn

Grenzen van aanvaardbare verandering	Ingewikkeldheid van ingreep in relatie tot het erfgoed	Afweging
Mag deels veranderd worden	Matig ingewikkeld	De gevelopeningen bevatten veel monumentale elementen. Door de vele kleine ruiten zou vacuümglas met een kostenpost van €90.000 te duur worden, waardoor is gekozen voor achterzetramen. Om te testen of er geen condensvorming optreedt, wordt deze ingreep gefaseerd uitgevoerd. Beneden is glas geplaatst, terwijl boven, als eerste stap, plexiglas is gebruikt.
Mag deels veranderd worden	Matig ingewikkeld	Gevelisolatie zou een ingrijpende verbouwing vereisen, waarbij bewoners tijdelijk het huis uit zouden moeten. Bovendien zou dit grote impact hebben op de rest van het pand, omdat dan mechanische ventilatie nodig is. Kier- en naaddichting bood een eenvoudige winst, maar moet regelmatig worden vernieuwd.
Mag deels veranderd worden	Zeer ingewikkeld	Bij het aanbrengen van de vloerverwarming is de isolatie direct meegenomen. Dit kon gelukkig binnen de ruimte die vrijkwam door het uitgraven van de vloer. De aanwezigheid van de monumentale vloer maakte het echter een complexe ingreep.
Mag deels veranderd worden	Matig ingewikkeld	Isolatie aan de buitenzijde was geen optie, omdat het dak dan voorbij de trapgevel zou uitsteken. Binnenzijde isoleren bracht risico's met zich mee door het inpakken van de constructie. Omdat de zolder weinig wordt gebruikt, is gekozen voor isolatie van de vloeringvloer.
Mag alles aan veranderd worden	Matig ingewikkeld	De ketel moest worden vervangen, dus alternatieven werden onderzocht. Een hybride warmtepomp bood geen garantie op voldoende warmte, waardoor is gekozen voor een HR-ketel. De radiatoren waren aan vervanging toe, en voor extra comfort is vloerverwarming aangebracht, ondanks de complexiteit. Zonneboilers waren geen optie, omdat deze niet op het dak mochten.
Mag alles aan veranderd worden	Matig ingewikkeld	Koeling is niet overwogen, omdat woningen doorgaans een lagere koelbehoefte hebben. Andere oplossingen, zoals ventilatie, volstaan vaak. In tegenstelling tot kantoren is er geen ophoping van mensen en apparatuur die extra warmte genereert.
Mag alles aan veranderd worden	Matig ingewikkeld	De toevoeging van mechanische ventilatie zou een ingrijpende maatregel zijn, aangezien dit ingrepen in de bouwkundige structuur vereist. Hierdoor zouden bewoners tijdelijk hun woning moeten verlaten, wat zowel overlast als extra kosten met zich mee kan brengen.
Mag alles aan veranderd worden	Niet ingewikkeld	De toevoeging is niet overwogen, omdat het in de woning vaak niet noodzakelijk is en geen prioriteit heeft. Bovendien wegen de voordelen van de ingreep niet op tegen de kosten, waardoor het niet gerechtvaardigd wordt om deze aanpassing door te voeren.
Mag alles aan veranderd worden	Niet ingewikkeld	De cv-ketel moest worden vervangen en er is gekozen voor een model met een hoger rendement. Dit werd gedaan voor de verwarming, waarbij tevens het systeem voor warm tapwater werd meegenomen.
Mag alles aan veranderd worden	Niet ingewikkeld	Wanneer een lamp kapot gaat, wordt deze vervangen door een LED-lamp. Dit gebeurt vaak zonder de nadruk erop te leggen, terwijl het een eenvoudige winst zou zijn op het gebied van energie-efficiëntie.
Mag deels veranderd worden	Matig ingewikkeld	De panelen mochten van de gemeente niet op het dak worden geplaatst, zelfs niet op het achterdakvlak, hoewel dit niet zichtbaar is vanaf de straat. Soms vliegen er vliegtuigjes over de stad die foto's maken, wat mogelijk een reden is voor de restricties.
Mag alles aan veranderd worden	Matig ingewikkeld	Er is niet overwogen om extra elementen betreffende groen en water aan te brengen; de focus lag voornamelijk op het verbeteren van het comfort.
Mag alles aan veranderd worden	Niet ingewikkeld	Er was sprake van trek in het trapgat, wat leidde tot ongemak in de ruimte. Om dit probleem te verhelpen, is er een zwaar gordijn opgehangen, waardoor de luchtstroom werd geblokkeerd en het comfort in het trapgat werd verbeterd.

1. Gevelopeningen

De gevel is in de jaren 70 weer teruggebracht naar de originele staat en bestaat hierdoor uit belangrijke monumentale elementen. De gevelopeningen, zoals de kozijnen, ruiten en deuren, zijn daardoor hoog monumentaal. De deuren zijn onaangeraakt.

Vanwege de vele kleine raampjes zou vacuümglas ongeveer €90.000 kosten, wat te duur was. Daarom is gekozen voor achterzetramen van glas (figuur 3.2), gefaseerd geplaatst vanaf de begane grond vanwege de investeringskosten en om condensvorming te controleren. Op de bovenste verdiepingen zijn eerst achterzetramen van plexiglas geplaatst (figuur 3.3), die eventueel later vervangen kunnen worden bij voldoende budget. De bewoners ervaren hierdoor meer comfort en minder tocht, terwijl de monumentale uitstraling behouden blijft.

“Al die kleine raampjes met vacuümglas is veelste duur, daar kunnen we ons nooit tegen kapot stoken.”



Figuur 3.2 - Achterzetramen glas op de begane grond



Figuur 3.3 - Achterzetramen plexiglas op de eerste verdieping

2. Isolatie gevels

De gevel van dit pand bestaat uit een enkelsteens muur met een groot aandeel gevelopeningen. Om warmteverlies en tocht tegen te gaan is kier- en naaddichting toegepast, zowel bij de gevel als bij de ramen en deuren. Door de leeftijd van het gebouw zijn verschillende elementen in de loop der tijd verzakt, waardoor deze kieren en naden groter zijn geworden. Hierdoor moet de dichting periodiek opnieuw worden aangebracht en blijft dit een aandachtspunt.

Het isoleren van de binnenkant van de gevel werd al snel als niet haalbare optie beschouwd. Dit zou een ingrijpende verbouwing vereisen waarbij de bewoners ook tijdelijk het huis uit zouden moeten. Bovendien zou een dergelijke ingreep ook gevolgen hebben voor de ventilatie, wat aanvullende aanpassingen noodzakelijk zou maken. Omdat een groot deel van de gevel uit ramen bestaat is er dus voor gekozen om daar in eerste instantie de focus op te leggen en te investeren in het isoleren van de beglazing.

3. Isolatie vloeren

De aanwezige vloer op de beganegrond is hoogmonumentaal. Toen de bewoners er dus graag vloerverwarming wilden installeren om het wooncomfort te verbeteren, is deze ingreep gecombineerd met het aanbrengen van vloerisolatie. Hierbij is de onderliggende grond afgegraven zodat geen hoogteverschil zou ontstaan tussen de originele en de nieuwe situatie.



Figuur 3.4 - Monumentale vloer op de beganegrond

4. Isolatie dak

Het dak was lek en bevatte asbest toen het pand werd aangekocht door de huidige bewoners. Dit hield in dat het dak dus sowieso aangepakt moest worden en daarmee ontstond gelijk het plan om deze ook te gaan isoleren. De plannen om het dak vanaf buitenaf te isoleren werd jammer genoeg snel de kop ingedrukt door de gemeente. Er was onenigheid over of het toevoegen van isolatie ervoor zou zorgen dat het dak achter de trapgevel vandaan zou komen. Dit zou het aanzicht dusdanig aantasten dat de gemeente heeft besloten dat dit dus niet mocht.

