

AFSTUDEERRAPPORT, P5

Hoe presteren schoolgebouwen op levensduurkosten?

Onderzoek naar de invloed van op de levensduurkosten van voortgezet onderwijs schoolgebouwen



J. van Langen

Personalia

Naam	Jasper van Langen
Studentnummer	1374559
Email	j.vanlangen@student.tudelft.nl / jaspervanlangen@hotmail.com
Adres	E. Du Perronlaan 750 2624 NG Delft

Afstudeerorganisatie

Afstudeerlab	Design & Construction management
Eerste mentor	ing. Peter de Jong
Tweede mentor	ir. Monique Arkesteijn
Studierichting	Real Estate & Housing
Instituut	Technische Universiteit Delft

Afstudeerbedrijf

Bedrijf	HEVO bv
Begeleiding	Ir. R. Kersten
Adres	Hugo de Grootlaan 11 5201 CB 's-Hertogenbosch

Datum	27 juni 2012
--------------	--------------

Voorwoord

Dit onderzoek is uitgevoerd in het kader van de afstudeerfase van de Master Real Estate & Housing van de faculteit Bouwkunde, TU Delft. Dit onderzoek vindt plaats binnen het afstudeerlab Design & Construction Management en richt zich op de relatie tussen gebouweigenschappen en levensduurkosten van voortgezet onderwijs scholen.

Het rapport is opgedeeld in zeven hoofdstukken. Hoofdstuk één is de introductie van het onderzoek. Hoofdstuk twee tot vier behandelen de achterliggende theorieën. Hoofdstuk vijf geeft een beschrijving van de cases in het onderzoek. Hoofdstuk zes en zeven behandelen de conclusies van het onderzoek.

Deze rapportage is bedoeld als vijfde en laatste peiling in het afstudeertraject en het eindverslag van het afstudeeronderzoek; *Hoe presteren schoolgebouwen op levensduurkosten*. In dit verslag worden de resultaten van het onderzoek besproken. Tijdens dit onderzoek werd ik ondersteund door Peter de Jong en Monique Arkesteijn vanuit de TU Delft en Rob Kersten vanuit HEVO bv. Graag wil ik deze mensen bedanken voor de kennis en begeleiding.

Jasper van Langen

27 juni 2012

Samenvatting

Veel scholen in Nederland beschikken over gebrekkige huisvesting. De gebouwen zijn oud en slecht onderhouden en daarboven op beschikken de meeste scholen over een slecht binnenklimaat. Tevens voldoen de gebouwen niet aan de hedendaagse eisen voor goed onderwijs (www.vo-raad.nl). Vanwege de huidige gebrekkige huisvesting ligt in de komende tijd een opgave om deze gebouwen te vervangen of te renoveren.

Voor de financiering van onderwijshuisvesting in Nederland geldt momenteel gescheiden verantwoordelijk. Gemeenten financieren de nieuwbouw van voortgezet onderwijs scholen en de schoolbesturen zijn verantwoordelijk voor de gebouwgebonden kosten van de schoolgebouwen tijdens het gebruik. De scheiding in de verantwoordelijkheid zorgt volgens In 't Veld (2010) mede voor een suboptimalisatie van de levensduurkosten van de schoolgebouwen.

De totale gebruikstijd, vanaf de oplevering tot en met de sloop, noemt men de levensduur van een gebouw. Tijdens deze levensduur brengt een gebouw kosten met zich mee. Volgens de ISO 15686-5 zijn deze levensduurkosten onder te verdelen in de volgende vier posten; bouw, gebruik, onderhoud en einde leven/sloopkosten.

In 1998 werd door de Royal Academy of Engineering een artikel gepubliceerd waarin de onderlinge verhouding voor bouwkosten ten opzichte van exploitatielasten en bedrijfsmatig operationele kosten werd besproken. Deze verhouding zag er als volgt uit (Evans, 1998):

Kosten	Verhouding
Initiële bouwkosten	1
Onderhouds- en operationele kosten	5
Bedrijfsmatig operationele kosten	200

Tabel: Ratio 1:5:200, bron Evans, 1998

Kerngedachte van dit artikel is dat de bouwkosten maar een zeer klein onderdeel vormen van de totale kosten die worden gemaakt in de levenscyclus van een gebouw. Hughes (2004) spreekt deze stelling tegen en komt met een ratio van 1:0,4:12. Het komt er op neer dat het niet duidelijk is hoe deze verhouding tussen de investeringskosten en de exploitatiekosten ligt.

Dit onderzoek is opgezet om kennis bij te dragen aan achterliggende oorzaken van de suboptimalisatie van de levensduurkosten. De twee hoofdvragen van dit onderzoek zijn als volgt geformuleerd;

Waardoor worden kostenoverschrijdingen op de levensduurkosten veroorzaakt bij recent gebouwde voortgezet onderwijs scholen? En op welke wijze kan een optimale situatie voor de levensduurkosten gecreëerd worden?

Om tot een antwoord op deze vraag te komen zijn voor dit onderzoek negen voortgezet onderwijs scholen in Nederland geanalyseerd die tussen 2005 en 2008 nieuw zijn opgeleverd. De scholen zijn onderzocht op het gebied van gebouwkenmerken en de gerealiseerde huisvestingskosten.

Om de milieubelasting van de gebouwde omgeving te beperken dient de gebouwde omgeving verduurzaamd te worden. Duurzame ontwikkeling wordt als volgt gedefinieerd: *Duurzame ontwikkeling is ontwikkeling die aansluit op de behoeften van het heden zonder het vermogen van toekomstige generaties om in hun eigen behoeften te voorzien in gevaar te brengen.* (Brundtland 1987).

Voor het bereiken van duurzaamheid in de gebouwde omgeving zijn verschillende strategieën ontwikkeld. De meest invloedrijke strategie zijn; Trias Energetica waarbij de focus ligt op het besparen van energie, Cradle to Cradle waarbij het motto is dat afval voedsel moet zijn en het Tripple Bottom Line model (**Elkington 1997**) waarbij duurzaamheid een milieu (planet), een sociale (People) en een economische (Profit) component heeft.

Naast deze drie strategieën is flexibiliteit van gebouwen ook een belangrijke factor voor de duurzaamheid van gebouwen. Flexibiliteit voor nieuwe gebouwen houdt in dat het gebouw en zijn onderdelen zodanig ontworpen en gerealiseerd worden dat er op allerlei niveaus aanpassingen mogelijk zijn. Door de flexibiliteit kan het gebouw reageren op de steeds meer individuele wensen van gebruikers, door deze mogelijke reactie wordt de levensduur van een gebouw verlengd en dit resulteert vervolgens weer in een lagere milieubelasting.

GPR-Gebouw wordt in dit onderzoek toegepast om de duurzaamheid van verschillende gebouwen te bepalen. Het instrument is opgebouwd uit vijf hoofdthema's; Energie, Milieu, Gezondheid, Gebruikerskwaliteit en Toekomstwaarde. Het instrument behandelt naast de drie P's ook de flexibiliteit van een gebouw.

De levensduurkosten worden in dit onderzoek berekend over een termijn van veertig jaar. Het uitgangspunt hierbij is dat de gerealiseerde exploitatiekostencijfers worden gebruikt in de resterende periode van de levensduur. Bij de levensduurkostenberekening worden de volgende parameters toegepast.

- Standaard inflatie 2,1%
- Energie inflatie 6,8%
- Disconteringsvoet 4%
- Rente percentage 3%

Resultaten van onderzoek

Voor de bouwsector in Nederland kan worden geconcludeerd dat over het algemeen wordt aangenomen dat duurzaam duurder is, echter wijzen onderzoeken dit niet eenduidig uit. (**Van Doorn, De Jong en Koppels, 2012**). Dit onderzoek vindt geen duidelijk relatie dat duurzaamheid een hogere investering nodig heeft. Dit onderzoek laat een positief effect van de duurzaamheid zien op de levensduurkosten van voortgezet onderwijs scholen.

Hoewel de investeringskosten deel uit maken van de levensduurkosten, is het niet zo dat lagere investeringskosten ook lagere levensduurkosten betekenen. Dit principe kan veroorzaakt worden door het 'verkeerd' bezuinigen op de investering.

Door vroeg in het bouwproces te sturen op de gebouwvorm kan worden bespaard de op investeringskosten van de gebouwen. Dit onderzoek vindt een optimum aan bouwkosten bij een stapeling van 2,6.

De gebouwen in dit onderzoek die het beste scoren op de energiekosten zijn voorzien van vloerverwarming en verwarmen het gebouw met een lage temperatuur van het water. De bandbreedte van de gas/warmte kosten van gebouwen met vloerverwarming ligt tussen de € 1,80 - € 5,50 per vierkante meter BVO en voor gebouwen die verwarmd worden door radiatoren € 4,00 - € 8,10 per vierkante meter BVO.

Een optimum in de kosten voor energie kan dus bereikt door gebouwen met vloerverwarming, lage temperatuursverwarming eventueel in combinatie met bodemopslag. Door het gedrag van de organisatie af te stemmen op energiebesparing kan verder geoptimaliseerd worden.

In dit onderzoek zijn de onderhoudskosten verantwoordelijk voor een aandeel van 16% van de levensduurkosten. De onderhoudskosten van verschillende schoolgebouwen zijn slecht te vergelijken. Dit komt doordat de onderhoudsstrategie en de periode waarover een meerjarig onderhoudsplanning wordt gemaakt een grote invloed hebben op de boekhoudkundige onderhoudskosten.

In dit onderzoek zijn de schoonmaakkosten verantwoordelijk voor een aandeel van 15% van de levensduurkosten. De data in dit onderzoek wijst uit dat het uitbesteden van het schoonmaakwerk aan een schoonmaakbedrijf een besparing op de schoonmaakkosten oplevert. De bandbreedte van de schoonmaakkosten van scholen waar dit in eigen beheer wordt uitgevoerd ligt tussen de € 11,50 - € 22,70 per vierkante meter BVO en bij scholen waar dit uitbesteed wordt tussen € 8,00 - € 11,00 per vierkante meter BVO. Een optimalisatie van de schoonmaak kosten moet dus voornamelijk gezocht worden in de organisatie hiervan. De materialisering van het gebouw heeft ook een beperkte invloed.

Verhouding van investeringskosten en exploitatiekosten.

Uit de scenario analyse blijkt dat de exploitatiekosten een groter aandeel hebben in de levensduurkosten dan de investeringskosten. Het verschil tussen de investeringskosten en de exploitatiekosten is volgens dit onderzoek niet zo groot als Evans geschat heeft nl. 1:1,15-1,59

Bij ontwerpprocessen verdienen de investeringskosten en de exploitatiekosten beide aandacht. Door te sturen op het optimum tussen de investeringskosten en exploitatiekosten gedurende de levensduur kunnen de levensduurkosten beperkt worden.

Summary

Many schools in the Netherlands have inadequate housing. The buildings are old and poorly maintained and in addition on that most schools have a poor climate. Also the buildings do not conform to contemporary demands for quality education (www.vo-raad.nl). Due to the current lack in quality housing of the schools lies a challenge in the future to renovate or replace these buildings.

In the Netherlands there is separated responsible for the financing of the housing for the schools. Municipalities finance the construction of secondary schools and school boards are responsible for operation costs of the school during the use. The separation of responsibility provides, according to **In 't Veld (2010)** an overrun in costs over the lifetime of the school.

The total operating time from completion to demolition, is called the life cycle of a building. During the lifetime a building brings costs with it. According to ISO 15686-5, these life cycle costs can be divided into the following four items; construction, operation, maintenance and end of life / demolition costs. In 1998 the Royal Academy of Engineering published a paper in which the ratio of construction costs compared to operating expenses and corporate operating costs was discussed. This ratio was as follows (Evans, 1998):

Costs	Ratio
Initial building costs	1
Operation & maintenance costs	5
Corporate operating costs	200

Ratio 1:5:200, source Evans, 1998

The central idea of this article is that the construction cost just a very small part of total costs incurred in the lifecycle of a building. Hughes (**2004**) speaks against this proposition and comes with a ratio of 1:0,4:12. The bottom line is that it is not clear how this ratio between the investment and operating costs is.

This study was designed to contribute to knowledge of the underlying causes of cost overrun in the lifetime. The two main questions of this research are formulated as follows;

What causes cost overruns on the lifetime caused for newly built secondary schools? And how can an optimal situation be created for the lifetime costs?

To answer this question of the research are nine secondary schools in the Netherlands are analyzed which are newly delivered between 2005 and 2008. The schools are examined in terms of building characteristics and the actual housing costs.

To reduce the environmental impact of the built environment, the built environment should be made more sustainable. Sustainable development is defined as follows: *Sustainable development is development that meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs.* (**Brundtland 1987**).

To achieve sustainability in the built environment various strategies are developed. The most influential strategies; Trias Energetica focusing on saving energy, cradle to cradle where the motto is that waste should be food and the Triple Bottom Line model (**Elkington 1997**) where sustainability has an environment (planet), a social (people) and economic (profit) component.

Besides these three strategies flexibility of buildings is an important factor for the sustainability of buildings. Flexibility for new buildings means that the building and its components are designed so that they can be adjusted on many levels. Due to the flexibility the building can respond to the more and more individual wishes of the users, due to this possible reaction the lifetime of a building can be extended, and this results in a lower environmental impact.

In this research the Dutch sustainability measurement tool GPR-building is applied to the measure the sustainability of buildings. The instrument consists of five main themes: Energy, Environment, Health, User Quality and Future Value. The instrument discusses in addition to the three P's also the flexibility of a building.

The life cycle costs in this study are calculated over a period of forty years. The assumption is that the actual operating costs continue to be the same in the remainder of the lifespan. In the life cycle costs calculations the following parameters are applied.

- Standard inflation 2.1%
- Energy inflation 6.8%
- Discount rate of 4%
- Interest rate 3%

Results of research

For the construction sector in the Netherlands can be concluded that it is generally accepted that sustainability is more expensive, however, studies indicate this is not unequivocally. (**Van Doorn, De Jong and Koppels, 2012**). This study found no clear relationship that sustainable building have higher investment needs. This study shows a positive effect of sustainability on the life cycle costs of secondary schools.

Although the investment costs are part of the life cycle cost, is it not true that lower investment costs also mean lower life cycle costs. This principle can be caused by the 'wrong' cutting back on investment. Through control in the early phases in the building process on the form of the building a reduction in investment costs can be realised. This research shows an optimum in investment costs with a stacking of 2.6.

The buildings in this study that score best on energy costs have floor heating and use low temperature of the water for the heating of the building. The bandwidth of the gas / heating costs for buildings with floor heating is between € 1.80 - € 5.50 per square meter GFA and for buildings that are heated by radiators € 4.00 - € 8.10 per square meter GFA.

An optimum in energy costs can therefore be pursued by buildings with floor heating, low temperature heating possibly in combination with soil storage. An optimization in energy reduction can be made with change in the behaviour of the organization.

In this study, the maintenance costs are responsibility for a share of 16% of the life cycle costs. The maintenance costs of various school buildings are difficult to compare. This is because the maintenance strategy and the period over which a long-term maintenance planning are made has a major impact on the actual and accounting costs made for maintenance.

In this study the cleaning costs are responsibility for a share of 15% of life cycle costs. The data in this study shows that the outsourcing of the cleaning to a cleaning company saves on cleaning delivery. The bandwidth of the cleaning of schools where the cleaning is performed in-house is between € 11.50 - € 22.70 per square meter GFA and schools where it is outsourced between € 8.00 - € 11.00 per square meter GFA. An optimization of the cleaning costs must therefore be sought mainly in the organization. The materialization of the building also has a limited influence.

Ratio between investment and operating costs.

The scenario analysis shows that the operating costs have a larger share in the life cycle costs than the investment costs. The difference between the investment and operating according to this study is not as big as outlined Evans has drafted 1:1,15-1,59

In design processes both investment and operating costs deserve attention. By focusing on the optimum balance between investments and operating costs over the lifetime the life cycle costs can be limited.

Inhoudsopgave

VOORWOORD	3
SAMENVATTING.....	4
SUMMARY	7
1. INLEIDING	12
1.1. PROBLEEMANALYSE	13
1.2. PROBLEEMSTELLING	14
1.3. DOEL VAN HET ONDERZOEK	14
1.4. ONDERZOEKSVRAGEN.....	14
1.5. AFBAKENING	15
1.6. RELEVANTIE.....	16
1.7. ONDERZOEKSMETHODE	17
2. DUURZAAMHEID	19
2.1. DUURZAME ONTWIKKELING.....	19
2.2. STRATEGIEËN DUURZAAM BOUWEN.....	20
2.3. DUURZAAMHEID MEETINSTRUMENTEN	24
2.4. GPR.....	27
2.5. CONCLUSIE.....	29
3. VOORTGEZET ONDERWIJS.....	30
3.1. ONDERWIJSHUISVESTING.....	30
3.2. FINANCIERING ONDERWIJSHUISVESTING	31
3.3. DOORDECENTRALISATIE	35
4. LEVENSDUUR VAN GEBOUWEN	37
4.1. LEVENSDUUR.....	37
4.2. LEVENSDUURKOSTEN	43
4.3. LEVENSDUURKOSTENBEREKENING	46
4.4. CONCLUSIE.....	47
5. CASESTUDIES.....	48
5.1. INLEIDING.....	48
5.2. OPZET CASESTUDIES	48
5.3. CASE A - JOHANNES BOSCO COLLEGE	49
5.4. CASE B - NIEKÉE ROERMOND.....	53
5.5. CASE C - VAKCOLLEGE SEVENWOLDEN	56
5.6. CASE D - CONNECT COLLEGE	60
5.7. CASE E - CASPARUS COLLEGE	63
5.8. CASE F - INSULA COLLEGE.....	67
5.9. CASE G – LEK EN LINGE	71
5.10. CASE H – SG WERE DI.....	74
5.11. CASE I – WESTERPOORT COLLEGE.....	77
6. CROSS CASE ANALYSES	80
6.1. CROSS CASE ANALYSE BENCHMARKONDERZOEK HEVO NAAR EXPLOITATIEKOSTEN.....	80

6.2.	CROSS CASE INVESTERINGSKOSTEN	83
6.3.	CROSS CASE ANALYSE EXPLOITATIEKOSTEN.....	90
6.4.	CROSS CASE ANALYSE LEVENSDUURKOSTEN.....	98
6.5.	CROSS CASE VERHOUDING LEVENSDUURKOSTEN	99
7.	CONCLUSIES & AANBEVELINGEN	101
8.	REFLECTIE.....	105
9.	BRONVERMELDING.....	106
10.	BIJLAGEN	111
10.1.	BIJLAGE 1: LEVENSDUURKOSTEN JOHANNES BOSCO COLLEGE AFSCHRIJVING NAAR NUL	111
10.2.	BIJLAGE 2: AFDruk GPR BEREKENING JOHANNES BOSCO COLLEGE	111

1. Inleiding

Men staat voor één van de grootste uitdagingen van de geschiedenis: het zeker stellen van de materiële basisvoorwaarden van het bestaan. Met de toenemende wereldbevolking en het stijgende welvaartspeil in verschillende delen van de wereld is het duidelijk dat uitputting van de planeet een reëel gevaar is.

De gebouwde omgeving is verantwoordelijk voor het grootste aandeel in de mondiale milieubelasting, gebruik van natuurlijke hulpbronnen en emissie van vervuiling. In de OESO landen is de gebouwde omgeving verantwoordelijk voor ongeveer 25-40% van het totale energieverbruik, voor 30% van het gebruik van grondstoffen, voor 30-40% van de wereldwijde uitstoot van broeikasgassen en voor 30-40% van vaste afval (**Lorentz, et al, 2008**). Om de milieubelasting van de gebouwde omgeving te beperken zijn duurzamere gebouwen nodig. De gebouwde omgeving kan opgesplitst worden in commercieel vastgoed en publiek vastgoed. Gemeentes zijn veelal eigenaar van het publieke vastgoed.

Binnen de gemeentelijke vastgoed portefeuille heeft de onderwijshuisvesting het grootste aandeel, namelijk 49%. In tabel 1 wordt een overzicht gegeven van de gemiddelde vastgoed portefeuille van gemeenten (**Teuben et al in van Gerwen 2011**).

Sector	Aantal m ² (x1000)	Percentage totale gemeentelijke portefeuille
Onderwijs	21,6	49
Welzijn	3,4	8
Sport	4,1	9
Eigen huisvesting gemeenten	4,3	10
Kunst & Cultuur	3,0	7
Overige	8,2	19
Totaal	44,3	

Tabel 1: Verdeling van het gemeentelijke vastgoed in Nederland, bron: Teuben, Waldman & Hordijk (2007)

Veel scholen in Nederland beschikken over gebrekkige huisvesting. De gebouwen zijn oud en slecht onderhouden en daarboven op beschikken de meeste scholen over een slecht binnenklimaat. Tevens voldoen de gebouwen niet aan de hedendaagse eisen voor goed onderwijs. (www.vo-raad.nl). Vanwege de huidige gebrekkige huisvesting bestaat er de komende tijd een opgave om deze gebouwen te vervangen of te renoveren.

1.1. Probleemanalyse

Het realiseren van duurzame gebouwen draagt bij aan het verlagen van de energiebehoefte en daarmee aan het terugdringen van milieubelasting. Het realiseren van duurzame gebouwen vindt in Nederland niet op grote schaal plaats. Omdat duurzaamheid een extra financiële investering vergt ten opzichte van traditionele bouw (**Bouwkennis 2011**).

Voor de bouwsector in Nederland kan worden geconcludeerd dat over het algemeen wordt aangenomen dat duurzaam duurder is, echter wijzen onderzoeken dit niet eenduidig uit. De vraag of duurzaam ook duurder is, hangt af van de benadering. GreenCalc, EPC, GPR en Bouwbesluit veronderstellen elk op hun eigen manier een standaardreferentie, terwijl BREEAM, LEED en vergelijkbare systemen een, zelfs schuivende, ambitie definiëren. Die standaardreferentie heeft altijd wel een component in zich van een minimale, maar acceptabele basis en daardoor is de verwachting dat duurzamere gebouwen duurder zijn. (**Van Doorn, De Jong en Koppels, 2012**).

In de onderwijssector bestaat een gescheiden verantwoordelijkheid voor de financiering van de huisvesting. De gemeente is verantwoordelijk voor de nieuwbouw en het schoolbestuur is verantwoordelijk voor de exploitatiefase. Door deze scheiding zal degene die investeert in duurzaamheid niet profiteren van de vermindering van de energiekosten die hieruit voortkomen ('split incentives'). De prikkel voor gemeenten om te investeren in besparingsmaatregelen is hierdoor laag (**ECN 2005**).

In het onderzoek van In 't Veld (**2010**) wordt gesteld dat de gescheiden geldstromen in de onderwijshuisvesting mede zorgen voor een suboptimalisatie van de kosten van schoolgebouwen over de levenscyclus. Deze suboptimalisatie in de huisvesting wordt veroorzaakt door de gemeente, die bij nieuwbouwprojecten streeft naar een minimum van de investeringskosten, terwijl het schoolbestuur gebaat is bij een minimum van de kosten in de exploitatiefase.

In 't Veld (**2010**) stelt dat door budgetten voor ontwerp, bouw en onderhoud in één hand te brengen, kan bespaard worden op de kosten over de gehele levenscyclus van het gebouw, specifiek op het gebied van exploitatiekosten in de vorm van energieverbruik, onderhoud en schoonmaakkosten.

Bij het vergelijken van de grootte van de investering en exploitatiekosten in het onderzoek van Evans, Haryott, Haste en Jones (**1998**) wordt gesteld dat een verhouding van één staat tot vijf bestaat tussen de investeringskosten en de exploitatiekosten over de levensduur. Deze verhouding wordt veel gequoteerd maar blijkt volgens Hughes et al (**2004**) niet correct te zijn. Het onderzoek van Hughes et al vindt geen duidelijk relatie tussen de bouwkosten en exploitatiekosten. Op basis van drie kantoorgebouwen komen zij op een ratio van 1:0,4 (**Hughes et al, 2004**).

In tegenstelling tot de uitspraken van In 't Veld blijkt uit het BNA onderzoek (**2011**), dat een lagere EPC norm niet per definitie zorgt voor een lagere energierekening. Een lagere energieprestatie coëfficiënt (EPC) betekent dat het gebouw in theorie over een energiezuinigere installatie beschikt.

1.2. Probleemstelling

Gebaseerd op de probleemanalyse is de probleemstelling als volgt geformuleerd:

Om de milieubelasting van de gebouwde omgeving te beperken is het nodig dat de mensheid meer duurzame gebouwen gaat realiseren. Op het moment dat een bouwproject financieel onder druk komt, wordt vaak gezocht naar een minder kwalitatieve materiële invulling (**van Doorn, De Jong en Koppels, 2012**). Een meer ambitieuze insteek zal er voor kiezen om te onderzoeken of de financiële drempel in het bouwproject kan worden overwonnen door het creëren van meer waarde (**van Doorn, De Jong en Koppels, 2012**). In 't Veld (**2010**) stelt dat investeren in het gebouw een besparing in de exploitatiefase kan opleveren. Volgens BNA Onderzoek (**2011**) leidt de theoretische besparing in de praktijk niet altijd tot verlaging van de exploitatiekosten. Er bestaat een gebrek aan kennis over de manier waarop een schoolgebouw gerealiseerd kan worden waarvoor de kosten over de levensduur optimaal zijn.

1.3. Doel van het onderzoek

Het onderzoek heeft verschillende doelen:

- Inzicht geven in de manier waarop scholen/gemeenten een nieuw schoolgebouw kunnen ontwerpen, waarbij de kosten over de levensduurcyclus optimaal zijn.
- Inzicht geven in de belangrijke invloedsfactoren op de levensduurkosten.
- Inzicht geven in de relaties tussen duurzaamheid en kosten.

1.4. Onderzoeksvragen

1.4.1. Hoofdvraag

Waardoor worden kostenoverschrijdingen op de levensduurkosten veroorzaakt bij recent gebouwde voortgezet onderwijs scholen? En op welke wijze kan een optimale situatie voor de levensduurkosten gecreëerd worden?

1.4.2. Subvragen

Duurzaamheid (hoofdstuk 2)

- 2.1) Wat zijn de belangrijkste theorieën voor duurzaam bouwen?
- 2.2) Wat zijn de meest gebruikte meetinstrumenten voor duurzame gebouwen, en welk instrument is het meest geschikt voor dit onderzoek?
- 2.3) Zijn duurzame gebouwen (per definitie) duurder dan niet duurzame gebouwen?

Onderwijshuisvesting (hoofdstuk 3)

- 3.1) Hoe werkt het financiële systeem van een voortgezet onderwijs scholen?
- 3.2) Wat zijn de mogelijkheden voor eigendomsrechten van schoolgebouwen?
- 3.3) Op welke wijze wordt er afgeschreven op onderwijshuisvesting?

Levensduur (hoofdstuk 4)

- 4.1) Is het mogelijk om een inschatting te maken van de levensduur van een gebouw?
- 4.2) Wat is de invloed van onderhoud op de levensduur van een gebouw
- 4.3) Hoe moet er worden omgegaan met de waardevermindering door veroudering van het gebouw?
- 4.4) Wat wordt verstaan onder levensduurkosten?
- 4.5) Op welke wijze kan een levensduurkostenberekening gemaakt worden en welke parameters zijn nodig voor deze levensduurkosten berekeningen?

1.5. Afbakening

Om een goede vergelijking te maken tussen de onderzoekscriteria zijn voor dit onderzoek randvoorwaarden opgesteld waar binnen het onderzoek plaats vind. De onderstaande tekst geeft de afbakening waar binnen het onderzoek plaats vindt weer.

1.5.1. Voortgezet onderwijs.

In Nederland zijn er in grote lijnen drie schooltypen te onderscheiden; de basisschool, de middelbare school en de tertiaire opleidingen MBO, HBO en Universiteit. Dit onderzoek richt zich alleen op het voortgezet onderwijs. Voor tertiaire opleiding gelden volledige andere financieringsstromen dan voor basis,- en middelbaar onderwijs.

Tussen het basis onderwijs en het middelbaar onderwijs zijn twee verschillen: basisschoolbesturen hebben niet de mogelijkheid om zelf te investeren in huisvesting is en zijn ook niet verantwoordelijk voor het buitenonderhoud, terwijl middelbare scholenbesturen wel de mogelijkheid hebben om zelf te investeren in huisvesting en zelf verantwoordelijk zijn voor het buitenonderhoud. Door deze mogelijkheid om zelf te kunnen investeren in huisvesting kan het onderzoek meer bijdragen aan de voortgezet onderwijs sector.

Kenmerken voortgezet onderwijs scholen

Het voortgezet onderwijs is bedoeld voor kinderen van 12 tot er met 18 jaar. Tot het voortgezet onderwijs behoren het VWO, de HAVO, het VMBO (inclusief het leerwegondersteunend onderwijs, LWOO) en het praktijkonderwijs.

In tabel 1 zijn de sectorcijfers van jaargang 2009/2010 van het voortgezet onderwijs weergegeven om de omvang van de sector aan te geven.

Sectorcijfers voortgezet onderwijs	
Aantal leerlingen	935.000
Aantal scholen	657
Aantal vestigingen	1147
Gemiddelde leerlingen per vestiging	792
Fte's	88.000
Kosten personeel	79% van totaal

Tabel 2: Sectorcijfers voortgezet onderwijs

Volgens de prognose van het ministerie OCW zijn in het jaargang 2015/2016 977.000 leerlingen die het voortgezet onderwijs volgen. Voor de jaren daarna wordt een sterke daling voorzien ten gevolge van de demografische ontwikkelingen.

Gemeten naar de OESO indicatoren voor onderwijsuitgaven, was de omzet in het voortgezet onderwijs in Nederland in 2009 was € 9,73 miljard. Per leerling in het voortgezet onderwijs komt dit neer op een bedrag van € 10.410,- In Nederland werd in 2009 5,9% van het BBP besteed aan onderwijs, dit is 11,6% van alle de overheidsuitgaven.

(CBS, 2010)

1.5.2. Bouwjaar 2005-2008

Het onderzoek richt zich op voortgezet onderwijs schoolgebouwen die nieuw zijn opgeleverd tussen 2005 en 2008. Deze afbakening wordt gemaakt om goede vergelijking te kunnen opstellen tussen de verschillende scholen. Ook is de van beschikbaarheid aan data voor deze afbakening goed.

1.6. Relevantie

1.6.1. Maatschappelijke relevantie

Vanuit de maatschappij is er noodzaak voor lagere milieubelasting en economische voordeligere gebouwen. Dit wordt momenteel nog vaak tegengehouden door verkeerde bezuinigingen op huisvesting. Dit onderzoek kan inzicht verschaffen in het verlies aan budget door het verkeerd bezuinigen.

1.6.2. Wetenschappelijke relevantie

Wat betreft duurzaamheid en scholenbouw kan worden gesteld dat er erg veel is gepubliceerd in de afgelopen jaren. Toch lijkt er nog steeds verwarring te bestaan en worden verschillende artikelen aangehaald die wellicht niet aangehaald zouden moeten worden (zie introductie). Men zou de vraag kunnen stellen wanneer is er sprake van een 'knowledge gap'? Als de informatie niet voorhanden is? Of wanneer er teveel informatie is waardoor die niet op de goede manier wordt gebruikt of vergeleken?

Dit onderzoek is een toevoeging aan de kennis over Life cycle costs aan de ene kant en onderwijshuisvesting aan de anderen kant, een gecombineerd onderzoeksveld waar nog veel kennis toe te voegen is. **(van Lanschot 2012)**

1.7. Onderzoeksmethode

Het onderzoek is opgesplitst in twee delen; literatuuronderzoek en casestudies.

1.7.1. Theoretisch deel

In de hoofdvraag komen drie onderwerpen naar voren; duurzaamheid, onderwijshuisvesting en levensduurkosten. Tijdens het theoretisch onderzoek wordt onderzoek gedaan naar deze drie onderwerpen.

1.7.2. Dataverzameling

Om een antwoord te geven op de vraagstelling zullen er meerdere casussen worden geanalyseerd. De algemene selectiecriteria waar de cases aan moeten voldoen voor dit onderzoek zijn.

- Voortgezet onderwijs scholen
- Oplevering nieuwbouw tussen 2005-2008
- Type onderwijs: VMBO

Het onderzoeksgebied richt zich specifiek op VMBO scholen, dit vanwege de verwachting aan beschikbaarheid van cases en, omdat er een significant verschil is in de exploitatielasten tussen de verschillende onderwijsvormen. De verschillende type onderwijs zijn niet goed te vergelijken, dit blijkt ook uit het benchmarkonderzoek van HEVO naar exploitatiekosten van VO scholen. VMBO scholen hebben gemiddeld € 57,- per m² BVO/jaar aan huisvestingslasten en AVO scholen gemiddeld € 51,90 per m² BVO. Per leerling is het verschil groter namelijk € 763 om € 512. (**Adriaansen et al 2010**). Uit hetzelfde benchmark onderzoek blijkt dat de posten onderhoud en schoonmaak samen voor goed zijn voor ongeveer 62% van de exploitatiekosten van de school. Water en Energieverbruik zijn goed voor een aandeel van 29%. De totale huisvestingslasten voor scholen zijn gemiddeld 7% van de totale lasten van scholen (**Adriaansen et al 2010**). Aangezien schoolgebouwen in eigendom zijn van de gemeente behoren de eigendomslasten ook toe aan de gemeente.

De volgende data wordt voor elke case verzameld.

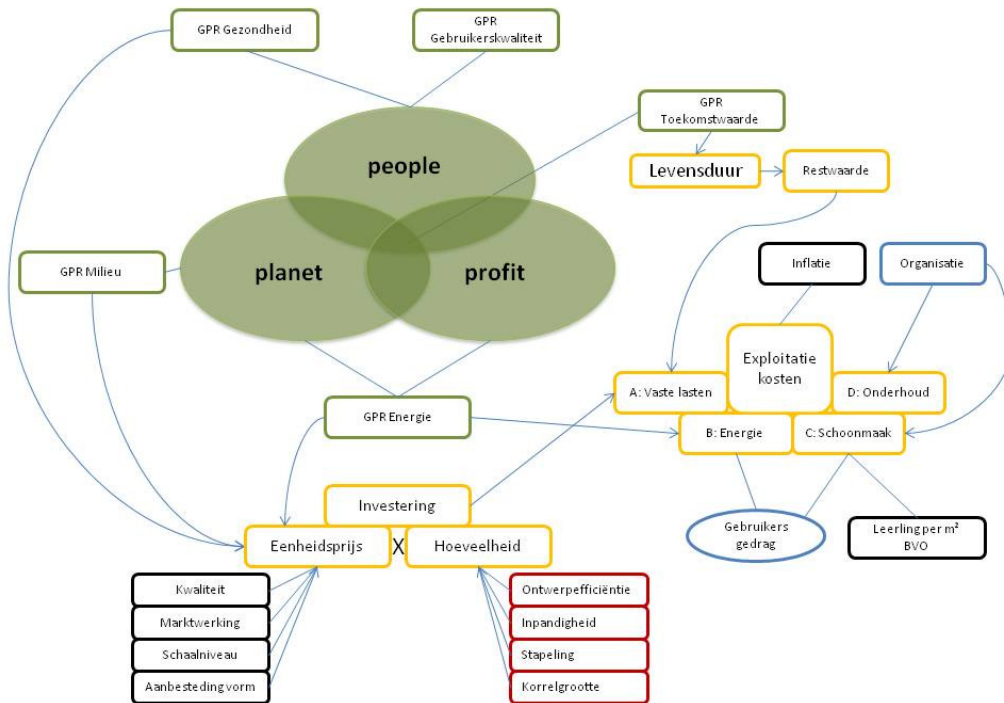
- Algemene gegevens school
- Bouwtekeningen (bron: bouwaanvraag)
- Epc berekening (bron: bouwaanvraag)
- Investeringsom (bron: gemeente/schoolbestuur)
- Exploitatiecijfers van twee jaargangen (bron: schoolbestuur)
 - Energieverbruik
 - Schoonmaak
 - Groot onderhoud
 - Klein onderhoud

Met behulp van de bouwtekening en EPC berekening kan de GPR-Gebouw berekening worden uitgevoerd. Op basis van de kostencijfers kunnen de levensduurkostenberekening van de schoolgebouwen over de termijn van 40 jaar worden bepaald. Vergelijkingen tussen de verschillende cases worden gemaakt op basis van kosten per m² BVO.

