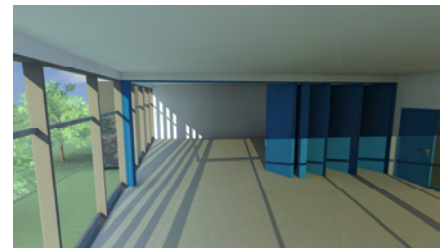
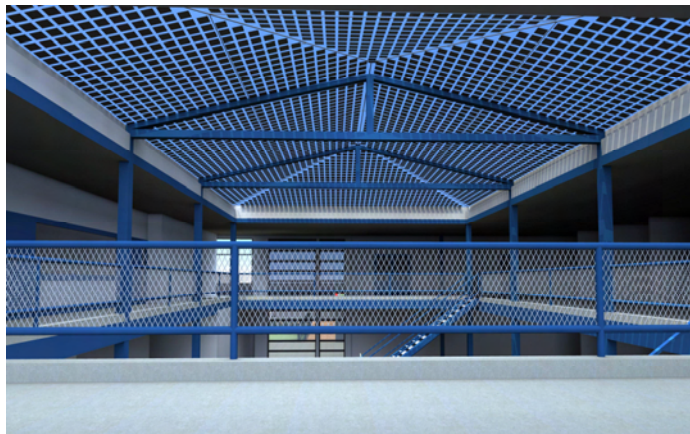


Duurzaamheidonderzoek naar schoolgebouw IWMidden te Tiel



M.T. Evers

Versie 3.0

06-06-2011

Verantwoording

Titel/onderwerp:	Duurzaamheidonderzoek
Subtitel:	Resultaten uit onderzoek naar school IWMidden in Tiel met mogelijke aanpassingen als voorwerk voor uiteindelijk BREEAM certificaat
Onderzoeksvraag:	Hoe scoort het schoolgebouw IWMidden in Tiel en wat kunnen mogelijke aanpassingen zijn waardoor de huidige score nog hoger uit zal vallen?
Versie :	3.0
Status :	Definitief
Datum :	6 juni 2011
Student/Auteur:	naam: Mark Thomas Evers studentnr.: 1532678 adres: Van Vollenhovenlaan 158 postcode: 3527 JV UTRECHT telefoon: 06 55 69 34 07 e-mail: mark.evers@student.hu.nl
Onderwijsinstelling:	naam: Hogeschool Utrecht faculteit: Natuur en Techniek instituut: Gebouwde omgeving adres: Nijenoord 1 postcode: 3552 AS UTRECHT telefoon: (088) 81 08 fax: (030) 230 81 00 docent 1: Dhr. J. Spreksel e-mail: j.spreksel@hu.nl docent 2: Dhr. K. Fouraschen e-mail: k.fouraschen@hu.nl
Afstudeerbedrijf:	naam: Ruijsenaars-Cretier architecten adres: Godfried van Seystlaan 45D/E postcode: 3700 AJ ZEIST telefoon: (030) 691 98 49 begeleider: Ing. J.M. Nieuwland E-mail: info@ruijsenaarscretier.nl



RUIJSSENAARS-CRETIER
architectenburo

Voorwoord

Steeds meer aandacht gaat naar het begrip „duurzaam“. De opdrachtgever is steeds meer bereid meer te betalen voor een product dat duurzaam is; een product dat milieu, ethisch en maatschappelijk verantwoord is. Deze trend mag worden toegejuicht aangezien de fossiele brandstoffen opraken en de toekomst van de aarde in gevaar komt door het onverantwoord omgaan met de natuur en het milieu. Zo ook de opdrachtgever Installatiewerk Midden (IWM), die architectenbureau Ruijsenaars-Cretier heeft ingeschakeld een schoolgebouw met werkplaats te realiseren die duurzaam zijn in de breedste zin van het woord, en dit ook naar buiten uitstraalt. De toekomstige gebruiker, de Stichting Opleidingsbedrijf Installatie Werk Nederland - kortweg InstallatieWerk - is een organisatie zonder winstoogmerk die zorgt voor voldoende instroom van vakbekwaam personeel in de installatiebranche.

Hiernaast wil de opdrachtgever het gebouw laten certificeren met een BREEAM-certificaat. De Dutch Green Building Council (DGBC) heeft met dit keurmerk als doel duurzaam bouwen te stimuleren op Nederlands grondgebied. Er zijn nog maar een beperkt aantal labels uitgegeven in Nederland en wanneer het gebouw zijn certificaat zal krijgen, betekent dit dat IWM de eerste school in Nederland zal zijn.