“De gemeente zei: nee, dan blijf je niet achter de trapgevel, terwijl de man die het moest maken zei: ja ik blijf wel achter de trapgevel. En toen mocht het dus alsnog visueel niet”

Toen werd er gezocht naar alternatieve manieren om dit aan te pakken. Een van de mogelijkheden was het isoleren van de binnenzijde van het dak. Echter werd bij verdere analyse duidelijk dat dit risico's met zich mee zou brengen vanwege het inpakken van de constructie. Omdat de zolderruimte nauwelijks werd gebruikt is dus uiteindelijk gekozen voor het isoleren van de vlieringvloer.

5. Verwarmingssysteem

Het bestaande verwarmingssysteem was verouderd: de cv-ketel was 20 jaar oud en de radiatoren zelfs 50 jaar. Bij het zoeken naar alternatieven werd een HR-ketel (hoogrendement) en een hybride warmtepomp overwogen. Enkele jaren geleden kon bij de warmtepomp echter niet worden gegarandeerd dat het pand voldoende verwarmd zou worden, waardoor uiteindelijk is gekozen voor de HR-ketel. Daarnaast zijn de radiatoren vervangen om beter op dit systeem aan te sluiten en een hoger rendement te behalen.

Toen de bewoners een aantal jaar in het pand woonden, merkten ze dat het comfortniveau nog steeds niet optimaal was. Om dit te verbeteren ontstond het idee om vloerverwarming aan te brengen. Vanwege de hoogmonumentale status van de vloer was dit een complexe uitdaging, waarbij het essentieel was om de historische vloer te behouden en in zijn oorspronkelijke staat terug te brengen. Daarom werd de vloer eerst uitgebreid gedocumenteerd en vervolgens in de exacte oorspronkelijke opstelling in de tuin uitgelegd. Vervolgens is de bestaande vloer zorgvuldig afgegraven, waarna isolatie en de vloerverwarming zijn aangebracht. Nadat deze lagen waren geïnstalleerd werd de vloer in zijn originele staat teruggeplaatst.

Deze ingreep vergde veel aandacht en precisie, aangezien het doel was om het comfort te verhogen zonder afbreuk te doen aan de historische waarde van het pand. Dankzij deze zorgvuldige aanpak kon de ruimte voorzien worden van een beter wooncomfort.

6. Koelsysteem

Er was geen koelsysteem aanwezig in het pand en er is ook niet overwogen om dit toe te passen. In woningen is vaak een lagere behoefte aan koelen en mogelijkheden tot makkelijkere oplossingen zoals ramen open zetten. Dit in tegenstelling tot kantoren waar vaak veel mensen en veel apparatuur bij elkaar zitten.

7. Ventilatie

Er is natuurlijke ventilatie aanwezig in dit pand. Er is overwogen om over te stappen op mechanische ventilatie, maar dit zou dan samen met het isoleren van de buitengevel gedaan worden en leiden tot een ingrijpende situatie waarbij de bewoners het huis uit zouden moeten. dus dit vormde een grote praktische drempel.

8. Bevochtiging

Er is geen bevochtiging aanwezig en ook niet overwogen. Net als het koelsysteem is dit vaak overbodig om toe te passen in een woning en heeft dit dus ook duidelijk geen prioriteit. De voordelen hiervan wegen niet op tegen de kosten.

9. Warm tapwater systeem

Het warm tapwater systeem hangt samen met de verwarmingsinstallatie die eerder is besproken. De cv ketel die vervangen werd door de HR ketel zorgt dus ook voor het warme water. Mede hierdoor is er ook voor de HR ketel gekozen in plaats van de hybride warmtepomp, omdat in deze situatie niet gegarandeerd kon worden dat er voldoende warm water zou zijn, waardoor logischerwijs voor de HR ketel is gekozen.

“Hij kon nog niet echt garanderen dat ik dan een lekkere warme douche had.”

10. Verlichting

Wat betreft verlichting is er een mengelmoeis van verschillende soorten aanwezig. Gloeilampen, halogeenlampen en LED lampen zitten verspreid door het huis heen. Hier is geen integraal plan voor geweest om dit aan te pakken. Op het moment dat een lamp kapot gaat wordt deze vervangen naar LED, maar hier ligt niet actief de focus op.

11. Hernieuwbare energie

Aanvankelijk was er geen hernieuwbare energie aanwezig in het pand. Om het energieverbruik te verduurzamen is onderzocht of er zonnepanelen en zonneboilers op het dak geplaatst konden worden. Echter gaf de gemeente hier geen toestemming voor, ook niet op het achterste dakvlak, waar de installaties niet zichtbaar zouden zijn vanaf de straat. De reden hiervoor was dat bij luchtfoto's van de stad de panelen alsnog zichtbaar zouden zijn, wat afbreuk zou doen aan het historische stadsbeeld.

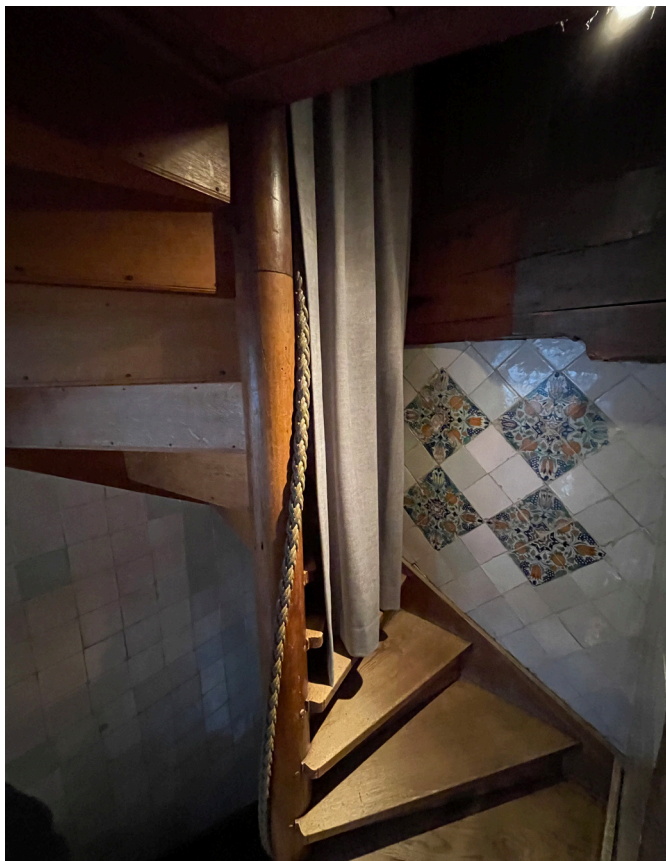
12. Groen & water

Er zijn geen groen & water maatregelen aanwezig of overwogen tijdens deze verduurzaming. De focus lag bij deze renovatie echt op het verbeteren van het comfort en zijn de investeringen dus daarin gestopt.

13. Overig

Tenslotte is er nog een ingreep toegepast die niet direct in een van de voorgenoemde categorieën valt. In het pand bevindt de trap zich midden in de woonruimte en loop deze door tot aan de bovenverdieping. Dit zorgt ervoor dat de warme lucht gemakkelijk opstijgt naar boven, waardoor er een koude trek ontstaat en het in de woonkamer minder comfortabel aanvoelt.

Om dit probleem te verhelpen is ervoor gekozen om een gordijn bij de trap te plaatsen (figuur 3.5). Dit functioneert als een barrière die de luchtstroom beperkt, waardoor de warmte beter behouden blijft in de woonkamer en de koude trek verminderd wordt zonder dat hiervoor ingrijpende bouwkundige aanpassingen voor nodig waren.



Figuur 3.5 - Het gordijn in bij de trap

Conclusies

Bij de verduurzaming van dit monumentale woonhuis is gezocht naar een balans tussen comfortverbetering, energie-efficiëntie, het behoud van de cultuur-historische waarden en keuzes maken betreffende het budget. De ingrepen zijn in eerste instantie gedaan voornamelijk om een aangenamere woonomgeving te maken voor de bewoners. De isolatie van de vloer, de vlieringvloer en de ruiten zijn hier goede voorbeelden van. Daarnaast is natuurlijk het aanbrengen van de vloerverwarming hier ook een grote stap in geweest.