Levensduurkosten (LCC) = NCW Vaste lasten (VL) + NCW Energiekosten (E) + NCW Schoonmaak (S) + NCW Onderhoud (O) + NCW Einde levensduurkosten

1.7.3. Conceptueel model

In het figuur 1 worden de variabelen in het onderzoek en de relaties tussen deze weergegeven. De tool GPR-Gebouw geeft duurzaamheidsscores op vijf thema's, de relaties tussen deze vijf thema's en levensduurkosten wordt tijdens dit onderzoek onderzocht. Buiten de duurzaamheid om zijn er nog andere factoren die invloed hebben op de levensduurkosten. Deze andere factoren worden in dit onderzoek ook bekeken.



Figuur 1: Conceptueel model onderzoek

2. Duurzaamheid

Dit hoofdstuk behandelt het duurzaamheidvraagstuk met betrekking tot de bouw. In dit hoofdstuk zullen subvragen 2.1, 2.2 en 2.3 behandeld worden; Wat zijn de belangrijkste theorieën voor duurzaam bouwen? Wat zijn de meest gebruikte meetinstrumenten voor duurzame gebouwen, en welk instrument is het meest geschikt voor dit onderzoek? Zijn duurzame gebouwen (per definitie) duurder dan niet duurzame gebouwen?

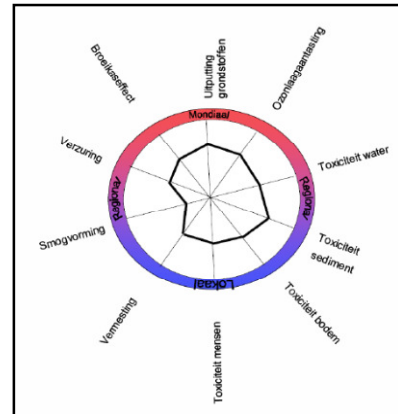
2.1. Duurzame ontwikkeling

De huidige ontwikkeling waarmee men momenteel in de behoeften voorziet is niet duurzaam. Het tempo waarin grondstoffen worden verbruikt en schade aan het milieu wordt berokkend is hoger dan het tempo waarin deze grondstoffen zich aanvullen en schade ongedaan gemaakt kan worden door de natuur zelf. Het Living Planet Report (**WWF, 2010**) voorspelt dat als de huidige ontwikkeling aanhoudt, men in 2050 drie keer de aarde nodig heeft om in de behoefte te voorzien. Duurzame ontwikkeling wordt gesteld als de oplossing voor dit probleem.

Duurzame ontwikkeling wordt als volgt gedefinieerd: *Duurzame ontwikkeling is ontwikkeling die aansluit op de behoeften van het heden zonder het vermogen van toekomstige generaties om in hun eigen behoeften te voorzien in gevaar te brengen.* (**Brundtland 1987**).

Het vermogen van de toekomstige generaties wordt bedreigd door een aantasting van het milieu. De milieu-impacts hebben betrekking op verschillende ruimteschalen;

- Op mondiale schaal; uitputting van grondstoffen, broeikaseffect en aantasting van de ozonlaag.
- Op regionaal schaalniveau; smogvorming, verzuring, eco- toxiciteit voor water.
- Op het lokaal niveau; plaatselijke milieu-effecten, zoals eco-toxiciteit voor bodem, vermeting, lokale luchtvervuiling, geluidshinder, binnenmilieu en gezondheid. (**Hoffman 2008**)



Figuur 2: verschillende milieu effecten op verschillende schaalniveau's

Bron: Itard 2006

Duurzame ontwikkeling streeft naar het reduceren van de schadelijke effecten voor milieu en de mens. In de bouwsector wordt dit gekenmerkt door het minimaliseren van schadelijke milieueffecten als gevolg van het vervaardigen van bouwcomponenten, bouwactiviteiten en gebouwgebruik (**Hoffman 2008**).

Voor het beperken van de mondiale milieu impacts is een wereldwijde aanpak nodig. Over deze wereldwijde aanpak is geen nog consensus bereikt. Hoewel hier geen wereldwijd akkoord over is, zijn er binnen de Europese Unie zijn wel afspraken gemaakt over de noodzakelijke CO₂-reducties. De EU-landen hebben afgesproken om in 2020 minimaal 20% minder CO₂ uit te stoten ten opzichte van 1990.

De EU-doelen voor Nederland zijn 20% CO₂-reductie en 14% duurzame energie in 2020. Het Nederlandse Kabinet heeft echter zelf een hogere doelstelling geformuleerd; de CO₂ emissie moet met 30% gereduceerd zijn in 2020, ten opzichte van 1990 (www.rijksoverheid.nl).

In de Kyotoperiode van 2008 tot en met 2012 mag Nederland maximaal gemiddeld 200 Mton CO₂-equivalenten per jaar uitstoten, 6% vermindering t.o.v. 1990. Dat doel wordt waarschijnlijk gehaald (**PBL 2010**). Het nationale doel, van 30% emissie-reductie tussen 1990 en 2020, wordt als de huidige ontwikkeling doorzet niet gehaald. Dat blijkt uit een recente evaluatie van de verwachte effecten van het vastgestelde en voorgenomen beleid in het werkprogramma Schoon en Zuinig (**ECN en PBL, 2010**).

Om de nationale doelstelling te behalen is dus een verdere beperking van de uitstoot van CO₂ nodig. Dit is mogelijk binnen de gebouwde omgeving. Deze is in Nederland namelijk verantwoordelijk voor 35% van de CO₂-emissie. Voor het bereiken van deze doelstelling binnen de gebouwde omgeving zijn strategieën ontwikkeld voor duurzaam bouwen.

2.2. Strategieën duurzaam bouwen.

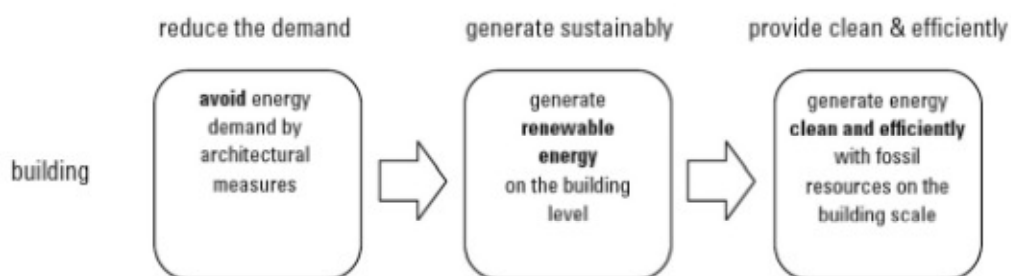
Zoals genoemd in de vorige paragraaf is de gebouwde omgeving verantwoordelijk voor 35% van de CO₂-emissie in Nederland. Voor het bereiken van de duurzaamheid doelstelling zijn verschillende strategieën voor duurzaam bouwen ontwikkeld. In deze paragraaf worden de strategieën trias energetica, cradle to cradle en Tripple Bottom Line beschreven.

2.2.1. Trias Energetica

Trias Energetica is gericht op het besparen van energie. De strategie bestaat uit drie opeenvolgende stappen (www.boomdelft.nl):

1. Het beperken van energiegebruik
2. Het gebruiken van duurzame energiebronnen
3. Het efficiënt gebruiken van eindige energiebronnen

De strategie heeft als uitgangspunt dat stap 1 het meest effectief is, gevolgd door stap 2 en daarna stap 3. Volgens de Trias Energetica moeten eerst alle mogelijke maatregelen van stap 1 worden toegepast voordat maatregelen uit stap 2 worden gerealiseerd enz. Wanneer het per stap niet meer mogelijk is om verdere vorderingen te maken, zal overgegaan moeten worden naar de volgende stap.



Figuur 3: Trias energetica (Bron: Van den Dobbelsteen 2010)

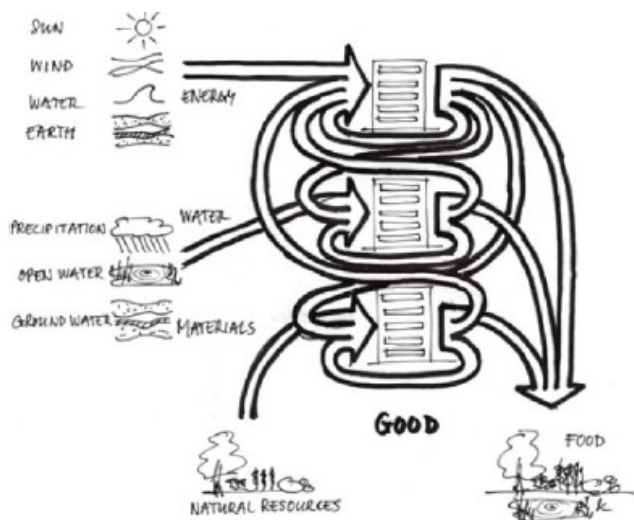
2.2.2. Cradle to Cradle

Het Cradle to Cradle-principe (Braungart & McDonough, 2002) heeft als achterliggende gedachte dat gebruikte materialen grondstoffen moeten zijn. *"Alle gebruikte materialen zouden na hun leven in het ene product, nuttig kunnen worden ingezet in een ander product. Hierbij zou geen kwaliteitsverlies mogen zijn en alle restproducten moeten hergebruik kunnen worden of milieuneutraal zijn. Deze kringloop is dan compleet... en afval is voedsel"* (cradletocradle.nl, 2010)

Wanneer het Cradle to Cradle-principe wordt geïntegreerd zijn er twee elementen van belang:

- Recycling, zowel in het gebouw als buiten het gebouw om.
De drie stromen; energie, water en materialen, worden elk afzonderlijk gerecycled. Wanneer de recycling plaats vindt buiten het gebouw om zal het afval worden gebruikt in de stedenbouwkunde omgeving. Voorbeelden van de twee recyclestromen zijn: warmteterugwinning in het gebouw en afvalwaterzuivering buiten het gebouw om.
- Afzonderlijke stromen aan elkaar koppelen, waardoor het afval van de ene stroom, voedsel is voor de andere stroom.

Als het afval vanuit het gebouw wordt gebruikt als voedsel voor de eigen stroom of een van de andere twee stromen, zal de vraag naar energie, water en materialen aanzienlijk verminderen (van den Dobbelsteen, 2009).



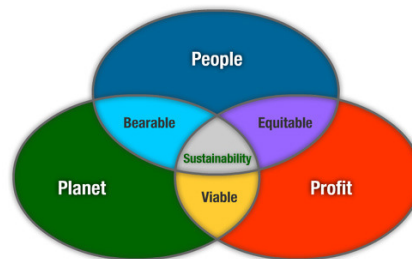
Figuur 4: een goed gebouw volgens crade2cradle (bron: van den Dobbelsteen 2009)

2.2.3. Triple Bottom Line

De eerder genoemde theorieën behandelen al een groot deel van de ecologische duurzaamheids onderwerpen (Planet), maar in lijn met het Tripple Bottom Line model (**Elkington 1997**) heeft duurzaamheid ook een sociale (People) en een economische (Profit) component. Het model, ook wel het People, Planet, Profit ofwel 'triple P' genaamd, vraagt om, naast het streven naar winst, ook aandacht te schenken aan de sociale consequenties en de ecologische gevolgen (**Ter Haar, 1999**). Om duurzaamheid te bereiken dienen de drie P's volgens het model met elkaar in evenwicht te staan of men moet ernaar streven deze drie P's harmonieus met elkaar te laten samenwerken.

Onder 'People' verstaat men nu niet alleen het beperken van de sociale consequenties van een ontwikkeling, maar het gaat hier juist om het optimaliseren van kwaliteiten, die betrekking hebben op de gebruiker van het gebouw. Belangrijke thema's zijn welzijn, gezondheid en veiligheid.

Onder 'Planet' valt alle schade aan het milieu zoals klimaatverandering, luchtkwaliteit, giftige stoffen, uitsterven van soorten en schade aan leefomgevingen. Bij een duurzame ontwikkeling dient schade aan deze aspecten beperkt te blijven. 'Profit' staat voor de economische en maatschappelijke winst.



Figuur 5: Triple P, duurzaamheid kan gevonden worden in de balans tussen deze pijlers.

Gebouw ontworpen volgens het Triple P principe dienen dan niet alleen goed zijn op de gebieden van milieu (cradle2cradle) en energie (Trias Energetica) maar dienen ook goed te zijn voor de mens en voor de financiën.

2.2.4. Flexibiliteit als duurzaamheid

Flexibiliteit voor nieuwe gebouwen houdt in dat het gebouw en zijn onderdelen zodanig ontworpen en gerealiseerd worden dat er op allerlei niveaus aanpassingen mogelijk zijn. Hierdoor kan de gebruiker of de eigenaar het gebouw steeds aanpassen aan zijn huidige eisen en wensen. Bij de eerste ingebruikname veronderstelt dit een grote keuzevrijheid van de gebruiker tussen verschillende mogelijkheden, zonder de eventuele latere gebruikers in hun eisen te beperken. Flexibiliteit betekent immers ook aanpasbaarheid tijdens de levensduur, ofwel aan de veranderde eisen van de gebruiker, ofwel aan de eisen van een nieuwe gebruiker, bij een eventuele tweede of volgende gebruiksduur. Dankzij flexibiliteit van het gebouw kan reageren op de steeds meer individuele wensen van gebruikers, door deze mogelijke reactie wordt de levensduur van een gebouw verlengd en dit resulteert vervolgens weer in een lagere milieubelasting.

Vanuit de flexibiliteit is het van belang om te denken aan een scheiding tussen elementen met verschillende levensduur. In de eerste plaats kan hierbij gedacht worden aan een scheiding tussen de dragende structuur, met meestal een heel lange technische levensduur, en de afwerking waarvoor de

gebruiksduur vaak veel korter is. Dit komt sterk tot uiting bij bijvoorbeeld kantoorgebouwen, waar vaak gereorganiseerd wordt, waar andere gebruikers in komen, waar nieuwe technologieën moeten ingewerkt worden, enz. Ook voor de leidingen en installaties kan het een bewuste keuze zijn om deze los te koppelen van de andere gebouwonderdelen. Zo kan men vermijden dat men bijvoorbeeld leidingen instort, die vanuit functioneel oogpunt al na 10 jaar niet meer op de juiste plaats liggen, in een betonnen structuur die misschien wel 100 jaar onveranderd in gebruik blijft. Een andere optiek kan zijn om van bij de bouw van het gebouw de nodige voorzieningen te treffen voor latere veranderingen in het gebouw. Bijvoorbeeld door de installaties en het leidingennetwerk te overdimensioneren of door te werken met wachtleidingen. (www.ifd.nl januari 2012)

2.2.5. Conclusie duurzaam bouwen theorieën.

Het begrip duurzaamheid is niet eenduidig en omvat alles wat van belang is voor onze toekomst. De meest gebruikte definitie van duurzame ontwikkelingen is beschreven door Brundtland **(1987)**. Volgens de Brundtland definitie zou een duurzaam gebouw gekenmerkt kunnen worden als een gebouw dat goed aansluit op de behoefte van het heden en dat geen gevaar brengt voor het vermogen van toekomstige generaties om in hun behoeften te voorzien.

Duurzaamheid is meer dan het toevoegen van technische vernuftigheden die het gebouw energiezuinig maken. Duurzaamheid zit in het ontwerp en aanpasbaarheid moet daar een deel van uitmaken. De aanpasbare eigenschap van een gebouw maakt transformatie in de toekomst mogelijk waardoor het skelet langer functioneel gebruikt kan worden. Het skelet veroorzaakt na 20 jaar gebruik van een gebouw ongeveer 30% van de milieubelasting. (**Schenk 2009**)

2.3. Duurzaamheid meetinstrumenten

Om de duurzaamheid van gebouwen te bepalen zijn door verschillende partijen meetinstrumenten ontwikkeld. Deze meetinstrumenten maken het mogelijk om de duurzaamheid van verschillende gebouwen te vergelijken. In dit deze paragraaf worden de meest gebruikte instrumenten; EPC, Breaam-NL, LEED, GreenCalc+ en GPR-Gebouw besproken.

EPC



De EPC staat voor Energieprestatie Coëfficiënt (EPC) en is vanaf 1995 verplicht gesteld bij een bouwvergunningaanvraag. De EPC is een berekening waarbij op basis van een standaard gebruik de energievraag van een gebouw bepaald wordt. In het bouwbesluit zijn voor verschillende gebruiksfunctie eisen opgenomen voor de energiezuinigheid.

Nieuwe gebouwen/ontwerpen dienen dus te voldoen aan de gestelde EPC eis, uitgedrukt in een getal. De EPC berekening is voor alle labels een groot onderdeel van het thema energie.

BREEAM-NL



Breeam-nl is gebaseerd op het instrument breeam, dat in Engeland is ontwikkeld. Het gaat hier om een instrument dat een bepaald gebouw toets op haar duurzaamheid en doet dit op negen verschillende thema's: management, gezondheid, energie, water, materiaal, afval, vervuiling, transport en ecologie & landgebruik. Het instrument kent punten toe voor het voldoen aan bepaalde duurzame toepassingen en met een bepaalde weging per thema kan uiteindelijk een score worden uitgerekend. Er zijn vijf verschillende gradaties: 'pass', 'good', 'very good', 'excellent' en 'outstanding'. Door het aanleveren van bewijslast aan de DGBC (Dutch Green Building Council), die het instrument heeft gelanceerd, kan een label worden toegekend (www.breeam.nl).

LEED Het Leed is opgezet vanuit de US Green Building Council en kan wereldwijd behaald worden. LEED hanteert een vergelijkbare meetmethode als Breeam-nl.

GreenCalc+



Het meetinstrument GreenCalc+ is ontwikkeld door de stichting Sureac. Met het instrument kan de duurzaamheid van nieuwbouw of bestaand gebouw van woningen/woongebouwen, scholen, kantoren, gezondheidszorgfuncties en winkels worden beoordeeld. GreenCalc+ beoordeelt duurzaamheid op drie thema's: materiaalgebruik, watergebruik en energiegebruik. De milieuprestaties van het gebouw worden weergegeven met de milieu index gebouw (MIG) (**Versteeg & van der Weerd 2010**).

GPR-Gebouw



GPR gebouw is een meetinstrument dat is ontwikkeld door W/E adviseurs en de gemeente Tilburg. De beoordeling is opgesplitst in de vijf modules, namelijk Energie, Milieu, Gezondheid, Gebruikerskwaliteit en Toekomstwaarde. De duurzaamheid wordt per module weergegeven door een cijfer op een schaal van 1 t/m 10. Een waardering van zes is representatief voor nieuwbouw op Bouwbesluitniveau, Een waardering van 7 wordt nieuwbouw in de praktijk vaak gezien als gemiddeld duurzaam, een waardering van 8 betreft voor nieuwbouw een hoog niveau van duurzaamheid. (Versteeg & van der Weerd 2010).

Dubo Checklist

Hoewel de DuBo checklist geen meetinstrument is, is de checklist wel bruikbaar daar het aangeeft waaraan gedacht dient te tijdens het ontwerpproces. In verschillende PvE's wordt vaak naar de DuBo lijst materialen verwezen, om zo te materialen voor te schrijven met een lagere milieubelasting.

2.3.1. Vergelijking instrumenten

In dit onderzoek wordt gekozen voor het meetinstrument GPR-Gebouw. Dit omdat in het GPR-Gebouw meetinstrument het thema flexibiliteit en aanpasbaarheid veel aandacht krijgen.

Alle meetinstrumenten behandelen de thema's energie, materialen en water. Voor de andere duurzaamheidsthema's bestaan er verschillen tussen de instrumenten. Adviseurs Henk Versteeg en Janneke van der Weerd van adviesbureau LBP|SIGHT hebben de kenmerken van de meetinstrumenten GreenCalc, BreeamNL en GPR-Gebouw met elkaar vergeleken. Een overzicht van deze vergelijking is te vinden in figuur 6.

Overzicht kenmerken beoordelingsinstrumenten			
Methodiek			
Leverancier / eigenaar	Stichting Sureac	DGBC	W/E adviseurs
Toepassingsgebied	ontwerptool	ontwerp- en procestool	ontwerptool
Kwalificerend	nee	ja	ja
Kwantificerend	ja	ja	ja
Kwaliteitsborging	nee	certificeerbaar	nee
Duurzaam inkopen			
Rijksoverheid	ja	nog niet	ja
Duurzaamheidsthema's			
energie	ja	ja	ja
materialen / afval	ja	ja	ja
water	ja	ja	ja
transport / mobiliteit	ja	ja	nee
gezondheid en welzijn	nee	ja	ja
management	nee	ja	nee
gebruikerskwaliteit	nee	nee	ja
toekomstwaarde	nee	nee	ja
landgebruik en ecologie	nee	ja	nee
vervuiling	nee	ja	nee

Figuur 6: Overzicht kenmerken beoordelingsinstrumenten, bron Versteeg & Weerd 2010

Het thema flexibiliteit wordt verschillende beoordeeld door de instrumenten. GreenCalc+ wordt dit thema niet beoordeeld. In het meetinstrument BreeamNL kunnen wel punten behaald worden op het onderdeel flexibiliteit. Bij het onderdeel HEA16 van BreeamNL kunnen maximaal twee punten worden toegekend voor de flexibiliteit, in de onderstaande tabel wordt weergegeven waarmee deze punten behaald kunnen worden. In de module Gezondheid en Comfort (HEA) zijn voor schoolgebouwen maximaal 16 punten te behalen. Flexibiliteit maakt dus voor 12,5% deel uit van de Gezondheid en Comfort module.

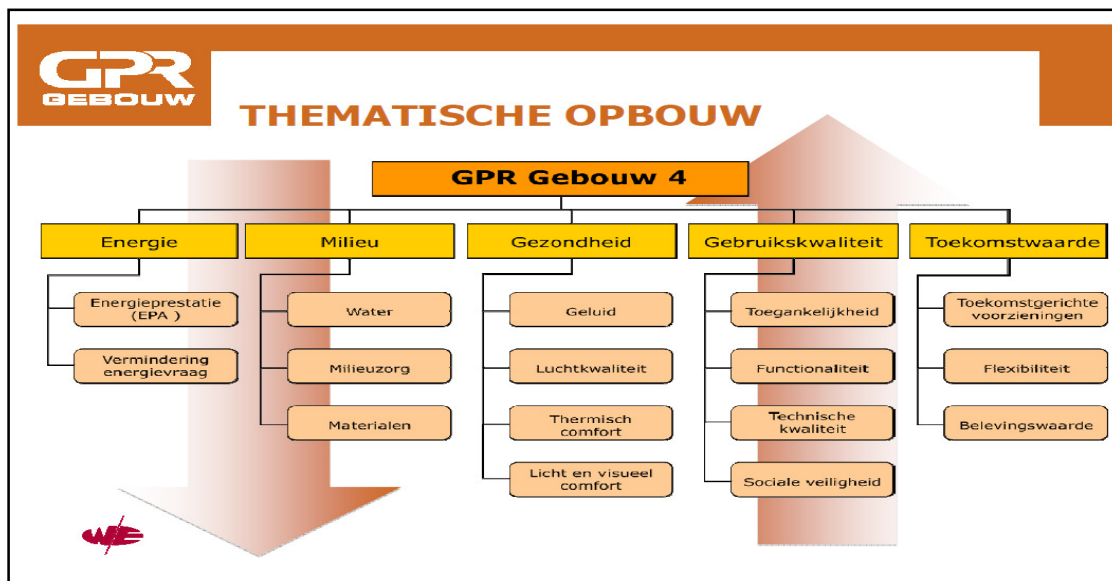
Creditcriteria	
Er kunnen 2 punten als volgt toegekend worden:	
Punten	
1	Waar de geleverde bewijsvoering aantoont het casco dusdanig is ontworpen, dat aanpassingen met minimale ingrepen door te voeren zijn.
1	Waar de geleverde bewijsvoering aantoont de afbouw en inrichting dusdanig is, dat aanpassingen met minimale ingrepen door te voeren zijn.

Figuur 7: punten criteria HEA 16 BreeamNL (Dutch Green Building Council, 2011)

Een onderdeel van het instrument GPR-Gebouw is de module Toekomstwaarde, waarin de submodules Toekomstgerichte voorzieningen, Flexibiliteit en Belevingswaarde apart beoordeeld worden. Vanwege deze module wordt er in dit onderzoek gekozen voor het meetinstrument GPR-Gebouw. Voor een verdere toelichting op dit meetinstrument zie paragraaf 2.4.

2.4. GPR

GPR-Gebouw wordt in dit onderzoek toegepast om de duurzaamheid van verschillende gebouwen te bepalen. Het instrument is opgebouwd uit vijf hoofdthema's die gelden als aparte onderdelen en die niet gemiddeld kunnen worden. De vijf hoofdthema's bestaan elk uit verschillende subthema's, in het onderstaande overzicht worden de thema's en subthema's weergegeven.



Figuur 8: Thematische opbouw GPR Gebouw www.gprgebouw.nl

Per thema zijn maximaal 1000 punten te behalen. Deze punten worden toegekend als het gebouw aan bepaalde voorwaarden voldoet. De inhoud van thema's en subthema's en de daarbij horende maximale scores worden hieronder toegelicht.

Thema Energie:

Het thema energie bestaat uit de submodules Energieprestatie en Vermindering energievraag. Aan de basis van dit thema staan de oppervlakte kenmerken van het gebouw.

- Energieprestatie (maximaal 750 punten): Op basis van de EPC berekening (zie ook paragraaf 2.6.) wordt de score van de submodule energieprestatie bepaald. De resultaten van de EPC berekening worden ingevoerd in GPR-Gebouw.
- Vermindering energievraag (maximaal 250 punten): Een aantal energie maatregelen verdienen hier extra punten. Een voorbeeld hiervan is het toepassen van vloer/wand verwarming als hoofdverwarming.

Thema Milieu:

Het thema Milieu bestaat uit de submodules Water, Milieuzorg en Materialen.

- Water (200): In dit subthema wordt in gegaan op waterbesparende maatregelen.
- Milieuzorg (100): milieuzorg tijdens de bouw wordt in deze subparagraaf geanalyseerd, omdat de gebouwen al gebouwd zijn en de milieuzorg geen invloed meer heeft wordt in dit onderzoek deze subparagraaf op gelijke waarde (7) gesteld voor de verschillende cases. gesteld.

-
- Materialen (700): De milieubelasting van het materiaalgebruik van het gebouw wordt hier bepaald, dit gebeurt door een levenscyclusanalyse (LCA) berekening. De LCA gaat standaard uit van een levensduur van 50 jaar.

Thema Gezondheid

Het thema Gezondheid bestaat uit de submodules Geluid, Luchtkwaliteit, Thermisch comfort en Licht en visueel comfort.

- Geluid (150): beoordeling op hinder van geluid door verkeerslawaaai (geluidwering), door burens, installatiegeluid en de geluidisolatie binnen een gebouw.
- Luchtkwaliteit (450): de aanwezigheid of juist de afwezigheid van enerzijds vervuilende bronnen en anderzijds de ventilatievoorzieningen van belang.
- Thermisch comfort (350): beoordeling van zowel winter- als zomercomfort.
- Licht en visueel comfort (50): Licht en visueel comfort worden beoordeeld aan de hand van het raamoppervlak (daglichttoetreding) en maatregelen om verblinding te voorkomen.

Thema Gebruikerskwaliteit

Het thema Gebruikerskwaliteit is opgebouwd uit de submodules Toegankelijkheid, Functionaliteit, Technische kwaliteit en Sociale veiligheid.

- Toegankelijkheid (250): Hier zijn eisen ontleend aan het Handboek Toegankelijkheid. Het doel van deze eisen is dat mensen met een rolstoel buiten en binnen de woning zelfstandig kunnen leven.
- Functionaliteit (250): hieronder vallen kenmerken die bepalen in hoeverre sprake is van efficiënt ruimtegebruik, voldoende ruimtelijke afmetingen, functionele (gebruiks)kwaliteit en de aanwezigheid van randvoorwaarden voor goed gebruik.
- Technische kwaliteit (250): Bij nieuwbouw wordt er door GPR-gebouw de maximale score gegeven. Mede door deze maximale score is de beoordeling voor het thema gebruikerskwaliteit hoog.
- Sociale veiligheid (250): bij deze submodule hoort onder andere de zichtbaarheid van de entree.

Thema Toekomstwaarde

Het thema Toekomstwaarde is opgebouwd uit de submodules Toekomstgerichte voorzieningen, Flexibiliteit en Belevingswaarde.

- Toekomstgerichte voorzieningen (333): Onder de kop Toekomstgerichte voorzieningen zijn maatregelen opgenomen die een goede basis of randvoorwaarden bieden voor een lange levensduur. Het gaat enerzijds om technieken gericht op het zinvol toepassen van toekomstige energievoorzieningen, anderzijds gaat het om bouwtechnische oplossingen die bijdragen aan een lange levensduur van materialen of rekening houden met vervangbaarheid van delen met een kortere levensduur.
- Flexibiliteit (333): Het belangrijkste uitgangspunt van flexibel bouwen is dat het gebouw zodanig ontworpen en gerealiseerd is dat er op allerlei niveaus aanpassingen mogelijk zijn. In GPR Gebouw zijn technieken die randvoorwaardelijk bijdragen aan flexibiliteit gewaardeerd op het niveau van het gebouw, de ruimte, de bouwdelen en de installatietechniek.
- Belevingswaarde (333): In deze module wordt bijvoorbeeld de architectonische en esthetische waardering beschreven.

2.4.1. Energieprestatie berekening

De energie presentatie coëfficiënt wordt voor utiliteitsgebouwen bepaald door middel van de NPR 2917. Volgens deze praktijk richtlijn wordt de energiezuinigheid van een gebouw beïnvloed door een drietal factoren:

- 1) oriëntatie van het gebouw: wanneer een gebouw gericht op het zuiden wordt gebouwd, kan volop gebruik worden gemaakt van zonnewarmte. Voor woningen kan de oriëntatie veel energie besparen. Voor utiliteitsgebouwen kan de interne warmtelast (bijvoorbeeld ten gevolge van computers) zo hoog zijn dat zonnewarmte juist moet worden buiten gehouden.
- 2) bouwkundige schil: hoe beter de isolatiewaarde van gevel, dak en begane grond vloer, des te kleiner zijn het transmissieverlies.
- 3) installatieconcept: een efficiënt installatieconcept bespaart veel energie. Het bestaat uit de meest optimale combinatie van ventileren en verwarmen en/of koelen. Het bepaalt ook in belangrijke mate welke (combinaties van) energiebesparende technieken en duurzame opwekking mogelijk zijn. **(SenterNovem 2004)**

De EPC gaat uit van een gestandaardiseerd verbruik, terwijl het werkelijke energieverbruik uiteindelijk sterk afhankelijk is van de activiteiten die in een gebouw plaats vindt en het gedrag van de gebruikers. 'Binnen de EPC wordt geen rekening gehouden met het gebruik van bijvoorbeeld digitale schoolborden, computers en overige apparatuur' **(BNA onderzoek 2011)**. Binnen de EPC berekening worden een inschatting gemaakt voor de benodigde energie voor de onderdelen; verwarming, ventilatie, pompen, koeling, tapwater en verlichting.

2.5. Conclusie

De belangrijkste theorieën over duurzaam bouwen zijn Trias Energetica, Cradle2Cradle en Tripple Bottom Line, waarin een balans gezocht dient te worden tussen de drie P's van People, planet en profit.

In dit onderzoek wordt er voor gekozen om de duurzaamheid van gebouwen te meten langs de GPR-Gebouw meetlat. Dit omdat flexibiliteit en toekomstwaarde in de GPR-Gebouw van belang zijn, dit in tegenstelling tot de andere meetinstrumenten (BREEAM of GreenCalc).

De vraag of duurzaam ook duurder is, hangt af van de benadering. GreenCalc, EPC, GPR en Bouwbesluit veronderstellen elk op hun eigen manier een standaardreferentie, terwijl BREEAM, LEED en vergelijkbare systemen een, zelfs schuivende, ambitie definiëren. Die standaardreferentie heeft altijd wel een component in zich van een minimale, maar acceptabele basis en daardoor is de verwachting dat duurzamere gebouwen duurder zijn. **(Van Doorn, De Jong en Koppels, 2012)**.

3. Voortgezet Onderwijs

In dit hoofdstuk wordt de gehele regeling rondom de onderwijshuisvesting beschreven zoals het eigendom, de verantwoordelijkheden en de financieringsstromen. In dit hoofdstuk zullen subvragen 3.1, 3.2 en 3.3 behandeld worden; Hoe werkt het financiële systeem van een voortgezet onderwijs scholen? Wat zijn de mogelijkheden voor eigendomsrechten van schoolgebouwen? Wat is de meest toegepaste methode voor het afschrijven op onderwijshuisvesting?

3.1. Onderwijshuisvesting

3.1.1. Beleid en regelgeving onderwijs huisvesting

In 1997 is de verantwoordelijkheid en het budget voor huisvesting voor scholen voor primair, speciaal en voortgezet onderwijs gedecentraliseerd van het Rijk naar de gemeenten. Sinds de decentralisatie ontvangen gemeenten een vergoeding voor onderwijshuisvesting in de algemene uitkering uit het gemeentefonds. In 2007 ging dit om een bedrag van € 1,29 miljard. **(Wissink en van der Ploeg, 2009 p.5).**

Bij de decentralisatie werden de gemeenten verantwoordelijk voor de realisatie van nieuwbouw, uitbreiding bestaande bouw, grootschalig onderhoud buitenzijde van het gebouw en aanpassing aan de binnenzijde van het gebouw. Schoolbesturen werden medeverantwoordelijk voor hun huisvesting, namelijk voor het onderhoud van de binnenzijde van het gebouw. Voor Voortgezet Onderwijs scholen is in 2005 de volledige taak voor onderhoud aan gebouwen bij wet overgedragen aan de schoolbesturen. De gemeenten bleven verantwoordelijk voor uitbreiding en nieuwbouw **(Wissink en van der Ploeg, 2009 p.5).**

De financiering van onderwijshuisvesting is opgesplitst in twee budgetten die beide worden ontvangen vanuit het Rijk. Hoewel de twee budgetten beide vanuit het Rijk bekostigt worden, zijn de zeggenschappen over deze budgetten gedecentraliseerd naar de gemeente en naar het schoolbestuur zelf.

3.1.2. Eigendom & bouwheerschap

De onderwijswetgeving geeft een heldere en evenwichtige rolverdeling tussen gemeente en schoolbestuur als het gaat om bouw en beheer van schoolgebouwen. De gemeente stelt op aanvraag van het schoolbestuur middelen beschikbaar en wijst een locatie aan. Het bestuur treedt op als opdrachtgever/bouwheer naar de uitvoerende partijen en krijgt de eigendom van terrein en gebouwen **(artikel WVO 76n).**

Uitgangspunt van de onderwijswetgeving (Wet Primair Onderwijs en Wet Voortgezet Onderwijs) is dat het eigendom van het schoolgebouw ligt bij het schoolbestuur. Dit eigendom wordt als zodanig vastgelegd in het kadaster via een notariële akte. In het spraakgebruik wordt bij de schoolgebouwen onderscheid gemaakt tussen het juridisch eigendom (schoolbestuur) en het economisch eigendom ofwel economisch claimrecht dat bij de gemeente ligt **(www.vng.nl juni 2011)**. Het economisch claimrecht is geregeld in de artikelen 110 WPO en 76u WVO en betekent dat het schoolbestuur, op het moment dat het schoolbestuur besluit dat het onderwijs in het schoolgebouw wordt beëindigd, het betreffende schoolgebouw 'om niet' terugvalt aan de gemeente. Achtergrond van dit wettelijk uitgangspunt is dat de schoolgebouwen met overheidsgeld zijn bekostigd. Met het 'teruggeven' van het schoolgebouw aan de gemeente ontvangt de gemeente compensatie voor de tot op dat moment betaalde investeringskosten. Door de overdracht 'vloeit' het geld weer terug naar de gemeente. **(www.vng.nl juni 2011)**

Dit economisch claimrecht zorgt ook voor de volgende beperkingen. Zo kan het schoolbestuur gebouwen en terreinen niet vervreemden, met een zakelijk recht belasten of verhuren aan derden zonder voorafgaande toestemming van de gemeente. De gemeente heeft bovendien een vorderingsrecht op leegstaande onderwijsruimten als zij die wil inzetten voor een andere school of andere maatschappelijk of recreatieve activiteiten (**SCS, 2009**).