Om te kijken of de investering in het label de moeite waard is kan er een indicatie gedaan worden aan de hand van het programma GPR Gebouw. Dit is een programma dat net als BREEAM het duurzaam bouwen wil stimuleren.

Ook is het interessant wat de terugverdientijden zullen zijn van de duurzame installaties; na hoeveel jaren is de meestal grote extra investering minder dan de totale opbrengst.

Bouwtechnisch kijken naar het ontwerp, met als hoofddoel het uitzoeken van de invloeden van de gebruikte materialen, is ook een onderdeel van dit onderzoek. Alle hoofdstukken in dit onderzoek hebben te maken met de uiteindelijke conclusie, de verwachting en adviezen voor een zo hoog mogelijke certificering.

Duurzaam bouwen krijgt mijn aandacht omdat ook ik ervan overtuigd ben dat dit een noodzaak is. Duurzaam produceren en consumeren zal steeds meer aandacht krijgen in de toekomst die voor ons ligt. Onderzoek wijst uit dat maar liefst 35 procent van de totale CO₂-emissie afkomstig is van gebouwen (Ecofys, 2005). Dit is meer dan de industrie (31%) en het verkeer (22%). Vanwege de grote invloed van gebouwen op het milieu en mijn interesse voor duurzaamheid, wilde ik graag afstuderen aan een hieraan gerelateerde opdracht.

Bij architectenbureau Ruijsenaars-Cretier heb ik in de periode tussen 31 januari tot en met 6 juni een onderzoek gedaan naar het ontwerp van het schoolgebouw IWM in Tiel met als hoofddoel het certificeren met duurzaamheidkeurmerk BREEAM-NL.

Ook heb ik het onderzoek nog aangevuld met 3D-tekeningen van het gebouw die gemaakt zijn en al gebruikt zijn met het doel om het ontwerp te promoten aan de buurtbewoners bij een presentatie over het gebouw. Daarnaast kan het fungeren als materiaal voor toekomstige opdrachtgevers.

Graag wil ik langs deze weg architectenbureau Ruijsenaars-Cretier bedanken voor de geleverde faciliteiten en prettige werkomgeving. De dank gaat in het bijzonder naar dhr. ing. J.M. Nieuwland en dhr. H. Cretier voor het verlenen van de opdracht en de begeleiding. De dank gaat ook uit naar dhr. J. Spreksel en dhr. K. Fouraschen, die fungeerden als begeleidende docent vanuit Hogeschool Utrecht.

M.T. Evers
Utrecht, 24 mei 2011

Inhoudsopgave

Verantwoording.....	II
Voorwoord	III
Samenvatting.....	VI

Hoofdstuk 1, Het GPR onderzoek	2
--------------------------------------	---

1.1 Wat is GPR Gebouw en wat zijn de doelstellingen?	2
1.2 Wat betekent GPR?	2
1.3 Scores en resultaten van BREEAM.....	2
1.4 Waarom een GPR onderzoek?	3
1.5 De categorieën in GPR	4
1.6 De subonderdelen met de score en weging	4
1.7 De resultaten volgens het GPR onderzoek op het huidige ontwerp.....	5
1.8 Welke veranderingen zijn nodig om te komen tot een hogere score?.....	6
1.9 Resultaten volgens het GPR onderzoek na de reële veranderingen	11
1.10 Conclusie	12

Bijlage 1.1.1, GPR onderzoeksresultaten voor de huidige situatie

Bijlage 1.1.2, GPR consumentenlabel voor de huidige situatie

Bijlage 1.1.3, GPR onderzoeksresultaten voor de alternatieve situatie

Bijlage 1.1.4, GPR consumentenlabel voor de alternatieve situatie

Hoofdstuk 2, Het BREEAM certificaat	14
---	----

2.1 Wat is BREEAM en wat zijn de doelstellingen?	14
2.2 Wat betekent BREEAM?	14
2.3 Scores en resultaten van BREEAM.....	14
2.4 Waarom een BREEAM certificaat?	14
2.4 Waarom een BREEAM certificaat?	15
2.5 BREEAM en GPR Gebouw, wat heeft dit met elkaar te maken?	15
2.6 De categorieën in BREEAM.....	16
2.7 Score & Weging	17
2.8 Assessor/Auditor en Expert.....	17
2.8 Assessor/Auditor en Expert.....	18
2.9 Bewijsmateriaal.....	18
2.10 Fasen.....	18
2.11 BREEAM Quickscan Pre-Assessmentrapportage 24-03-2011	18
2.12 Welke reële veranderingen zijn nodig om te komen tot een hogere score?.....	19
2.13 Conclusie	22
2.13 Conclusie	23