De ingrepen die niet zijn toegepast zijn eigenlijk in te delen in drie categorieën: niet overwogen, niet mogelijk vanuit de gemeente of te grote ingreep. Koeling, bevochtiging en water & groen zijn niet overwogen en stonden niet hoog op het lijstje, wat redelijk te verwachten is bij een kleinschalig project als een woonhuis. Vervolgens mocht de ingreep betreft het isoleren van het dak en het aanbrengen

van zonnepanelen niet van de gemeente. Tenslotte was het aanbrengen van gevelisolatie en hiermee de installatie van mechanische ventilatie een te grote ingreep voor de bewoners om op dit moment uit te voeren, omdat dit ervoor zou zorgen dat zij tijdelijk ergens anders zouden moeten gaan wonen.

“Het is constant het spel van wat kan ik doen zonder dat ik de deur uit moet.”

Als we dan kijken naar de verlichting is dit nog een mengelmoes. Het vervangen van de lampen wordt gedaan zonder gestructureerde aanpak en wanneer deze aan vervanging toe zijn. Hierdoor blijft een deel van de verlichting nog relatief inefficiënt terwijl dit met een relatief lage investering de energie-efficiëntie van het pand wel zou kunnen verbeteren.

Bij dit pand is er tenslotte ook nog één ingreep aanwezig die afwijkt van de standaard verduurzamingsmaatregelen. Het gordijn in de trap zorgt ervoor dat de koude trek verminderd wordt. Hoewel deze maatregel een merkbaar effect heeft op het comfortniveau in de woning, wordt deze niet meegenomen in de gangbare energieprestatieberekeningen. Desondanks draagt het gordijn bij aan een beter warmtebehoud in de woonruimte, waardoor de behoefte aan extra verwarming mogelijk afneemt.

Voor dit pand zijn geen concrete gegevens beschikbaar over het gas- en elektraverbruik van voor en na de renovatie. Hierdoor is het niet mogelijk om een exacte vergelijking te maken van de energetische verbeteringen en besparingen in cijfers. Desondanks hebben de bewoners aangegeven dat het voornaamste doel van het verduurzamingsproces - het verhogen van het wooncomfort - grotendeels is bereikt. Toch blijft het verbeteren een doorlopend proces en zijn er nog maatregelen die mogelijk in de toekomst worden uitgevoerd.

“Dus je bent nooit klaar met dat pand.”



Adres	Hageveld 15, 2102 LN, Heemstede
Bouwjaar	1923
Monumentenstatus	Rijksmonument
Huidig gebruik	School
Eigenaar	College Hageveld
Stroming	Hollands Neoclassicistisch

Foto: Dijkstra, 2020



4

College Hageveld

Introductie

Hageveld werd oorspronkelijk gebouwd als seminarie voor het bisdom Haarlem. De architect, geïnspireerd door de Sint-Pieter in Rome, ontwierp het gebouw met een kenmerkende koepel (figuur 4.1). Het complex, voltooid in 1923, heeft een bijna symmetrische opzet die bijdraagt aan de monumentale uitstraling. Hierdoor zou je, wanneer de deuren in het midden van het gebouw open zouden staan, direct naar het altaar kunnen kijken.

In de jaren '60 en '70 werd de priesteropleiding geleidelijk opgeheven en kreeg het gebouw een nieuwe functie als openbare school. Hierdoor kwamen delen van het complex, zoals de voormalige slaapzalen, buiten gebruik te staan.



Figuur 4.1 - Koepelschildering in de voormalige kapel van Hageveld

Begin deze eeuw werd het complex gesplitst in twee delen: het voorste gedeelte werd omgebouwd tot appartementen, terwijl de school aan de achterzijde een grondige verbouwing onderging. Deze case study richt zich uitsluitend op het schoolgedeelte van het gebouw, aangezien hier de verduurzamingsmaatregelen zijn toegepast.

Verduurzaming

In 2020 ontstond de behoefte aan modernisering van Hageveld, met een sterke focus op duurzaamheid en een gezond leerklimaat. De directe aanleiding was de vervanging van de cv-installatie en de mogelijke overstap op een warmtepomp. Hoewel het gebouw hierop is voorbereid, is de warmtepomp nog niet geïnstalleerd. Daarnaast was er de ambitie om te voldoen aan de normen van Frisse Scholen, met aandacht voor luchtkwaliteit, temperatuur en akoestiek. Daarom werd een gefaseerd renovatieproces gestart om de verduurzaming stapsgewijs door te voeren.

De coronapandemie versnelde deze plannen en onderstreepte het belang van goede ventilatie. Dit leidde tot een herziening van de ventilatiesystemen en de implementatie van energiezuinige technieken. Er werden pilots uitgevoerd voor glasisolatie en technische installaties, zoals verlichting en verwarming, werden verbeterd om het energieverbruik te verlagen en het binnenklimaat te optimaliseren.

Door de renovatie lokaal voor lokaal uit te voeren, kon de school in gebruik blijven terwijl de verbeteringen werden doorgevoerd. Dankzij deze aanpak voldoet Hageveld nu aan de richtlijnen van Frisse Scholen en is zelfs Klasse A behaald. Het gebouw heeft daarmee een duurzamer en gezonder binnenklimaat gekregen, zonder afbreuk te doen aan het historische karakter.

Onderdeel	Keuzeopties	Keuze	Staat element	Monumentale waarde
1. Gevelopeningen	Enkelglas Vacuümglas Monumentale kozijnen	Enkelglas Monumentale kozijnen	Origineel	Hoog monumentaal
2. Isolatie gevels	Geen gevelisolatie Kier- en naaddichting Binnengevelisolatie	Geen gevelisolatie Kier- en naaddichting	Origineel	Hoog monumentaal
3. Isolatie vloeren	Geen vloerisolatie Vloerisolatie	Geen vloerisolatie	Origineel	Hoog monumentaal
4. Isolatie dak	Geen dakisolatie Dakisolatie	Dakisolatie	Origineel	Hoog monumentaal
5. Verwarmingssysteem	VR-ketel HR-ketel Warmtepomp Constant debiet systeem Variabel debiet systeem	HR-Ketel Variabel debiet systeem	Toegevoegd	Indifferent
6. Koelsysteem	Geen koeling Koeling via LBK	Koeling via LBK	Origineel	Indifferent
7. Ventilatie	Natuurlijke ventilatie Centrale LBK Climarad	Centrale LBK	Origineel	Indifferent
8. Bevochtiging	Geen bevochtiging	Geen bevochtiging	Origineel	Indifferent
9. Warm tapwater systeem	Lokale elektrische boilers	Lokale elektrische boilers	Toegevoegd	Indifferent
10. Verlichting	Mengelmoes verlichting LED verlichting	LED verlichting	Toegevoegd	Indifferent
11. Hernieuwbare energie	Geen hernieuwbare energie Zonnepanelen	Geen hernieuwbare energie	Origineel	Indifferent
12. Groen & water	Geen groen & water	Geen groen & water	Origineel	Positief monumentaal