3.2. Financiering onderwijshuisvesting

3.2.1. Gemeentefonds

De kosten voor de huisvesting worden betaald uit het gemeentefonds. Sinds 1997 wordt een jaarlijks budget voor de onderwijshuisvesting verstrekt aan de gemeente door het Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties. De regering bepaald jaarlijks de hoogte van dit bedrag. De regering stelt een bedrag beschikbaar dat verspreid moet worden over alle gemeenten. Het exacte bedrag voor elke gemeente wordt bepaald aan de hand van twaalf criteria. Voorbeelden van criteria zijn; inwoneraantal onder de 19 jaar, minderheden, oppervlakte en het aantal mensen met een uitkering in de gemeente. Van het verkregen bedrag bepaald de gemeente, op basis van de modelverordening, de hoogte van het budget dat wordt besteed aan nieuwe huisvesting voor onderwijs. Dit wordt ook wel normbedragen genoemd. Het totale budget dat wordt ontvangen door de gemeente mag verdeeld worden over alle schoolbesturen in de gemeente. De gemeente heeft hier de plicht om een gelijke behandeling te gebruiken voor alle schoolbesturen en aan de hand hiervan een evenredige verdeling van het budget te maken onder hen. (**van Gerwen 2011**)

De gemeente is niet verplicht om dit gehele budget daadwerkelijk te besteden aan de onderwijshuisvesting, het budget is namelijk niet geoormerkt. Dit betekent dat de gemeente beleidsvrijheid heeft in de besteding van het budget. In eerste instantie moet het bedrag primair gebruikt worden voor de huisvesting, alleen er zijn jaren dat de gemeente relatief weinig aanvragen krijgt van de schoolbesturen. In deze situatie is het mogelijk dat er geld overblijft in het budget voor de huisvesting. Dit overschot mag gebruikt worden voor andere beleidsvelden. Uitwisseling in de andere richting is echter ook mogelijk. De gemeente is redelijk vrij met de besteding van de budgetten. Het is daarom wel belangrijk dat in de gaten wordt gehouden dat het budget voor huisvesting ook daadwerkelijk primair wordt besteed aan onderwijshuisvesting en dat de gemeente niet gaat korten op renovaties om hiermee geld te besparen zodat het gebruikt kan worden voor andere beleidsgebieden. (**van Gerwen 2011**)

Uit het onderzoek cluster educatie van het gemeentefonds (**Donner 2011**) volgt dat de feitelijke gemeentelijke uitgaven voor Educatie ca. € 315 miljoen lager zijn op basis van de gemeentelijke begrotingen 2010 dan waar in de verdeling van het gemeentefonds rekening mee wordt gehouden. Het verschil tussen de feitelijke gemeentelijke uitgaven en de normatieve bedragen uit het gemeentefonds voor het subcluster onderwijshuisvesting bedraagt ca. € 150 miljoen en voor het subcluster overige educatie ca. € 165 miljoen.

3.2.2. Normvergoeding nieuwbouw

De vereniging Nederlandse gemeenten (VNG) heeft een richtlijn opgesteld voor de minimale vergoeding voor het bouwen van een nieuw onderwijsgebouw. Aan de hand van de leerlingaantallen per opleiding wordt het normatieve bruto vloeroppervlak berekend. Voorbeelden hiervan zijn voor leerlingen in de onderbouw jaar 1 & 2 is er 6,18 m² BVO beschikbaar. Voor VMBO techniek BLW leerlingen jaar 3 & 4 is er per leerling 4,69 m² BVO algemeen en 8,99 m² BVO werkplaats beschikbaar en nog een vaste voet werkplaats van 299 m² BVO. (www.vng.nl). Er zit relatief veel verschil in de onderwijssoorten. Voor LWOO leerlingen zijn meer beschikbare vierkante meters dan voor GLW leerlingen.

Voor de verschillende ruimten staan dan weer bepaalde normbedragen, bij bedragen vanuit de normverordening 2011 staan hieronder vermeld. Er is een bepaalde vaste voet en een bedrage per vierkante meter.

Vaste voet

Algemeen	€ 124.645,03
Specifieke ruimte	€ 341.613,57
Werkplaatssectie	€ 45.240,57
Bedragen voor ruimte afhankelijke kosten per bruto vierkante meter (boven de 2500 bvo)	
Algemene en specifieke ruimte	€ 1.144,27
Werkplaatsen	€ 1.560,75
Werkplaatsen consumptief	€ 1.974,24

Definities ruimtes:

Specifieke ruimte: hieronder vallen (uiterlijke) verzorging/mode en commercie, huishoudkunde, gezondheidskunde, uiterlijke verzorging, mode en commercie, handel/verkoop/administratie, verkooppraktijk, kantoorpraktijk en etaleren

Werkplaatsen:

Techniek algemeen: hieronder vallen bouwtechniek, machinale houtbewerking, meten, elektrotechniek, installatietechniek, lassering, metaal, voertuigtechniek.

Werkplaatsen consumptieve techniek en Grafische techniek.

De overige ruimten gelden als algemene ruimte.

Aanvullende normkosten zijn er nog voor eventuele paalfundering en bronbemaling. (www.vng.nl)

Normbedragen niet toereikend

De normbedragen waarmee het budget voor de nieuwbouw van een school worden berekend is niet toereikend. De normbedragen zijn gebaseerd op verouderde normen uit de Londo-norm van 1985. De Londo-norm was toentertijd gebaseerd op de eisen uit die periode. De eisen m.b.t. de onderwijshuisvesting, maar ook m.b.t. het binnenklimaat zijn gedurende de jaren erg aangescherpt, echter is het budget hier niet op aangepast. De Rijksbouwmeester is ondertussen ook overtuigd dat de normbedragen niet meer toereikend zijn in deze tijd: *"Er wordt onvoldoende in degelijke scholenbouw geïnvesteerd. Kwaliteit en budget zijn aan elkaar gerelateerd. De doorwerking van de Londo-norm (1985) die bij aanvang al 10% te laag was, is tot op de dag van vandaag de grootste ramp voor het onderwijs. Er is grote behoefte aan een reëel budget."* (**van der Pol, 2009**).

Door dit te lage budget is het moeilijk om een schoolgebouw te realiseren dat voldoet aan de Bouwbesluit eisen. Een extra eis van duurzame maatregelen of extra kwaliteit in het binnenmilieu is nagenoeg niet realiseerbaar. Figuur 9 geeft een overzicht van de aspecten wat er met de normkostenvergoeding voor de nieuwbouw van scholen mogelijk is. Voor overige aspecten is vaak extra budget nodig.

EXTRA duurzaam materiaalgebruik	EXTRA exploitatie (onderhoud, energie)	EXTRA functioneel
Duurzaam hout Betongrandaal als grind-vervanger bij beton Halfverharding buitenterrein Wadi/bufferijver voor HWA	Warmte-/koude opslag Laagtemperatuursystemen (vloerverwarming) Warmtecrugwinning lucht Groendek Grijswatercircuit Hoofdfrequentie armaturen Verhoging isolatiewaarde gebouwmantel Toepassen HR++ beglazing Zonnecollector Daglichtregeling Aanwezigheidsdetectie Frequentiegevoelige pompen/ventilatoren Hangende closets Aluminium of kunststof kozijnen Kunststof dakbedekking	Constructieopzet (kolommenstructuur) Paneelwandensystemen Elektrotechnisch netwerk beveiliging Gebruikbeheersysteem
EXTRA kwaliteit (gezondheid)	NORMKOSTEN BASISKWALITEIT	EXTRA veiligheid
Ventilatiehoeveelheid Mechanische ventilatie Geluidsdichte gavel (locatie) Susskasten (locatie) Elektrisch bedienbare zonwering Daglichttoetreding (hoog percentage buitenwand openingen) Koeling	Simpele gebouwworm Standaard funderingsopzet Eenvoudige opzet draagstructuur Houten gevelkozijnen, metselwerk beton-steen/gebakken in eenvoudig patroon Eenvoudige afbouw Natuurlijke ventilatie Mechanische afvoer Mechanische luchttoevoer	Inbraak & brandbeveiliging Marsh voorzieningen Camera-beveiliging Transparantie binnen gebouw
	EXTRA esthetisch	
	Uitrustings Horizontale zonnelamellen Transparantie	

Figuur 9: budget normvergoeding (bron: Adriaansen et al 2010)

3.2.3. Lumpsumfinanciering

Scholen ontvangen een lumpsum financiering voor het bekostigen van alle uitgaven. De lumpsum financiering wordt ontvangen van het ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap. De hoogte van het lumpsumbudget is afhankelijk van het aantal leerlingen, groepen, leeftijd van de leraren e.d. Onderzocht is dat ongeveer 20% van het lumpsumbudget wordt uitgegeven aan 'materiële instandhouding' (In 't Veld et al 2010). Tegenwoordig ontvangen alle scholen (primair onderwijs, voortgezet onderwijs, Hoger en universiteit onderwijs en speciaal onderwijs) een lumpsum financiering.

Het gedachtegoed achter de lumpsum financiering is dat er één budget wordt ontvangen door de schoolbesturen voor alle kosten die de school maakt. Vóór de invoer van de lumpsum financiering werkte te scholen eerst aan de hand van een declaratie systeem. Dit betekende dat alleen de feitelijke salariskosten konden worden gedeclareerd bij het Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap (van de Hoff-Israël, 2004).

Een eerste verbetering op deze kostenfinanciering is doorgevoerd in 1992. Het declaratiesysteem voor de salariskosten werd toen vervangen door een formatiebudget. Dit budget mocht uitsluitend besteed worden aan personeelskosten. Naast het formatiebudget ontving het schoolbestuur ook een budget voor materiële exploitatie en een budget voor het personeelbeleid. Het budget voor de

materiële exploitatie had geen beperkingen voor de uitgaven. Indien nodig kon het schoolbestuur geld van dit budget besteden aan personele uitgaven, echter schoot het budget eerder tekort voor de materiële exploitatie dan dat er een overschot was. Voor het budget voor het personeelbeleid gold ook dat dit alleen besteed mocht worden aan personele uitgaven. "De omvang van de verschillende budgetten was ongeveer; formatiebudget (80%), materieelbudget (14%) en het budget personeelsbeleid (6%)" (Keizer, 2004).

Zoals al kort hiervoor geïntroduceerd, was het voorheen niet mogelijk om geld uit het formatiebudget voor personeelskosten te gebruiken voor bijvoorbeeld de aanschaf van materialen of onderhoud. In deze financieringsstructuur is vanuit de overheid vastgelegd welke bedragen er besteed worden voor de verschillende kostenposten zoals personeel, materiaal, en onderhoud. Het is gebleken dat deze controle op overheidniveau leidde tot een inefficiënt gebruik van de beschikbare budgetten. Aangezien elke school een verschillend beleid heeft, leidt dit ook tot verschillende uitgaven. Vanwege het oude financieringssysteem werden de scholen bemoeilijkt om het schoolbeleid te voeren wat het beste schikte bij de school. Met de lumpsum financiering ontvangt de school slechts één budget voor alle kosten. De school kan hierbij zelf beslissen hoe de verdeling van het budget wordt gemaakt. Dit betekent meer vrijheid voor de scholen, waardoor er een geschikt schoolbeleid doorgevoerd kan worden dat past in de situatie en de omgeving van de school (www.rijksoverheid.nl)

Opbouw lumpsum financiering

De lumpsum financiering bestaat uit drie budgetten:

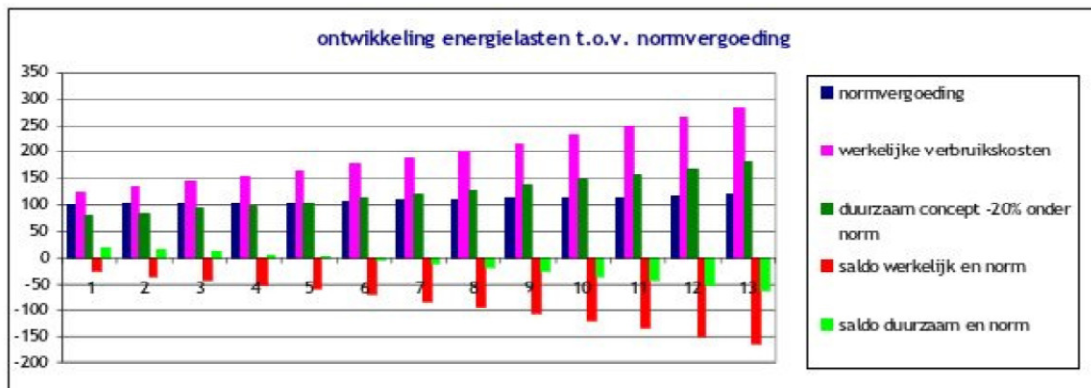
1. Personeelsbudget
2. Budget voor personeelsbeleid
3. Budget Materiële Instandhouding

Achter elk budget zit een berekening gebaseerd op leerlingaantallen, hoeveelheid groepen, aantal gewichtsleerlingen, gemiddelde leeftijd leraren e.d. Elk budget wordt losberekend maar de schoolbesturen krijgen het uiteindelijk in één budget per school toegekend. Het personeelsbudget is bedoeld voor de bekostiging van de salarissen van het personeel. Dit is gebaseerd op een bedrag per leerling. Dat bedrag is opgebouwd uit een vast en een variabel deel dat afhankelijk is van de gemiddelde leeftijd van de leraren op elke school. Het budget personeelsbeleid wordt bepaald per school aan de hand van de soort school en het aantal leerlingen. Het budget Materiële instandhouding is bedoeld voor de materiële voorzieningen zoals o.a. de afschrijvingstermijn van het meubilair, schoonmaakkosten, onderhoud aan het gebouw e.d. De vergoeding wordt bepaald op basis van programma's van eisen waarin staat opgesteld op welke materiële voorzieningen en de daarbij behorende bedragen de materiële vergoedingen zijn gebaseerd. (van Gerwen, 2011)

Inflatie en exploitatievergoeding

De oudere gebouwen in de onderwijssector hebben daarbij een energieprestatie die ver boven de huidige normen ligt. Voor onderwijsgebouwen is dit desastreus wat betreft de exploitatiekosten. Vanuit de Rijksvergoeding is er nog geen 20% van de exploitatiebegroting bestemd voor energiekosten terwijl de kosten veelal op 35% of hoger liggen. De Rijksvergoeding is de afgelopen jaren met gemiddeld 1,5% gestegen. De energiekosten gemiddeld met 6,0% per jaar. Deze kosten zijn niet beïnvloedbaar. Hiermee wordt het exploitatieprobleem steeds groter. (Van Kasteel 2011)

Als de groei van het verschil tussen vergoeding en stijgende energiekosten de komende 10 jaar doorzet, zijn de energielasten tweemaal zo hoog als de inkomsten. (Van Kasteel 2011)



Figuur 10: prognose van de energieprijzen t.o.v. normvergoeding (Van Kasteel 2011)

Uit figuur 10 kan worden geconcludeerd dat de noodzaak voor duurzame gebouwen steeds groter wordt.

Volgens het benchmarkonderzoek naar exploitatiekosten van VO scholen (Adriaansen et al, 2010) besteden deze organisaties 80% aan personeelkosten en 7% aan huisvestingslasten. Overige kosten en afschrijving maken de uitgaven compleet. Voor VMBO scholen wordt per leerling gemiddeld € 7608 uitgegeven aan personeel en € 763 aan huisvestingslasten.

3.3. Doordecentralisatie

Bij de decentralisatie in 1997 is in de WVO (Wet Voortgezet Onderwijs) de mogelijkheid opgenomen om de schoolbesturen nog meer huisvestingsverantwoordelijkheid te geven door middel van vrijwillige doordecentralisatie; de gemeenteraad kan besluiten tot overheveling van een groter deel of zelfs alle huisvestingstaken en middelen aan de scholen. In dat geval betaalt de gemeenteraad een jaarlijkse bijdrage voor de huisvesting aan het schoolbestuur (Wissink en van der Ploeg, 2009 p.5). Het initiatief hiervan moet van het schoolbestuur komen en kan ook niet tegen hun wil worden doorgevoerd.

Doordecentralisatie: het minder centraal regelen van de onderwijshuisvesting, de verantwoordelijkheid na de doordecentralisatie ligt in handen van het schoolbestuur en dus niet meer bij de (centrale) overheid.

Doordecentralisatie kan leiden tot efficiënter keuzes waar het schoolbestuur meer zicht op heeft dan de gemeente die er verder van af staat. "Doordecentralisatie naar één partij (schoolbestuur) maakt het mogelijk makkelijker integrale keuzes maken. Investerings in duurzame oplossingen worden in dat geval evenwichtiger afgewogen tegen voordelen als gezonder binnen- en buitenmilieu en lager energieverbruik" (van Aarle de Laat, 2011).

Wanneer doordecentralisatie plaats vindt heeft dit ook invloed hebben op de financiering. Wanneer op dit moment gekozen wordt voor doordecentralisatie, zal de gemeente jaarlijks het geld dat ze binnenkrijgen van het Rijk direct moeten doorgeven aan het schoolbestuur. Hiermee zal ook direct het probleem opgelost zijn dat de gemeenten eventueel niet alle gelden die binnenkomen voor

onderwijshuisvesting ook daaraan uitgegeven. Wanneer doordecentralisatie wordt doorgevoerd in heel Nederland dan zullen de gescheiden financieringstromen helemaal moeten verdwijnen. Al het geld wordt dan via het Ministerie OC&W direct toegekend aan het schoolbestuur.

"Een herverdeling van verantwoordelijkheden dient gepaard te gaan met een opname uit het Gemeentefonds en een overheveling van deze middelen naar het ministerie van OC&W" (VNG)

Op dit moment kunnen gemeenten en schoolbesturen samen beslissen of ze overgaan tot doordecentralisatie, echter blijkt in de praktijk dat deze maatregel weinig populariteit te genieten. Gemeenten geven de huisvesting liever niet uit handen, omdat dan de zeggenschap over de bestemming van de gebouwen verloren gaat. Tegelijkertijd ontbreekt het bij schoolbesturen aan kennis en tijd om deze taak over te nemen, waardoor deze maatregel ook bij schoolbesturen impopulair is.

4. Levensduur van gebouwen

Gebouwen hebben een bepaalde levensduur en deze levensduur brengt kosten met zich mee. In paragraaf 4.1 worden de verschillende aspecten van de levensduur van schoolgebouwen uiteengezet. In paragraaf 4.2 wordt ingegaan op de levensduurkosten en in paragraaf 4.3 worden de levensduur berekeningen behandeld. Ook worden de volgende subvragen beantwoord:

- 4.6) Is het mogelijk om een inschatting te maken van de levensduur van een gebouw?
- 4.7) Wat is de invloed van onderhoud op de levensduur van een gebouw
- 4.8) Hoe moet er worden omgegaan met de waardevermindering door veroudering van het gebouw?
- 4.9) Wat wordt verstaan onder levensduurkosten?
- 4.10) Op welke wijze kan een levensduurkostenberekening gemaakt worden en welke parameters zijn nodig voor deze levensduurkosten berekeningen?

4.1. Levensduur

De totale gebruikstijd, vanaf de oplevering tot en met de sloop, noemt men de levensduur van een gebouw. De levensduur van een gebouw wordt door verschillende factoren bepaald en is onder te verdelen in de economische, functionele, esthetische en bouwtechnische levensduur (**Senternovem 2009**).

Economische levensduur:

De economische levensduur is de periode waarin de toekomstige opbrengsten van een gebouw/component hoger zijn dan de toekomstige kosten. De economische levensduur kan eindigen wanneer een alternatieve oplossing op economische gronden de voorkeur gaat krijgen.

Functionele levensduur

De functionele levensduur is de periode waarin het gebouw voldoet aan alle gestelde eisen en wensen van de gebruiker. De wensen van de gebruiker zijn dynamisch en veranderen continu. De snelheid van de verandering is afhankelijk van de dynamiek van de gebruiker. (**Paesschen 2011**)

Esthetische levensduur

De esthetische levensduur is de periode waarin de esthetische waarde van het gebouw voldoet aan de eisen en wensen van de gebruiker. De esthetische waarde is de beeldkwaliteit van een gebouw. Bij de beoordeling heeft men niet alleen te maken met persoonlijke smaak, maar ook met trends binnen de architectuur. Een gebouw met bijzondere esthetische kwaliteiten – zoals beleefd door deskundigen of leken – heeft een grote kans te overleven. Een gebrekkige functionele of technische kwaliteit zal zelden een argument zijn om een esthetisch waardevol gebouw te slopen. (**SEV 2004**)

Bouwtechnische levensduur

De Stichting Bouwresearch definieert het begrip technische levensduur als volgt: "De periode dat een gebouw of bouwproduct voldoende betrouwbaar de gewenste functies kan blijven vervullen". Een gebouw bestaat gemiddeld uit 150 verschillende elementen, voor al deze elementen geldt een andere technische levensduur. Zo is de technische levensduur van de draagstructuur vele malen langer dan de technische levensduur van de indeling en inrichting van een gebouw. De technische levensduur van gebouwcomponenten zijn dus verschillend. (**Paesschen 2011**)

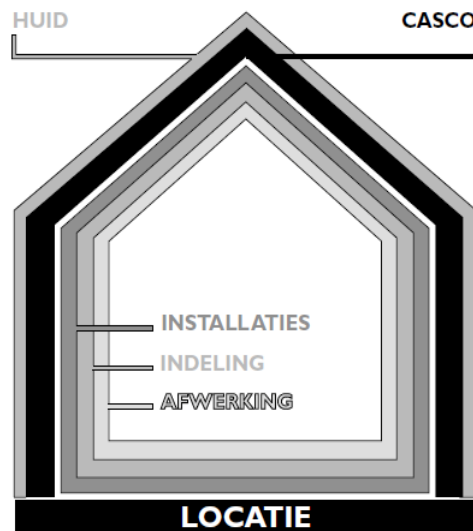
Voor een beter inzicht in de verschillende technische levensduren van gebouwcomponenten, is een indeling naar groepen elementen noodzakelijk. Deze indeling is reeds gemaakt door Francis Duffy. De

in kantoorontwerp gespecialiseerde Engelse architect ontwikkelde een indeling op basis van afschrijftermijnen. Hij maakte daarbij onderscheid tussen drie categorieën: shell, services en scenery. Onder shell verstond Duffy zowel de draagconstructie als de gevel van een gebouw, scenery omvatte de indeling en de afwerking van de ruimte en services omvatte de installaties (Leupen 2005).

Steward Brand borduurt verder op het gedachtegoed van Duffy en formuleert uiteindelijk zes lagen (Brand, 1994):

- Site: de geografische setting: de locatie en het bestemmingsplan en wetgeving die hieraan gekoppeld is.
- Structure: De fundering en de draagstructuur: dit zijn de elementen die technisch lastig veranderbaar zijn: veranderingen zullen dure ingrepen zijn. Deze laag betreft de constructie van het gebouw en heeft een levensduur van 30 tot 300.
- Skin: Het exterieur van het gebouw, of wel de gevel. Deze verandert tegenwoordig om de 20 jaar om mee te kunnen gaan met de huidige trend in de architectuur.
- Services: Dit zijn de elementen die het gebouw werkende houden: installaties en leidingen, deze zullen om de 7 tot 15 vervangen moeten worden.
- Space plan: het interieur: dit verandert al naar gelang de gebruiker hier behoefte aan heeft: tussen de 3 en 30 jaar.
- Stuff: het meubilair: 'Furniture is called mobilia in Italian for good reason' waarmee Brand aangeeft dat dit per dag kan veranderen.

Met de volgende figuur, figuur 11, maakt Brand inzichtelijk hoe hij zich de verschillende lagen in een gebouw voorstelt. De dikte per laag staat voor de levensduur.



Figuur 11: bouwtechnische lagen van een gebouw, bron Brand 1994

4.1.1. Levensduur voorspellen

Hoewel het niet exact mogelijk is om een voorspelling te maken voor de levensduur van een gebouw, wel zijn er voorwaarden waar gebouwen aan kunnen voldoen om een langere levensduur te behalen.

In het onderzoek van SEV (2004) naar de levensduurverwachting van woningen en de invloed hierop op de milieubelasting worden een aantal factoren benoemd waardoor woningen een langere levensduurverwachting hebben. Deze factoren zijn; grotere woning, bredere beukmaat, hogere verdiepingshoogte, toekomstige uitbreidbaarheid, vrij indeelbaar, mogelijkheid voor extra installaties, hoge isolatiewaarde schil, geluidisolatie verbeteren, componenten demontabel aanbrengen en materialen met lange levensduur kiezen. Het onderstaande figuur geeft hier een overzicht van.

		effect op >	milieuscore	levensduur verwachting	saldo terugverdiëntijd
bruikbaarheid	functionaliteit	flexibiliteit	grotere woning	+	++
			beukmaat breder, zelfde grootte	-	moet 7-50 jaar langer staan
			hogere verdiepingshoogte	-	moet 4-25 jaar langer staan
			uitbreidbaar (toekomstig)	0/-	moet 2-5 jaar langer staan
	robuustheid	repareerbaarheid vervangbaarheid	vrij indeelbaar, gunstige positie leidingkoker	0	+
			infra+ vloer (speciale constructie waardoor achteraf nog leidingen in de vloer aan te brengen zijn)	+	++
			isolatiewaarde schil verhogen	+	++
			geluidisolatie verbeteren	-	moet 7-14 jaar langer staan
			componenten demontabel, gemakkelijk te vervangen (dak- en gevelelementen, montage kozijnen, installaties)	0?	0?
			materialen met lange levensduur kiezen voor casco	?	+?

Figuur 12: Factoren van invloed op de levensduur en milieuscore van woningen (bron: SEV 2004)

Door de veranderende eisen en wensen van de gebruiker en het ontbreken van voldoende mogelijkheden voor aanpassing of herbestemming kan zelfs een vroegtijdig einde komen de functionele levensduur. (Bode 2006). Na het einde van een functionele levensduur kan het gebouw eventueel gebruik worden door een andere gebruiker die minder hoge eisen aan het gebouw stelt, hiermee start een nieuwe functionele levensduur van het gebouw.

Groei of krimp van de leerlingenaantallen van een school bepaalt mede de geschiktheid van het gebouw voor de organisatie, mocht een school bijvoorbeeld krimpen in leerlingen aantallen en het schoolgebouw hier slecht op aanpasbaar zijn, zal dat resulteren in een hoger verschil tussen de exploitatievergoeding (op basis van leerlingenaantal) en de exploitatiekosten. Het verschil zal een tekort veroorzaken voor het schoolbestuur waardoor de economische levensduur van het gebouw onder druk komt.

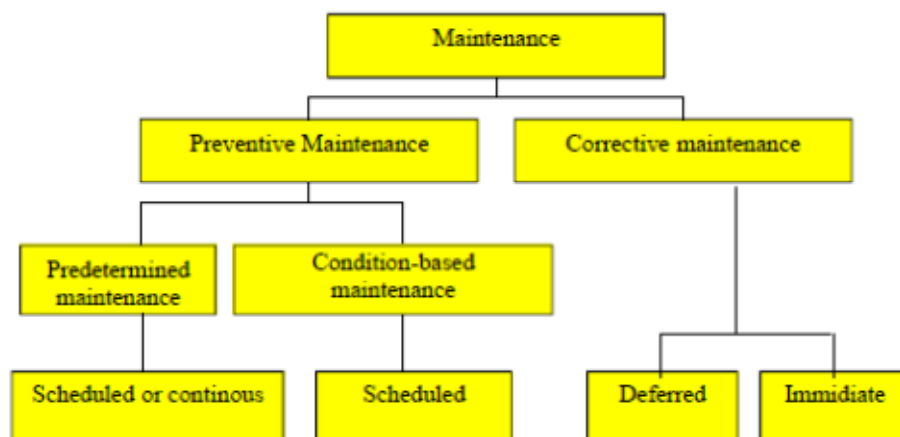
Het is duidelijk geworden dat de levensduur van een gebouw afhankelijk is van verschillende factoren en daarom kan de levensduur niet eenduidig worden bepaald. Bepaalde gebouweigenschappen, zoals flexibiliteit, kunnen wel de kans vergroten voor een langere levensduur.

Bij het bepalen van de milieubelasting van bepaalde gebouwen en componenten volgens de NEN 8006; *Milieugegevens van bouwmaterialen, bouwproducten en bouwelementen voor opname in een milieuverklaring - Bepalingsmethode volgens de levenscyclusanalyse methode (LCA)*, wordt voor utiliteitsgebouwen een standaard levensduur van 50 jaar aangehouden.

4.1.2. Onderhoudsmanagement

Onderhoud dient om de oorspronkelijke functie van een gebouw en de technische prestaties van zijn onderdelen te handhaven of te verbeteren. Door het gebouw goed te onderhouden kan de levensduur worden verlengd. Doordat een gebouw een verzameling is van vele materialen, die ieder hun eigen levensduur hebben zijn op verschillende manieren onderhoud nodig.

Er kunnen twee soorten onderhoud worden onderscheiden, dit zijn correctief en preventief onderhoud. In de onderstaande afbeelding wordt het preventief onderhoud nog onderverdeeld in op conditie gebaseerd onderhoud en vooraf bepaald onderhoud.

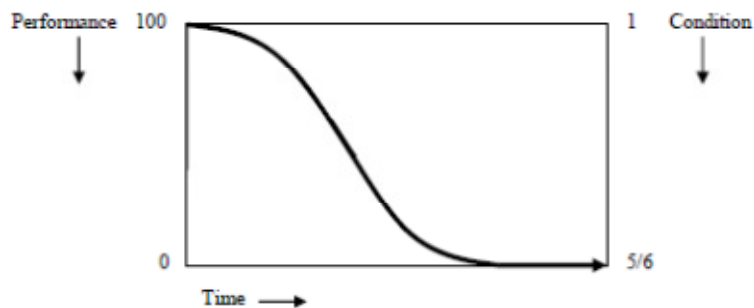


Figuur 13: Verschillende type onderhoud bron: Straub 2011

Onderhoud kan worden uitgevoerd op het moment wanneer het noodzakelijk is (correctief onderhoud), maar het kan ook planmatig gebeuren (preventief onderhoud) op basis van een inspectierapport. Bij planmatig onderhoud wordt een onderhoudsprognose over meer jaren opgesteld.

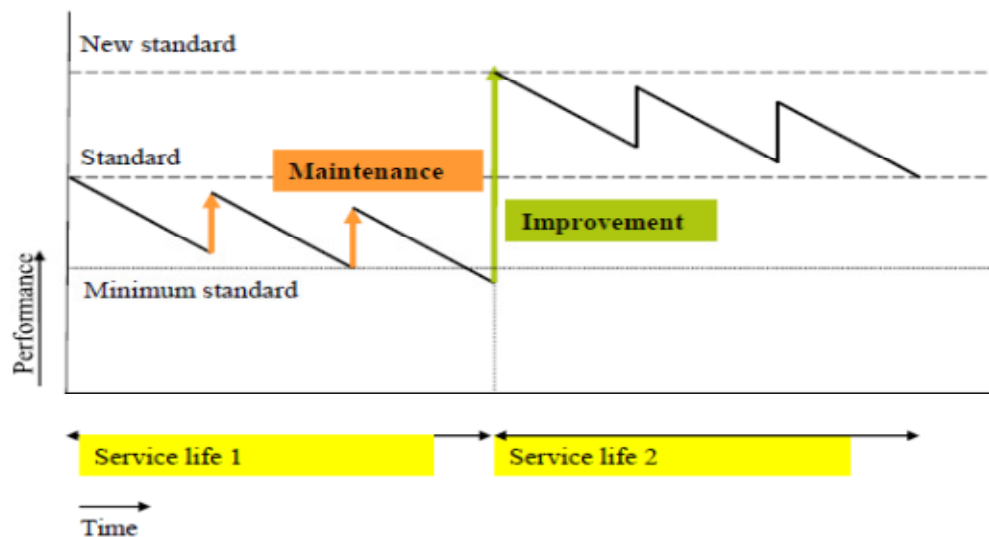
Planmatig onderhoud kan op basis van de conditie van gebouwcomponenten. Om de conditie van een gebouwcomponent te beoordelen zijn verschillende methoden ontwikkeld. Een van deze methoden is een zespunt conditie schaal voor gebouwen componenten. Hierbij is conditie één de nieuwbouwkwaliteit en conditie zes het einde van de levensduur van de gebouwcomponent waarbij

het vervangen al gebeurd had moeten zijn. (Straub, 2002). De onderstaande afbeelding geeft het kwaliteitsverlies van gebouwcomponenten door de tijd weer.



Figuur 14: kwaliteitsverlies door veroudering, bron: Straub 2002

Onderhoudsactiviteiten beïnvloeden de prestaties van gebouwcomponenten op een bepaald punt in de tijd. De prestaties van gebouwcomponenten worden verbeterd door het vervangen van de componenten met nieuwe materialen. De producten eigenschappen van het gebouw veranderen en de originele prestatie verbeterd. (Straub 2002). Door een renovatie kan de oorspronkelijke prestatie verbeterd worden.



Figuur 15: Onderhoudsintervallen en verbeteringen, bron: lecture A. Straub TU Delft 2011)

4.1.3. Afschrijvingssystemen

Gebouwen verouderen en verliezen door het verouderingsproces kwaliteit en waarde. Vanwege dit verouderingsproces dient er daarom boekhoudkundig afschreven te worden. Voor gemeentelijk vastgoed wordt een periode van 40 tot 60 jaar gebruikt als afschrijftermijn. **(Teuben & van Leeuwen 2009)**. In de kantorensector wordt er nauwelijks afgeschreven op vastgoed **(Finance Ideas)**. Deze periode van 40 of 60 jaar is de boekhoudkundige levensduur van een gebouw en is afhankelijk van fiscaal beleid.

Door het economisch claimrecht is de gemeente economisch eigenaar van de schoolgebouwen. De gemeenten zijn dus ook verantwoordelijk voor de kapitaalslasten van het vastgoed. Onder deze kapitaalslasten vallen afschrijving, belastingen en rentekosten. In het geval van een doorgedecentraliseerd schoolbestuur ligt dit eigendom bij het schoolbestuur.

In het BBV (besluit voor begrotingen verantwoorden voor gemeenten en provinciën) gaan de artikelen 64 en 65 over afschrijven. Hierin staan geen voorschriften met betrekking tot te hanteren afschrijvingstermijnen bij schoolgebouwen. Van belang is artikel 64, lid 3, dat luidt: 'Op vaste activa met een beperkte gebruiksduur wordt jaarlijks afgeschreven volgens een stelsel dat is afgestemd op de verwachte toekomstige gebruiksduur.' De gemeente heeft de invulling aan artikel 64, lid 3 veelal vastgelegd in de eigen financiële verordening. **(www.commissiebbv.nl oktober 2011)**

Naast het lineair afschrijven is het ook mogelijk om gedifferentieerd af te schrijven op vastgoed. Vanuit het BBV "Besluit begroting en verantwoording provincies en gemeenten" is het sinds 2004 mogelijk de afschrijving gedifferentieerd te laten plaatsvinden, hierbij kan onderscheid gemaakt worden in:

1. draagstructuur (bv 60 jaar)
2. gevel/dak (bv 30 jaar)
3. installaties (bv 15 jaar)
4. afbouw/inbouw (bv 10 jaar)

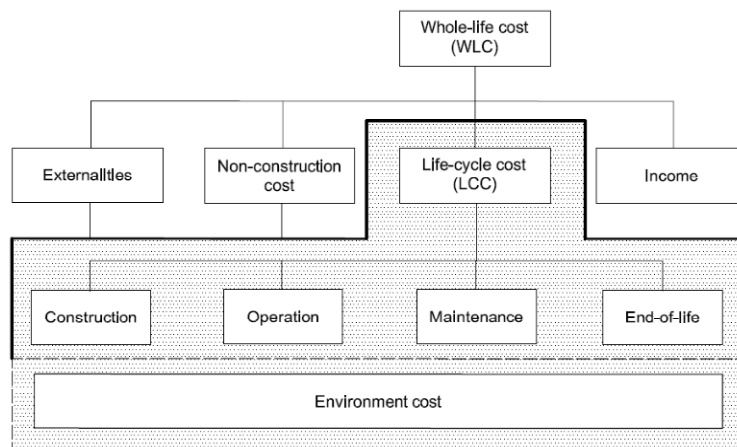
Door het gedifferentieerd afschrijven wordt de afschrijving zo de eerste jaren versneld en werkt daarna vervlakkend, dit overigens in overeenstemming met de werking van de markt. **(LinkedIn Group onderwijshuisvesting, aug 2011)**

Uit het eindrapport van het onderzoek monitor decentralisatie onderwijshuisvesting PO/VO **(OCW 2006)** naar de gebruikte afschrijvingstermijnen blijkt dat 81% van de gemeenten bij haar gebouwen voor voortgezet onderwijs een afschrijvingstermijn van 40 jaar hanteert. In totaal gebruikt 83% van de gemeenten deze lineaire afschrijvingsmethodiek.