Bijlage 2.1.1, Pre-assessmentrapport BREEAM voor de huidige situatie

Bijlage 2.1.2, Taken om de beoordeling te verbeteren naar een "very good"

Hoofdstuk 3, Duurzame installaties.....	25
3.1 Inleiding	25
3.2 Windmolen.....	26
3.2.1 Voor en nadelen.....	26
3.2.2 De werking.....	26
3.2.3 Gekozen type.....	26
3.2.4 Kosten	26
3.3 Pv Zonnecellen	27
3.3.1 Pv Zonnecellen geïntegreerd in glasoppervlak.....	27
3.3.2 Type panelen	27
3.3.3 Opbrengst.....	28
3.4 Grijswatersysteem.....	29
3.4.1 Wat wordt bedoeld met grijs water en hoe gaat het in zijn werk?	29
3.4.2 Regenwater	29
3.4.3 Ontlasting van het milieu.....	29
3.7.3 LED verlichting in plaats van PL verlichting	33
3.8 De terugverdientijden van de betreffende installaties	34
3.9 Conclusie	35

Bijlage 3.1.1, Tabel extra investering duurzame installaties met de terugverdientijden

Hoofdstuk 4, Het Materialenonderzoek	37
4.1 Het BREEAM onderdeel materialen	37
4.2 Doel van BREEAM onderdeel 1 (Bouwmaterialen).....	37
4.3 Hoe wordt de milieu-impact van een materiaal berekend?	37
4.4 Wat is de schaduwprijs	37
4.5 Uitkomst onderzoek schaduw prijzen huidig materiaalgebruik.....	39
4.6 Uitkomst onderzoek schaduw prijzen na verandering in materiaalgebruik.....	41
4.7 Het onderbouwen van de herkomst van de materialen.....	42
4.8 Robuust ontwerpen.....	42
4.9 Wat voor invloed hebben de alternatieve materialen op de detaillering	43
4.10 Conclusie	44

Bijlage 4.1.1, Details huidige situatie en alternatieve details voor een hogere score

Hoofdstuk 5, 3D Promotiemateriaal	46
5.1 Vergadering Tiel met de buurt en alle overige betrokkenen.....	46
5.2 Film.....	46

Bijlage 5.1.1, 3D-render afbeeldingen van het schoolgebouw IWM in Tiel

Hoofdstuk 6, Eindconclusie en Aanbevelingen.....	48
6.1 Conclusies	48
6.2 Aanbevelingen	51

Literatuur	52
Verklarende woordenlijst.....	54

Samenvatting

Onderzocht is of het duurzaamheidskeurmerk BREEAM-NL voldoende betrouwbaar en vernieuwend is om het nieuwe schoolgebouw in Tiel te laten certificeren. Er is onderzoek gedaan naar de resultaten uit GPR en het BREEAM-NL pre-assessment rapport om te kijken hoe het gebouw zal gaan scoren en wat de mogelijke verbeteringen zijn aan het ontwerp om een zo hoog mogelijke score te creëren. Ook is er gekeken naar de terugverdientijden van de extra investeringen van de duurzame installaties.

BREEAM-NL heeft zijn oorsprong in het Britse BREEAM. Deze laatste bestaat al 20 jaar en heeft andere grote internationale keurmerken als LEED en Green Globe voortgebracht. Gezien deze positieve achtergrond schept BREEAM-NL veel vertrouwen om ook in Nederland een succes te worden waarmee internationale communicatie en vergelijkbaarheid mogelijk wordt.

BREEAM-NL wordt ontwikkeld door de Dutch Green Building Council. Deze onafhankelijke stichting maakt het mogelijk dat marktpartijen deel worden van de DGBC en veel kennis gebundeld wordt om een kwalitatief hoogwaardig keurmerk te ontwikkelen.