Tabel 4.1 - Afwegingen tabel College Hageveld

Grenzen van aanvaardbare verandering	Ingewikkeldheid van ingreep in relatie tot het erfgoed	Afweging
Mag deels veranderd worden	Matig ingewikkeld	In eerste instantie kreeg glasisolatie veel aandacht en er werd een pilot uitgevoerd met verschillende soorten glas en folies. Door de focus op luchtkwaliteit werd echter eerst prioriteit gegeven aan de vervanging van de luchtbehandelingskast en cv-installatie. De school spaart nu om de glasisolatie verder door te voeren in het gebouw.
Mag deels veranderd worden	Matig ingewikkeld	Er is snel besloten geen gevelisolatie toe te passen vanwege twee redenen. Allereerst omdat de ramen prioriteit kregen voor een groter effect op comfort en energieprestaties. De gevel is dik genoeg om het binnenklimaat stabiel te houden. Bovendien zijn de lokalen al krap, met 30 leerlingen per lokaal, waardoor extra ruimte niet gemist kan worden.
Mag deels veranderd worden	Matig ingewikkeld	Vloerisolatie is niet toegepast vanwege de complexiteit van het bestaande kanaalwerk en de bedrading, die in de vloer verwerkt zijn. Bovendien had het isoleren van de vloer geen prioriteit in vergelijking met andere verduurzamingsmaatregelen.
Mag deels veranderd worden	Matig ingewikkeld	Het dak is grotendeels nageïsoleerd, met de nadruk op de leslokalen, aangezien er maar een beperkte dikte aan de binnenzijde mogelijk was. De hoogmonumentale koepel is echter intact gelaten om het historische karakter van het gebouw te bewaren.
Mag alles aan veranderd worden	Niet ingewikkeld	De verouderde VR-ketel is vervangen door een HR-ketel als tussenstap naar een warmtepomp. Voorbereidingen omvatten ventilatieoptimalisatie, glasisolatie en een lage temperatuur cv-systeem. Ook is het debietsysteem efficiënter gemaakt en moest hiervoor de verzamelaar vervangen worden. Door regelgeving kon de installatie niet in de kelder of op zolder, daarom is buiten een verzonken kelderbak geplaatst.
Mag alles aan veranderd worden	Niet ingewikkeld	Er is gekozen om een koelsectie toe te voegen aan de nieuwe LBK, hoewel er momenteel geen koelopwekker is geïnstalleerd. Deze voorbereiding maakt het mogelijk om in de toekomst eenvoudig koeling toe te voegen zonder ingrijpende aanpassingen.
Mag alles aan veranderd worden	Niet ingewikkeld	Het meeste werk in het plan ging naar de ventilatie, die door corona meer aandacht kreeg, hoewel het altijd al belangrijk was. Na een pilot bleek centrale ventilatie de voorkeur te hebben boven losse climarad units vanwege betere prestaties, minder geluid en eenvoudiger onderhoud.
Mag alles aan veranderd worden	Niet ingewikkeld	Bevochtiging is niet overwogen, omdat andere prioriteiten, zoals het glas, meer aandacht vereisen en de voordelen van bevochtiging niet opwegen tegen de kosten en complexiteit.
Mag alles aan veranderd worden	Niet ingewikkeld	Bij de eerdere renovatie waren al lokale elektrische boilers geïnstalleerd in de pantries, waardoor er geen verdere verbeteringen op dit gebied nodig waren.
Mag alles aan veranderd worden	Niet ingewikkeld	De oude verlichting is vervangen door energiezuinige LED-verlichting, aangevuld met sensoren die de verlichting automatisch regelen op basis van beweging. Daarnaast past het systeem de verlichting aan op de hoeveelheid natuurlijk licht, zodat lampen bij de ramen minder vaak aan hoeven te zijn.
Mag deels veranderd worden	Matig ingewikkeld	Er was een plan voor het toevoegen van 700 zonnepanelen, maar de verzekeraar blokkeerde het project vanwege de risico's voor het monument. Inmiddels worden er onderhandelingen gevoerd, maar de bestaande isolatie voldoet niet aan de eisen van de verzekering, en het is onduidelijk of een oplossing gevonden wordt om het project voort te zetten.
Mag deels veranderd worden	Niet ingewikkeld	Op dit moment zijn er geen groen en water aanpassingen aan dit pand uitgevoerd, aangezien de prioriteiten elders liggen. Het landgoed van Hageveld, met zijn 19de-eeuwse landschapstuin, groene ruimtes en waterpartijen, heeft monumentale waarde.



1. Gevelopeningen

Bij de verduurzaming van Hageveld was glasisolatie aanvankelijk een belangrijk aandachtspunt. Er zat initieel enkelglas met op enkele plaatsen achterzetramen en er werd een pilot uitgevoerd met verschillende soorten vacuümglas en folies om de meest geschikte oplossing te bepalen. Uit deze tests bleek dat dit goede opties waren om de isolatiewaarden van het glas te verbeteren maar wel de monumentale uitstraling te bewaren.

Toch kreeg de vervanging van de cv-installatie en de luchtbehandelingskast voorrang, omdat deze installaties dringend aan vervanging toe waren en directe invloed hadden op de luchtkwaliteit en het binnenklimaat. Door de coronapandemie kwam de nadruk nog sterker op ventilatie te liggen, waardoor de glasisolatie op een later moment zou worden opgepakt.

De school heeft de ambitie om deze maatregel alsnog door te voeren en spaart nu om de toepassing van verbeterd glas op grotere schaal binnen het gebouw mogelijk te maken. Hiermee blijft de verduurzaming van Hageveld een doorlopend proces, waarin steeds wordt gezocht naar een balans tussen energie-efficiëntie, comfort en behoud van het historische karakter.



Figuur 5.2 - Pilot met twee verschillende soorten glas

“En in principe als ze nu geld hadden hadden ze dat glas ook verder gedaan, maar de prioriteit werd gegeven aan nieuwe cv-ketel en luchtbehandelingskasten.”

2. Isolatie gevels

Er is al snel besloten om geen gevelisolatie toe te passen, voornamelijk om twee redenen. Ten eerste kregen de ramen prioriteit, omdat deze een grotere invloed hebben op het comfort en de energieprestaties. De gevel is dik genoeg om het binnenklimaat comfortabel te houden. Daarnaast zijn de lokalen al krap, met 30 leerlingen per lokaal in plaats van de 20 van vroeger. De extra ruimte is dus niet te missen.

3. Isolatie vloeren

Vloerisolatie is niet toegepast vanwege de complexiteit van het bestaande kanaalwerk en de bedrading die in de vloer zijn verwerkt. Deze installaties zouden verstoord moeten worden om de isolatie aan te brengen, wat technische complicaties met zich meebrengt. Daarnaast werd het isoleren van de vloer op dat moment als minder urgent beschouwd in vergelijking met andere verduurzamingsmaatregelen, zoals de verbetering van de ventilatie en het glas.

4. Isolatie dak

Het dak is grotendeels nageïsoleerd, een proces dat niet bijzonder complex was, maar waarbij de dikte van de isolatie aan de binnenzijde beperkt moest blijven. Dit kwam door de bestaande constructie en ruimtebeperkingen. De focus lag voornamelijk op het isoleren van de leslokalen, aangezien deze het meeste baat hadden bij verduurzaming. De hoogmonumentale koepel, die een hoog monumentale waarde heeft, is daarom intact gelaten om het historische karakter van het gebouw te behouden.

5. Verwarmingssysteem

De bestaande cv-installatie had een verouderde VR-ketel, wat de vraag oproep of overstappen naar een warmtepomp mogelijk was. Voordat deze stap gezet kon worden, waren eerst andere aanpassingen nodig om te garanderen dat een warmtepomp voldoende zou leveren voor het pand.

Daarom is onderzocht welke verbeteringen nodig waren. Op dit moment is een HR-ketel geplaatst, terwijl voorbereidingen worden getroffen om later eenvoudig een warmtepomp te installeren. Dit omvat onder andere het optimaliseren van het ventilatiesysteem, verbeteren van de glisolatie en geschikt maken van het cv-systeem voor lage temperatuurverwarming. Daarnaast is de warmtevraag in kaart gebracht en wordt het systeem zorgvuldig ingeregeld.

“De originele vraag was: we moeten de CV-installatie vervangen, dus moeten we geen warmtepomp doen? En eigenlijk hebben we dus van alles gedaan behalve een warmtepomp.”

Een belangrijke aanpassing binnen dit proces was de overgang van een constant naar een variabel debietsysteem. Dit maakt de installatie efficiënter en beter geschikt voor toekomstige verduurzaming. Hiervoor moest ook de verzamelaar worden vervangen.

Ten slotte bevond de installatie zich oorspronkelijk in de kelder, maar door nieuwe regelgeving was dit niet langer toegestaan. Plaatsing op zolder was geen optie, omdat de rookgasafvoer dan bij het appartementencomplex zou uitkomen. Uiteindelijk is buiten het gebouw een verzonken kelderbak geïnstalleerd, zodat de installatie uit het zicht bleef en voldeed aan de voorschriften.

6. Koelsysteem

Bij de vernieuwing van de LBK is bewust gekozen voor de toevoeging van een koelsectie. Hoewel er momenteel nog geen koelopwekker is geïnstalleerd, biedt deze voorbereiding de flexibiliteit om in de toekomst eenvoudig koeling toe te voegen. Dit zorgt ervoor dat het systeem later zonder ingrijpende aanpassingen kan inspelen op veranderende comfortbehoeften of duurzaamheidseisen. Zo blijft het gebouw klaar voor toekomstige ontwikkelingen, zonder onnodige investeringen op korte termijn.