Het lineair afschrijven naar een boekwaarde van nul in een tijdsperiode van 40 jaar wordt door de meeste gemeenten toegepast. Deze afschrijvingsmethodiek maakt geen onderscheid tussen de levensduur van de schoolgebouwen. Dit onderzoek maakt op basis van de levensduurverwachting een bepaling van restwaarde van het gebouw aan het einde van de gekozen termijn van 40 jaar voor de levensduurkostenberekening.

4.2. Levensduurkosten

Onder de levensduurkosten worden de gebouwgebonden kosten over de volledige levensduur van een gebouw verstaan. Volgens de ISO 15686-5 zijn deze Life Cycle Cost (LCC) onder te verdelen in de volgende vier posten; bouw, gebruik, onderhoud en einde leven/sloopkosten. In de onderstaande afbeelding wordt dit grafisch weergegeven.



Figuur 16: Grafische indicatie van de kosten die onder de levensduurkosten vallen. Bron: ISO 15686-5, 2008

In dit onderzoek worden einde leven/sloopkosten buiten beschouwing gelaten. De onderdelen van levensduurkosten zijn die van belang zijn voor dit onderzoek zijn dus de investeringskosten en de exploitatiekosten gedurende de levensduur.

4.2.1. Verhouding van de levensduurkosten

De maatschappelijke discussie met betrekking tot vastgoed staat al jaren voor een groot deel in het licht van het optimaliseren van de duurzaamheid van vastgoedobjecten. Zo werd in 1998 een artikel gepubliceerd door de Royal Academy of Engineering waarin de onderlinge verhouding voor bouwkosten ten opzichte van exploitatielasten en bedrijfsmatig operationele kosten werd besproken. Deze verhouding zag er als volgt uit (Evans, 1998):

Kosten	Verhouding
Initiële bouwkosten	1
Onderhouds- en operationele kosten	5
Bedrijfsmatig operationele kosten	200

Tabel 3: Ratio 1:5:200, bron Evans, 1998

Kerngedachte van dit artikel is dat de bouwkosten maar een zeer klein onderdeel vormen van de totale kosten die worden gemaakt in de levenscyclus van een gebouw. Het zou dus verstandig kunnen zijn extra te investeren in duurzame materialen tijdens de bouw, omdat deze kosten zich later eenvoudig kunnen terugverdienen. De 1:5:200 ratio werd door velen overgenomen en werd ook gebruikt bij het besluiten over grote investerings- of beleidsvraagstukken.

In 2004 verscheen het artikel: "Exposing the myth of the 1:5:200 ration relating initial cost, maintenance and staffing costs of office building" (**Hughes, 2004**). In dit artikel werd de 1:5:200 ratio verworpen en een nieuwe voorgesteld. Volgens de auteurs is het niet mogelijk de resultaten van Evans en de nieuwe resultaten met elkaar te vergelijken maar geeft de nieuwe ratio een beter beeld van de praktijk:

Kosten	Verhouding
Initiële bouwkosten	1
Onderhouds- en operationele kosten	0,4
Bedrijfsmatig operationele kosten	12

Tabel 4: Ratio 1:0,4:12, bron Hughes, 2004

Frans van Lanschot heeft aan de Technische Universiteit een analyse gedaan naar de verhouding tussen de investering en exploitatiekosten. Deze analyse is gemaakt voor drie scholen en vier scenario's. (**Van Lanschot 2012**). De resultaten van deze analyse worden weergegeven in de onderstaande afbeelding figuur 17.

Overzicht verhouding investeringslasten/exploitatielasten				
		Sondervick College	OMO SG Were DI	OMO SG Helmond
Scenario 1	30	1,4814	1,4926	1,8501
	40	2,2237	2,2297	2,7771
Scenario 2	30	1,3695	1,3731	1,7103
	40	1,9463	1,9515	2,4307
Scenario 3	30	1,5602	1,5643	1,9484
	40	2,4322	2,4387	3,0374
Scenario 4	30	1,5142	1,5183	1,8911
	40	2,3531	2,3594	3,5593

Figuur 17: Scenario analyse verhouding investering en exploitatiekosten

Er blijkt dus veel onenigheid over de verhouding tussen de investeringskosten en de exploitatiekosten. Dit onderzoek zal door middel van casestudies hier ook een inschatting van maken.

4.2.2. Exploitatiekosten

Exploitatiekosten vormen een onderdeel van de levensduurkosten, in de Nederlandse Norm (**NEN 2632**) worden exploitatiekosten gedefinieerd als alle terugkerende kosten die voortkomen uit het in eigendom hebben, in stand houden dan wel gebruiken van een gebouw. Hierbij wordt de volgende indeling gehanteerd:

1) Vaste kosten

Dit zijn de kosten die verbonden zijn aan het in eigendom hebben en gebruiken van het gebouw en bijbehorend terrein, waaronder rente en afschrijving, verzekeringen, publiekrechtelijke heffingen en huurkosten van bijvoorbeeld sport- en/of noodlokalen.

2) Energiekosten

De kosten van het energieverbruik van het gebouw. Deze kosten worden onderscheiden in kosten voor elektriciteit, verwarming en water.

3) Onderhoudskosten

Dit zijn de kosten die nodig zijn om het gebouw en het terrein kwalitatief in goede staat te houden, zodat de gebruiker goed kan functioneren. Het onderhoud heeft betrekking op bouwkundige voorzieningen, installaties en de vaste inrichting van het terrein. Er wordt onderscheid gemaakt tussen technisch onderhoud (preventief en correctief onderhoud) en schoonmaakonderhoud (binnenzijde en buitenzijde).

4) Administratieve beheerkosten

Kosten van de administratie die betrekking hebben op het beheer van het gebouw, zoals bemiddelingskosten, boekhouding en administratieve personeelskosten.

5) Specifieke bedrijfskosten

Dit zijn de kosten die voortkomen uit het functioneren van het bedrijf in het gebouw, bijvoorbeeld de kosten voor bewaking en beveiliging.

Bron: Adriaansen et al 2010, p.6

Hoewel de meeste exploitatielasten van schoolgebouwen bij de schoolbesturen liggen zijn er een aantal posten waar de gemeenten verantwoordelijk voor is. Dit wordt veroorzaakt doordat schoolbestuur zelf enkel juridisch eigenaar van een schoolgebouw en heeft daarom ook geen kapitaalslasten van het vastgoed. De gemeente heeft zorgplicht voor onderwijshuisvesting en hebben zij de initiële investering gefinancierd. Dit houdt in dat de **vaste lasten** zoals omschreven in NEN 2632 voor rekening komen van de gemeenten.

Het benchmark onderzoek naar exploitatiekosten van VO scholen (exclusief kosten voor gemeenten) (**Adriaansen et al, 2010**) laat zien dat van de totale huisvestingslasten; 23% wordt besteed aan onderhoud, 29% aan energie&water, 34% aan schoonmaakkosten en 8% aan afschrijving van gebouwen. Samen zijn deze posten goed voor 94% van de totale exploitatiekosten.

Onder de levensduurkosten in dit onderzoek vallen dus de afschrijving en rentelasten van de investeringskosten (vaste lasten), de energielasten, de schoonmaakkosten en de onderhoudskosten.

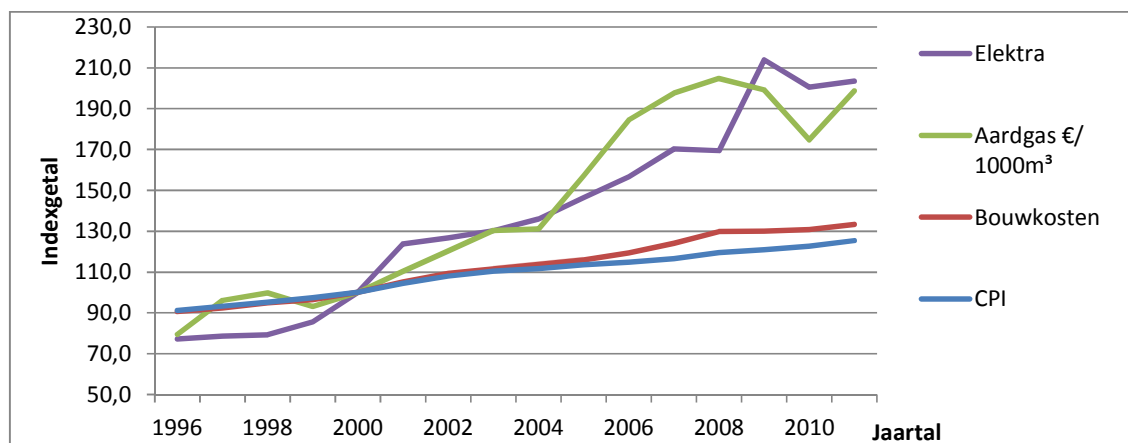
4.3. Levensduurkostenberekening

In deze paragraaf wordt beschreven op welke wijze de levensduurkostenberekeningen worden gemaakt en welke parameters hierbij gebruikt worden.

Voor onderwijsgebouwen wordt veelal een boekhoudkundig levensduur 40 jaar gebruikt (zie paragraaf 4.1.3.). Deze termijn wordt dan ook in dit onderzoek gebruikt voor de levensduurkosten analyses. Deze parameters zullen in de verschillende cases allemaal gelijk worden gehouden eventueel met een aantal scenario's. Door deze blik in de toekomst is het noodzakelijk om kosten eenheden te indexeren.

4.3.1. Indexering

Inflatie heeft effect op de levensduurkosten berekening. In de onderstaande tabel is te zien hoe de prijzen van bepaalde onderdelen zich hebben ontwikkeld. De lijnen zijn op een prijsindex niveau van 100 gezet in het jaar 2000, waardoor het verschil tussen de bepaalde kerncijfers visueel duidelijk wordt gemaakt.



Figuur 18: ontwikkeling kosten onderdelen tussen 1995-2010.

Er bestaat een groot verschil tussen het verloop van de energiekosten en de standaard inflatie (CPI). Hoewel het verleden geen garanties biedt voor de toekomst worden deze historische reeksen wel gebruikt voor de prognose richting de toekomst.

Gemiddelde stijging op jaarbasis in de periode 1995-2011.

- CPI 2,1%
- Bouwkosten 2,5%
- Aardgas 6,4%
- Elektriciteit 7,2%
- Gemiddeld energie 6,8%

Bron: www.cbs.nl

4.3.2. Disconteringsvoet

Om de huidige waarde van toekomstige geldstromen te bepalen wordt een disconteringsvoet toegepast. In het rapport "Evaluatie van infrastructuurprojecten leidraad voor kosten-batenanalyse" gaat Eijgenraam (2000) in op de discontovoet die door de overheid wordt aangehouden bij projecten. In het rapport komt naar voren dat deze op 4% ligt. Deze disconteringsvoet van 4% zal in dit onderzoek dan ook worden aangehouden in het standaard scenario.

4.3.3. Rentekosten

Omdat de initiële investering van een schoolgebouw onder verantwoording valt van de gemeenten, kan er relatief goedkoop geld worden aangetrokken. Gemeenten kunnen geld lenen bij de Bank Nederlandse Gemeenten. Bij de levensduurkostenberekening wordt in het standaard scenario uitgegaan van een rentepercentage van 3%

4.3.4. Nadelen levensduurkostenberekening

In het bepleiten van het gebruik van de levensduurkosten, van belangrijk dat er erkent wordt dat de wetenschap van levensduurkosten verre van perfect is. De resultaten zijn gebaseerd op hoe de verwachting van de toekomstige kosten. De betrouwbaarheid van de gebruikte gegevens, welke disconteringsvoeten zijn toegepast in de analyse van de levenscyclus zijn veelal aannames. (IISD 2009)

4.4. Conclusie

Hoewel het niet exact mogelijk is om een voorspelling te maken voor de levensduur van een gebouw, zijn er wel voorwaarden waar gebouwen aan kunnen voldoen om een kans te maken op een langere levensduur. Deze factoren zijn; hogere verdiepingshoogte, toekomstige uitbreidbaarheid, vrij indeelbaar, mogelijkheid voor extra installaties, hoge isolatiewaarde schil, geluidisolatie verbeteren, componenten demontabel aanbrengen en materialen met lange levensduur toepassen. (SEV 2004)

De meest gebruikt afschrijvingsmethodiek voor onderwijshuisvesting is een lineaire afschrijvingmethodiek naar een waarde nul in 40 jaar.

Levensduurkosten: zijn de gebouwgebonden kosten over de volledige levensduur van een gebouw. In dit onderzoek worden de levensduurkosten berekend met een de netto contante waarde berekening. Hierbij worden de gerealiseerde exploitatiekosten van de cases lineair geïndexeerd over de periode waarover de levensduurkostenberekening wordt gemaakt, deze periode is hier 40 jaar.

5. Casestudies

5.1. Inleiding

In dit hoofdstuk wordt een beschrijving gegeven van de cases in dit onderzoek. De cases betreffen acht voorbereidend middelbaar beroepsonderwijs scholen en één brede scholen gemeenschap. Deze schoolgebouwen zijn tussen 2005 en 2008 nieuw opgeleverd. Op basis van de bouwaanvraag stukken vanuit de gemeentelijke archieven en de jaarrekeningen van de schoolbesturen wordt de benodigde data verkregen. Met behulp van GPR-Gebouw wordt voor elke case een duurzaamheidsmeting gedaan. De volgende scholen maken onderdeel uit van het onderzoek:

Case	Naam	Plaats	Bouwjaar
A	Trinitas College, Johannes Bosco	Heerhugowaard	2007
B	Niekée	Roermond	2007
C	Vakcollege Sevenwolden	Heerenveen	2008
D	Connect College	Echt	2007
E	Casparus College	Weesp	2005
F	Insula College	Dordrecht	2007
G	Lek en Linge	Culemborg	2008
H	SG Were Di	Valkenswaard	2007
I	Westerpoort College	Tholen	2007

Tabel 5: overzicht casestudies

5.2. Opzet casestudies

Bij de beschrijving van de casestudies wordt er onderscheidt gemaakt tussen de volgende vijf onderdelen:

Algemene beschrijving school: Deze gegevens zal verkregen vanuit het bezoek aan de school.

Gebouwvorm: Op basis van de bouwaanvraagtekeningen worden de oppervlakten van de gebouwen wordt gemeten, dit volgens de definities beschreven in NEN 2580.

GPR-Gebouw: Op basis van de bouwaanvraagtekeningen, de EPC berekening en een bezoek aan de school wordt een GPR berekening gemaakt (zie paragraaf 2.5). Bij dit onderdeel wordt beschreven welk installatieconcept de school gebruikt voor de verwarming en ventilatie.

Exploitatiekosten: Bij de verschillende cases wordt een overzicht gegeven van de gerealiseerde exploitatiekosten (zie paragraaf 4.2.2.) van de scholen. Deze data is verkregen vanuit het jaarverslag van het schoolbestuur.

Om inzicht te verkrijgen in de organisatie rondom de huisvesting van de scholen wordt er een gesprek aangegaan met de verantwoordelijke persoon binnen de organisatie van de desbetreffende school.

Levensduurkosten: op basis van de gerealiseerde kostengegevens van de school wordt een levensduurkostenberekening gemaakt. De exploitatiecijfers worden geïndexeerd voor de jaren in de levensduurkostenberekening.

5.3. Case A - Johannes Bosco College

5.3.1. Algemene data school

Plaats	Heerhugowaard
Aantal leerlingen	1200 (teldatum oktober 2010)
Grootte organisatie	2300 leerlingen
Bouwjaar	2007
Architect	de jong gortemaker algra
Investeringskosten	€ 16.165.434,- incl. BTW
Investeringskosten per m ² BVO prijspeil 2010:	€ 1.318

De Johannes Bosco is een vestiging van het Tirinitas College, bij het Trinitas College hoort ook het Han Fortmann College te Heerhugowaard. Het Han Fortmann College en het Johannes Bosco College zijn als één project aanbesteed.



Figuur 19: zicht op gevel binnenplaats

5.3.2. Gebouwworm



Figuur 20: schematische plattegrond begane grond (bron: www.schooldomein.nl)

De school is verdeeld over twee bouwdelen. Het bovenste deel (theoriedeel) op de schematische plattegrond herbergt voornamelijk theorielokalen. In het onderste bouwblok (praktijkdeel) zitten sportzalen en de ruimten voor technisch onderwijs. De twee gebouwen zijn door middel van een loopbrug op de 1^e verdieping met elkaar verbonden.

Overzicht metrages

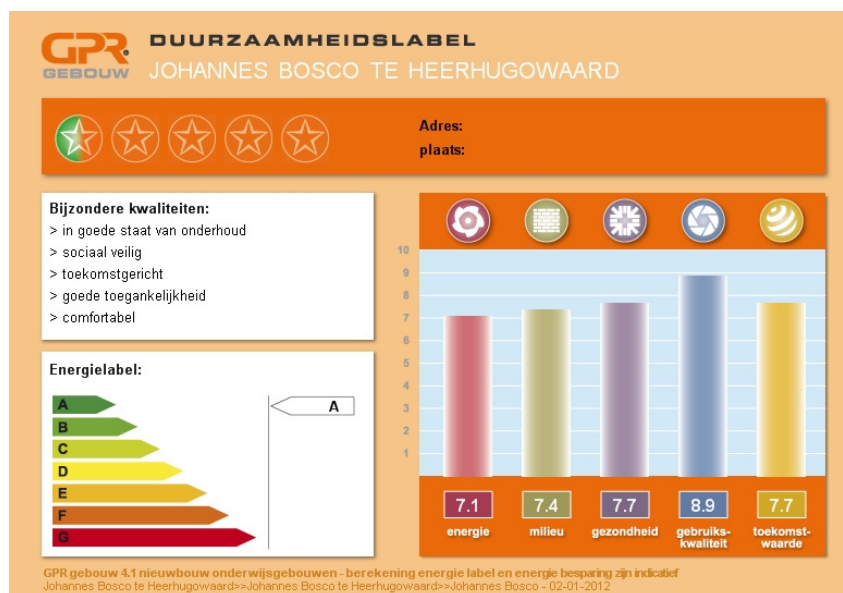
Bruto vloeroppervlak	12.942	m ²
Netto vloeroppervlak	11.867	m ²
Nuttig oppervlak	8.946	m ²
Gevel oppervlak	6.035	m ²
Dak oppervlak	5.161	m ²
Verblijfsruimte	8.291	m ²
Verkeersruimte	2.594	m ²

Vormfactoren

Stapelings	2,50	$1 / \frac{\text{dakoppervlak}}{\text{BVO}}$
Inpandigheid	0,47	Gevel oppervlak / Bruto vloeroppervlak
Ontwerpefficiëntie	1,45	Bruto vloeroppervlak/ Nuttig oppervlak
Compactheid	0,31	Verkeersruimte / verblijfsruimte
BVO/Leerling	10,4	m ²
Korrelgrootte	47,5	m ²

5.3.3. GPR score

De twee verschillende gebouwdelen maken gebruik van een verschillende installatie systeem. Het theoriegebouw maakt gebruik van een warmte koude opslag systeem (WKO) in combinatie met vloerverwarming. De plafonds zijn half open en er is mechanische balansventilatie met warmteterugwinning. Het praktijkdeel heeft een 'standaard' verwarmingsconcept met HR ketels en radiatoren.



Figuur 21: GPR score Johannes Bosco

Het Johannes Bosco is een IFD (industrieel flexibel en demontabel) gebouw. In het schoolgebouw zijn geen dragende binnenwanden en door het standaard stramienstelsel waar alle benodigde zaken inzitten is het gebouw flexibel.

Door de totale integratie van netwerken voor audio, video, gebouwbeheer, beveiliging en telefonie en ICT in 1 netwerk op basis van ethernet via glasvezel en toepassing van railkanaal systemen is het materiaalgebruik sterk gereduceerd, zijn vrijwel alle instort voorziening overbodig. De installatie is 100% demontabel en recyclebaar.



Figuur 22: zicht op gymzaal



Figuur 23: Gang in theoriedeel

Het gebouw is ontworpen op een stramien van 2,1 meter. Per stramien is een akoestisch plafondstrook van 1,2 meter breed gerealiseerd met daarin de daglicht geregelde verlichting geïntegreerd. De panelen worden haaks op de gangen in stroken aangebracht op stramien maat, zodat op ieder stramien van 2,1 meter een kan worden geplaatst zonder ingreep in de overige voorzieningen en installaties. Door de flexibele indeling scoort het gebouw op de GPR module toekomstwaarde.

5.3.4. Exploitatiekosten

Het Johannes Bosco College heeft een meerjarig onderhoudsplan van 40 jaar. Op basis van dit plan maken zij een reservering groot onderhoud.

Exploitatiekosten	2009	2010	Gemiddeld per m ² BVO
Energie	€ 102.982	€ 100.357	€ 8,1
Schoonmaak	€ 156.751	€ 125.522	€ 11,0
Groot onderhoud	€ 259.011	€ 282.130	€ 20,9
Klein onderhoud	€ 64.852	€ 74.752	€ 5,4
Totaal	€ 602.446	€ 514.210	€ 36

Tabel 6: Exploitatiekosten Johannes Bosco

5.3.5. Levensduurkosten

Op basis van de gerealiseerde cijfers van de investering en de exploitatie wordt de levensduurkostenberekening gemaakt voor een termijn van 40 jaar. In de onderstaande tabel wordt voor twee manieren van afschrijven de levensduurkosten per m² BVO weergegeven. De methode van het afschrijven met een restwaarde wordt toegelicht in paragraaf 6.3. Het afschrijven naar nul is een lineaire afschrijvingsmethodiek waarbij na 40 jaar het gebouw compleet afgeschreven is.

	NCW vaste lasten	NCW exploitatie	Levensduurkosten
Afschrijving naar nul	€ 1277	€ 1656	€ 2932
Afschrijving restwaarde	€ 920	€ 1656	€ 2658

Tabel 7: Levensduurkosten Johannes Bosco



Figuur 24: Foto van de aula

5.4. Case B - Niekée Roermond

5.4.1. Algemene data school

Plaats	Roermond
Aantal leerlingen	410 (teldatum oktober 2010)
Architect	LIAG Architecten
Bouwjaar	2007
Investeringskosten	€ 11.850.000,- incl. BTW
Investeringskosten per m ² BVO prijspeil 2010:	€ 1.518

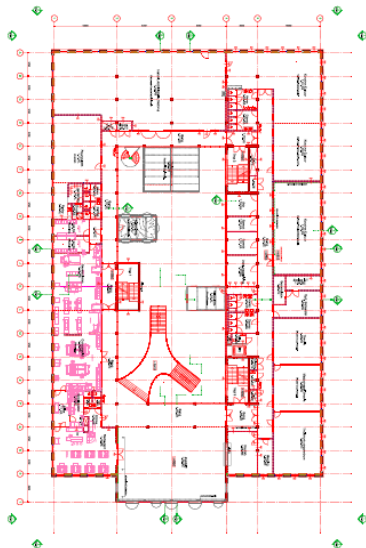
Niekée is onderdeel van de Stichting Onderwijs Midden-Limburg (SOML). En heeft in 2008 de scholenbouwprijs met het thema het duurzame schoolgebouw gewonnen.



Figuur 25: zicht op gevel

5.4.2. Gebouwworm

Het gebouw is een doos met in het midden een groot atrium.



Figuur 26: plattegrond 1^e verdieping.



Metrage overzicht

Bruto vloeroppervlak	8.235	m ²
Netto vloeroppervlak	7.240	m ²
Nuttig oppervlak	6.292	m ²
Gevel oppervlak	2.538	m ²
Dak oppervlak	2.947	m ²
Verblijfsruimte	5.323	m ²
Verkeersruimte	1371	m ²
Atrium oppervlak	722	m ²

Vormfactoren

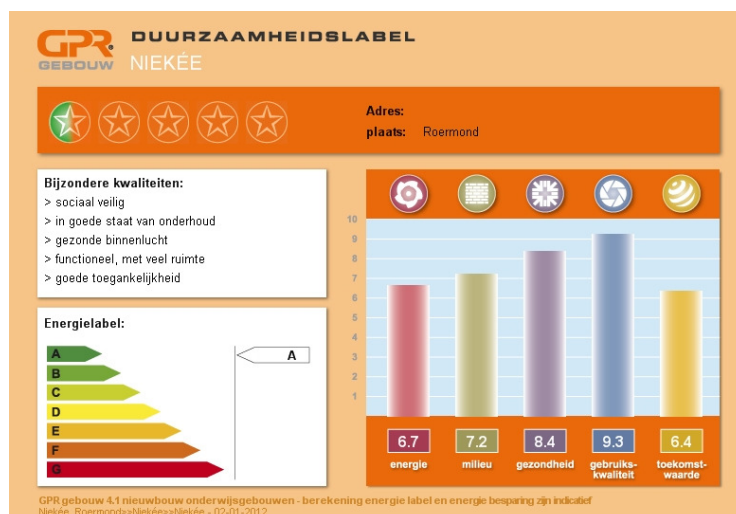
Stapeling	2,78	$1 / \frac{\text{dakoppervlak}}{\text{BVO}}$
Inpandigheid	0,31	Gevel oppervlak / Bruto vloeroppervlak
Ontwerpefficiëntie	1,45	Bruto vloeroppervlak / Nuttig oppervlak
Compactheid	0,26	Verkeersruimte / verblijfsruimte
BVO/Leerling	20,1 m ²	
Korrelgrootte	48,9 m ²	

5.4.3. GPR score

Het verwarmingsconcept waar het Niekée gebouw door verwarmd wordt bestaat uit een hoog rendement ketel waar het transport van de warmte via radiatoren gaat waarbij gebruikt wordt gemaakt van een aanvoertemperatuur van meer dan 55 graden. Als ventilatiesysteem wordt er balansventilatie toegepast met warmteterugwinning.



Figuur 27: zicht op voorgevel



Figuur 28: GPR score

5.4.4. Exploitatiekosten

Opvallend bij het Niekée College is dat zij alle leerlingen een eigen laptop hebben gegeven.

Exploitatiekosten	2009	2010	Gemiddeld per m ² BVO
Energie	€ 92.194	NVT	€ 11,9
Schoonmaak	€ 92.851	NVT	€ 11,5
Groot onderhoud ¹	NVT	NVT	€ 9,0
Klein onderhoud	€ 63.238	NVT	€ 7,8
Totaal	€ 248.283	NVT	€ 40,2

Tabel 8: Exploitatiekosten case

¹ Het schoolbestuur heeft voldoende liquide middelen en doet daarom geen reserveringen voor groot onderhoud. Voor de levensduurkostenberekening wordt een bedrag van € 9,0 per vierkante meter BVO aangehouden.

5.4.5. Levensduurkosten

Op basis van de gerealiseerde cijfers van de investering en de exploitatie wordt de levensduurkostenberekening gemaakt voor een termijn van 40 jaar. In de onderstaande tabel wordt voor twee manieren van afschrijven de levensduurkosten per m² BVO weergegeven. De methode van het afschrijven met een restwaarde wordt toegelicht in paragraaf 6.3. Het afschrijven naar nul is een lineaire afschrijvingsmethodiek waarbij na 40 jaar het gebouw compleet afgeschreven is.

	NCW vaste lasten	NCW exploitatie	Levensduurkosten
Afschrijving naar nul	€ 1577	€ 1632	€ 3209
Afschrijving restwaarde	€ 1380	€ 1632	€ 3013

Tabel 9: levensduurkosten Niekée



Figuur 29: zicht op atrium

5.5. Case C - Vakcollege Sevenwolden

5.5.1. Algemene data school

Plaats	Heerenveen
Aantal leerlingen	450 (teldatum oktober 2010)
Aantal fte's	onbekend
Architect	Van Overbeek Tromp
Bouwjaar	2008
Investeringskosten	€ 7.378.000,- incl. BTW
Investeringskosten per m ² BVO prijspeil 2010:	€ 1.323

Het vakcollege Sevenwolden valt onder de Openbare Scholengemeenschap (OSG) Sevenwolden.

5.5.2. Gebouwworm



Figuur 31: schematische plattegrond begane grond



Figuur 30: Foto voorgevel

Metrage overzicht

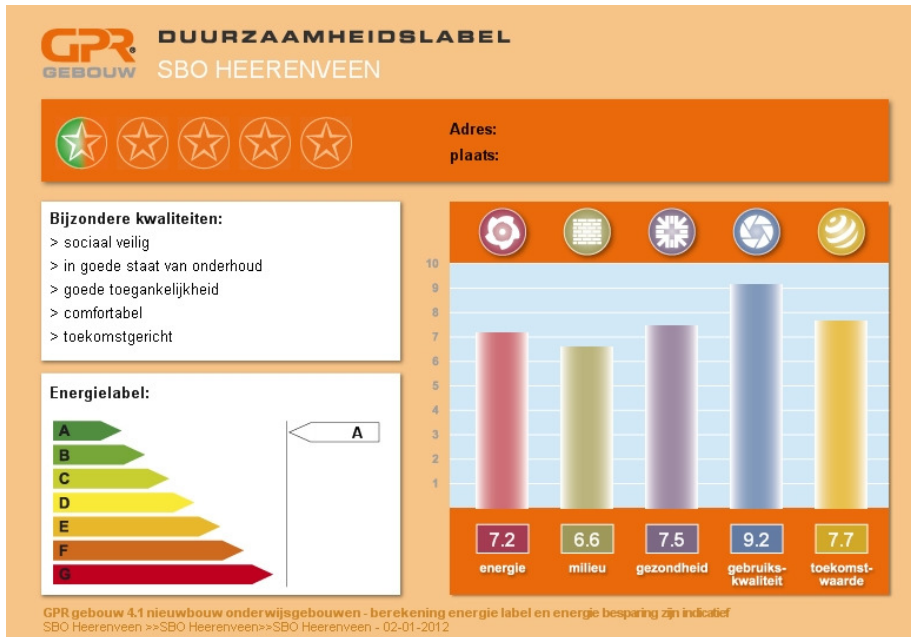
Bruto vloeroppervlak	5.792	m ²
Netto vloeroppervlak	5.484	m ²
Nuttig oppervlak	4.544	m ²
Gevel oppervlak	2.105	m ²
Dak oppervlak	3.278	m ²
Verblijfsruimte	4.083	m ²
Verkeersruimte	839	m ²

Vormfactoren

Stapeling	1,75	$1 / \frac{\text{dakoppervlak}}{\text{BVO}}$
Inpandigheid	0,36	Gevel oppervlak / Bruto vloeroppervlak
Ontwerpefficiëntie	1,27	Bruto vloeroppervlak / Nuttig oppervlak
Compactheid	0,21	Verkeersruimte / verblijfsruimte
BVO/leerling	12,9	m ²
Korrelgrootte	43,9	m ²

5.5.3. GPR score

Het vakcollege Sevenwolden met gebruik van een warmte koude opslag systeem in combinatie met betonkernactivering. Voor de praktijkruimtes wordt luchtverwarming toegepast. Als ventilatiesysteem wordt er balansventilatie toegepast met warmteterugwinning.



Figuur 32: GPR score

Het gebouw is voorzien van energiezuinige TL verlichtingen toegepast met aanwezigheidsdetectie.

5.5.4. Exploitatiekosten

Omdat de school in eind 2008/begin 2009 in gebruik is genomen zijn er geen betrouwbare exploitatiecijfers beschikbaar van het kalenderjaar 2009.

Exploitatiekosten	2009	2010	Gemiddeld per m ² BVO
Energie	NVT	€ 92.034	€ 15,9
Schoonmaak	NVT	€ 46.082	€ 8,0
Groot onderhoud	NVT	€ 41.000	€ 7,1
Klein onderhoud	NVT	€ 41.227	€ 7,1
Totaal	NVT	€ 514.210	€ 38,0

Tabel 10: Exploitatiekosten case

Het inregelen van de WKO installatie van het vakcollege Sevenwolden is niet volledig correct verlopen. De thermostaatknoppen waren andersom afgemonteerd waardoor min eigenlijk plus werd en vice versa, dit probleem is begin 2011 opgelost.

Het energieverbruik in 2011 was dan ook minder dan in 2010, in de onderstaande tabel wordt een overzicht gegeven van het energieverbruik in deze twee jaren.

Energie	2010	2011	Verschil
Gas (m ³)	36.211	27.208	-25%
Elektra (Kwh)	32.704	33.063	+1%
Water m ³	631	783	+25%

Het gasverbruik van de school is in 2011 dan ook met ongeveer 25% afgenomen t.o.v. 2010, deze afname kan echter niet enkel op het conto van de correcte afstelling van de installatie worden geschreven. Het jaar 2011 is een warmer dan gemiddeld jaar (3472 graaddagen) is ook zachter dan het jaar 2010, 14,7% kouder dan gemiddeld (4130 graaddagen). Het gemiddelde aantal graaddagen in de periode 2001-2011 was 3602.

Graaddagen: maat van koude, wordt gemeten door de temperatuursafwijking t.o.v. de stookgrens (18 graden) te vermenigvuldigen met de dagen, tevens speelt de windkracht hier ook een rol.

Met behulp van het aantal graaddagen kan het gecorrigeerd gasverbruik worden berekend. Het gecorrigeerd gasverbruik voor 2011 is dan: $27.208 \text{ m}^3 \times 4130.4/3472.4 = 32.363 \text{ m}^3$

Bij het uitgangspunt dat het gebruikersgedrag in de jaren 2010 en 2011 hetzelfde is levert het beter instellen van de installatie levert een besparing van 12% van het gasverbruik op. Voor de verdere analyses worden aangehouden voor het vakcollege Sevenwolden € 5,54 per vierkante meter BVO zijn, dat is dus 12% lager dan € 6,29.

5.5.5. Levensduurkosten

Op basis van de gerealiseerde cijfers van de investering en de exploitatie wordt de levensduurkostenberekening gemaakt voor een termijn van 40 jaar. In de onderstaande tabel wordt voor twee manieren van afschrijven de levensduurkosten per m² BVO weergegeven. De methode van het afschrijven met een restwaarde wordt toegelicht in paragraaf 6.3. Het afschrijven naar nul is een lineaire afschrijvingsmethodiek waarbij na 40 jaar het gebouw compleet afgeschreven is.

	NCW vaste lasten	NCW exploitatie	Levensduurkosten
Afschrijving naar nul	€ 1204	€ 1711	€ 2915
Afschrijving restwaarde	€ 1009	€ 1711	€ 2742

Tabel 11: levensduurkosten



Figuur 33: centrale trap

5.6. Case D - Connect college

Het Connect College behoort tot de Stichting Onderwijs Midden Nederland. Tijdens dit onderzoek is er geen bezoek geweest aan deze school. Echter is door deelname van de school aan het Benchmarkonderzoek Exploitatiekosten 2009 van HEVO bv wel de kostendata verkregen van de exploitatie.

