



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.

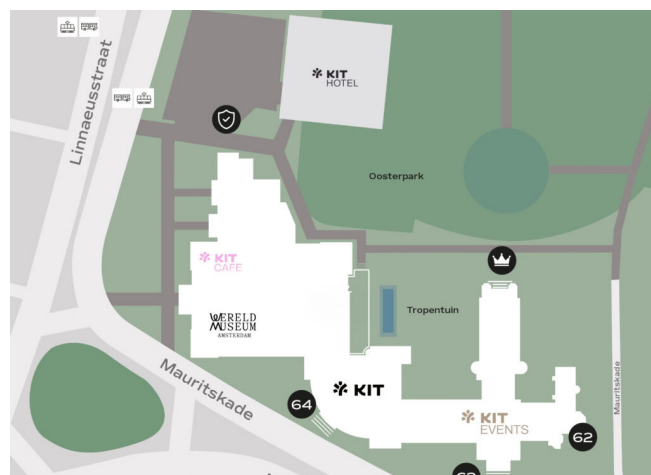
Verduurzaming

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 CO2-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.

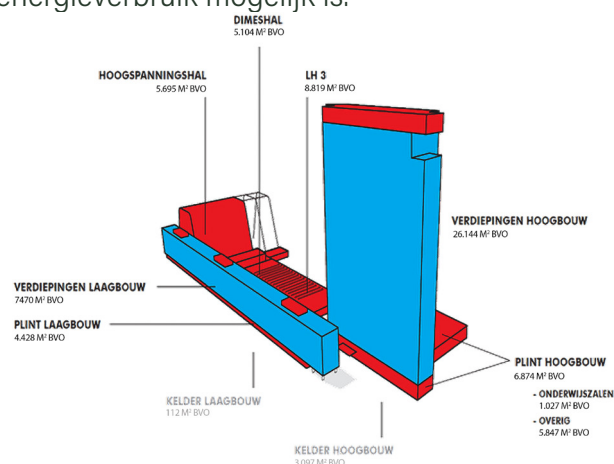
Toch leidde de cultuurhistorische waarde, het sentiment en de weerstand binnen zowel Delft als de universiteit – met name vanuit de faculteit Bouwkunde – tot een hernieuwde visie. De toenemende focus op duurzaamheid en circulariteit versterkte het argument om het gebouw, dat al een beschermde status 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 - Gebuwsamenstelling 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 beganeground 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	Aangepast origineel	Indifferent
8. Bevochtiging	Clean room adiabatische bevochtiging	Geen bevochtiging kantoren 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 Energieterugwinning liften	Koude opslag Geothermie Zonnepanelen Energieterugwinning 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

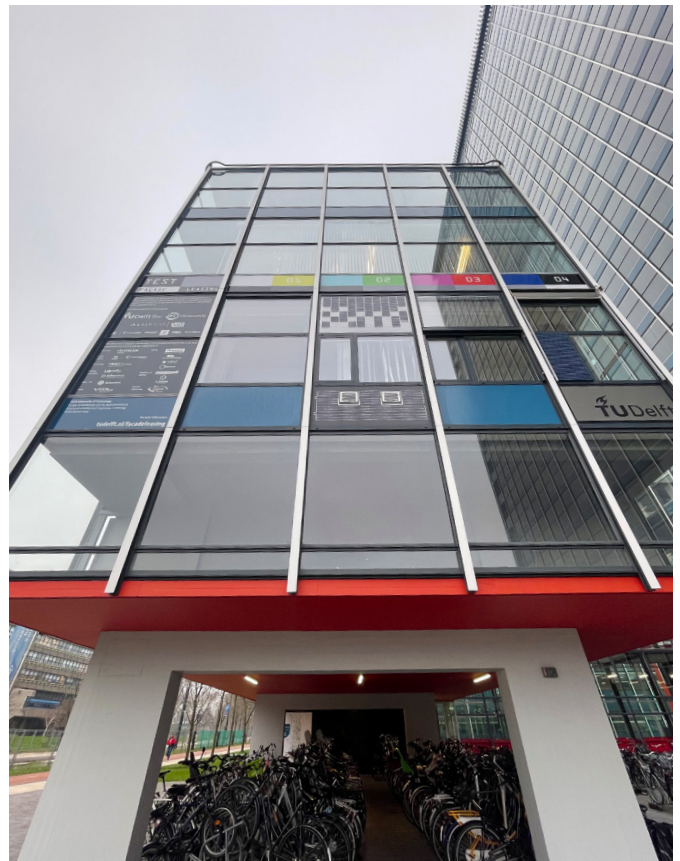
In de uitgangssituatie was er een centraal warm water systeem dat continu warm water rond pompte. Het verwijderen van deze installatie kwam aan op twee punten. Allereerst het punt veiligheid; het warm tapwater systeem was aangesloten op hetzelfde water waarmee ook werd verwarmd. Mochten installaties 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 Vlieringvloer isoleren	Vlieringvloer 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.

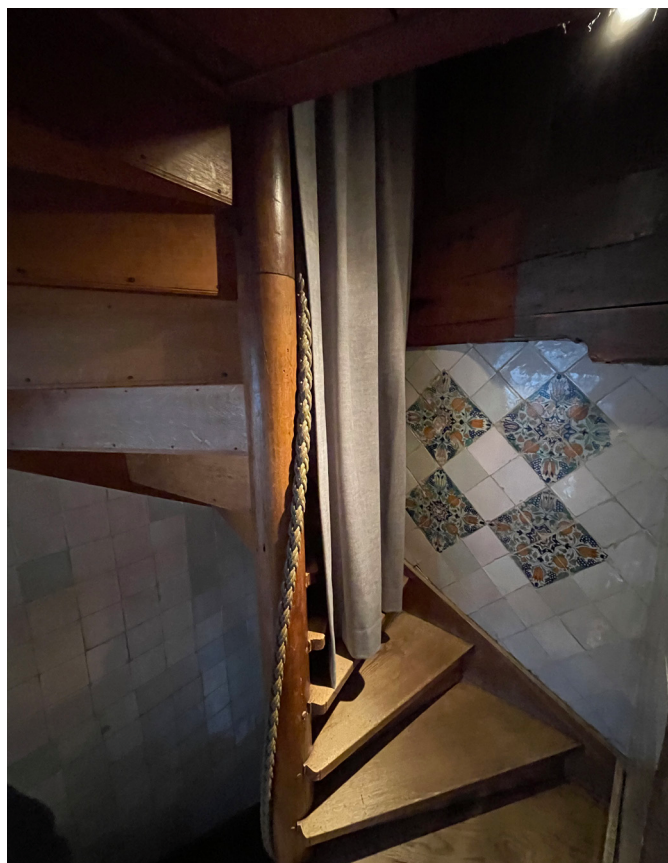
12. Groen & water

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 aangename binnenklimaat.

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>