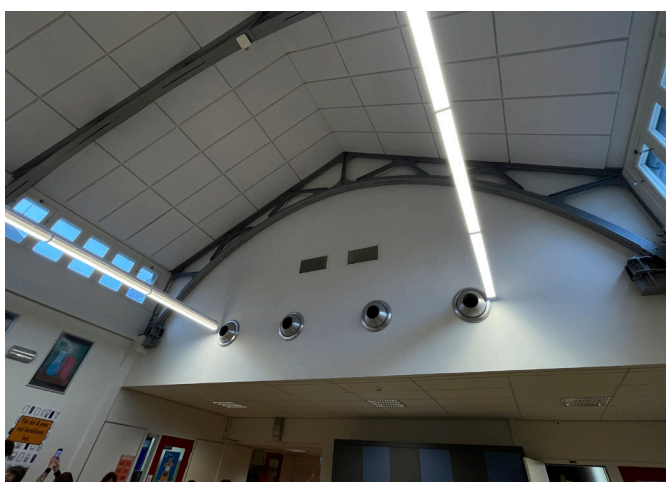
Figuur 5.3 - Aansluiting voor toekomstige koeling

7. Ventilatie

Het meeste werk in het plan ging naar de ventilatie, die door corona meer aandacht kreeg, hoewel het altijd al een belangrijk onderdeel was. Aanvankelijk lag de focus op het grootste warmtelek in het gebouw: het enkelglas. Met de coronamaatregelen kwam de nadruk te liggen op luchtverversing en het bevorderen van gezonde binnenlucht.

Er is toen een pilot uitgevoerd met verschillende ventilatiesystemen, waaronder climarads, die in elke ruimte apart zijn geïnstalleerd. Na berekeningen bleek centrale ventilatie de voorkeur te hebben boven losse units. De losse units veroorzaakten te veel geluid, presteerden minder efficiënt en waren moeilijker te besturen. Een centraal systeem biedt meer voordelen: het is beter beheersbaar via een modern gebouwbeheersysteem en zorgt voor een constante luchtkwaliteit in het hele gebouw.

Bovendien maakt een centraal systeem onderhoud eenvoudiger, omdat het niet nodig is om elke ruimte afzonderlijk uit de running te halen voor reparaties, zoals bij losse units wel het geval is.



Figuur 5.4 - Plaatsing van LBK's in ruimte achter spant

8. Bevochtiging

Bevochtiging is niet aanwezig en is niet in overweging genomen. Er zijn andere prioriteiten, zoals het glas, die meer aandacht vereisen. Extra bevochtiging wordt als niet noodzakelijk beschouwd, omdat de voordelen niet opwegen tegen de kosten en complexiteit.

9. Warm tapwater systeem

Bij de eerdere renovatie werden al in de pantries lokale elektrische boilers geïnstalleerd wat een geschikte oplossing is voor de warmwatervoorziening in deze ruimtes. Hierdoor zijn er op dit moment geen verdere verbeteringen nodig.

10. Verlichting

Voorheen was er een verscheidenheid aan verlichting aanwezig, maar deze is nu volledig vervangen door energiezuinige LED-verlichting. Daarnaast zijn er sensoren geïnstalleerd die de verlichting automatisch aan- of uitzetten op basis van beweging. Ook is er een systeem toegevoegd dat de verlichting aanpast op de hoeveelheid natuurlijk licht in de ruimte. Hierdoor hoeven de lampen bij de ramen minder vaak aan te zijn dan dieper in het lokaal, wat het energieverbruik vermindert.



Figuur 5.5 - Verlichting in zones in het klaslokaal

11. Hernieuwbare energie

Er was een uitgebreid plan opgesteld voor het toevoegen van 700 zonnepanelen, waarvoor zowel een gedetailleerd plan als het benodigde budget beschikbaar was gesteld. Het project werd echter geblokkeerd door de verzekeraar, die het risico voor het monument te groot achtte en weigerde.

het pand te verzekeren. Inmiddels is de verzekeraar weer betrokken bij de onderhandelingen, maar de voorwaarden worden nog besproken. De bestaande isolatie in het dak voldoet niet helemaal aan de eisen van de verzekering, omdat deze een veiligheidsklasse lager is dan gewenst. Het verwijderen van de isolatie is echter niet wenselijk, aangezien deze net is aangebracht. Het blijft dus afwachten of er uiteindelijk een oplossing komt om het project door te zetten.

12. Groen & water

Op dit moment zijn er geen additionale groene water aanpassingen aan dit pand uitgevoerd, aangezien de prioriteiten elders liggen. Daarnaast maakt het park rondom Hageveld deel uit van een groot landgoed dat niet alleen veel groen bevat, maar ook waterpartijen. Dit landgoed heeft een waardevolle 19de-eeuwse landschapstuin en is deels monumentaal. Het ontwerp van het park en de bijbehorende elementen, zoals de oude bomen en waterpartijen, dragen bij aan de historische en landschappelijke waarde van het gebied.

Conclusies

Wat begon met de eenvoudige vraag of de oude cv-installatie vervangen moest worden door een warmtepomp, is uitgegroeid tot een grootschalige renovatie waarbij belangrijke stappen zijn gezet om het gebouw duurzamer en energiezuiniger te maken. Voordat de warmtepomp daadwerkelijk geïnstalleerd kan worden, was het noodzakelijk om het gebouw goed voor te bereiden op de veranderingen die dit met zich mee zou brengen.

In de eerste fase is de ventilatie verbeterd door de toevoeging van een LBK, wat de luchtkwaliteit verhoogde en bijdroeg aan het behalen van het Frisse Scholen label A, wat de gezondheid en het welzijn van de gebruikers bevordert. Daarnaast is het verwarmingssysteem geschikt gemaakt voor lage temperatuurverwarming, waardoor het gebouw energie-efficiënter kan functioneren, vooral in combinatie met een toekomstige warmtepomp.

Verder is het dak geïsoleerd om warmte beter vast te houden en energieverlies te verminderen. Er is daarnaast een nieuw verlichtingssysteem geïmplementeerd met LED-verlichting en sensoren, wat bijdraagt aan een efficiënter energieverbruik. De volgende stap in het verduurzamingsproces betreft de ramen, waarvoor momenteel wordt gespaard om ze in de toekomst te vervangen en verder te isoleren. Ook is er al een element in de LBK geïntegreerd voor toekomstige koeling, al is er op dit moment nog geen opwekker voor, maar het systeem is klaar voor de toekomst. Tenslotte is nog even afwachten of de zonnepanelen daadwerkelijk geplaatst kunnen worden.

De aangebrachte aanpassingen hebben geleid tot een vermindering van 1/3 in zowel het gas- als elektraverbruik. Aangezien er nog verdere verbeteringen op de planning staan, zoals de vervanging van het glas, wordt verwacht dat deze daling zich zal voortzetten.

	Voor (2021)	Na (2023)	Reductie
Gasverbruik (m3)	175.160	113.905	35%
Elektriciteitsverbruik (kW/h)	421.393	287.773	32%

Tabel 5.2 - Reductie gas- en elektriciteitsverbruik

Al deze stappen leggen de basis voor de implementatie van een warmtepomp in de toekomst. Het proces laat zien dat verduurzaming in een monumentaal gebouw niet alleen draait om nieuwe technologieën, maar ook om het zorgvuldig aanpassen van bestaande infrastructuur, zonder het historische karakter van het gebouw aan te tasten. Daarnaast is het essentieel om prioriteiten te stellen, zodat de meest impactvolle stappen effectief kunnen worden gezet. De vooruitgang tot nu toe biedt een solide basis voor de verdere verduurzaming van het gebouw.

“We hebben heel erg gekeken naar wat is het belangrijkste en daarin prioriteiten gemaakt.”