5.6.1. Algemene data school

Plaats	Echt
Aantal leerlingen	410 (teldatum oktober 2010)
Aantal fte's	onbekend
Bouwjaar	2007
Architect	VMX Architects
Investeringskosten	€ 7.100.000,- incl. BTW
Investeringskosten per m ² BVO prijspeil 2010:	€ 1.063

5.6.2. Gebouwworm



Figuur 34: foto gevel

Metrage overzicht

Bruto vloeroppervlak	7.045	m ²
Netto vloeroppervlak	6.743	m ²
Nuttig oppervlak	5.429	m ²
Gevel oppervlak	2.042	m ²
Dak oppervlak	5.163	m ²
Verblijfsruimte	4.921	m ²
Verkeersruimte	1.162	m ²

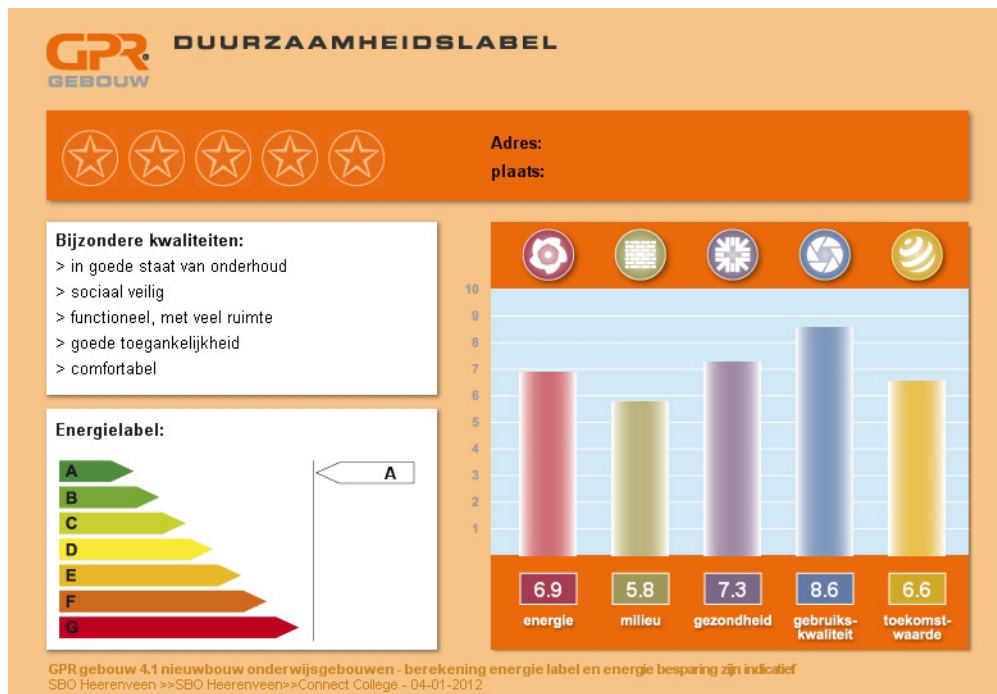
Vormfactoren

Stapelings	1,37	$1 / \frac{\text{dakoppervlak}}{\text{BVO}}$
Inpandigheid	0,29	Gevel oppervlak / Bruto vloeroppervlak
Ontwerpefficiëntie	1,30	Bruto vloeroppervlak / Nuttig oppervlak
Compactheid	0,24	Verkeersruimte / verblijfsruimte
BVO/Leerling	17,2	m ²
Korrelgrootte	50,3	m ²

De hoge aantal vierkante meters per leerling wordt mede veroorzaakt door ruim 500 m² gymzaal en een aula van ongeveer 440 m².

5.6.3. GPR score

Op basis van de bouwaanvraag stukken is een duurzaamheidsmeting met GPR-Gebouw gemaakt. Het verwarmingsconcept waar het Niekée gebouw door verwarmd wordt bestaat uit een hoog rendement ketel waar het transport van de warmte via radiatoren gaat waarbij gebruikt wordt gemaakt van een aanvoertemperatuur van meer dan 55 graden. Als ventilatiesysteem wordt er balansventilatie toegepast met warmteterugwinning.



5.6.4. Exploitatiekosten

Exploitatiekosten	2009	2010	Gemiddeld per m ² BVO
Energie	€ 74.639	NVT	€ 11,3
Schoonmaak	€ 156.576	NVT	€ 22,7
Groot onderhoud ¹	NVT	NVT	NVT
Klein onderhoud	€ 70.935	NVT	€ 10,3
Totaal	€ 362.940	NVT	€ 53,1

Tabel 12: Exploitatiekosten case

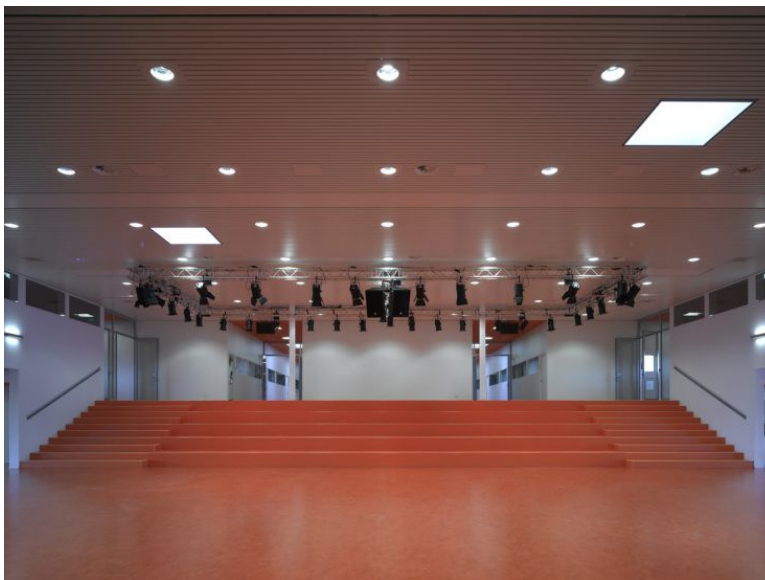
¹ Het schoolbestuur heeft voldoende liquide middelen en doet daarom geen reserveringen voor groot onderhoud. Voor de levensduurkostenberekening wordt een bedrag van € 9,0 per vierkante meter BVO aangehouden.

5.6.5. Levensduurkosten

Op basis van de gerealiseerde cijfers van de investering en de exploitatie wordt de levensduurkostenberekening gemaakt voor een termijn van 40 jaar. In de onderstaande tabel wordt voor twee manieren van afschrijven de levensduurkosten per m² BVO weergegeven. De methode van het afschrijven met een restwaarde wordt toegelicht in paragraaf 6.3. Het afschrijven naar nul is een lineaire afschrijvingsmethodiek waarbij na 40 jaar het gebouw compleet afgeschreven is.

	NCW vaste lasten	NCW exploitatie	Levensduurkosten
Afschrijving naar nul	€ 1388	€ 2001	€ 3389
Afschrijving restwaarde	€ 1388	€ 2001	€ 3389

Tabel 13: levensduurkosten



Figuur 35: aula bron: www.vmxarchitects.nl

5.7. Case E - Casparus college

Het Casparus College valt onder de Gooise Scholen Federatie (GSF). Onder het bestuur van de GSF vallen acht VO scholen in 't Gooi (Bussum, Hilversum en Weesp) met een totaal van 6500 leerlingen.

Op het Casparus College worden de volgende lesprogramma's gegeven.

5.7.1. Algemene data school

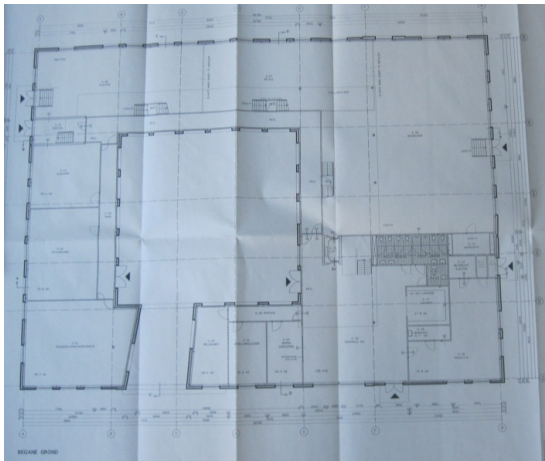
Plaats	Weesp
Aantal leerlingen	306 (teldatum oktober 2010)
Aantal fte's	26,4
Bouwjaar	2005
Architect	Mulleners + Mulleners Architecten
Investeringskosten	€ 5.489.238,- incl. BTW
Investeringskosten per m ² BVO prijspeil 2010:	€ 1.268



Figuur 36: zicht op gevel

5.7.2. Gebouwworm

Het gebouw is ontworpen als een rondom een patio, de gangen zijn gelegen rondom de patio. Hierdoor is het mogelijk om vanuit de gangen bijna het gehele gebouw te zien.



Figuur 37: foto van plattegrond begane grond Casparus College te Weesp

Metrage overzicht

Bruto vloeroppervlak	4.697	m ²
Netto vloeroppervlak	4.200	m ²
Nuttig oppervlak	3.365	m ²
Gevel oppervlak	2.974	m ²
Dak oppervlak	1.620	m ²
Verblijfsruimte	2.755	m ²

Verkeersruimte 834 m²

Het programma van bevat onder andere een gymzaal van 270 m² en een technische onderwijsruimte 750 m²

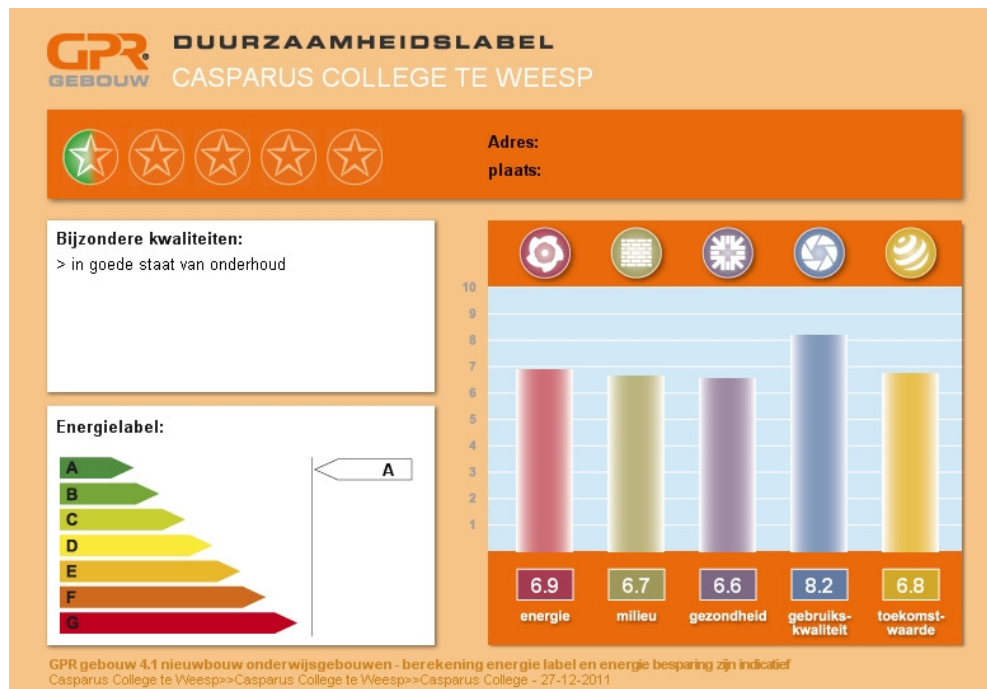
Vormfactoren

Stapeling	2,94	$1 / \frac{\text{dakoppervlak}}{\text{BVO}}$
Inpandigheid	0,63	Gevel oppervlak / Bruto vloeroppervlak
Ontwerpefficiëntie	1,40	Bruto vloeroppervlak/ Nuttig oppervlak
Compactheid	0,30	Verkeersruimte / verblijfsruimte
BVO/leerling	14,4 m ²	
Korrelgrootte	51,8 m ²	

Doordat het gebouw rondom een patio is gemaakt, heeft het gebouw relatief veel gevel.

5.7.3. GPR score

Op basis van de bouwaanvraag stukken is een duurzaamheidsmeting met GPR-Gebouw gemaakt. Het Casparus is een redelijk basis onderwijsgebouw. Als verwarmingsconcept heeft het dan ook HR gasketel die gebruik maken van hoge aanvoer temperatuur voor de radiatoren. Voor de ventilatie is er een natuurlijk toevoer en een mechanische afvoer.



Figuur 38: GPR score Casparus

5.7.4. Exploitatiekosten

De directeur is fanatiek bezig met energiebesparend gedrag. Dit is onder andere te merken doordat hij de verwarming alleen aanzet tussen 1 oktober en 1 april. Hij heeft de kachel ingesteld op 19 graden, aan de noordzijde van het gebouw staat deze op 20 graden. Een ander voorbeeld van het energiebesparende gedrag is dat hij de boilers voor de douches van de gymzaal uit heeft gezet. Dit betekent dus dat er geen warm water is voor de douche maar die werden daarvoor ook al niet gebruikt

Exploitatiekosten	2009	2010	Gemiddeld per m ² BVO
Energie	€ 80.337	€ 68.238	€ 14,5
Schoonmaak	€ 70.061	€ 70.479	€ 15,0
Groot onderhoud	€ 32.700	€ 26.820	€ 5,7
Klein onderhoud	€ 33.855	€ 41.422	€ 8,8
Totaal	€ 216.953	€ 206.959	€ 44,1

Tabel 14: Exploitatiekosten case

Voor het Casparus college wordt op basis van een tien jarig onderhoudsplan reserveringen gedaan voor het groot onderhoud.



Figuur 39: Verzorging lokaal

Opvallend is dat er in het schoolgebouw zijn er geen ramen die open kunnen.

5.7.5. Levensduurkosten

Op basis van de gerealiseerde cijfers van de investering en de exploitatie wordt de levensduurkostenberekening gemaakt voor een termijn van 40 jaar. In de onderstaande tabel wordt voor twee manieren van afschrijven de levensduurkosten per m² BVO weergegeven. De methode van het afschrijven met een restwaarde wordt toegelicht in paragraaf 6.3. Het afschrijven naar nul is een lineaire afschrijvingsmethodiek waarbij na 40 jaar het gebouw compleet afgeschreven is.

	NCW vaste lasten	NCW exploitatie	Levensduurkosten
Afschrijving naar nul	€ 1242	€ 1943	€ 3186
Afschrijving restwaarde	€ 1152	€ 1943	€ 3096

Tabel 15: Levensduurkosten

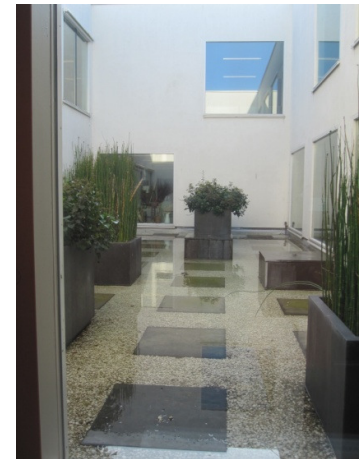


Figuur 40: techniek onderwijsruimte

5.8. Case F - Insula college

5.8.1. Algemene data school

Plaats	Dordrecht
Aantal leerlingen	750 (teldatum oktober 2010)
Aantal fte's	onbekend
Bouwjaar	2007
Architect	DKV architecten
Investeringskosten	€ 7.235.200,- incl. BTW
Investeringskosten per m ² BVO prijspeil 2010:	€ 1.255



Figuur 41: patio op 1e verdieping

5.8.2. Gebouwworm



Figuur 42: schematische weergave begane grond

Het Insula College is onderdeel van het leerpark Dordrecht dat bestaat uit: 6 hectare opleidingsruimte, ca. 450 woningen, 3500 m² bedrijfsruimte. De school is onderverdeeld in drie units: Onderbouw, Economie, Techniek en Zorg & Welzijn. De technische onderwijsruimtes zitten echter in een naastgelegen gebouw dat gedeeld wordt met een andere VMBO school.

Metrage overzicht

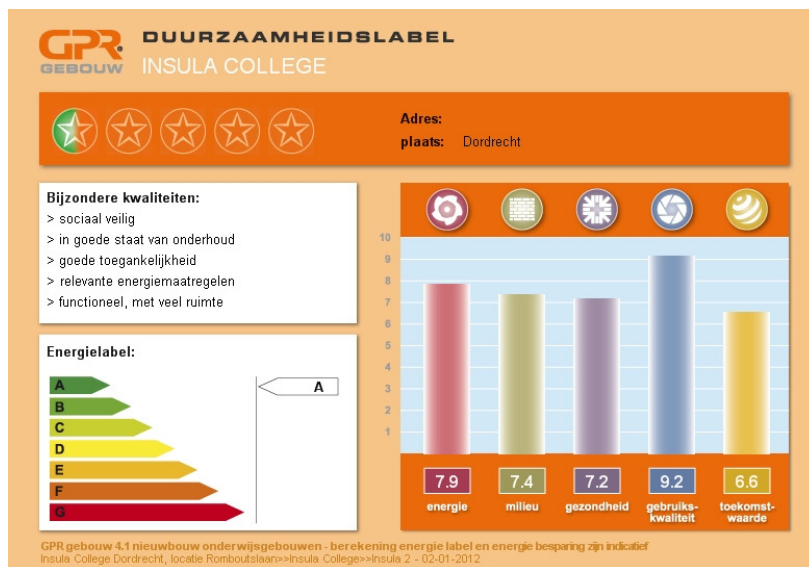
Bruto vloeroppervlak	6.080	m ²
Netto vloeroppervlak	5.448	m ²
Nuttig oppervlak	4.067	m ²
Gevel oppervlak	2.634	m ²
Dak oppervlak	2.097	m ²
Verblijfsruimte	3.746	m ²
Verkeersruimte	1.165	m ²

Vormfactoren

Stapelings	2,94	$1 / \frac{\text{dakoppervlak}}{\text{BVO}}$
Inpandigheid	0,43	Gevel oppervlak / Bruto vloeroppervlak
Ontwerpefficiëntie	1,36	Bruto vloeroppervlak / Nuttig oppervlak
Compactheid	0,31	Verkeersruimte / verblijfsruimte
BVO/Leerling	8,1 m ²	
Korrelgrootte	41,9 m ²	

5.8.3. GPR score

Op basis van de bouwaanvraag stukken is een duurzaamheidsmeting met GPR-Gebouw gemaakt. Het Insula College heeft een eervolle vermelding gekregen bij de uitreiking van de scholenbouwprijs. De school heeft een warmte/koude opslag installatie met lage temperatuurverwarming en balansventilatie met warmteterugwinning.



Figuur 43: GPR score

Het totale project Leerpark (45.000 m² onderwijshuisvesting), waar het Insula College een onderdeel van uit maakt, is door een gelegenheidsopdrachtgever ontwikkeld. Deze opdrachtgever, de Coöperatie Leerpark, was voor 50% vertegenwoordigd door het ROC Da Vinci (MBO) en voor 50% de gemeente Dordrecht (die functioneerde als gedelegeerd opdrachtgever van de diverse VMBO's).

Het Insula College is verbonden met het Stedelijk Dalton Lyceum door het zogenoemde Samenwerkingsgebouw dat technieklokalen bevat waar beide scholen gebruik van maken.

5.8.4. Exploitatiekosten

Het Insula College koopt de warmte van het bedrijf HVC energie. HVC energie beheert een warmte en koude opslag op het leerpark in Dordrecht. De WKO installatie die hier is geplaatst heeft een grotere capaciteit dan voor het schoolgebouw alleen. De bedoeling was dat deze installatie ook voor de verwarming van woningen zou zorgen, deze geplande woningen zijn er echter nog niet gebouwd. Dhr. Keller hoofd huisvesting van Hadrieo (H3O), de bestuurorganisatie waar het Insula College onder valt, vermoed dan ook dat de installatie meer energie verbruikt dan nodig is. Bij temperatuur metingen die dhr. Keller uitgevoerd heeft blijkt ook dat de temperatuur standaard te hoog is. Doordat het beheer van de warmtepomp bij een andere organisatie ligt is het lastig om dit goed afgesteld te krijgen.

Exploitatiekosten	2009	2010	Gemiddeld per m ² BVO
Energie	€ 140.814	€ 110.804	€ 20,0
Schoonmaak	€ 112.557	€ 107.882	€ 9,0
Groot onderhoud	€ 96.669	€ 34.799	€ 9,0
Klein onderhoud	€ 12.900	€ 22.976	€ 2,6
Totaal	€ 362.940	€ 276.461	€ 53,1

Tabel 16: Exploitatiekosten case

Als de energielasten worden bekeken lijkt het vermoeden van Dhr. Keller te kloppen. Vergeleken met de andere cases in dit onderzoek, heeft het Insula College de hoogste energielasten per m² BVO.

Bij het nader bestuderen van de energiekosten worden ook de cijfers van 2008 betrokken. In het onderstaande overzicht worden de energiekosten uitgesplitst in verschillende onderdelen.

Energiekosten	2008	2009	2010	Gemiddeld per m ² BVO
Warmte/koude	€ 34.418	€ 40.294	€ 50.006	€ 7,3
Elektra en gas	€ 136.050	€ 15.581	€ 46.477	€ 12,0
Water	€ -89	€ 1.781	€ 1.123	€ 0,2
Netbeheer	€ 24.200	€ 14.051	€ 13.198	€ 3,1
Totaal	€ 194.579	€ 71.707	€ 110.804	€ 22,6

Tabel 17: Energiekosten uitgesplitst

De elektra en het gas wordt door hetzelfde bedrijf geleverd waardoor er geen overzicht in het verschil hierin. Volgens Dhr. Keller gebruikt het Insula College weinig gas, ongeveer een paar honderd m³. De gemiddelde prijs in 2010 van een kubieke meter gas ligt op € 0,534. (www.cbs.nl bij gebruik van 2000m³).

Veel schommelingen in de energiekosten veroorzaakt door afrekeningen van de energiemaatschappijen. Voor de WKO is er in 2009 een afrekening van ongeveer € 80.000 plaatsgevonden voor de warmte/koude van januari 2007 t/m april 2009, in de tabel zijn deze kosten verdeeld over de jaren. Bij de andere cases zijn kosten voor het netbeheer inbegrepen in de gemiddelden van gas/elektra en water.

Bij vergelijken van de energiekosten van het Insula College ten opzichte van de acht andere cases in dit onderzoek; € 22,6 per m² BVO voor het Insula College ten opzicht van het gemiddelde van € 11,9 per m² BVO van de andere cases. De energiekosten van het Insula College zijn 90% hoger dan het

gemiddelde in de populatie. Deze hogere kosten zijn opmerkelijk aangezien het Insula College de beste duurzaamheidscore op het gebied van energie heeft.

Bij het confronteren van dhr. Keller over de hoge energielasten van het Insula College zei hij het volgende; *"De hoge kosten had ik inderdaad verwacht, omdat wij veel problemen hebben gehad met het beheersen van de temperatuur. Er zijn toen een aantal mobiele airco installaties neergezet om de temperatuur in het gebouw omlaag te krijgen. Dit zou een verklaring van de hogere energielast kunnen zijn. Daarnaast heeft het lang geduurd voordat het gebouw (installatietechnisch) goed was ingeregeld en eigenlijk is het op dit moment ook nog niet optimaal. Ik meet nog steeds een te hoge nacht temperatuur"*.



Figuur 44: zicht op gevel, bron: www.onderwijspaleis.nl

5.8.5. Levensduurkosten

Op basis van de gerealiseerde cijfers van de investering en de exploitatie wordt de levensduurkostenberekening gemaakt voor een termijn van 40 jaar. In de onderstaande tabel wordt voor twee manieren van afschrijven de levensduurkosten per m² BVO weergegeven. De methode van het afschrijven met een restwaarde wordt toegelicht in paragraaf 6.3. Het afschrijven naar nul is een lineaire afschrijvingsmethode waarbij na 40 jaar het gebouw compleet afgeschreven is.

	NCW vaste lasten	NCW exploitatie	Levensduurkosten
Afschrijving naar nul	€ 1216	€ 2348	€ 3564
Afschrijving restwaarde	€ 1148	€ 2348	€ 3497

Tabel 18: levensduurkosten



Figuur 45: centrale hal Insula

5.9. Case G – Lek en Linge

5.9.1. Algemene data school

Plaats	Culemborg
Aantal leerlingen	600(teldatum oktober 2010)
Bouwjaar	2008
Architect	Van den Berg Kruisheer Elfers
Investeringskosten	€ 9.929.936,- incl. BTW
Investeringskosten per m ² BVO prijspeil 2010:	€ 1.491

5.9.2. Gebouwvorm



Figuur 46: zicht op vide

Figuur 47: schematische weergave 1^e verdieping

De fraaie locatie met een groene heuvel en sportvelden is maximaal uitgebuit voor het VMBO en de wijk. De ontwikkelde flexibele en compacte structuur met meerdere vides laat overzichtelijke praktijk/atelierruimten toe evenals een mix van kleinere en grotere instructieruimten. De entree is op de eerste verdieping gelegen, als integraal onderdeel van de heuvel. Een open ruimte met een vide vormt het hart van de school en verbindt alle onderwijsruimten met elkaar. (www.onderwijspaleis.nl)

Metrage overzicht

Bruto vloeroppervlak	6.917	m ²
Netto vloeroppervlak	6.602	m ²
Nuttig oppervlak	5.152	m ²
Gevel oppervlak	3.529	m ²
Dak oppervlak	2.749	m ²
Verblijfsruimte	3.320	m ²
Verkeersruimte	1.368	m ²

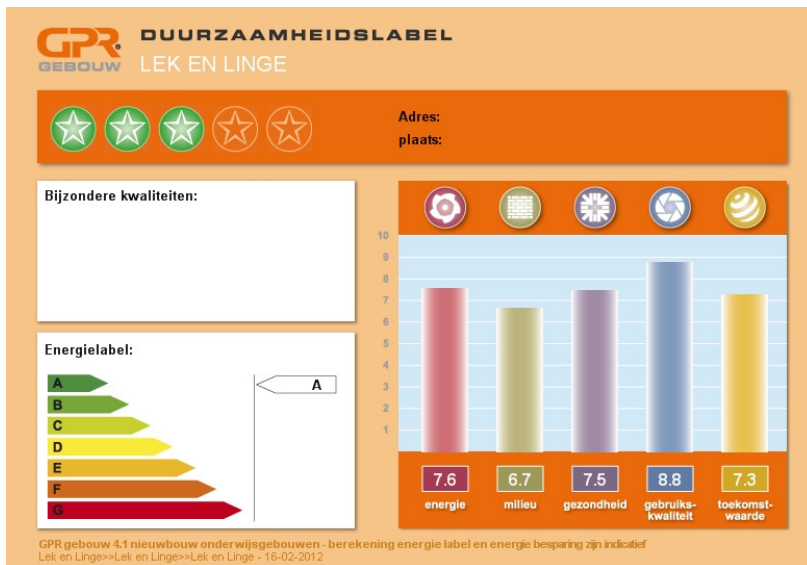
Vormfactoren

Stapelings	2,52	$1 / \frac{\text{dakoppervlak}}{\text{BVO}}$
Inpandigheid	0,51	Gevel oppervlak / Bruto vloeroppervlak
Ontwerpefficiëntie	1,34	Bruto vloeroppervlak / Nuttig vloeroppervlak
Compactheid	0,41	Verkeersruimte / verblijfsruimte
BVO/Leerling	11,5	m ²
Korrelgrootte	45,2	m ²

5.9.3. GPR score

Energie

Het Lek en Linge College is aangesloten op de lage temperatuur stadsverwarming van Lanxmeer. De EPC score van het schoolgebouw is 20% lager dan de Bouwbesluit eis. Voor de ventilatie is het schoolgebouw uitgerust met balansventilatie met warmteterugwinning.



Figuur 48: GPR score

Tijdens het ontwerp is gestreefd naar een milieuvriendelijk gebouw. Alle vaste maatregelen uit het Nationaal Pakket Duurzaam Bouwen zijn gerealiseerd. Ook het merendeel van de variabele maatregelen zijn uitgevoerd. Bovendien zijn een aantal bijzondere en specifieke maatregelen op het gebied van ventilatie en daglicht doorgevoerd. Het resultaat hiervan is onder andere een EPC die 20% lager is dan de eis uit het bouwbesluit. Er is voor duurzame en onderhoudsvrije materialen gekozen voor het exterieur en interieur, waarbij een kwalitatief hoogwaardige uitstraling is nagestreefd.

Het Lek en Linge college ervaart problemen met de ventilatie, als grootste oorzaak hiervan geeft het hoofd facilitaire zaken dhr. Koning het ontwerp van deze installatie aan. Door het toe en afvoeren van lucht boven de verlaagde eiland plafonds is de circulatie van de lucht matig.

5.9.4. Exploitatiekosten

Het gebouw is aangesloten op de stadsverwarming van de gemeente Culemborg. Door het warmtetransport door betonkern van het gebouw wordt op een zuinige wijze verwarmd. Bij de materialisering is zoveel mogelijk gekozen voor onderhoudsvrije materialen. Door goede isolatie en warmteterugwinning van de ventilatielucht is het energieverbruik beperkt.

Exploitatiekosten	2010	Gemiddeld per m ² BVO
Energie	€ 58.000	€ 8,4
Schoonmaak	€ 120.000	€ 17,3
Groot onderhoud ¹	€ -	€ 9,0
Klein onderhoud	€ 10.000	€ 1,4
Totaal	€ 188.000	€ 27,2

Tabel 19: Exploitatiekosten case

Het hoofd facilitaire zaken van het Lek en Linge College heeft als onderhoudsstrategie dat bij het defect gaan van gebouwcomponenten deze gerepareerd/vervangen worden. Bij het Lek en Linge wordt bijna geen preventief onderhoud uitgevoerd.

Voor de levensduurkostenberekening wordt een bedrag van € 9,0 per vierkante meter BVO aangehouden.



Figuur 49: zicht op gevel, bron: www.onderwijspaleis.nl

5.9.5. Levensduurkosten

Op basis van de gerealiseerde cijfers van de investering en de exploitatie wordt de levensduurkostenberekening gemaakt voor een termijn van 40 jaar. In de onderstaande tabel wordt voor twee manieren van afschrijven de levensduurkosten per m² BVO weergegeven. De methode van het afschrijven met een restwaarde wordt toegelicht in paragraaf 6.3. Het afschrijven naar nul is een lineaire afschrijvingsmethodiek waarbij na 40 jaar het gebouw compleet afgeschreven is.

	NCW vaste lasten	NCW exploitatie	Levensduurkosten
Afschrijving naar nul	€ 1467	€ 1383	€ 2850
Afschrijving restwaarde	€ 1098	€ 1383	€ 2482

Tabel 20: levensduurkosten

5.10. Case H – SG Were Di

5.10.1. Algemene data school

Plaats	Valkenwaard
Aantal leerlingen	2400(teldatum oktober 2010)
Bouwjaar	2007
Architect	Van den Berg Kruisheer Elfers
Investeringskosten	€ 28.560.000,- incl. BTW
Investeringskosten per m ² BVO prijspeil 2010:	€ 1.269

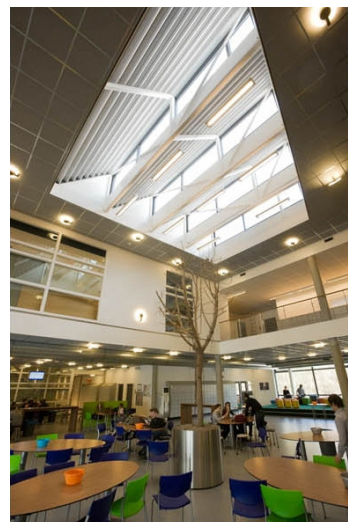
5.10.2. Gebouwvorm



Figuur 51: schematische weergave situatie

De locatie is een zogenaamde 'boskamer' aan de noordkant van Valkenswaard. Deze kamer vormt het palet waarop de onderwijsgebouwen zijn geschakeld als 'paviljoens in het groen'. De gebouwen en buitenruimten zijn nadrukkelijk op elkaar betrokken. In vorm, gebruik, materiaal en tussenruimten. De oorspronkelijke bebouwing, die het zicht op het terrein blokkeerde, is vervangen door een 'coulissen schakeling' van gebouwen waardoor de dieptewerking van het terrein juist maximaal is uitgebuit.

Als brede school voor voortgezet onderwijs geeft Were Di haar leerlingen de keuze uit VMBO, HAVO en VWO. Were Di biedt een leeromgeving waarin 'divers' leren mogelijk is. Meerdere werkvormen worden ingezet, variërend van klassikale instructie via een groepsopdracht tot individueel leren waar al dan niet gebruik wordt gemaakt van computers. De sterke kanten van klassikale instructie, groepswork en individueel werken worden gezamenlijk ingezet. De visie om organisatorische grootschaligheid te combineren met didactische kleinschaligheid is ruimtelijk vertaald in een 'pleinenconcept'. Per plein zijn de onderwijsruimten voor samenhangende vakken geclusterd, waarbij meerdere werkvormen mogelijk zijn. Aan elkaar gerelateerde vakken worden gegeven in de onderwijsruimten rond de pleinen. De verschillende pleinen zijn dusdanig ten opzichte van elkaar gesitueerd dat ze elkaar aanvullen en versterken. De nieuwe schoolgebouwen bieden de leerlingen 'om de hoek van het lokaal' een veelzijdige leeromgeving aan. (www.onderwijspaleis.nl)



Figuur 50: zicht op vide

Metrage overzicht

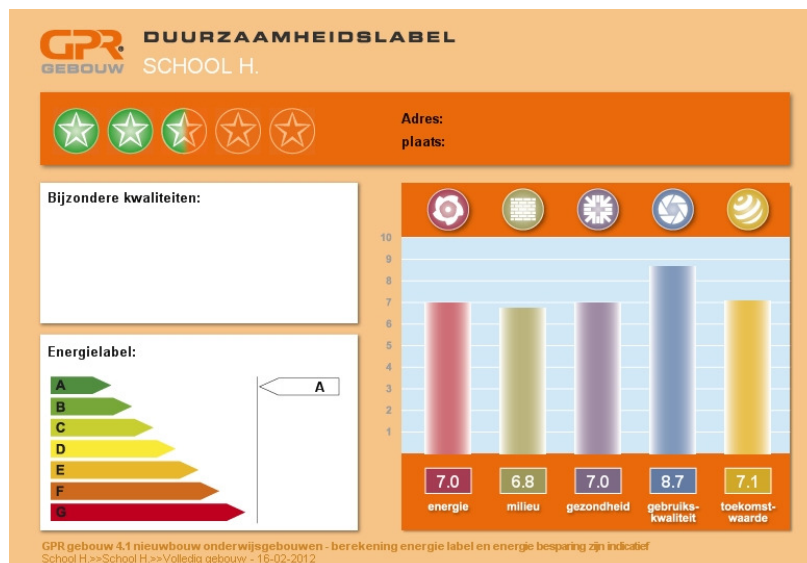
Bruto vloeroppervlak	23.742	m ²
Netto vloeroppervlak	20.627	m ²
Nuttig oppervlak	16.468	m ²
Gevel oppervlak	9.878	m ²
Dak oppervlak	9.318	m ²
Verblijfsruimte	14.897	m ²
Verkeersruimte	3.960	m ²

Vormfactoren

Stapelings	2,55	$1 / \frac{\text{dakoppervlak}}{\text{BVO}}$
Inpandigheid	0,42	Gevel oppervlak / Bruto vloeroppervlak
Ontwerpefficiëntie	1,44	Bruto vloeroppervlak / Nuttig vloeroppervlak
Compactheid	0,27	Verkeersruimte / verblijfsruimte
BVO/Leerling	10,3	m ²
Korrelgrootte	50,9	m ²

5.10.3. GPR score

Op basis van de bouwaanvraag stukken is een duurzaamheidsmeting met GPR-Gebouw gemaakt. De scholengemeenschap WERE Di voldoet met een Qtotaal/Qtoelaatbaar factor van 1,0 vanuit de EPC berekening exact aan de eisen gesteld in het Bouwbesluit. De school maakt gebruik van HR ketels met radiatoren als afgiftemedium en een gebalanceerd ventilatie systeem.