De bestaande Nederlandse keurmerken als GPR Gebouw heeft zijn marktaandeel en waarde voor een duurzamere gebouwde omgeving. Dit keurmerk beoordeelt echter niet het volledige onderdeel duurzaamheid. BREEAM-NL is met negen categorieën een veel vollediger keurmerk dat op de Nederlandse markt nog niet bestond. Het is zelfs zo dat er in Nederland nog geen school is die BREEAM gecertificeerd is. Omdat de verwachting is dat BREEAM erg belangrijk wordt in Nederland betekent kan dit een enorme publiciteit betekenen voor de opdrachtgever, de architect en andere betrokkenen bij de ontwikkeling van de school. Hiernaast geeft het ook nog het goede voorbeeld naar andere opdrachtgevers en projectontwikkelaars om het duurzaam bouwen te blijven stimuleren. Toch verwijst BREEAM bij sommige onderdelen naar andere programma's. Dit duidt erop dat BREEAM nog niet volledig ontwikkeld is. Het keurmerk BREEAM-NL heeft een snelle start gemaakt, maar uit het onderzoek blijkt dat het op bepaalde delen onvoldoende is ontwikkeld voor de Nederlandse markt als het gaat om de materialen credit.

De negen categorieën en vele credits in BREEAM-NL zijn een goede maatstaf om een duurzaam gebouw te ontwerpen en beoordelen. De duurzame gebouwen in Nederland zijn voornamelijk gericht op een hoge energieprestatie. BREEAM-NL brengt duurzaamheid in een veel breder perspectief. Naast de categorie Energie speelt de categorie Gezondheid nu ook een grote rol.

Het schoolgebouw scoort goed met het programma GPR, er wordt nu een A-label gescoord met drie sterren. Echter, het is mogelijk om met kleine en reële aanpassingen een nog betere score te krijgen. De verwachting is dat, als een groot deel van de naar voren gekomen aanpassingen worden uitgevoerd, er een A-label wordt verworven met vier tot vijf sterren. Over het geheel gezien kan er dus met de behaalde resultaten het BREEAM traject in te gaan. Een sterk punt van het gebouw zijn de watervoorzieningen in het gebouw. Hierbij is veel aandacht besteed aan het onderdeel Gebruikskwaliteit wat is terug te zien in de uiteindelijke score bij dit onderdeel. In het onderzoek komen zowel voor GPR gebouw als voor BREEAM aanbevelingen uit voort met mogelijke aanpassingen aan het ontwerp om een zo hoog mogelijke score te halen bij de uiteindelijke certificering van het schoolgebouw in Tiel

Om de milieulast van bouwmaterialen te bepalen voor de credit MAT 1 wordt gebruik gemaakt van het bestaande programma GPR Gebouw of andere programma's zoals GreenCalc+. Bij deze programma's komen er echter verschillende waarden voor de schaduwpreizen uit. Er is weliswaar initiatief genomen om dit op te lossen met een geharmoniseerde materialendatabase, maar de ontwikkeling hiervan staat nog in de

kinderschoenen en zal naar verwachting ook nog enige tijd duren. De verschillen tussen deze twee keurmerken zijn ontoelaatbaar groot. Hiervoor moet daarom op korte termijn al een oplossing worden geboden. Voor het bepalen van de schaduwprijs voor MAT 1 verdient GPR Gebouw de voorkeur maar deze is onvolledig en onvoldoende geschikt als ontwerptool. Daarnaast is de eis voor de totale 6 punten dusdanig hoog dat het de motivatie om duurzame materialen toe te passen in de weg staat. De score van het gebouw in Tiel komt zonder de aangegeven veranderingen in dit onderzoek op 0 punten. Na aanpassingen in het ontwerp die reëel zijn kan de totale score nog op 2 punten komen.

De score voor het pre assessment is een “good”. Dit kan hoger uitvallen en ik verwacht dat er met aanpassingen in het ontwerp mogelijk is een “very good” te scoren. Hoger dan een very good is naar mijn mening niet reëel voor het schoolgebouw. Het zou een mooie prestatie zijn om een “very good” te halen en de eerste school in Nederland te worden die dit kan realiseren.

In bijlage 2.1.2 is er lijst te zien van alle verbeterpunten met de daarbij behorende scores die behaald kunnen worden per onderdeel. Wanneer alle punten behaald worden, zou dit betekenen dat er “excellent” gescoord wordt. Dit is echter niet reëel. In dit overzicht zijn de punten aangegeven die wel te behalen zijn en te zien is dat er een “very good” mogelijk is, namelijk een score van 58 % . De school scoort op dit moment 47,83 %.