Adres	Amstel 56-58, 1017 AC, Amsterdam
Bouwjaar	1786
Monumentenstatus	Rijksmonument
Huidig gebruik	Theater
Eigenaar	Gemeente Amsterdam
Stroming	Neoclassicistisch



5

De Kleine Komedie

Introductie

Als oudste theater van Amsterdam en het op-een-na oudste van Nederland heeft De Kleine Komedie een prominente plek in de Nederlandse theater geschiedenis. Sinds de bouw in 1786 heeft het gebouw aan de Amstel verschillende functies gekend. Oorspronkelijk opende het als *Théâtre Français sur l'Erwtemarkt* (zie ook figuur 5.1), waar onder anderen de Franse keizer Napoleon en koning Willem I voorstellingen bijwoonden.

In 1855 ging het theater helaas failliet en werd de inboedel geveild. In de eeuw die daarop volgde kreeg het pand uiteenlopende bestemmingen, van kerk en collegezaal tot debatuimte. Tijdens de Tweede Wereldoorlog diende het zelfs als fietsenstalling en werd jammer genoeg tijdens de hongerwinter werd het volledige houten interieur gesloopt en als brandhout gebruikt.

Na de oorlog werd het gebouw gelukkig van de sloop gered en in 1948 heropend onder de naam De Kleine Komedie.



Figuur 5.1 - De Fransche Schouwburg op de Erwtemarkt, nu Kleine Komedie (van der Meer en Elffers, 1790)

Verduurzaming

Toen De Kleine Komedie in 2011 een grote verbouwing onderging, werd al rekening gehouden met duurzaamheid. Toch bleken sommige keuzes achteraf niet optimaal en inmiddels zijn er meer mogelijkheden beschikbaar. Dit leidde in 2017 tot het plan om de verduurzaming verder door te zetten en ook de grotere elementen aan te pakken.

Om dit op een verantwoorde manier te doen, werd een langdurig adviestraject gestart. Hierin werd stap voor stap onderzocht welke verbeteringen nodig waren om het theater toekomstbestendig te maken. Een van de eerste prioriteiten was het optimaliseren van de technische installaties, zoals verlichting en ventilatie, omdat die cruciaal zijn voor een theater. Daarnaast werd gekeken naar isolatie en energie-efficiëntie, waarbij steeds gezocht werd naar oplossingen die zowel duurzaam als passend binnen het historische karakter van het pand zijn.

Nu het traject zijn laatste fase ingaat, zijn veel aanpassingen al doorgevoerd en blijft De Kleine Komedie zich ontwikkelen met respect voor het monumentale erfgoed.

"In het tijdperk dat iedereen moet verduurzamen is het gewoon niet meer te verantwoorden dat het niet mag of kan, want tegenwoordig zijn er echt goede oplossingen voor."

Onderdeel	Keuzeopties	Keuze	Staat element	Monumentale waarde
1. Gevelopeningen	Enkelglas Dubbelglas Achterzetramen Vacuümglas Stalen kozijnen Houten kozijnen	Vacuümglas Stalen kozijnen	Aangepast origineel	Hoog monumentaal
2. Isolatie gevels	Geen gevelisolatie Binnengevelisolatie Kier- en naaddichting	Geen gevelisolatie Kier- en naaddichting	Origineel	Hoog monumentaal
3. Isolatie vloeren	Geen vloerisolatie Vloer isoleren	Geen vloerisolatie	Aangepast origineel	Indifferent
4. Isolatie dak	Geen dakisolatie Dak isoleren binnenkant	Dak isoleren binnenkant	Origineel	Hoog monumentaal
5. Verwarmingssysteem	Radiatoren LBK met gasketel LBK met warmtepomp	Radiatoren LBK met gasketel	Toegevoegd	Indifferent
6. Koelsysteem	LBK met gasketel LBK met warmtepomp	LBK met warmtepomp	Toegevoegd	Indifferent
7. Ventilatie	LBK met gasketel LBK met warmtepomp	LBK met warmtepomp	Toegevoegd	Indifferent
8. Bevochtiging	Geen bevochtiging	Geen bevochtiging	Origineel	Indifferent
9. Warm tapwater systeem	Ringleiding via gasketel Elektrische ketels en Quookers	Elektrische ketels en Quookers	Toegevoegd	Indifferent
10. Verlichting	Halogeen zaal lampen LED zaal lampen Mengelmoes verlichting LED verlichting	LED zaal lampen LED verlichting	Toegevoegd	Indifferent
11. Hernieuwbare energie	Geen hernieuwbare energie Zonnepanelen	Nader te bepalen	Origineel	Indifferent
12. Groen & water	Geen groen & water	Geen groen & water	Origineel	Indifferent

Tabel 5.1 - Afwegingen tabel De Kleine Komedie

Grenzen van aanvaardbare verandering	Ingewikkeldheid van ingreep in relatie tot het erfgoed	Afweging
Mag deels veranderd worden	Matig ingewikkeld	Eerder is gekozen voor achterzetramen over delen van de ruiten. Destijds werd monumentenglas afgekeurd, maar bij deze renovatie is het wel goedgekeurd, al moet de uitvoering nog plaatsvinden. De stalen kozijnen zijn hoog monumentaal, omdat het pand in deze staat als monument is aangewezen. Oorspronkelijk waren de kozijnen echter van hout. Vanuit duurzaamheidsoptiek zou een terugkeer naar hout gunstiger zijn, maar hierover is nog discussie.
Mag deels veranderd worden	Matig ingewikkeld	De gevel bestaat uit een doorgemetselde muur zonder enige vorm van isolatie. Het aanbrengen van binnengevelisolatie is overwogen, maar uiteindelijk niet uitgevoerd, omdat dit zou leiden tot een vermindering van de binnenruimte en mogelijk invloed zou hebben op de monumentale waarden van het pand.
Mag alles aan veranderd worden	Niet ingewikkeld	De vloer in het gebouw bestaat uit een dikke betonnen constructie. Isolatie hiervan is niet overwogen. Tussen de foyers is wel isolatiemateriaal aanwezig, maar dit dient uitsluitend als geluidsdemping en heeft geen thermische functie.
Mag deels veranderd worden	Matig ingewikkeld	Tijdens de renovatie in 2011 is dakisolatie aangebracht. Boven de zaal bevindt zich een plenum, dat tevens een isolerende werking heeft. Het gehele dak is geïsoleerd met glaswol.
Mag alles aan veranderd worden	Niet ingewikkeld	In het gebouw wordt luchtverwarming geleverd via de LBK. Wanneer de luchtverwarming onvoldoende is, worden radiatoren ingeschakeld, waarbij dit wordt geregeld op basis van metingen van sensoren. Oorspronkelijk werd de lucht verwarmd met gas, maar om van gas af te stappen, is er overgeschakeld naar een warmtepomp.
Mag alles aan veranderd worden	Niet ingewikkeld	De koeling werkt via hetzelfde systeem als de verwarming, namelijk via de LBK. Om van het gas af te stappen, is er overgeschakeld naar een warmtepomp, die zowel voor verwarming als koeling zorgt.
Mag alles aan veranderd worden	Niet ingewikkeld	Het systeem voor koeling werkt op dezelfde manier als de verwarming. Door het gecombineerde systeem werd oorspronkelijk veel gas verbruikt, maar dit kan nu volledig met de warmtepomp worden gedaan. De LBK is overgedimensioneerd om duurzamer te werken en tegelijkertijd geluidsoverlast in de zaal te beperken.
Mag alles aan veranderd worden	Niet ingewikkeld	Bevochtigingsmaatregelen zijn niet overwogen, omdat er geen problemen zijn met lage luchtvochtigheid en het daarom geen prioriteit had. De voordelen wegen niet op tegen de kosten.
Mag alles aan veranderd worden	Niet ingewikkeld	De originele situatie bestond uit een ringleiding met warm water, dat op gas werd gestookt. Hierbij ging veel onnodige energie verloren. Daarom zijn er lokaal elektrische boilers voor de douches en Quookers in de pantry's geïnstalleerd, om energieverbruik te optimaliseren en verliezen te verminderen.
Mag alles aan veranderd worden	Niet ingewikkeld	Sinds de verbouwing in 2011 zijn de foyers en kantoren stapsgewijs overgestapt naar LED-verlichting. Ook de frontlichten in het theater zijn vervangen door LED-verlichting, wat bijdraagt aan een lager energieverbruik en een duurzamer gebruik van de verlichting.
Mag alles aan veranderd worden	Matig ingewikkeld	Er wordt nog onderzocht of het plaatsen van zonnepanelen op het dak gunstig is in deze situatie. De geldende regels zorgen echter voor hoge verzekeringskosten, en er is niet veel beschikbare ruimte op het dak, wat de haalbaarheid van de installatie beperkt.
Mag alles aan veranderd worden	Niet ingewikkeld	Groene daken of wateropvang zijn niet overwogen, omdat er geen buitenruimte beschikbaar is en het dakvlak hier niet minder geschikt voor is.