Figuur 52: GPR score

Het gebouw heeft geen dragende binnenwanden, er is een afgewogen mix van kleine en grote ruimte gerealiseerd. De flexibiliteit binnen en tussen de leerpleinen is van grote waarde om krimp en groei op te vangen. De schoolomgeving is ruim en groen met veel mogelijkheden voor verdere ontwikkelingen.

Bij de materialisering is de nadruk gelegd op metselwerk, volkern en stalen beplating. De kozijnen zijn van Europees naaldhout. De daken zijn voorzien van vegetatiedaken.

5.10.4. Exploitatiekosten

Het onderhoud en de systemen van de verschillende gebouwen is op elkaar afgestemd. De omvang en gehanteerde systematiek leveren een veel gunstiger exploitatie dan voor de voormalige, over Valkenswaard verspreid staande panden.

Exploitatiekosten	2010	2011	Gemiddeld per m ² BVO
Energie – Gas	€ 104.000	€ 90.000	€ 4,4
Energie – Elektra	€ 156.000		€ 6,6
Energie – Water	€ 6.000		€ 0,3
Schoonmaak	€ 210.800		€ 8,9
Onderhoud	€ 349.558		€ 14,7
Totaal	€ 188.000		€ 34,8

Tabel 21: Exploitatiekosten case

Het warmere jaar 2011 levert de scholengemeenschap Were Di een besparing van 13% op met betrekking tot de gaskosten.



Figuur 53: zicht op gevel VMBO bovenbouw, bron: www.onderwijspaleis.nl

5.10.5. Levensduurkosten

Op basis van de gerealiseerde cijfers van de investering en de exploitatie wordt de levensduurkostenberekening gemaakt voor een termijn van 40 jaar. In de onderstaande tabel wordt voor twee manieren van afschrijven de levensduurkosten per m² BVO weergegeven. De methode van het afschrijven met een restwaarde wordt toegelicht in paragraaf 6.3. Het afschrijven naar nul is een lineaire afschrijvingsmethodiek waarbij na 40 jaar het gebouw compleet afgeschreven is.

	NCW vaste lasten	NCW exploitatie	Levensduurkosten
Afschrijving naar nul	€ 1230	€ 1397	€ 2627
Afschrijving restwaarde	€ 934	€ 1397	€ 2345

Tabel 22: Levensduurkosten

5.11. Case I – Westerpoort College

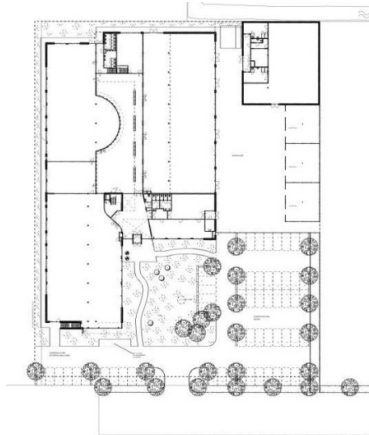
5.11.1. Algemene data school

Plaats	Tholen
Aantal leerlingen	360
Bouwjaar	2007
Architect	Architectenbureau Snoeren b.v.
Investeringskosten	€ 7.300.000,- incl. BTW
Investeringskosten per m ² BVO prijspeil 2010:	€ 1.242



Figuur 54: zicht op vide

5.11.2. Gebouwworm



Figuur 55: schematische weergave situatie

Het gebouw combineert de VMBO-opleiding van het Westerpoortcollege met een openbare bibliotheek voor de gemeente Tholen. De mediatheek en de hoofdentree worden gezamenlijk gebruikt. Het accent in de VMBO-opleiding ligt op Techniek en Verzorging, waartoe ruim opgezette praktijkruimten zijn gerealiseerd rond een binnenplein. Opvallend in het gebouw is ook het kennisplein waar leerlingen individueel of in kleine groepjes kunnen werken in een transparante, lichte omgeving. Apart gesitueerd is de gymzaal met nevenruimten. In de school wordt onderwijs gegeven volgens een nieuw ontwikkeld onderwijsconcept. (www.onderwijspaleis.nl)

Metrage overzicht

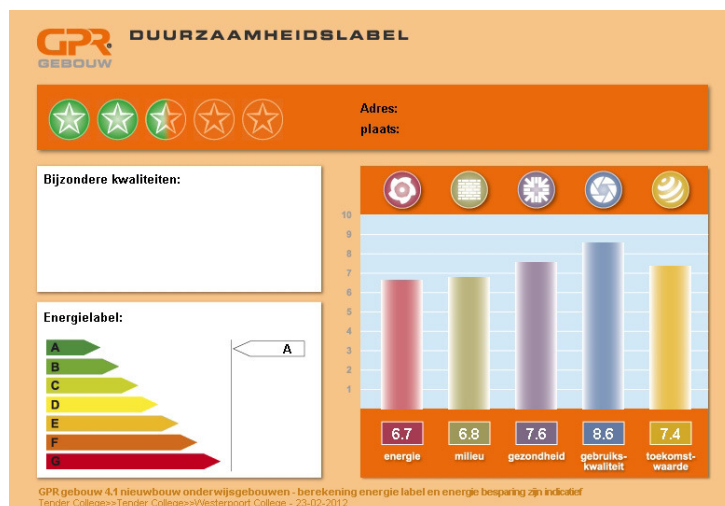
Bruto vloeroppervlak	6.202	m ²
Netto vloeroppervlak	5.821	m ²
Nuttig oppervlak	4.939	m ²
Gevel oppervlak	2.292	m ²
Dak oppervlak	3.728	m ²
Verblijfsruimte	4.728	m ²
Verkeersruimte	846	m ²
Bibliotheek	830	m ²
Gymzaal	510	m ²

Vormfactoren

Stapeling	1,66	$1 / \frac{\text{dakoppervlak}}{\text{BVO}}$
Inpandigheid	0,37	Gevel oppervlak / Bruto vloeroppervlak
Ontwerpefficiëntie	1,26	Bruto vloeroppervlak / Nuttig vloeroppervlak
Compactheid	0,18	Verkeersruimte / verblijfsruimte
BVO/Leerling	17,7 m ²	
Korrelgrootte	105,8 m ²	

5.11.3. GPR score

Op basis van de bouwaanvraag stukken is een duurzaamheidsmeting met GPR-Gebouw gemaakt. De installaties zijn gekoppeld aan de verlichtingsschakeling per zone / gebouwvleugel en aan het inbraakalarm. Als een vleugel niet in gebruik is schakelt daar de luchtbehandeling met een zekere tijdsvertraging automatisch uit, gaat de cv naar beneden en komen de installaties aldus in de bedrijfsstand. Als dan ook bij het sluiten van de school het inbraakalarm wordt ingeschakeld, wordt in hele school automatisch de verlichting uitgeschakeld en daarmee gekoppeld de overige installaties in stand-by stand. Daarna meet het systeem sensoren op gezette uren de binnen- en buitentemperatuur: als die binnen hoger is dan buiten in het zomerseizoen, wordt de standby-stand overruled door nachtventilatie die dan actief wordt.



Figuur 56: GPR score

5.11.4. Exploitatiekosten

De onderhoud- en exploitatiekosten blijven relatief beperkt van omvang blijven door de gekozen materialen en afwerkingen.

Exploitatiekosten	2009	2010	Gemiddeld per m ² BVO
Energie	€ 70.300	€ 75.520	€ 12,1
Schoonmaak	€ 72.150	€ 73.000	€ 11,8
Onderhoud	€97.760	€ 95.500	€ 15,7
Totaal	€ 240.210	€ 244.020	€ 39,7

Tabel 23: Exploitatiekosten case



Figuur 57: zicht op gevel VMBO bovenbouw, bron: www.onderwijspaleis.nl

5.11.5. Levensduurkosten

Op basis van de gerealiseerde cijfers van de investering en de exploitatie wordt de levensduurkostenberekening gemaakt voor een termijn van 40 jaar. In de onderstaande tabel wordt voor twee manieren van afschrijven de levensduurkosten per m² BVO weergegeven. De methode van het afschrijven met een restwaarde wordt toegelicht in paragraaf 6.3. Het afschrijven naar nul is een lineaire afschrijvingsmethodiek waarbij na 40 jaar het gebouw compleet afgeschreven is.

	NCW vaste lasten	NCW exploitatie	Levensduurkosten
Afschrijving naar nul	€ 1203	€ 1620	€ 2823
Afschrijving restwaarde	€ 1008	€ 1620	€ 2628

Tabel 24: Levensduurkosten

6. Cross case analyses

In dit hoofdstuk worden de verschillende cases met elkaar vergeleken, dit gebeurt op verschillende factoren die invloed hebben op de levensduurkosten van schoolgebouwen. Er wordt begonnen met een analyse van exploitatiekosten, als aanvulling op de cases in dit onderzoek wordt in deze analyse de data van het benchmarkonderzoek naar exploitatiekosten van voortgezet onderwijs scholen (Adriaansen et al 2010) erbij betrokken. Vervolgens volgt een cross cases analyse naar de investeringskosten van de verschillende schoolgebouwen. Daarna volgt een inschatting van de levensduur van de cases, waarna de exploitatiekosten van de cases worden toegelicht. Als afsluitende analyse wordt er gekeken naar de verhouding tussen de investering en exploitatiekosten.

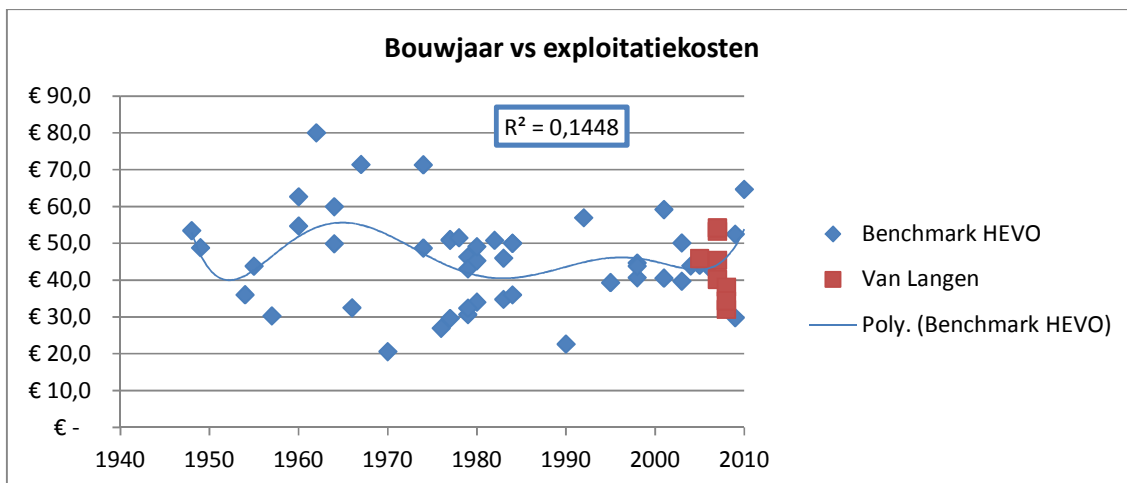
6.1. Cross case analyse benchmarkonderzoek HEVO naar exploitatiekosten

HEVO bv voert elk jaar een onderzoek uit naar de exploitatiekosten van voortgezet onderwijs scholen uit. De cases in dit onderzoek worden vergeleken met de data van het benchmarkonderzoek. De data van het benchmarkonderzoek laat niet zien hoe duurzaam de gebouwen zijn, echter wordt er wel een leeftijd van het gebouw weergegeven. In deze paragraaf wordt dan ook gekeken of de leeftijd van gebouwen een invloed heeft op de exploitatiekosten.

Aan het benchmarkonderzoek van HEVO over de jaargang 2010 namen 65 scholen deel. Uit het benchmarkonderzoek blijkt dat 92% van de exploitatiekosten bestaat uit de onderdelen de energielasten, de onderhoudskosten en de schoonmaakkosten. De exploitatiekosten worden in dit onderzoek weergegeven als de som van de energiekosten, onderhoudskosten en schoonmaakkosten.

6.1.1. Bouwjaar versus exploitatie kosten

Door de exploitatiekosten van de verschillende schoolgebouwen af te zetten tegen de leeftijd ontstaat het beeld dat nieuwere schoolgebouwen lagere exploitatiekosten met zich mee brengen. Echter moet hier de opmerking worden gemaakt dat de spreiding in de data groot is.

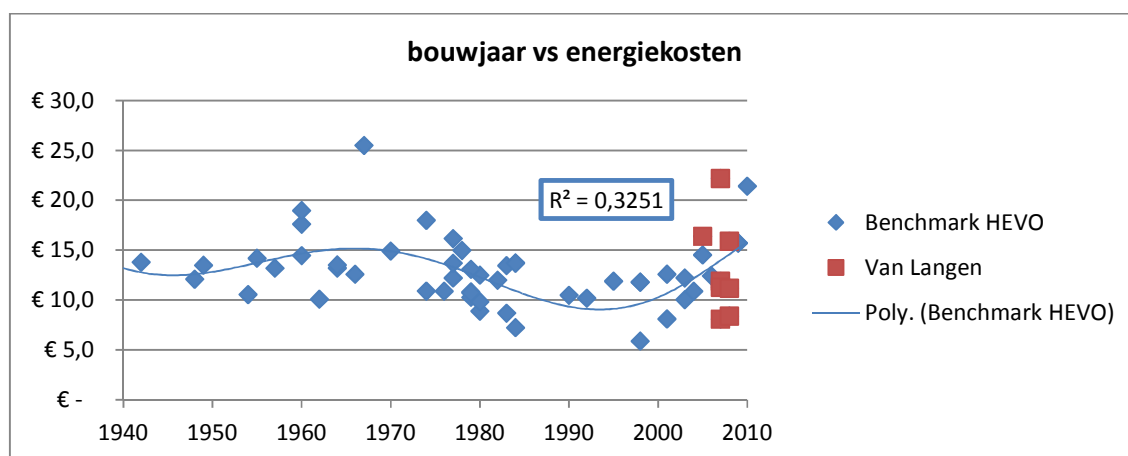


Figuur 58: Bouwjaar afgezet tegen exploitatiekosten (gemiddeld €50,2 per m² BVO)

Door de exploitatiekosten te splitsen in de energielasten, onderhoudslasten en schoonmaaklasten is het mogelijk om het effect van het bouwjaar op deze posten te onderzoeken. In 1995 is de

Energieprestatie Coëfficiënt (EPC) ingevoerd, deze norm stelt een maximum aan het theoretische energieverbruik van gebouwen. Door de invoering van deze norm is voor gebouwen na 1995 een daling van de energiekosten te verwachten, dit valt echter niet op te maken uit de spreiding van de cases, zie onderstaande grafiek.

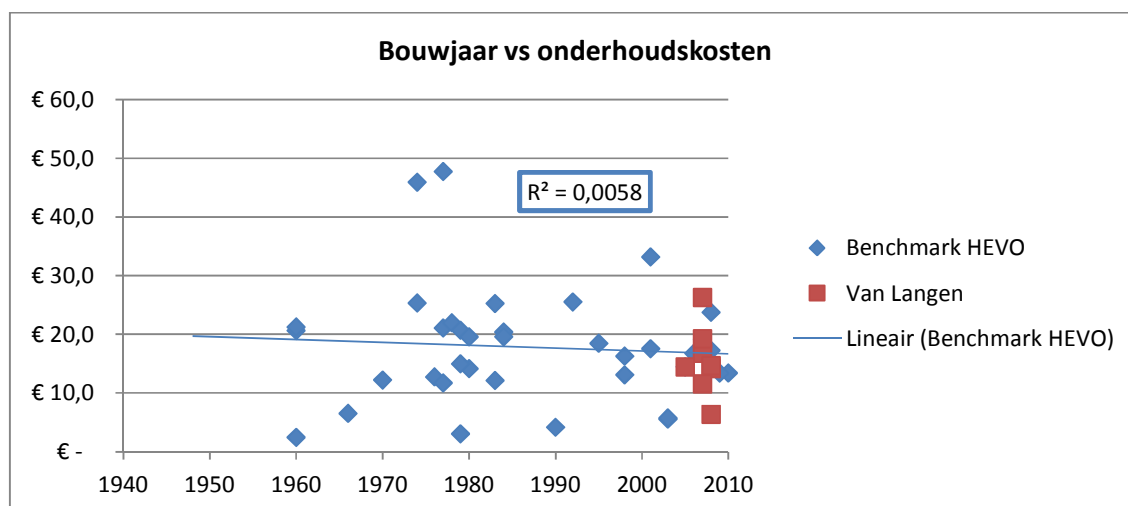
Opvallend is de clustering van schoolgebouwen rond de jaren 1980 dat onder het gemiddeld van € 14,0 per vierkante meter scoort.



Figuur 59: Bouwjaar afgezet tegen de energiekosten (gemiddeld € 14,0 per m² BVO per jaar)

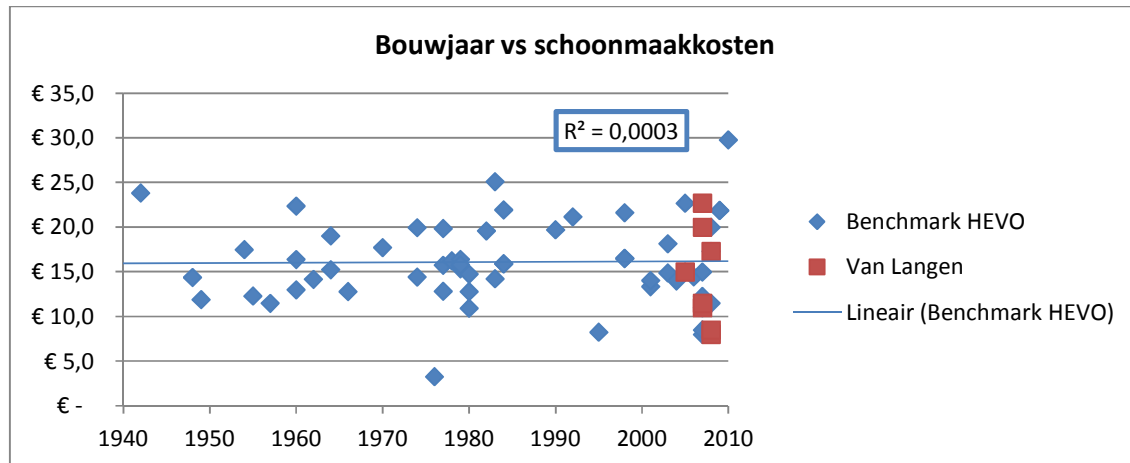
Onderhoudskosten zijn voor een deel afhankelijk van de leeftijd van een gebouw, oudere gebouwen bevatten eenmaal meer gebouwcomponenten die aan het einde van hun levensduur zijn. De leeftijd van het gebouw lijkt niet per definitie maatgevend te zijn voor onderhoudskosten, zie spreiding onderstaande grafiek.

De gekozen onderhoudstrategieën van het schoolbestuur kan veel invloed hebben op de boekhoudkundige kosten voor onderhoud. Het benchmarkonderzoek van HEVO bv vraagt echter niet naar de gekozen onderhoudstrategie. Van de populatie van het benchmarkonderzoek heeft 16% geen kosten opgenomen voor groot onderhoud.



Figuur 60: Bouwjaar afgezet tegen de onderhoudskosten (gemiddeld € 18,2 per m² BVO per jaar)

Uit de data van het benchmarkonderzoek kan worden geconcludeerd dat het bouwjaar van het schoolgebouw heeft geen invloed op de schoonmaakkosten. De spreiding van de cases op bouwjaar en schoonmaakkosten wordt weergegeven in figuur 61.



Figuur 61: Bouwjaar afgezet tegen de schoonmaakkosten (gemiddeld € 18,0 per m² BVO per jaar)

Conclusie: Het bouwjaar van het gebouw heeft geen invloed op de energie en onderhoudskosten. Ook is geen relatie waarneembaar tussen de schoonmaakkosten en het bouwjaar.

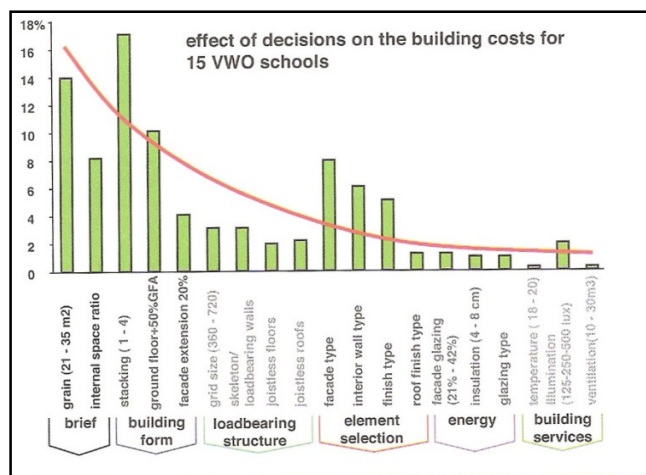
Gemiddelde exploitatiekosten volgens het benchmarkonderzoek

Vorbereidend middelbaar beroepsonderwijs (VMBO)	€ 45,8 per m ² BVO, populatie 12
Algemeen voortgezet onderwijs (AVO)	€ 49,2 per m ² BVO, populatie 15
Brede scholengemeenschap (BSG)	€ 44,7 per m ² BVO, populatie 21
Scholen in onderzoek van Langen	€ 42,5 per m ² BVO, populatie 9

6.2. Cross case Investeringskosten

Een van de invloedsfactoren op de investeringskosten van gebouwen zijn de vormfactoren. In deze paragraaf wordt begonnen met de invloed van de vormfactoren op de investeringskosten besproken. Vervolgens wordt gekeken naar andere factoren die invloed hebben op de investeringskosten.

In 1983 voerde de faculteit Bouwkunde van de Technische Universiteit Delft in opdracht van de Rijksgebouwendienst een omvangrijk onderzoek uit naar kosten/kwaliteitsrelaties van scholen voor het VWO (**Gerritse 1983**). Daartoe werden 15 VWO gerealiseerde scholen tot op detailniveau geanalyseerd en volgens dezelfde begrotingsuitgangspunten herbegroot. In een kostenmodel werd bovendien per school nagegaan wat de kostenconsequenties waren van de beslissingen die in de diverse procesfasen genomen zijn. Hierbij zijn de bandbreedten in oplossingen gehanteerd die in de geanalyseerde scholen voorkwamen voor het programma van eisen, de bouwvorm, de draagstructuur en de elementkeuzes. Uit het onderzoek bleek dat de beslissingen die in de vroege fasen genomen worden, de grootste invloed hebben op de kosten, zie grafiek 1. Waarbij de belangrijkste factoren zijn: korrelgrootte met een invloed van 14%, inpandigheid met een invloed van 8% en stapeling met een invloed van 17%.



Figuur 62: invloed van vormfactoren op bouwkosten (Gerritse 2008)

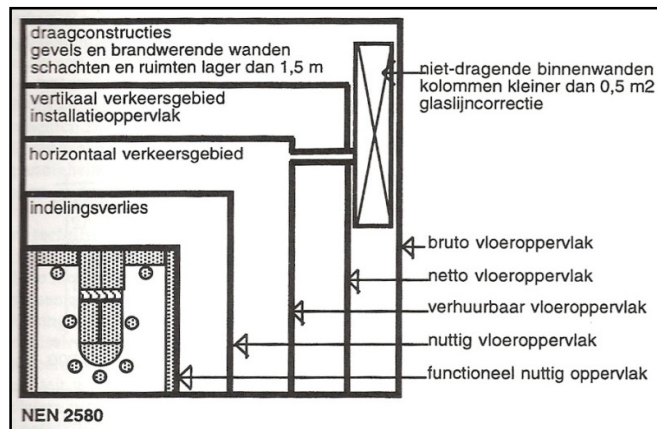
Sturen op kosten heeft zo zijn gevolgen voor de kwaliteit. Om te kunnen sturen heeft men inzicht nodig in de hoogte van de kosten bij bepaalde kwaliteiten en in die aspecten, die bepalend zijn voor de hoogte van kosten; de zogenaamde kostengeneratoren. De opbouw van kosten heeft meestal een zelfde karakter. De kostencomponent bestaan uit het product van een hoeveelheid en de prijs per eenheid. $Kosten = hoeveelheid \times eenheidsprijs$

Sturen op kosten betekent dus sturen op hoeveelheden en sturen op de eenheidsprijs.

Om grip te krijgen op de kostengeneratoren, kunnen we deze op de volgende manier indelen:

- Ruimtegebruik (hoeveelheid)
- Bouwvorm met de belangrijke aspecten
 - o Stapeling (hoeveelheid)
 - o Korrelgrootte (hoeveelheid)
 - o Inpandigheid (hoeveelheid)
- Technisch kwaliteitsniveau (eenheidsprijs) (**Gerritse 1999**).

Onder het ruimtegebruik wordt de totale gerealiseerde vloeroppervlakte verstaan. Deze vloeroppervlakte wordt de Bruto Vloeroppervlak genoemd (BVO). In de onderstaande afbeelding worden de oppervlakte definities volgens NEN 2580 weergegeven.

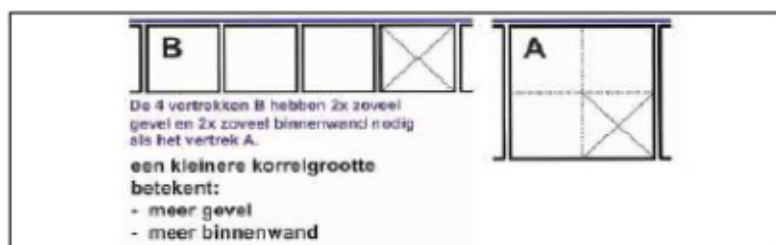


Figuur 63: Definities oppervlakten (Gerritse 1999)

Sturing op het ruimtegebruik blijkt vooral plaats te vinden in de vroege fasen van het bouwproces (Gerritse 1999). Het onderzoek van Gerritse behandelt voornamelijk het sturen op deze vormfactoren (hoeveelheden). Deels aansluitend op het onderzoek van Gerritse heeft Swart (2009) onderzoek gedaan naar kostenoverschrijdingen bij nieuwbouwprojecten van onderwijsinstellingen voor het primaire onderwijs, de gebouwen geanalyseerd op deze vormfactoren. Dit onderzoek gebruikt de belangrijkste vormfactoren; de korrelgrootte, de stapeling en de inpandigheid, om de verschillende gebouwen te analyseren.

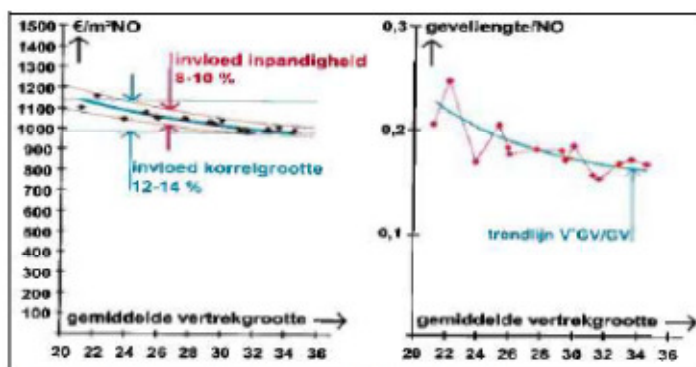
6.2.1. Korrelgrootte

Gerritse definieert de korrelgrootte als de gemiddelde vertreksgrootte. Gerritse stelt dat kleinere ruimtes duurder zijn om te bouwen, dit komt doordat een kleinere korrelgrootte relatief meer gevel en meer binnenwanden nodig heeft. Bij de bandbreedte van de korrelgrootte van 21-35 m², gebruikt in het onderzoek van Gerritse, is de invloed hiervan op de bouwkosten ongeveer 14%.



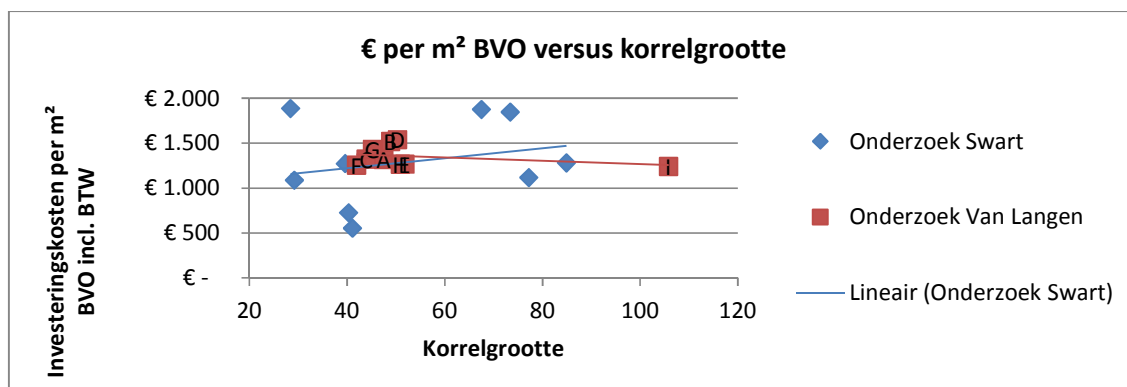
Figuur 64: korrelgrootte (BVO/aantal ruimten)

Volgens Gerritse (1999) beïnvloedt de korrelgrootte de gevellengte en de binnenwandlengte, doordat kleine vertrekken per vierkante meter meer gevel en meer binnenwand genereren dan grote vertrekken, zie figuur 64. In het onderstaande figuur is de relatie tussen korrelgrootte en bouwkosten weergegeven. Uit het onderzoek van Gerritse blijkt dat voor de geanalyseerde programma's de verschillen in korrelgrootte een bandbreedte in de kosten te veroorzaken van meer dan 10%.



Figuur 65: invloed van vormfactoren (Gerritse 1999)

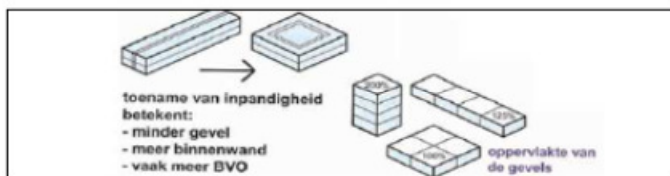
Gerritse heeft de verschillende gebouwen volgens dezelfde begrotingsprincipe herberekent, voor de casestudies van Swart en van dit onderzoek is dit niet gebeurd. Indien men de korrelgrootte afzet tegen de bouwkosten per m² BVO in een grafiek, valt hier slecht een verband uit te trekken, zie figuur 66. De data van Swart laat een grote spreiding zien, dit komt mede doordat sommige cases wel een gymzaal in het programma hebben en andere niet. In het primair onderwijs heeft een gymzaal veel invloed op de korrelgrootte, door het schaalniveau van VMBO scholen is de spreiding hiervoor minder.



Figuur 66: investeringskosten per BVO vs korrelgrootte (legenda cases zie bijlage)

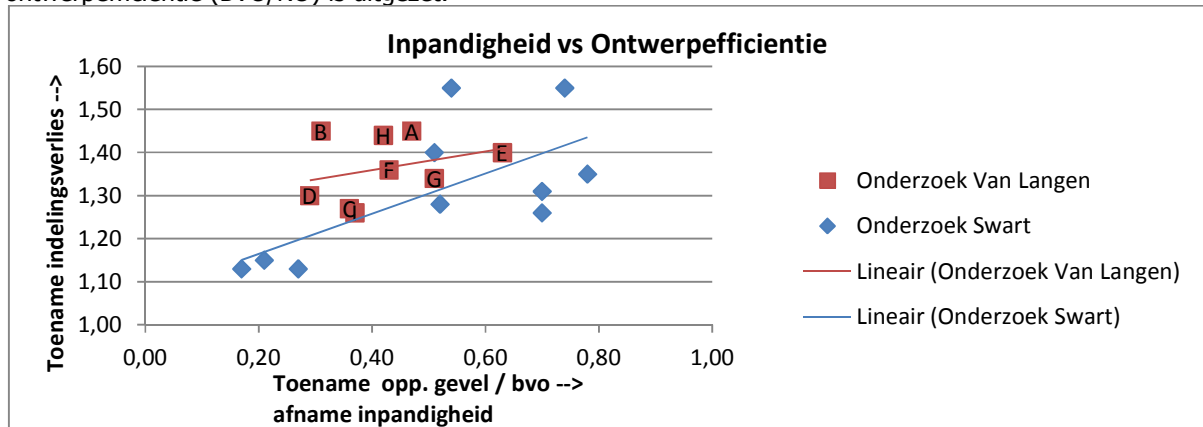
6.2.2. Inpandigheid

Inpandigheid is een maat voor de relatieve hoeveelheid van de gevel. De inpandigheid wordt bepaald door het delen van het bruto geveloppervlakte door het BVO. Inpandigheid is voornamelijk afhankelijk van de gebouwdiepte en de gebouwvorm.



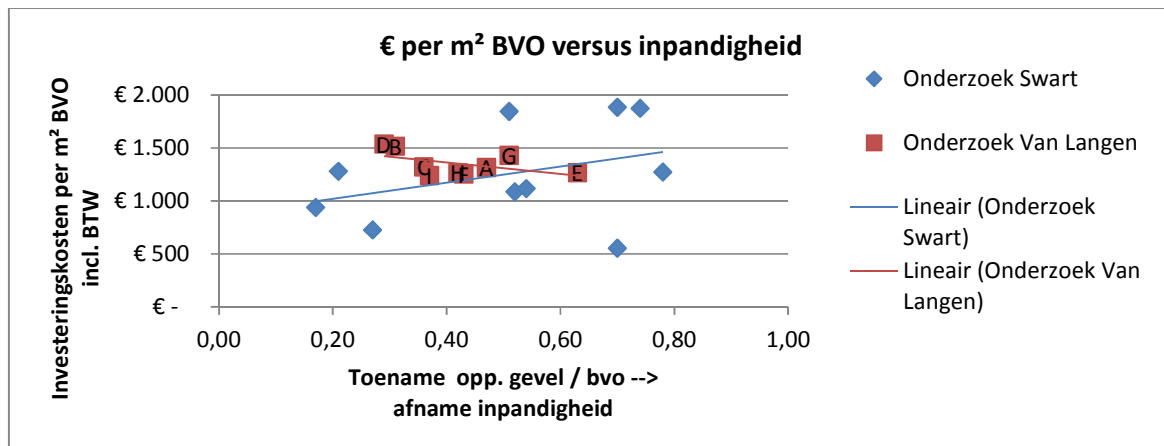
Figuur 67: inpandigheid

Een toename van inpandigheid betekent; minder gevel, meer binnenwand en vaak meer BVO. (toename indelingsverlies) (Gerritse 1999). Spreiding van de data van Swart en van dit onderzoek spreekt dit tegen, zie regressielijnen onderstaande grafiek waar de spreiding van inpandigheid en ontwerpefficiëntie (BVO/NO) is uitgezet.



Figuur 68: spreiding cases, inpandigheid vs ontwerpefficiëntie (inpandigheid = gevel/bvo)

Deze tegenstelling met het onderzoek van Gerritse is te verklaren door de verschillende breedten van de gangen en het verschil van de hoogte van de verdieping in de cases. Hieronder de grafiek met de combinatie van de data van het onderzoek van Swart (Swart 2009) en dit onderzoek.



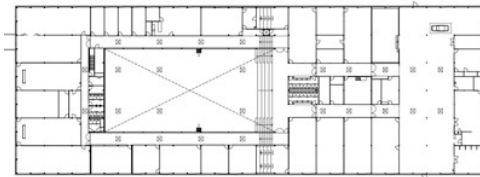
Figuur 69: Inpandigheid vs investeringskosten

De data van dit onderzoek laat zien dat naarmate er relatief meer gevel nodig is de investeringskosten lager uitvallen, dit in tegenstelling tot het onderzoek van Gerritse. Deze tegenstrijdigheid is te verklaren door het verschil in kwaliteit (eenheidsprijs) tussen de cases, zo heeft case B bijvoorbeeld een hoge architectonische kwaliteit (winnaar scholenbouwprijs) en is case E sober gebouwd, zie figuur 70.