De duurzame installaties in het schoolgebouw zijn een grote extra investering. Het voordeel daarentegen is dat er geen maandelijkse uitgaven meer gedaan hoeven worden aan de energieleverancier. De terugverdientijden die de installaties hebben vallen wel tegen. Hier staat tegenover dat de school een zichtbaar goed voorbeeld geeft aan de buitenwereld wat betreft de duurzaamheid van de school. Vooral de windmolen met zijn lange terugverdientijd zal voor het grootste deel hiervoor dienen. Het te realiseren verlichtingsplan kan wel snel worden terugverdiend en is een goede milieuvriendelijke manier om energie te besparen. Dit komt omdat de investering minder groot is, en tevens levert het direct een merkbare besparing op in de energiekosten.

Bij volgende projecten is het van belang om parallel met het programma GPR Gebouw te ontwerpen. Ook is het van belang tijdens het ontwerpproces met BREEAM assessors om tafel te gaan zitten. Dit om puntenmindering in een later stadium te voorkomen. Op dit moment zijn er veel punten misgelopen omdat er te laat onderzoek is gedaan met BREEAM en GPR Gebouw.

De verbeterpunten in het BREEAM onderzoek moeten zo goed als mogelijk worden aangepast en uitgevoerd om een “very good” te kunnen scoren. Het is belangrijk dat voor, tijdens en na de bouw ten alle tijden de controle wordt gehouden op uitvoering van de zaken waar in BREEAM punten voor worden gegeven.

De installaties hebben een lange terugverdientijd, maar kunnen worden behouden omdat er veel punten voor worden toegekend in BREEAM en als de installaties zoveel mogelijk in het zicht worden geplaatst heeft dit als extra functie dat de installaties zullen gelden als educatief middel voor de technische installatie studenten.

De materialen en dus ook de detaillering kunnen echter niet meer worden aangepast. Dit zou niet reëel zijn aangezien het ontwerp al klaar is en de eerste funderingspaal al bijna de grond in gaat. Het zal teveel tijd en geld kosten en het ontwerp zoals het nu bedoeld is zal onherkenbaar worden.

Het is mogelijk een mooie score te halen voor het uiteindelijke BREEAM certificaat. Mijn laatste aanbeveling is dan ook om de aangegeven punten na te leven en zo de eerste school in Nederland te bouwen die het certificaat toegekend krijgt.

HOOFDSTUK 1

Het GPR onderzoek



Hoofdstuk 1, Het GPR onderzoek

1.1 Wat is GPR Gebouw en wat zijn de doelstellingen?

Duurzaamheid is een erg ruim begrip. Architecten kunnen soms door de bomen het bos niet meer zien als het gaat om allerlei duurzame toepassingen en oplossingen. GPR probeert dit zo veel mogelijk op te lossen door middel van een model waarna je een indicatie krijgt waar het gebouw staat op de duurzaamheidsladder.

De doelen van GPR zijn;

- Het beperken van de negatieve invloed van gebouwen op het milieu
- Helpen bij het ontwerpen van een duurzaam gebouw
- Het mogelijk maken gebouwen te onderscheiden naar hun duurzaamheid
- Gegevens inzichtelijk maken die verder gebruikt kunnen worden bij certificeringsystemen (BREEAM)
- Het stimuleren van de vraag naar duurzame gebouwen
- Inzichtelijk maken van CO₂ uitstoot en schaduwpreizen

1.2 Wat betekent GPR?

De afkorting GPR staat voor gemeentelijke praktijkrichtlijn, maar deze term wordt niet meer gebruikt. De term GPR staat nu als merknaam voor een instrument om de prestaties op gebied van kwaliteit en duurzaamheid van gebouwen te waarderen.

1.3 Scores en resultaten van BREEAM.

De resultaten uit het GPR onderzoek worden onderverdeeld in vier rapportages. Als eerst wordt er inzichtelijk gemaakt welke cijfers de behandelde onderwerpen krijgen, dit gebeurt op een schaal van 1 tot 10, waarin het cijfer 6 een minimaal cijfer is en wat vergeleken kan worden met het bouwbesluit.

Als tweede rapportage wordt de CO₂-emissie inzichtelijk gemaakt. Er wordt een overzicht gegeven van de CO₂-emissie in (kg/m²) per jaar. Hierbij wordt een onderscheid gemaakt tussen CO₂-emissie door energiegebruik en door materiaalgebruik. De berekende CO₂-emissie van het gebouw wordt vergeleken met de emissie van de referentieschool voor de school in Tiel. Hieruit wordt het effect van de ingreep in procenten berekend.

Het consumentenlabel biedt de mogelijkheid de kwaliteit van het ontwerp inzichtelijk te maken voor de consument of gebruiker. Het bestaat uit een label met sterren, een overzicht van bijzondere kwaliteiten van het ontwerp, een energielabel en een grafische weergave van de gestelde ambities en behaalde scores per module.