1. Gevelopeningen

In 2011 werd gekozen voor het plaatsen van achterzetramen over een deel van de ruiten. De plaatsing hiervan is echter zeer beperkt, het is soms maar over een deel van de ruit heen geplaatst en op de beganegrond zijn deze geheel afwezig. Destijds werd monumentenglas afgekeurd, maar in de huidige renovatie is het wél goedgekeurd. De uitvoering hiervan moet echter nog plaatsvinden.

“De eigenaar die wilde ook heel graag namelijk, maar elke keer was het een nee en nu eindelijk een ja!”

Daarnaast is er nog discussie met Monumentenzorg over de kozijnen. Momenteel heeft het pand stalen kozijnen, die al aanwezig waren toen het in 1970 werd aangewezen als monument. Oorspronkelijk waren de kozijnen echter van hout. Vanuit duurzaamheidsperspectief zou een terugkeer naar houten kozijnen een verbetering zijn. De architect pleit hier dan ook voor, omdat dit niet alleen de historische uitstraling herstelt, maar ook bijdraagt aan betere isolatie en kierdichting. Zoals ook te zien in figuur 5.2 zitten bij de ramen kieren.



Figuur 5.2 - Iconische ruiten van De Kleine Komedie met omcirkelde kier

Staal leidt tot koudebruggen en verhoogt het risico op condensvorming op de ramen, wat het wooncomfort vermindert. Met houten kozijnen zou dit probleem verholpen kunnen worden. Ondanks deze voordelen is er nog discussie over de uiteindelijke keuze, waarbij zowel historische authenticiteit als praktische duurzaamheid een rol spelen.

2. Isolatie gevels

De gevel is opgebouwd uit een massieve, doorgemetselde muur, wat betekent dat deze in zijn geheel is opgetrokken en geen spouw bevat. Vanwege het hoogmonumentale karakter van de gevel is isolatie aan de buitenzijde geen optie, waardoor binnengevelisolatie de enige mogelijkheid zou zijn. Hier is echter van afgezien, omdat de beschikbare ruimte al beperkt is en verdere inperking niet wenselijk was. Daarnaast lag de prioriteit bij andere verduurzamingsmaatregelen, zoals het verbeteren van de gevelopeningen.

3. Isolatie vloeren

De bestaande vloer is een dikke betonnen constructie. Vanwege de complexiteit van de ingreep is isolatie hiervan niet overwogen, aangezien dit ingrijpende aanpassingen zou vereisen. Tussen de foyers is wel isolatiemateriaal aanwezig, maar dit heeft een geluidsdempende functie en draagt niet bij aan de energieprestatieberekening, aangezien het zich binnen het pand bevindt en geen directe relatie heeft met de buitenlucht.

4. Isolatie dak

Het gehele dak is geïsoleerd tijdens de verbouwing in 2011, waarbij een isolatielaag van glaswol is toegepast. Dit zorgt voor een aanzienlijke verbetering van de thermische prestaties van het gebouw. Daarnaast bevindt zich boven de zaal een plenum, dat eveneens bijdraagt aan de isolatie. Dit plenum werkt isolerend doordat het fungeert als een luchtlaag, wat de warmteoverdracht vermindert en zo helpt het binnenklimaat te stabiliseren. Deze combinatie van dakisolatie en het isolerende plenum draagt bij aan een efficiënter energieverbruik en beter comfort in het gebouw.

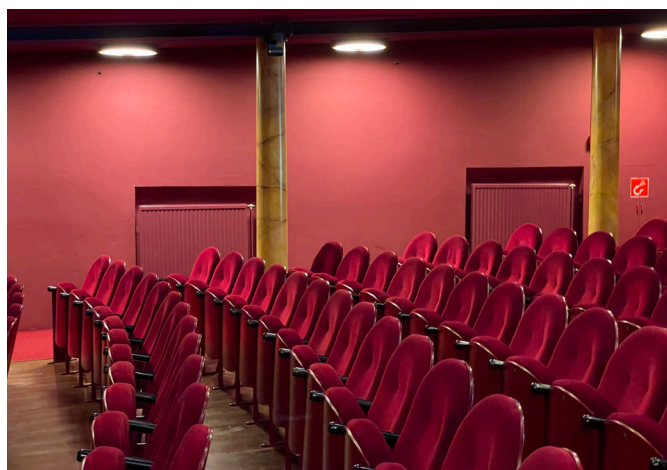
5. Verwarmingssysteem

Het gebouw maakt gebruik van luchttopwarming voor het verwarmen van de verschillende ruimtes, zoals de zaal, foyer en kantoren. Dit systeem wordt voor elke ruimte afzonderlijk gereguleerd. In eerste instantie zorgt de luchttopwarming voor de verwarming, maar wanneer dit niet toereikend is, worden de aanwezige radiatoren ingeschakeld om extra warmte te leveren.

Dit wordt bijgehouden met sensoren geïnstalleerd in de verschillende ruimtes die de temperatuur meten. Deze sensoren zorgen ervoor dat de radiatoren alleen bijspringen wanneer de luchttopwarming niet voldoende is om de gewenste temperatuur te bereiken. Op deze manier wordt het energieverbruik geoptimaliseerd en wordt er niet onnodig warmte toegevoegd wanneer het systeem al voldoende levert.

Een eerdergenoemde toekomstige verandering die gepland staat, betreft de vervanging van het glas in de ramen. Als dit wordt doorgevoerd, wordt verwacht dat de luchttopwarming voldoende zal zijn om de ruimtes op de juiste temperatuur te houden, waardoor de radiatoren overbodig zouden worden en eventueel verwijderd kunnen worden.

Oorspronkelijk werd de lucht opgewarmt door het stoken van gas, maar sinds de vervanging van de luchtbehandelingskast is het systeem gasloos gemaakt. Het grootste deel van de verwarming wordt



Figuur 5.3 - Radiatoren aanwezig in de zaal

nu verzorgd door een warmtepomp, wat bijdraagt aan de verduurzaming van het gebouw. Het WTW-systeem is nu veel efficiënter in het gebruik van energie, wat de algehele prestaties van het systeem verbetert. Een klein deel van het bijwarmen met de radiatoren wordt nu alleen nog met gas verwarmt, maar hopelijk kan dat dus ook binnenkort verdwijnen.

Additioneel is er ook nog een buffervat aanwezig voor in de zaal. Door het gebruik van een buffervat wordt de warmtepomp efficiënter benut en blijft de warmtevoorziening stabiel. Dit voorkomt onnodig schakelen van de warmtepomp, vermindert energieverbruik en verlengt de levensduur van het systeem. Bovendien zorgt de constante warmteaanvoer ervoor dat de luchtverwarming gelijkmatig en comfortabel werkt, zonder grote temperatuurwisselingen.

6. Koelsysteem

De koeling in het gebouw werkt via hetzelfde systeem als de verwarming en wordt geregeld door de LBK. Oorspronkelijk draaide dit systeem op gas, maar om te verduurzamen is overgeschakeld naar een warmtepomp.

Koeling was in de zaal al langer aanwezig en werd in 2011 ook in de foyers geïntroduceerd. Net als bij de verwarming verspreidt de LBK de gekoelde lucht via de luchtkanalen. Dit gebeurt waarschijnlijk met behulp van een airco-unit of een vergelijkbare koeltechniek op elektriciteit.