Figuur 70: Architectonische kwaliteit Niekée en Casparus

Het Connect college (case D) is het meest inpandig van de geanalyseerde cases, inpandigheid = 0,29. Dit wordt veroorzaakt door de vorm, zie onderstaande afbeelding en de lage stapeling (1,37).



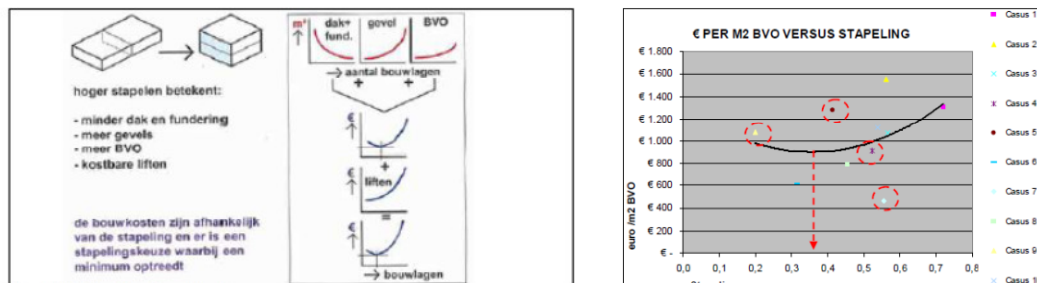
Figuur 71: Plattegrond begane grond Connect College

6.2.3. Stapeling

Een andere gebouwvorm die volgens Gerritse invloed heeft op de bouwkosten is stapeling. Stapeling (bandbreedte 1-4 bouwlagen) heeft een invloed van 17% (Gerritse 1999). De stapeling kan worden geteld aan de hand van het aantal bouwlagen, maar in dit onderzoek wordt stapeling bepaald als volgt; $stapeling = 1 / \frac{dakoppervlak}{BVO}$ hierdoor ontstaat een preciezere meting.

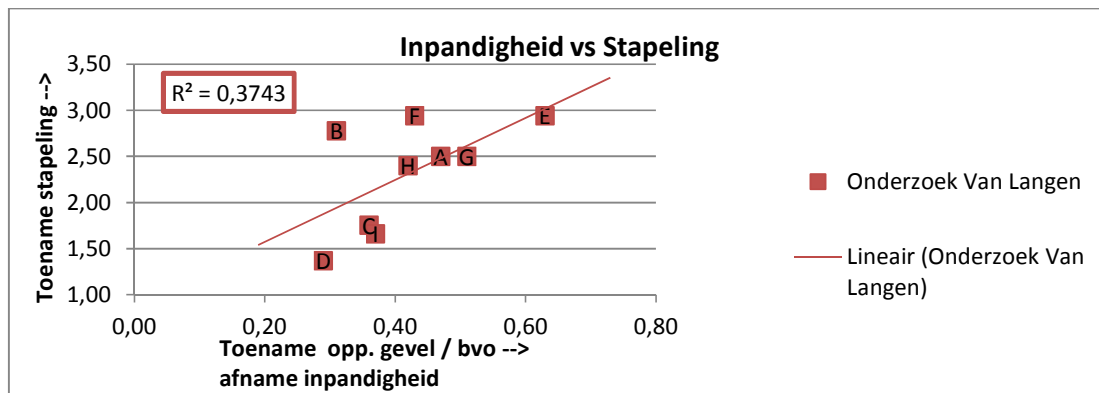
In het onderzoek van Swart wordt stapeling weergegeven als: $stapeling = \frac{dakoppervlak}{BVO}$

De invloed van de stapeling is in de onderstaande afbeelding uitgewerkt. De locatie geeft meestal randvoorwaarden voor het aantal bouwlagen. Verschillen kunnen leiden tot andere hoeveelheden dak, begane grond, vloer en fundering.



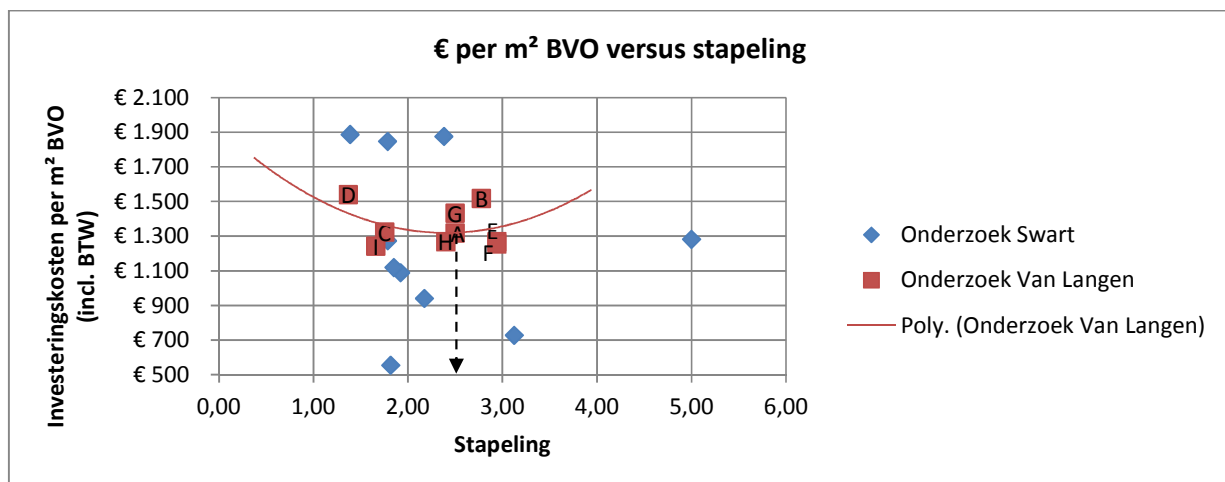
Figuur 72: stapeling (dak oppervlak/ BVO)

Hoger stapelen leidt tot meer geveleppervlak (Gerritse 1999). Data van dit onderzoek komt overeen met deze stelling echter de data van Swart niet.



Figuur 73: inpandigheid vs stapeling

Gerritse stelt dat tussen stapeling en bouwkosten een optimum bestaat. Dit optimum kan niet standaard worden bepaald maar is afhankelijk van de eenheidsprijs van de bouwcomponenten. Swart stelt dit minimum vast op een stapeling van 2,8 (0,35); zie figuur 74 (Swart 2009). Volgens Peter de Jong ligt dit optimum bij kantoorgebouwen meestal tussen de twee en vijf bouwlagen. Dit onderzoek laat een optimum van de stapeling zien bij 2,6.



Figuur 74: Stapeling vs Investeringskosten

Conclusie vormfactoren

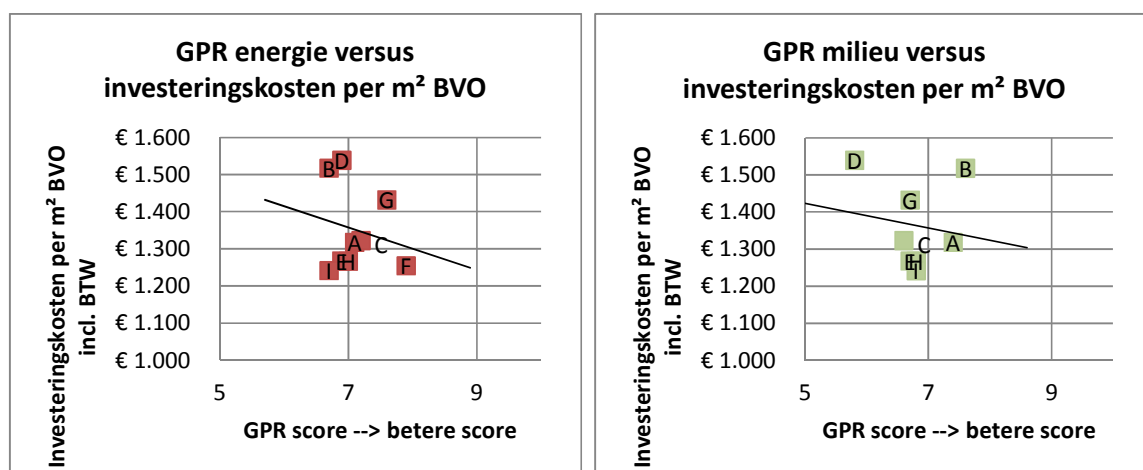
De verbanden tussen de gebouwvorm en de hoeveelheden zijn aanwezig. Het meer of minder aanwezig zijn van hoeveelheden heeft ook een relatie met de hoogte van de bouwkosten. Het verdient dan ook de aanbeveling om in de vroege fase van het bouwproces te sturen op deze factoren. In het onderzoek van Gerritse zijn vijftien VWO scholen volgens gelijke begrotingprincipes herbegroot, de casestudies van Swart en dit onderzoek analyseren verschillende onderwijsgebouwen waar ook verschil zit in de technische kwaliteit van de gebouwen. Dit verschil in technische kwaliteit beïnvloedt de bouwkosten en daardoor kan de relatie tussen gebouwvorm en bouwkosten in dit onderzoek moeilijk vastgesteld worden.

Aan het sturen op kosten/kwaliteit verhoudingen zit een bepaald maximum, indien in de definitie fase gestuurd wordt op een gunstige BVO/NO (ontwerpefficiëntie) verhouding kan dit ten koste gaan van

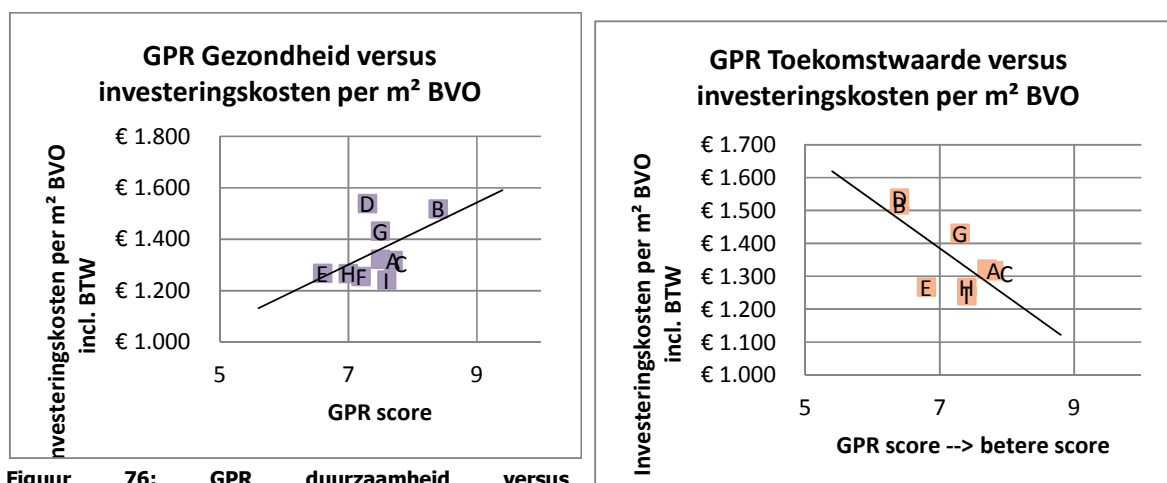
de bruikbaarheid van een gebouw. De verkeersruimte kan bijvoorbeeld smal worden ontworpen, wat ten gunste komt van de ontwerpefficiëntie maar mogelijk opstoppingen kan opleveren in de gangen. De ontwerpefficiëntie van het Johannes Bosco College (case A) valt aan de hoge kant van de casestudies; 1,45. Dit hoge getal wordt voor een groot deel veroorzaakt door de brede gangen die de school bezit, het aandeel van de verkeersruimte van het BVO is dan ook 20%. Dit oppervlak van de verkeersruimte is ook nodig voor het hoge leerling aantal, 1200.

6.2.4. Duurzaamheid

Voor de bouwsector in Nederland kan worden geconcludeerd dat over het algemeen wordt aangenomen dat duurzaam duurder is, echter wijzen onderzoeken dit niet eenduidig uit. (Van Doorn, De Jong en Koppels, 2012). Bij het bekijken van de spreiding van de case in dit onderzoek op de meetlat GPR-Gebouw modules en de investeringskosten van de schoolgebouwen valt niet eenduidig te concluderen dat duurzaamheid geld kost zie figuren 78 en 79 waar de GPR scores zijn afgezet tegen de investeringskosten.



Figuur 75: GPR duurzaamheid versus investeringskosten



Figuur 76: GPR duurzaamheid versus investeringskosten

6.3. Cross case analyse exploitatiekosten

Zoals in paragraaf 4.2. beschreven is bestaan de levensduurkosten uit de volgende onderdelen; de vaste lasten resulterend van de investering, de energiekosten, de onderhoudskosten en de schoonmaakkosten. Deze paragraaf vergelijkt de cases op de verschillende exploitatiekostenonderdelen en analyseert de achterliggende redenen van deze kostenonderdelen.

6.3.1. Energiekosten

Bij de casestudies zijn de energiekosten gemiddeld 30% van de levensduurkosten. De energiekosten zijn mogelijk opsplitsbaar in gaskosten, elektrakosten, waterkosten en eventuele warmtekosten.

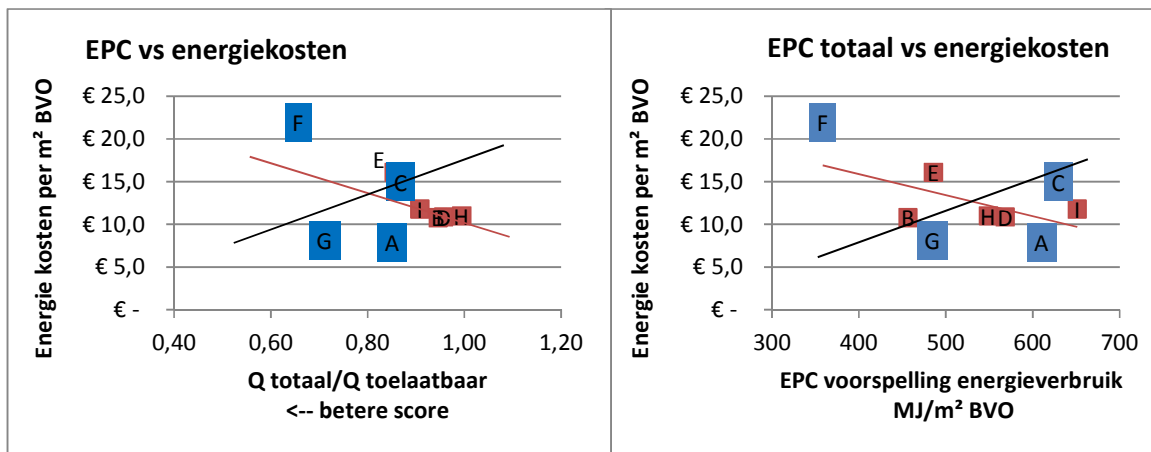
Bij het aanvragen van de bouwvergunning is het verplicht om aan te tonen dat het gebouw voldoet aan de energieprestatie eis. De methode van de energieprestatie berekening is beschreven in de NPR 2917, resultaat van de berekening is een energieprestatie coëfficiënt (EPC). De EPC maakt een berekening voor het verwachte energieverbruik voor bepaalde onderdelen van een gebouw, het energieverbruik wordt weergegeven in Giga Joule (GJ). De casestudie laten gemiddelde aandelen van de bepaalde onderdelen in de EPC berekening zien. Verwarming (52%), ventilatie (13%), tapwater (4%), pompen (3%), koeling (1%) en verlichting (26%).

Op basis van de functies in het gebouw en de verwarmde oppervlakte wordt het maximum toelaatbare energieverbruik bepaald. Om de cases onderling te vergelijken wordt in de onderstaande tabel de resultaten van verschillende EPC berekening weergegeven op basis van MJ/m² BVO.

Case	Naam	Q toelaatbaar per m ² BVO	Q totaal per m ² BVO	Q- totaal / Q-Toelaatbaar	Verwarmd oppervlak/ BVO
A	Johannes Bosco	717 MJ	611 MJ	0,85	0,95
B	Niekée	483 MJ	456 MJ	0,95	0,73
C	Vakcollege Sevenwolden	725 MJ	629 MJ	0,87	0,92
D	Connect College	594 MJ	568 MJ	0,96	0,94
E	Casparus College	573 MJ	490 MJ	0,85	0,91
F	Insula College	546 MJ	347 MJ	0,66	0,83
G	Lek en Linge	682 MJ	485 MJ	0,71	0,92
H	SG Were Di	552 MJ	549 MJ	0,99	0,88
I	Westerpoort college	717 MJ	651 MJ	0,91	0,94

Tabel 25: Overzicht resultaten EPC berekening

Het verschil in het toelaatbare energieverbruik ontstaat door verschillende eisen aan bepaalde functies. Voor een sportfunctie wordt een lagere energie eis gesteld dan voor een onderwijsfunctie. Niekée heeft bijvoorbeeld een atrium dat niet verwarmd wordt, dit atrium telt wel mee voor het totale bruto vloer oppervlak, waardoor de $Q_{\text{toelaatbaar}}$ per vierkante meter lager is.



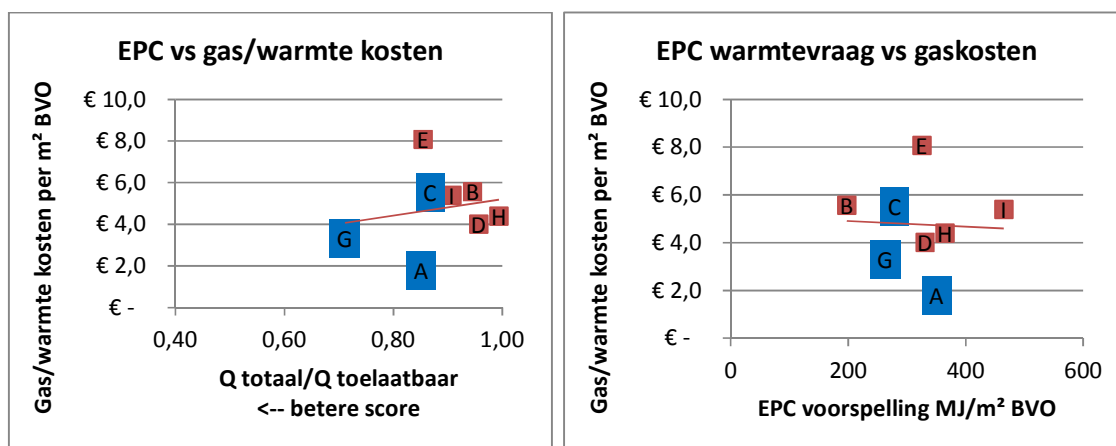
Figuur 77: EPC versus energiekosten

Legenda:
 Blauw: vloerverwarming.
 Rood: radiatoren.
 Zwarte lijn: theoretisch verwachte trend

Bij het bekijken van de totale energiekosten en de resultaten van de EPC berekeningen blijkt het zo te zijn dat in theorie zuinigere gebouwen niet per definitie lagere energielasten hebben. De trendlijn in figuur 83 wijst een omgekeerde relatie aan.

Bij het nader analyseren van de energiekosten wordt de case Insula College buiten beschouwing gelaten, dit omdat hier veel problemen met het inregelen van de installatie zijn en dit een hoger verbruik veroorzaakt, zie paragraaf 5.8.

De nadere analyse maakt onderscheidt tussen de kosten voor gas/warmte en elektra en kijkt naar de relatie tussen de theoretische energiezuinigheid en de praktijkwaarden van schoolgebouwen. De kosten voor het watergebruik worden buiten beschouwing gehouden, omdat deze een aandeel van 2,2% in de totale energiekosten van de cases hebben.



Figuur 78: EPC score vs gas/warmte kosten

In figuur 84 worden de EPC score totaal linker grafiek en de warmtevraag onderdelen apart rechter grafiek afgezet tegen de energiekosten. De installatieconcepten van de gebouwen zijn onder te verdelen in vier categorieën; Stadsverwarming met balansventilatie, WKO installatie met vloerverwarming en balansventilatie, HR-installatie balansventilatie en HR-installatie natuurlijke toevoer lucht. Voor deze drie categorieën wordt een bandbreedte aangegeven.

Bandbreedte van de gas/warmte kosten naar verschillende installatietype volgens dit onderzoek

- WKO installatie € 1,80 - € 5,5 per vierkante meter BVO
- Stadsverwarming € 3,30 per vierkante meter BVO
- HR installatie balansventilatie € 4,00 - € 5,6 per vierkante meter BVO.
- HR installatie natuurlijke toevoer lucht € 8,10 per vierkante meter BVO

De gebouwen met vloerverwarming scoren beter op de theoretische energiezuinig, echter bestaat een grote bandbreedte tussen de cases, dit komt deels door problemen met het inregelen van de installaties. De gebouwen waar de verwarmingsinstallatie goed ingeregeld is, A & G, laten lagere kosten voor warmte (€ 1,8 en € 3,3) zien dan de gebouwen met een HR-installatie.

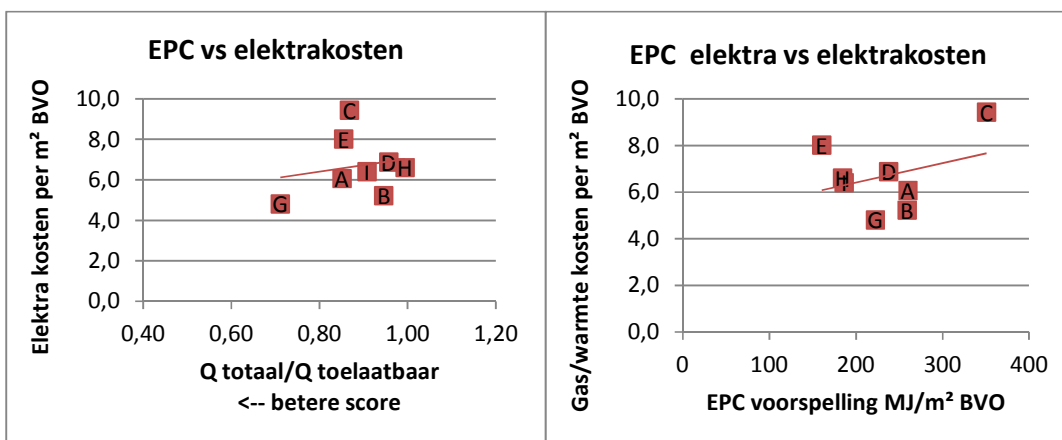
Doordat het Casparus College (case E) geen gebalanceerd ventilatiesysteem in het gebouw heeft maar gebruikt maakt voor natuurlijke toevoer van ventilatielucht door de gevel is minder elektra nodig voor de toevoer van lucht. Wel wordt in tegenstelling tot de gebalanceerde ventilatie systemen geen warmte van de afvoerlucht terug gewonnen, de koude toevoerlucht zorgt voor een hogere warmtevraag.

Aan nieuwe gebouwen wordt geadviseerd om deze te ontwerpen met een warmte-koudeopslaginstallatie, hierbij moet wel veel aandacht worden besteed aan het inregelen van de installatie en het overbrengen van kennis over de werking van deze installatie. Een mogelijkheid hiervoor kan zijn door de bouwmanagement organisatie en/of de installateur deels verantwoordelijk te maken van de verwarmingskosten in de gebruiksfase.

In de praktijk kan er een verschil optreden met de in theorie bedachten concepten, dit kan verklaard worden door de volgende factoren;

- Het gedrag van de gebruiker
- De kwaliteit van het inregelen van de installatie
- Kennisoverdracht van de werking van de installatie

Op het gebied van elektra geeft de EPC berekening resultaten op de onderdelen; ventilatie, pompen, koeling en verlichting. Door een standaard gebruikersgedrag binnen de EPC berekening wordt een voorspelling gedaan voor deze onderdelen. De EPC berekening doet geen voorspelling voor het verbruik met betrekking tot apparatuur, zoals computers.



Figuur 79: EPC versus elektra

De trendlijn in figuur 85 volgt de verwachting dat in theorie zuinigere gebouwen ook minder elektrakosten hebben. De spreiding van de cases is wel relatief groot, dit kan worden veroorzaakt door het gebruikersgedrag en het gebruik van apparatuur.

Bandbreedte van het elektra verbruik

Exclusief Insula College € 4,80 - € 9,40 per vierkante meter BVO per jaar

Inclusief Insula College € 4,80 - € 14,30 per vierkante meter BVO per jaar

Conclusie

Indien de data van het Insula College meegenomen wordt in de analyse blijkt dat de EPC geen garantie is voor het daadwerkelijk energieverbruik. Voor de duurzaamheidmeetinstrumenten is de EPC een belangrijk onderdeel van de energiemodules. Voor GPR-Gebouw telt de EPC voor 75% van de energie module, de energie module van BreeamNL bestaat voor 58% uit de EPC. Een duurzaamheids indicatie op basis van een bepaald label geeft dus ook geen garantie voor het daadwerkelijk energieverbruik.

Het BNA onderzoek (**BNA onderzoek 2011**) ondersteunt de stelling dat een lagere EPC voor schoolgebouwen in de praktijk niet altijd resulteert in lagere energiekosten. In dit onderzoek heeft de school met het laagste elektriciteitsverbruik de slechtste EPC en de school met het meeste gasverbruik een benedengemiddeld EPC.

Opvallend in de data is dat er grote verschillen zijn in de energiekosten.

Het minimum aan energiekosten op basis van vierkante meter BVO is € 8,10 (Johannes Bosco)

Het maximum aan energiekosten op basis van vierkant meter BVO is € 22,6 (Insula College)

Indien het Insula College het zo weet te regelen dat zij hetzelfde verbruik krijgen als het Johannes Bosco College dat levert een besparing op van ongeveer € 88.000, - op jaarbasis.

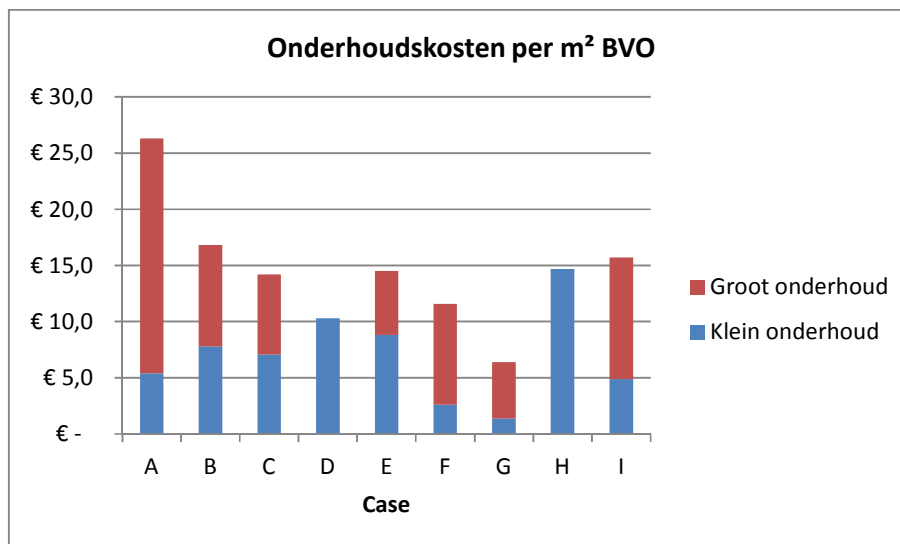
6.3.2. Onderhoudskosten

Volgens het case onderzoek is onderhoud gemiddeld 16% van de levensduurkosten van de schoolgebouwen. Onderhoudskosten en/of reserveringen hiervoor zijn afhankelijk van twee belangrijke factoren, dit zijn:

- 1) Onderhoudstrategie
- 2) Materialisering van het gebouw

Bij de meeste cases wordt op basis van een meerjarig onderhoudsplan een financiële reservering voor de toekomstige kosten voor groot onderhoud gedaan. Aangezien de schoolbesturen in het voortgezet zelf verantwoordelijk zijn voor het groot onderhoud zijn zij vrij om hier een strategie voor te bepalen. Deze organisatorische invloed heeft een grote invloed op de kosten voor het onderhoud.

In paragraaf 4.1.2. is aangegeven dat onderhoud te verdelen is in correctief en preventief onderhoud. In de jaarrekeningen van schoolbesturen wordt onderscheid gemaakt tussen de posten; onderhoudscontracten, klein onderhoud en groot onderhoud. In figuur 86 wordt een overzicht gegeven van de onderhoudskosten van de verschillende cases.



Figuur 80: Onderhoudskosten per m² BVO voor de verschillende cases (gemiddeld € 15,5)

De cases B, D & G doen geen boekhoudkundige reservering voor groot onderhoud en daarom is hierover geen data beschikbaar. Voor de vergelijking van de levensduurkosten is voor deze cases een stelpost van € 9,00 per vierkante meter BVO per jaar aangehouden.

Het Johannes Bosco college, case A, maakt reserveringen van groot onderhoud op basis van een 40-jarig onderhoudsplan. Veel gebouwcomponenten komen tijdens de periode van 40 jaar aan het einde van hun theoretische levensduur en dienen daarom volgens het onderhoudsplan vervangen te worden. Een voorbeeld hiervan is bitumineuze dakbedekking dat een theoretische levensduur van dertig jaar heeft (**SBR 1995**).

Het Casparus College, case E, maakt reserveringen van groot onderhoud op basis van een tien jarig onderhoudsplan. Door de kortere termijn bereiken minder gebouwcomponenten het einde van hun theoretische technische levensduur. De tijdsspanne waarop het onderhoudsplan gebaseerd is, is van

grote invloed op de kosten die gemaakt worden voor het onderhoud. Dit blijkt ook bij het vergelijken van de reservering groot onderhoud van het Johannes Bosco en het Casparus College. Het Johannes Bosco maakt een reservering van € 20,90 per m² BVO per jaar terwijl het Casparus College hier € 5,70 voor reserveert. Door de invloed van organisatie op deze kosten is het slecht mogelijk om de cases onderling te vergelijken.

Aangezien de schoolbesturen waarschijnlijk voor een lange periode gebruik maken van de gebouwen waarin zij gehuisvest zijn is het realistisch om ook voor deze lange periode een onderhoudsplan op te stellen en hier ook financiële reservering voor te maken.

Het reserveren op basis van een 40 jarig onderhoudsplan wordt aanbevolen. De hoogte van deze reservering heeft ook te maken hebben met de financiële positie van het schoolbestuur. Het bestuur van het Niekée heeft aangegeven dat er geen reservering wordt gemaakt voor het groot onderhoud, de goede financiële positie die het Niekée bezit. Hierdoor is het voor Niekée mogelijk om het groot onderhoud vanuit de kas te financieren.

De materialisering van een gebouw heeft invloed op de onderhoudsvraag. De verschillende materialen voor kozijnen hebben een verschillende levensduur, noodzakelijk onderhoud en schoonmaak. Dit heeft invloed op de exploitatiekosten van het gebouw. In onderstaande tabel worden per materiaal de voordelen, kosten en terugverdientijden aangegeven. Bij het vergelijk dient opgemerkt te worden dat de kosten gebaseerd zijn op de huidige markt en directe bouwkosten bedragen. **(interne publicatie HEVO)**

Materiaal	Hout		Kunststof		Aluminium	
		p/m ²		p/m ²		p/m ²
afwerking	geschilderd	350	folie	325	Coating 90 MU	400
Onderhoud	Minimaal 2x per jaar glasbewassing + kozijnen	2,60	Minimaal 2x per jaar glasbewassing + kozijnen	2,60	Minimaal 2x per jaar glasbewassing + kozijnen incl. extra coating	3,60
Klein onderhoud	Iedere 3 jaar 1x schilderen liggende delen, jaarlijks Hang en sluitwerk nalopen	21	jaarlijks Hang en sluitwerk nalopen	1	jaarlijks Hang en sluitwerk nalopen	1
Regulier onderhoud	Iedere 6 jaar 1x schilderen	38	geen		geen	
Groot onderhoud	Na 24 jaar schilderen + reparatie	58	geen		geen	
Levensduur	Maximaal 40 jaar		Minimaal 40 jaar		Minimaal 40 jaar	
Exploitatiekosten		222		56		81
Berekend over 40 jaar zonder vervanging						

Tabel 26: Onderhoud van kozijnen, interne publicatie HEVO

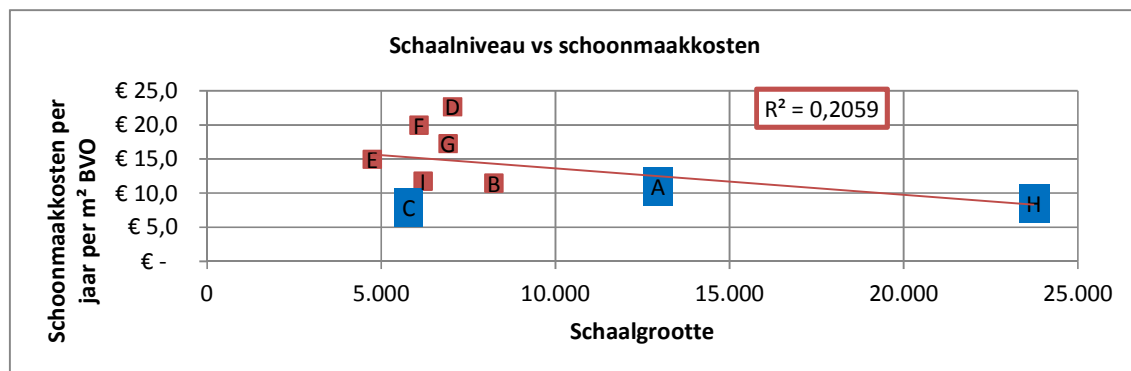
6.3.3. Schoonmaakkosten

Volgens het case onderzoek is schoonmaak gemiddeld 15% van de levensduurkosten van de schoolgebouwen. De organisatie rondom het schoonmaakwerk lijkt de grootste invloedsfactor op de schoonmaakkosten van voortgezet onderwijs scholen. In tabel 28 wordt een overzicht gegeven van de wijze waarop de schoonmakers in dienst zijn bij de school.

Case	Naam	Schoonmaak	Kosten per m ² BVO
A	Trinitas College, Johannes Bosco	Uitbesteed	€ 11,0
B	Niekée	In eigen beheer	€ 11,5
C	Vakcollege Sevenwolden	Uitbesteed	€ 8,0
D	Connect College	In eigen beheer	€ 22,7
E	Casparus College	In eigen beheer	€ 15,0
F	Insula College	In eigen beheer	€ 20,0
G	Lek en Linge	In eigen beheer	€ 17,3
H	SG Were Di	Uitbesteed	€ 8,5
I	Westerpoort College	In eigen beheer	€ 11,8

Tabel 27: Schoonmaakwijze case

De moederorganisatie 'Ons Middelbaar Onderwijs' (OMO), van de scholengemeenschap Were Di, heeft het schoonmaakwerk via een openbare Europese aanbesteding uitbesteed aan een schoonmaakbedrijf. Door de wijze van uitbesteden en het schaalniveau hiervan voordeel behaalt. De organisatie OMO bestaat uit vijfendertig scholen met totaal ongeveer 60.000 leerlingen.



Figuur 81: schaalniveau versus schoonmaakkosten

Bandbreedte van de schoonmaakkosten

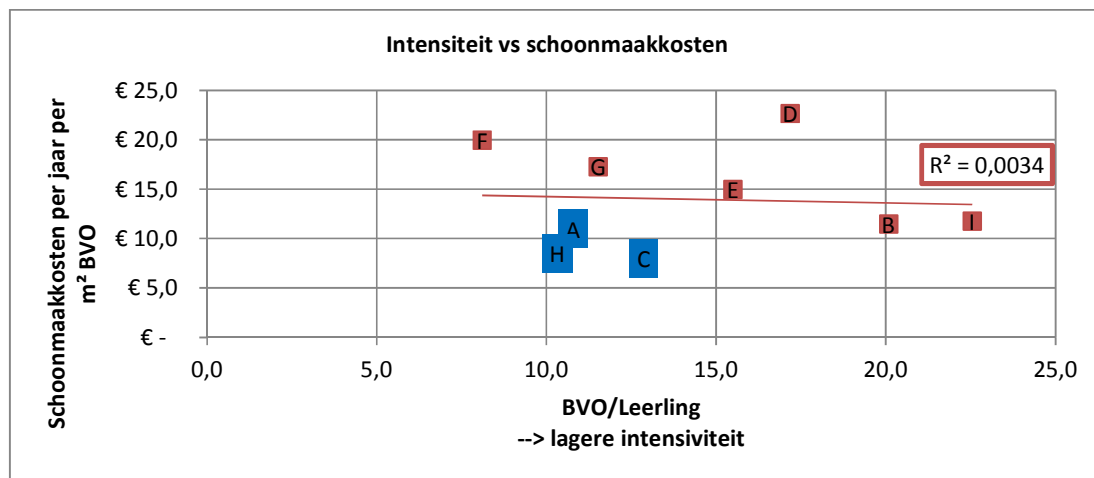
- Schoonmaak in eigen beheer: € 11,50 - € 22,70 per vierkante meter BVO
- Schoonmaak uitbesteed: € 8,00 - € 11,00 per vierkante meter BVO.