Bij koeling werkt de warmtepomp in omgekeerde modus: in plaats van warmte af te geven, onttrekt het systeem warmte aan het gebouw. De gekoelde lucht wordt vervolgens via de luchtkanalen verspreid. Daarnaast kan in de zaal ook het buffervat worden ingezet om extra koelcapaciteit te leveren.

Hoewel luchtverwarming een beperktere koelcapaciteit heeft dan een airconditioningsysteem, draagt het alsnog bij aan een aangener binnerklimaat.

7. Ventilatie

Ventilatie is essentieel in een theater, omdat er veel mensen tegelijk in de zaal aanwezig zijn. Dit vraagt om een hoge luchtverversingscapaciteit om het binnenklimaat aangenaam en gezond te houden.

De ventilatie en de verwarmings- en koelsysteem werken allemaal via de LBK, die oorspronkelijk op gas draaide. Omdat dus de verwarming, koeling en ventilatie allemaal met hetzelfde systeem werden geregeld, was het energieverbruik hoog. Om duurzamer te opereren, is daarom gekozen om de LBK over te laten schakelen op een warmtepomp en is deze installatie in de zomer van 2023 geïnstalleerd zoals ook te zien in figuur 5.4.



Figuur 5.4 - Vernieuwde LBK op het dak uit het zicht vanaf de straat

Om geluidsoverlast te voorkomen, is het systeem ontworpen met overcapaciteit. In de praktijk draait de LBK meestal op slechts 40% van zijn maximale vermogen, waardoor het stiller werkt en minder energie verbruikt. Dit draagt niet alleen bij aan een prettige theaterervaring, maar zorgt er ook voor dat het systeem efficiënter functioneert. Wanneer extra ventilatie nodig is, bijvoorbeeld bij een volle zaal of veranderende temperatuur, kan de LBK kortstondig opschalen. Hierdoor wordt de ruimte sneller op een comfortabel niveau gebracht zonder onnodig energieverbruik.

8. Bevochtiging

Bevochtiging is niet aanwezig en niet overwogen, omdat de luchtvochtigheid doorgaans op een acceptabel niveau blijft. Extra bevochtiging wordt als overbodig beschouwd, aangezien de voordelen niet opwegen tegen de kosten en complexiteit.

“Het tocht toch aan alle kanten, er komt genoeg vocht binnen.”

9. Warm tapwater systeem

De oorspronkelijke situatie had een ringleiding met gasgestookt warm water, wat veel energievervalsing veroorzaakte. Om dit te verbeteren, zijn er nu lokale elektrische boilers voor de douches en Quookers in de pantry's, waardoor warm water alleen wordt opgewarmd wanneer dat nodig is.

10. Verlichting

Sinds de verbouwing in 2011 zijn de foyers en kantoren stapsgewijs omgeschakeld naar LED-verlichting. Ook de frontlichten in het theater zijn vervangen door LED-lampen. Deze LED-lampen verbruiken aanzienlijk minder stroom, vooral omdat de piekverbruik veel lager is. Dit resulteert in een energiebesparing van maar liefst 10% puur door het verminderen van de pieken in energieverbruik.



Figuur 5.5 - Lichtinstallaties in de zaal

Daarnaast is er een slimme oplossing bedacht om het energieverbruik verder te optimaliseren. LED-lampen verbruiken namelijk relatief veel vermogen in de standby-modus. Om dit te voorkomen, is er een speciaal systeem geïnstalleerd dat de lampen pas inschakelt wanneer ze daadwerkelijk in gebruik zijn. Dit bespaart niet alleen energie, maar draagt ook bij aan een duurzamer verlichtingssysteem.

“Dat heeft wat meer tijd gekost om het te installeren en wat meer investering, maar uiteindelijk verdient het zich wel snel terug.”

11. Hernieuwbare energie

Er wordt momenteel onderzocht of het plaatsen van zonnepanelen op het dak haalbaar is, gezien de vele regels die hiermee gepaard gaan. Zo zou de verzekering aanzienlijk duurder kunnen uitvallen, terwijl er maar een beperkt aantal zonnepanelen op het dak geplaatst kan worden dus dat beperkte winst op zou leveren.

“Het is leuk voor het groene vinkje, maar we zijn nog bezig met uitzoeken of het voor ons wel rendabel is.”

12. Groen & water

Groen en water zijn niet overwogen, aangezien er geen buitenruimte beschikbaar is en het dakvlak niet geschikt is voor dergelijke toepassingen.

Conclusies

Bij de verduurzaming van De Kleine Komedie is er zorgvuldig gekeken naar waar de grootste winst behaald kon worden. Er werd niet gekozen voor het isoleren van de gevel of vloer, omdat daar op dat moment niet de grootste verbetering te behalen was. In plaats daarvan is gekozen om te focussen op de systemen die het meeste energie verbruiken, zoals de LBK, die verantwoordelijk is voor ventilatie, verwarming en koeling. De LBK speelt dus een

cruciale rol in het energieverbruik van het theater, en het aanpakken van dit systeem heeft geleid tot een significante verlaging van het gasverbruik. Zoals blijkt uit de gebruiksinformatie in tabel 4.2, is het gasverbruik met maar liefst 82% afgenomen. Een verdere afname van het gasverbruik wordt verwacht zodra het vacuümglas geplaatst kan worden, wat de noodzaak voor bijverwarming door de radiatoren verder zal verminderen.

	Voor (2022)	Na (2024)	Reductie
Gasverbruik (m3)	24.908	4.496	82%
Elektriciteitsverbruik (kW/h)	129.156	123.736	4%

Tabel 5.2 - Reductie gas- en elektriciteitsverbruik

Ondanks de overschakeling van een gasgestookt systeem naar een warmtepomp, is het elektriciteitsverbruik met 4% verminderd, wat aantoont dat alle maatregelen gezamenlijk een aanzienlijk effect hebben gehad op de energie-efficiëntie van het gebouw.

Er is ook veel aandacht besteed aan slimme oplossingen. Zo worden de temperaturen per kamer gemeten met sensoren, waardoor de verwarming nauwkeurig per ruimte kan worden bijgesteld. Daarnaast is er gekeken naar het verlagen van het stroomverbruik van de theaterverlichting door de standby-modus te optimaliseren.

Daarnaast zijn er nog lopende discussies met Monumentenzorg over de kozijnen. Er wordt onderzocht of het beter is om de historische gelaagdheid te behouden met de huidige stalen kozijnen of, met oog op duurzaamheid, terug te keren naar het originele ontwerp met houten kozijnen.

Het is duidelijk dat de verduurzaming van De Kleine Komedie niet alleen draait om grote ingrepen, maar juist om het goed identificeren van de belangrijkste verbeterpunten en slimme oplossingen. Het resultaat van deze aanpak mag er dan ook zijn, een indrukwekkende reductie in het energieverbruik in een relatief korte tijd.



LITERATUURLIJST

Dijkstra, E. (2020, February 19). Voorlopig geen zonnepanelen op het dak van Hageveld. *Zon op Heemstede*. <https://zonopheemstede.nl/voorlopig-geen-zonnepanelen-op-het-dak-van-hageveld/>

KIT. (2024). KIT. KIT. <https://www.kit.nl/nl/events/contact-ons/>

Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed. (1930). *Oude Doelenkade 17-19*. <https://beeldbank.cultureelerfgoed.nl/rce-mediabank/detail/d85e3f43-39b3-d18a-0ff7-e4f34a6bbf64/media/9a331aa5-18f3-e3ea-0c65-5e0fe938c077?mode=detail&view=horizontal&q=oude%20doelenkade%2017&rows=1&page=5>

TU Delft. (2019, July 15). *Warmte en koude op het juiste moment!* TU Delft. <https://www.tudelft.nl/sustainability/operations/warmte-en-koude-op-het-juiste-moment>

van der Meer, N., & Elffers, J. (1790). *De Fransche Schouwburg*. <https://archief.amsterdam/beeldbank/detail/e7bf98e0-4723-9b36-d624-6b93ba360a6e>

van der Veldt, M. (2019, October). *Expeditie onder de campus*. TU Delft. <https://www.tudelft.nl/delft-integraal/articles/expeditie-onder-de-campus>