Bij het in eigen beheer hebben van het schoonmaakpersoneel is het mogelijk dat door langdurige ziektekosten deze kosten hoger uitvallen, dit is zo bij het Lek en Linge college. Het voordeel van het eigen schoonmaakpersoneel is wel dat er meer invloed uitgeoefend kan worden op de kwaliteit en wijze van het schoonmaakwerk.

Ook moet de opmerking worden gegeven dat het schoonmaakpersoneel bij de grote schoonmaakbedrijven uitgebuit lijkt te worden. Op dit moment, maart 2012, gaan schoonmakers hun tiende week staking in om voor een hoger loon te strijden. (www.nu.nl maart 2012).

Bij het vergelijken van de schoonmaakkosten van de scholen moet wel opgemerkt worden dat de kwaliteit en hoeveelheid van het schoonwerk onbekend zijn.

De gebruikintensiteit van het gebouw blijkt geen relatie te hebben met de schoonmaakkosten. Het ontbreken van deze relatie geeft wel aan dat gebouwen met een hogere intensiteit meer kans hebben op een langere levensduur. Deze kans wordt vergroot, omdat de school een vergoeding van het Rijk ontvangt op basis van het leerlingenaantal. Van deze vergoeding wordt het grootste gedeelte van de kosten gefinancierd. In figuur 88 wordt de gebruikintensiteit uitgezet tegen de schoonmaakkosten per vierkante meter BVO.



Figuur 82: Intensiteit versus schoonmaakkosten

6.4. Cross case analyse levensduurkosten

De levensduurkosten zijn het totaal van alle gebouwgebonden kosten gedurende de levensduur. Doordat de onderhoudskosten niet goed te vergelijken zijn kan er verschil tussen de levensduurkosten van de scholen ontstaan.

Case	Naam	Levensduurkosten per m ² BVO, afschrijving naar nul
A	Johannes Bosco	€ 2932
B	Niekée	€ 3201
C	Sevenwolden	€ 2915
D	Connect College	€ 3240
E	Casparus College	€ 3167
F	Insula College	€ 3539
G	Lek en Linge	€ 2719
H	SG Were Di	€ 2627
I	Westerpoort College	€ 2822

Tabel 28: Overzicht levensduurkosten cases

Bij het vergelijken van de levensduurkosten van de verschillende cases valt op dat de scholengemeenschap Were Di de laagste levensduurkosten € 2627 per m² BVO heeft en het Insula College de hoogste levensduurkosten € 3539 per m² BVO.

De scholengemeenschap Were Di doet het goed in de levensduurkosten, omdat:

- Lage investeringskosten € 1267 per m² BVO
- Zeer lage schoonmaakkosten € 8,50 per m² BVO
- Gemiddelde onderhoudskosten € 14,70 per m² BVO
- Lage energielasten € 12,10 per m² BVO

De Europese aanbesteding van de inkoop van zowel de schoonmaak als de energie op een OMO brede basis levert een groot schaalniveau voordeel op.

Het Insula college doet het niet goed in de levensduurkosten, omdat:

- Lage investeringskosten € 1255 per m² BVO
- Hoge schoonmaakkosten € 20,00 per m² BVO
- Lage onderhoudskosten € 11,60 per m² BVO
- Zeer hoge energielasten € 22,60 per m² BVO

Vooral de energiekosten van het Insula College veroorzaken de hoge levensduurkosten. De energiekosten van het Insula college zijn 40% van de levensduurkosten van deze school. Voor een beschrijving van de problemen rondom de energie zie verder paragraaf 5.8.

6.5. Cross case verhouding levensduurkosten

In paragraaf 4.2.1. is een opsomming gegeven van de verschillende meningen met betrekking tot de verhouding tussen investeringskosten, exploitatiekosten en de bedrijfsvoeringskosten. Evans et al (1998) geeft een verhouding van de investeringskosten en exploitatiekosten van 1:5. Hughes et al (2004) stelt deze verhouding op 1:0,4. Van Lanschot (2012) geeft een bandbreedte van de verhouding van de investeringskosten en de exploitatiekosten van 1: 1,4-3,6. De bandbreedte in het onderzoek van Van Lanschot wordt veroorzaakt door het verschil in scenario's/case.

Op basis van de verschillende scenario's wordt in dit onderzoek de verhouding tussen de investeringkosten en de exploitatiekosten geanalyseerd. Hier is voor een boekhoudkundige benadering gekozen, dit houdt in dat de investeringskosten worden gedefinieerd als de netto contante waarde van de afschrijving- en rentekosten.

	Standaard scenario LA	Positief scenario	Negatief scenario
CPI	2.1%	1,5%	3%
Inflatie energie	6,8%	5%	8%
Rente percentage	3%	2,5%	5%
Disconteringsvoet	4%	3,5%	6%
Afschrijvingsmethode	Naar nul	Restwaarde	Restwaarde

Tabel 29: Scenario overzicht

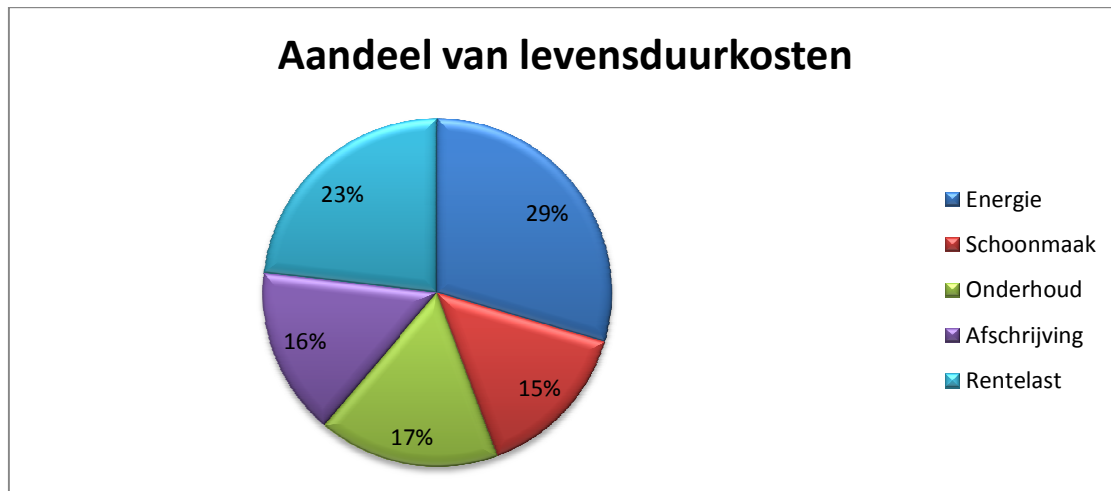
Op basis van de gerealiseerde cijfers van de negen casestudies in dit onderzoek is voor de verschillende scenario's de verhouding tussen de investeringskosten en exploitatiekosten berekend. In onderstaande tabel de verhoudingen van exploitatielasten tegenover de investeringslasten uitgezet.

	Standaard scenario LA	Positief scenario	Negatief scenario
Johannes Bosco	1,07	1,86	1,17
Niekée	1,03	1,12	0,91
Sevenwolden	1,42	1,69	1,28
Connect	1,93	1,26	1,05
Casparus	1,55	1,74	1,31
Insula	1,91	2,28	1,67
Lek en Linge	0,94	1,27	0,84
Were Di	1,14	1,52	1,01
Westerpoort	1,35	1,58	1,12
Gemiddeld	1,37	1,59	1,15

Tabel 30: verhouding exploitatielasten tegenover de investeringslasten

Uit de scenario-analyse blijkt dat de exploitatiekosten een groter aandeel hebben in de levensduurkosten dan de investeringkosten. Het verschil tussen de investeringskosten en de exploitatiekosten is volgens dit onderzoek niet zo groot als Evans geschetst heeft.

De gemiddelde levensduurkosten volgens het standaard scenario is weergegeven in figuur 89.



Figuur 83: verdeling van de levensduurkosten onderdelen, op basis van de case gemiddelde

Conclusie: bij ontwerpprocessen verdienen de investeringskosten en de exploitatiekosten beide aandacht. Door te sturen op het optimum tussen de investeringskosten en exploitatiekosten gedurende de levensduur kunnen de levensduurkosten beperkt worden.

De gebouwkenmerken zijn niet de enige invloedsfactor op de levensduurkosten, er moet ook aandacht worden besteed aan de organisatorische invloedsfactoren en het gedrag van de gebruiker.

7. Conclusies & Aanbevelingen

Hieronder worden de conclusies die zijn gehaald uit het afstudeeronderzoek weergegeven. Dit wordt gedaan naar aanleiding van de gestelde centrale vraagstelling.

Waardoor wordt een suboptimalisatie van de levensduurkosten veroorzaakt bij recent gebouwde voortgezet onderwijs scholen? En op welke wijze kan de optimalisatie over de levensduurkosten wel behaald worden?

De levensduurkosten in dit onderzoek worden onderverdeeld in vier posten, nl investeringskosten, energiekosten, onderhoudskosten en schoonmaakkosten. De invloedsfactoren op deze verschillende posten worden hieronder toegelicht.

1) Investeringskosten

In dit onderzoek zijn de investeringskosten verantwoordelijk voor een aandeel van 39% van de levensduurkosten. Hoewel de investeringkosten deel uit maken van de levensduurkosten, is het niet zo dat lagere investeringskosten ook lagere levensduurkosten betekenen. Dit gegeven heeft als mogelijke oorzaak dat er verkeerd bezuinigen op de investering.

In de tabel 31 worden de verschillende levensduurkosten onderdelen uiteengezet om het effect van de investeringskosten toe te lichten. Hoewel bij het Lek en Linge College de investeringskosten 13% hoger liggen dan bij het Casparus College zijn de levensduurkosten aanzienlijk lager.

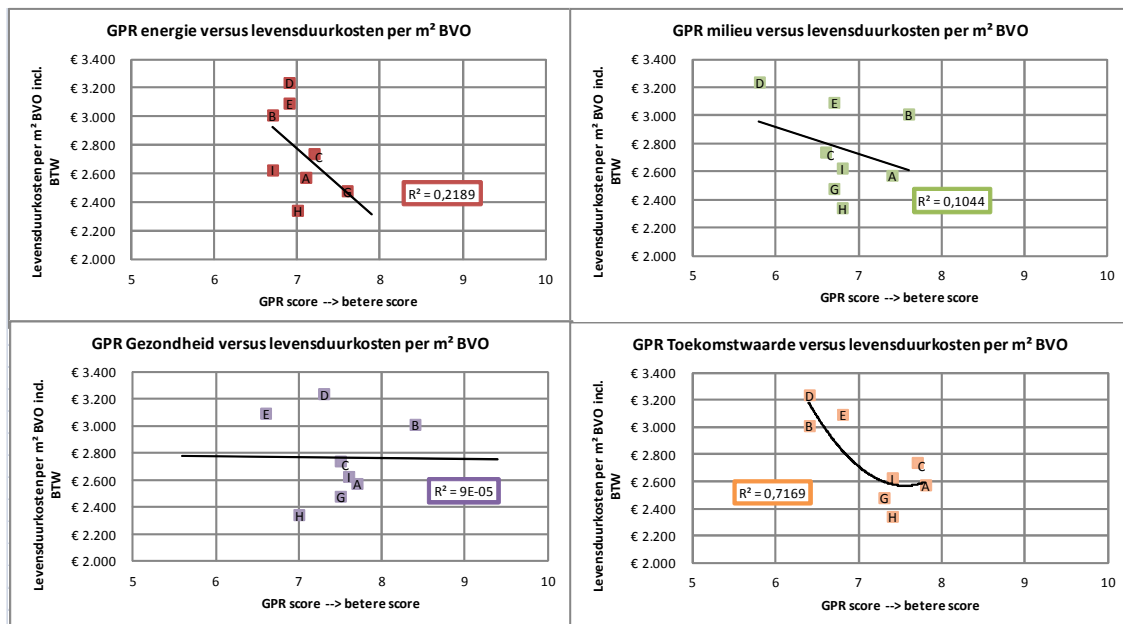
	Casparus College	Lek en Linge College	Vershil in procenten
Investeringskosten	€ 1268	€ 1432	13%
NCW energielasten	€ 1027	€ 545	-88%
NCW onderhoudslasten	€ 441	€ 315	-40%
NCW schoonmaakkosten	€ 457	€ 524	15%
Levensduurkosten	€ 3066	€ 2482	-24%

Tabel 31: Levensduurkosten onderdelen Casparus en Lek en Linge

De bouwvorm van een gebouw beïnvloeden de investeringkosten door benodigde hoeveelheden van gebouwcomponenten. Volgens Gerritse (**Gerritse 2008**) hebben de beslissingen in de vroege fase van het bouwproces de grootste invloed op de kosten. Dit onderzoek vindt een optimum voor stapeling bij een stapelingsfactor van 2,6.

Het verdient dan ook de aanbeveling om in de vroege fase van het bouwproces te sturen op deze factoren. Echter moet wel opgemerkt worden dat aan het sturen op kosten/kwaliteit verhoudingen een bepaald maximum zit, indien in de definitie fase gestuurd wordt op een gunstige BVO/NO (ontwerpefficiëntie) verhouding kan dit ten koste gaan van de bruikbaarheid van een gebouw

De data in dit onderzoek toont aan dat duurzaamheid is niet per definitie een hogere investering vraagt. Deze duurzaamheid die toch voornamelijk door het bouwproces wordt ontwikkeld blijkt wel een besparing op te leveren voor de levensduurkosten in figuur 90. Vanuit een levensduurkostenbenadering is het dus van belang om te investeren in de energiezuinigheid en de toekomstwaarde van een gebouw.



Figuur 84: GPR versus levensduurkosten

2) Energiekosten

In dit onderzoek zijn de energiekosten verantwoordelijk voor een aandeel van 30% van de levensduurkosten. Het energieverbruik van een gebouw ligt voor deel aan de energetische kwaliteit van het gebouw, in het bouwproces wordt de theoretische energiezuinig bepaald volgens de EPC. Het praktijkverbruik van de energie komt niet altijd overeen met de EPC berekening, dit wordt worden veroorzaakt door het gebruikersgedrag, de inregeling van de installaties.

Dit onderzoek laat zien dat de betere afstelling van de warmte-koudeopslaginstallatie in 2011 van het Vakcollege Sevenwolden een besparing van 12% op het gasverbruik opleverde. Het Insula College dat over een vergelijkbare installatie dan dat van het Johannes Bosco College beschikt, heeft wel 180% hogere energierekening bij het vergelijken op kosten per vierkante meter bruto vloeroppervlakte. Dit wordt veroorzaakt door het niet goed ingeregeld en ontworpen zijn van de warmte-koudeopslaginstallatie. Indien het Insula College het energieverbruik op hetzelfde peil weet te krijgen zou dat een besparing opleveren van ongeveer € 88.000, - op jaarbasis.

De gebouwen die het beste scoren op de energiekosten zijn voorzien van vloerverwarming. De bandbreedte van de gas/warmte kosten naar verschillenden installatietype volgens dit onderzoek

- WKO installatie € 1,80 - € 5,5 per vierkante meter BVO
- Stadsverwarming € 3,30 per vierkante meter BVO
- HR installatie balansventilatie € 4,00 - € 5,6 per vierkante meter BVO.
- HR installatie natuurlijke toevoer lucht € 8,10 per vierkante meter BVO

In de laatste vijftien 1995-2010 is de gemiddelde inflatie van de energie (gas en elektra) 6,8% en de standaard inflatie, de CPI, 2,1%. Indien deze trend zich doorzet in toekomst zal het steeds belangrijker worden om in energiezuinig gebouwen gehuisvest te zijn.

Een optimum in de kosten voor energie kan dus bereikt door gebouwen met vloerverwarming, lage temperatuursverwarming in combinatie met bodemopslag. Door het gedrag van de organisatie af te stemmen op energiebesparing kan verder geoptimaliseerd worden. Een voorbeeld hiervan is het Johannes Bosco College dat elk kwartaal een energierapportage uitbrengt waarin het eigen energieverbruik geanalyseerd wordt en hier vervolgens maatregelen voor genomen worden.

Echter dient bij het bouwproces veel aandacht besteedt worden aan het inregelen/ontwerpen van de installatie. Ook de overdracht van kennis van de ontwerp/bouwphase naar de gebruiksfase verdient meer aandacht.

3) Onderhoudskosten

In dit onderzoek zijn de onderhoudskosten verantwoordelijk voor een aandeel van 16% van de levensduurkosten. De onderhoudskosten van verschillende schoolgebouwen zijn slecht te vergelijken. Dit is omdat de onderhoudsstrategie en de periode waarover een meerjarig onderhoudsplanning wordt gemaakt een grote invloed hebben op de boekhoudkundige onderhoudskosten.

Aangezien de schoolbesturen voor een lange periode gebruik maken van de gebouwen waarin zij gehuisvest zijn is het realistisch om ook voor deze lange periode een onderhoudsplan op te stellen en hier ook financiële reservering voor te maken.

4) Schoonmaakkosten

In dit onderzoek zijn de schoonmaakkosten verantwoordelijk voor een aandeel van 15% van de levensduurkosten. De data in dit onderzoek wijst uit dat het uitbesteden van het schoonmaakwerk aan een schoonmaakbedrijf een besparing op de schoonmaakkosten oplevering.

Bandbreedte van de schoonmaakkosten

- Schoonmaak in eigen beheer: € 11,50 - € 22,70 per vierkante meter BVO
- Schoonmaak uitbesteed: € 8,00 - € 11,00 per vierkante meter BVO.

Een optimalisatie van de schoonmaak kosten moet dus voornamelijk gezocht worden in de organisatie hiervan. De materialisering van het gebouw heeft ook een beperkte invloed.

Levensduur

Hoewel de inschatting van de levensduur in dit onderzoek moet worden gezien als oefening, blijkt uit deze oefening dat gebouwen die aanpasbaar zijn en lage energielasten hebben maken meer kans om langere gebruikt te worden. De langere levensduur levert een besparing op de levensduurkosten. Tevens zorgt de langere gebruiksduur voor een lagere milieubelasting door het mindere verbruik van materialen energie.

Voor nieuwe ontwerpprocessen wordt dan ook geadviseerd om te sturen op de factoren de gebruiksintensiteit en het energieverbruik en rekening te houden met de beoordeel punten in de submodules van GPR-Toekomstwaarde. Tevens dient gekeken te worden naar de demografische ontwikkeling in de regio en hier door bijvoorbeeld mogelijke krimpoptie rekening mee te houden.

Verhouding van investeringskosten en exploitatiekosten.

Uit de scenario analyse blijkt dat de exploitatiekosten een groter aandeel hebben in de levensduurkosten dan de investeringskosten. Het verschil tussen de investeringskosten en de exploitatiekosten is volgens dit onderzoek niet zo groot als Evans geschetst heeft.

Kosten	Verhouding
Initiële bouwkosten	1
Onderhouds- en operationele kosten	1,15 - 1,6

Bij ontwerpprocessen verdienen de investeringskosten en de exploitatiekosten beide aandacht. Door te sturen op het optimum tussen de investeringskosten en exploitatiekosten gedurende de levensduur kunnen de levensduurkosten beperkt worden.

De gebouwenkenmerken zijn niet de enige invloedsfactor op de levensduurkosten, dient er ook aandacht te worden besteed aan de organisatorische invloedsfactoren en het gedrag van de gebruiker.

Aanbevelingen vervolg onderzoeken

Gezien de grote spreiding van de variabelen kunnen harde conclusies in dit onderzoek niet getrokken worden, desalniettemin wijst dit onderzoek een richting aan. Een vervolg onderzoek met meer cases zouden de resultaten kunnen verfijnen.

Een onderzoek naar de problemen met het inregelen van de warmte-koudeopslaginstallatie, twee van de vier van de warmte-koudeopslagsystemen in dit onderzoek ondervinden bij dit proces veel problemen. Het vermoeden bestaat dat bij de oplevering van de gebouwen veel kennis verloren gaat. Zou een ander type contract ervoor zorgen dat dit proces beter verloopt? Bijvoorbeeld een prestatie contract waarbij de bouwmanagement/installatieadviseur mede verantwoordelijk maken voor een aantal jaar exploitatiekosten. Hierdoor zou de kennis uit de ontwerpfases en uitvoeringsoven mee worden genomen richting de exploitatiefase.

Het inzichtelijk brengen van de effecten van een onderhoudsstrategie op de onderhoudskosten van schoolgebouwen. Wellicht kan een methode ontwikkeld worden waardoor de onderhoudskosten van gebouwen goed te vergelijken zijn.

8. Reflectie

Voordat ik met het afstudeeronderzoek begon wist ik weinig van onderwijshuisvesting. Aanvankelijk ben ik mijn onderzoek begonnen door me te verdiepen in de literatuur over de financiering van onderwijshuisvesting. In een aantal van deze onderzoeken werd gesteld dat de gescheiden financiering voor de onderwijshuisvesting leidde tot een overschrijding van de levensduurkosten. Waarbij bezuinigen op de investeringskosten hogere kosten veroorzaken in de exploitatie. Voor deze stelling werd echter geen bewijs voor aangeleverd.

Het bewijzen van deze stelling was het hoofddoel van dit onderzoek, dit is echter lastiger gebleken dan dat ik van te voren had in geschat. Doordat niet alleen de kwaliteit van een gebouw invloed heeft op de investeringskosten maar ook bijvoorbeeld de locatie of proceswijze is de relatie tussen investeringskosten en exploitatiekosten moeilijk te trekken. Dit principe heb ik bij het begin voor mijn onderzoek onderschat.

Op alle onderdelen van de levensduurkosten zijn meerdere factoren van op invloed. Bijvoorbeeld bij energie zijn de theoretische energiezuinig, het gebruikersgedrag en de correctheid van de instelling van de installatie van invloed. Doordat sommige van deze factoren voor mij lastig onderzoekbaar zijn, kon ik voor sommige onderdelen alleen een verwachting uitspreken.

Vooraf was ik door een aantal personen gewaarschuwd dat het lastig zou zijn om meewerking te verkrijgen van scholen, dit is mij echter meegevallen. Ik heb totaal zestien scholen benaderd en hiervan waren er negen bereid om te werken. Doordat ik mijn onderzoek uitgevoerd heb bij een bedrijf kon ik gebruik kon maken van bestaande relaties, dit heeft mij aan meewerking van vier cases geholpen.

9. Bronvermelding

9.1.1. Literatuur

- Adriaansen, W et al (2010) Benchmarkonderzoek exploitatiekosten voortgezet onderwijs 2009, 's-Hertogenbosch: HEVO bv
- Adriaansen, W et al (2011) Duurzame kwaliteitsrichtlijn huisvesting voortgezet onderwijs, 's-Hertogenbosch: HEVO bv
- Agentschap NL (2010) *Programma van Eisen Frisse Scholen*, Den Haag: Ministerie BZK
- Brand, S. (1994). *How buildings learn; what happens after they're built*. New York, Viking.
- Berkhout, T.M. (2002) *Fiscaal afschrijven op vastgoed*, Deventer: Kluwer
- BNA onderzoek (2011) *Luisteren naar schoolgebouwen - Hoe presteren schoolgebouwen?*. Amsterdam: BNA onderzoek
- Bode, A. (2006) *Levensduurkosten gebouwen, Life Cycle Costing*. Bussum: Zorginstellingen 4/2006
- Binnenkamp, R. (2012) Multi-Criteria Decision analysis, Technische Universiteit Delft, lezing.
- Bouwkennis (2011) *Trends & ontwikkeling 2011-2012*. Rotterdam: Bouwkennis BV
- Braungart, M. & McDonough, W., (2002) *Cradle to Cradle – Remaking the Way We Make Things*, New York
- Brundlandt, G.H. (1987) *World Commission on Environment and Development, Our common future*, Oxford: Oxford University press
- CBS. (2010). *Jaarboek onderwijs in cijfers*. Den Haag: CBS
- Dobbelaars, A. Van den (2004) *Sustainable office* Delft: TU Delft proefschrift
- Dobbelaars, A. van den, (2009) *In drie stappen toepassen van Cradle to Cradle*.
- Dobbelaars, A. Van den (2010) *Use your potential! Sustainability through local opportunities* Delft: TU Delft
- Donner, J.P.H. (2011) *Onderzoek cluster Educatie van het gemeentefonds*, Den Haag: Ministerie BZK
- Doorn, A. van, Koppels, P. & Jong, P. de. (2012) *De kosten en baten*, Delft; Technische Universiteit (nog niet gepubliceerd)
- Dorland, van R. & Jansen, B. (2007) *Het IPCC-rapport en de betekenis voor Nederland*. De Bilt/Wageningen: PCCC
- Eijgenraam, C. (2000). *Evaluatie van infrastructuurprojecten*. Den Haag: CPB.
- ECN (2005) *Het onbenut rendabel potentieel voor energiebesparing*. Petten: ECN
- ECN en PBL (2010). *Referentieraming energie en emissies 2010-2020*. Rapportnummer ECN-E-10-004, ECN en PBL, Petten/Bilthoven.
- Ecofys (2005) *Kosteneffectieve Energiebesparing en Klimaatbescherming. De mogelijkheden van isolatie en de kansen voor Nederland*.
- Evans, R, Haryott, R, Haste, N and Jones, A (1998) *The long term costs of owning and using buildings*, London: Royal Academy of Engineering.
- Gerritse, C. (2008) *Controlling Costs and Quality*, Delft: VSSD
- Gerwen, M.F. van (2011) *Een frisse duurzame school; een haalbare kaart?* Delft: Technische Universiteit Delft master thesis.
- HEVO (2011) Kostenmatrix Frisse scholen, 's Hertogenbosch intern document
- Hoff-Israël, M. van der, (2004) *Beleid en beheer bij lumpsum*
- Hughes, w et al (2004) *exposing the myth of the 1:5:200 ratio relating initial cost, maintenance and staffing cost of office buildings*, Reading: University of Reading.
- IISD (2009) *A Life Cycle Costing in Sustainable Public Procurement: A Question of Value* www.iisd.org augustus 2011

-
- In 't Veld, J., Hamdan, Y., & Barendregt, E. (2010). *Een fris alternatief voor de huisvesting van kinderen*. Rotterdam: Rebel Group Advisory bv.
 - ISO 15686-5 (2008) *Service life planning, Life-cycle costing*, Delft: NEN
 - Janssen, B. (2008) Energiegebruik horeca terugdringen, Duurzaamheid door beter beheer. www.horecaentree.nl oktober 2011.
 - Kasteel, J.W. Van (2011) *Gaten in de exploitatie*. www.bouwstenenvoorsociaal.nl: ICS adviseurs
 - Keizer, B., (2004) Lumpsum Primair onderwijs.
 - Lanschot, F. Van (2012) *De effecten van bouwproceskenmerken op de life cycle costs binnen onderwijshuisvesting*. Delft: Technische universiteit Delft master thesis
 - Leupen, B., R. Heijne, et al. (2005). *Time-based architecture*. Rotterdam, Uitgeverij 010.
 - Lorenz, et al, (2008). Sustainable Property Investment & Management
 - Nederlands Normalisatie Instituut (1979) *NEN 2631 Investeringskosten van gebouwen*. Rijswijk: Nederlands Normalisatie Instituut
 - Nederlands Normalisatie Instituut (1980) *NEN 2632 Exploitatiekosten van gebouwen*. Rijswijk: Nederlands Normalisatie Instituut
 - Nederlands Normalisatie Instituut (2007) *NEN 2580 Oppervlakten en inhouden van gebouwen; Termen, definities en bepalingsmethoden* Rijswijk: Nederlands Normalisatie Instituut
 - OCW (2006) *Monitor Decentralisatie Onderwijshuisvesting PO/VO*. Leiden: Research voor Beleid
 - Pol, L. van der (2009) *Gezond en goed, scholenbouw in topconditie*. Den Haag: atelier Rijksbouwmeester
 - Paesschen, K. (2011) *Afstemming tussen levensduur en flexibiliteit*, Delft; Technische universiteit Delft. Master thesis.
 - Rogaar, M. (2010) *Programmeren van Duurzaamheid*, Delft: Technische universiteit Delft master thesis
 - SBR (1995) *Levensduur van bouwprodukten*, Rotterdam; SBR
 - Schenk, W.D. (2009) *De haalbaarheid van een aanpasbaar gebouw*, Delft: Technische universiteit Delft, master thesis
 - SEV (2004) *Bouwen met tijd*, Den Haag: VROM
 - SCS (2009) *Scholen bouwen voor de toekomst* Den Haag: Service Centrum Scholenbouw
 - SenterNovem (2004) *Handboek handhaving EPN*, Den Haag: Ministerie VROM
 - SenterNovem (2009) *Industrieel, flexibel en demontabel bouwen*. www.senternovem.nl
 - Straub, A (2002) *Strategic technical management of housing stock: lessons from Dutch housing associations*. Building & Research information
 - Straub, A. (2011) Lezing Technische Universiteit Delft.
 - Swart, M.A. (2009) *Kostenoverschrijding bij nieuwbouwprojecten van onderwijsinstellingen voor het primaire onderwijs*, Delft: Master thesis
 - Teuben, B. & Van Leeuwen, L. (2009) *Strategisch sturen van bestaand gemeentelijk vastgoed*. www.keicentrum.nl
 - Teuben, B., Waldmann, M. & Hordijk, A. (2009) *An inventory of municipal real estate, the case of the Netherlands*. www.roz.nl September 2011
 - TNO (2006) *Het effect van ventilatie op de cognitieve prestaties van leerlingen op een basisschool*. Delft: TNO
 - Van Aarle de Laat. (2011) Doordecentralisatie bij primair onderwijs: de aandachtspunten in de praktijk
 - Vedder, H et al (2005) *Succesvol realiseren onderwijshuisvesting voortgezet onderwijs*. M3V
-

-
- Wissink, C.E. & van der Ploeg, S.W. (2009) *Onderzoek huisvesting voortgezet onderwijs*. Amsterdam: Regioplan
 - WWF (2010) *Living Planet Report 2010*. Gland, Switzerland: WWF

9.1.2. Websites

- Commissie BBV
www.commissiebbv.nl bezocht: oktober 2011
- Duijvesteijn (200?) De tetraëder van Duurzaam Bouwen
www.boomdelft.nl bezocht: september 2011
- Emissieregistratie 2010
www.emissieregistratie.nl bezocht: december 2011
- Financiële bijlage bij Normvergoeding
www.vng.nl bezocht: september 2011
- Gemeentelijke bekostiging huisvesting
www.netwerkbureaukinderopvang.nl bezocht mei 2011
- GPR Gebouw
www.gprgebouw.nl
- <http://nl.wikipedia.org/wiki/> bezocht: juni 2011
- Inflatie cijfers www.cbs.nl bezocht: september 2011
- Kasteel, J.W. 2011. Gaten in de exploitatie
www.bouwstenenvoorsociaal.nl, september 2011
- LinkedIn Groep Onderwijshuisvesting
www.linkedin.com bezocht augustus 2011
- Onderwijshuisvesting www.vng.nl
- Oppervlakte begrippen
www.netwerkbureaukinderopvang.nl bezocht: november 2011
- PBL (2010). Kyotoverplichting 2008-2012 (webdocument 0001, versie 01, 26-08-2010)
www.pbl.nl/balansvande leefomgeving. PBL, Den Haag/Bilthoven.
- Scholenbouwprijs 2008
www.onderwijspaleis.nl
- Versteeg, H. & Weerd, J. van der (2010) *Verschillen in rekenmethode duurzaamheid*
www.lbpsight.nl bezocht: oktober 2011
- Wet voortgezet onderwijs, artikel 76n www.wetboek-online.nl
- www.agentschapnl.nl bezocht: juni 2011
- www.breeam.nl bezocht: oktober 2011
- www.cradle2cradle.nl bezocht: oktober 2011
- www.footprintnetwork.org bezocht: september 2011
- www.hier.nu/klimaat bezocht: september 2011
- www.leerwiki.nl/Wat_is_EPA_en_EPC bezocht: mei 2011
- www.rijksoverheid.nl bezocht: december 2011
- www.usgbc.org bezocht: juni 2011

9.1.3. Casestudies

Casestudie Casparus college

- Bezoek aan school 22 november 2011
- Blonk, P. (directeur Casparus College) Interview en rondleiding
- Heisteeg, M. van de (controller Gooise Scholen Federatie) Interview en rondleiding
- Exploitatiekosten overzicht 2009 & 2010
- Bouwaanvraagstukken (gemeentearchief Weesp)

Casestudie Johannes Bosco

- Bezoek aan school 5 december 2011
- Vrijhof, J. (Hoofd Facilitaire zaken) Interview en rondleiding
- Exploitatiekosten overzicht 2009 & 2010
- Bouwaanvraagstukken (gemeentearchief Heerhugowaard)
- www.onderwijspaleis.nl

Casestudie Insula College

- Bezoek aan school 10 november 2011
- Keller, P. (Hoofd Facilitaire zaken Hadreio) Interview en rondleiding
- Berg, A van de (Hoofd Conciërge Insula college
- Exploitatiekosten overzicht 2009 & 2010
- Bouwaanvraagstukken (gemeentearchief Dordrecht)
- www.onderwijspaleis.nl

Casestudie Niekée Roermond

- Bezoek aan school 15 november 2011
- Sterken, A. (Directeur Niekée) Interview
- Drummen, J.E.M.M. (adjunct directeur Niekée) Rondleiding
- Exploitatiekosten overzicht 2009 & exploitatie begroting 2011
- Bouwaanvraagstukken (archief HEVO)
- www.onderwijspaleis.nl

Casestudie Vakcollege Sevenwolden

- Bezoek aan school 1 december 2011
- Boer, C. de (Directeur Vakcollege) Gesprek
- Kunst, S. & Bergen, E. van (Controller) data verkrijgen
- Werf, R. van de (Technische man) Rondleiding en gesprek
- Exploitatiekosten overzicht 2010
- Bouwaanvraagstukken (archief HEVO)

Casestudie Connect College

- Benchmarkonderzoek 2009 (HEVO)
- Bouwaanvraagstukken (archief HEVO)
- <http://www.vmxarchitects.nl/>

Casestudie Lek en Linge

- Bezoek aan school 26 januari 2012
- Koning, M. (Hoofd facilitaire zaken) Gesprek
- Exploitatiekosten overzicht 2010
- Bouwaanvraagstukken (gemeentelijke archief Culemborg)
- www.onderwijspaleis.nl

Casestudie SG Were Di

- Bezoek aan school 23 januari 2012
- Gestel, H. van (Hoofd facilitaire zaken) Gesprek
- Exploitatiekosten overzicht 2010 en 2011
- Bouwaanvraagstukken (gemeentelijke archief Valkenswaard)
- www.onderwijspaleis.nl

Casestudie Westerpoort College

- Bezoek aan school 27 februari 2012
- Geers, J. (Hoofd facilitaire zaken) Gesprek
- Exploitatiekosten overzicht 2010
- Bouwaanvraagstukken (gemeentelijke archief Tholen)
- www.onderwijspaleis.nl

10. Bijlagen

10.1. Bijlage 1: levensduurkosten Johannes Bosco College afschrijving naar nul

10.2. Bijlage 2: Afdruk GPR berekening Johannes Bosco College