Als laatste is het mogelijk de milieueffecten van de materialen weer te geven door middel van de schaduwpreijs.

De schaduwprijs wordt bepaald door de milieueffecten te vermenigvuldigen met de schaduwprijs per equivalent (per milieueffect) en daarna te sommeren. Deze negen effecten komen ook weer terug in het BREEAM rapport. De totale schaduwprijs van een gebouw wordt uitgedrukt in euro's, per m² oppervlakte per jaar.

GPR Gebouw gebruikt als oppervlakte het gebruiksoppervlakte (verwarmd en onverwarmd) van het gebouw, zoals dat ook in de 'nationale' bepalingsmethode is voorgeschreven. Om

aan te sluiten bij de beoordelingsmethode BREEAM-NL, is ook de schaduwprijs per m² bruto vloeroppervlakte gegeven. Dit sluit aan bij definitie van het BREEAM-NL credit MAT1, waarbij naar GPR Gebouw verwezen wordt. Een ander verschil is dat de levensduur (voor het uitdrukken per jaar) bij GPR Gebouw dynamisch is en bij BREEAM-NL altijd met de standaard levensduur geldt.

Schaduwrijzen en LCA-profielen			
LCA-profiel	eenheid	Huidig	
Milieu-effecten		GPR Gebouw	BREEAM.nl
Uitputting (ADP)	kg antimoon (Sb) eq.	5.652e-3	1.22e0
Broeikaseffect (GWP 100j.)	kg kooldioxide (CO2) eq.	2.62e-1	5.829e1
Ozonlaagaantasting (ODP)	kg CFK-11 eq.	1.746e-8	3.128e-6
Smog (POCP)	kg ethyleen (C2H2) eq.	9.634e-5	1.901e-2
Humane toxiciteit (HTP)	kg 1,4-dichloorbenzeen eq.	5.476e-2	1.166e1
Ecotoxiciteit, water (FAETP)	kg 1,4-dichloorbenzeen eq.	2.395e-2	4.875e0
Ecotoxiciteit, sediment	niet operationeel	0.0	0.0
Ecotoxiciteit, terrestisch (TETP)	kg 1,4-dichloorbenzeen eq.	3.397e-4	6.056e-2
Verzuring (AP)	kg zwaveldioxide (SO2) eq.	7.758e-4	1.48e-1
Vermesting (EP)	kg fosfaat (PO4) eq.	8.214e-5	1.739e-2
Schaduwprijs	euro	0.66	0.53

afb. 1, schaduwrijzen en LCA profielen

1.4 Waarom een GPR onderzoek?

In de vorige deelvragen is naar voren gekomen wat ik met GPR wil bereiken. Uiteindelijk is het de bedoeling dat de ontworpen school wordt gecertificeerd volgens het BREEAM certificaat. Dit is een grote investering en om zeker te weten dat dit gebouw goed gaat scoren is het van belang al vóór het ontwerpen met BREEAM om tafel te gaan zitten om te kijken waar er op gelet dient te worden.

Dit is toentertijd niet gedaan, daarom wil ik met het GPR onderzoek het gebouw eerst testen en kijken wat de resultaten zullen zijn. Omdat GPR en BREEAM veel met elkaar gemeen hebben zal er een goede indicatie uitkomen van wat de uiteindelijke score zou kunnen zijn.

Ook is het GPR onderzoek van belang als er uiteindelijk besloten wordt werkelijk een BREEAM certificaat te bemachtigen. BREEAM verwijst namelijk naar GPR Gebouw als het gaat om de levenscyclus van de materialen door middel van de schaduwprijs. Dit kan met GPR berekend worden en ingevoerd en gebruikt worden bij het toekennen van het BREEAM certificaat.

1.5 De categorieën in GPR

GPR Gebouw is een model waarbij de kwaliteit van een gebouw op vijf thema's in rapportcijfers wordt uitgedrukt. Dit zijn de thema's: Energie, Milieu, Gezondheid, Gebruikskwaliteit en Toekomstwaarde.

De vijf categorieën zijn als volgt;

Categorie	Symbol
1. Energie	
2. Milieu	
3. Gezondheid	
4. Gebruikskwaliteit	
5. Toekomstwaarde	

tabel 1, symbolen GPR

1.6 De subonderdelen met de score en weging

In elke categorie bevinden zich een aantal subonderdelen, te weten;

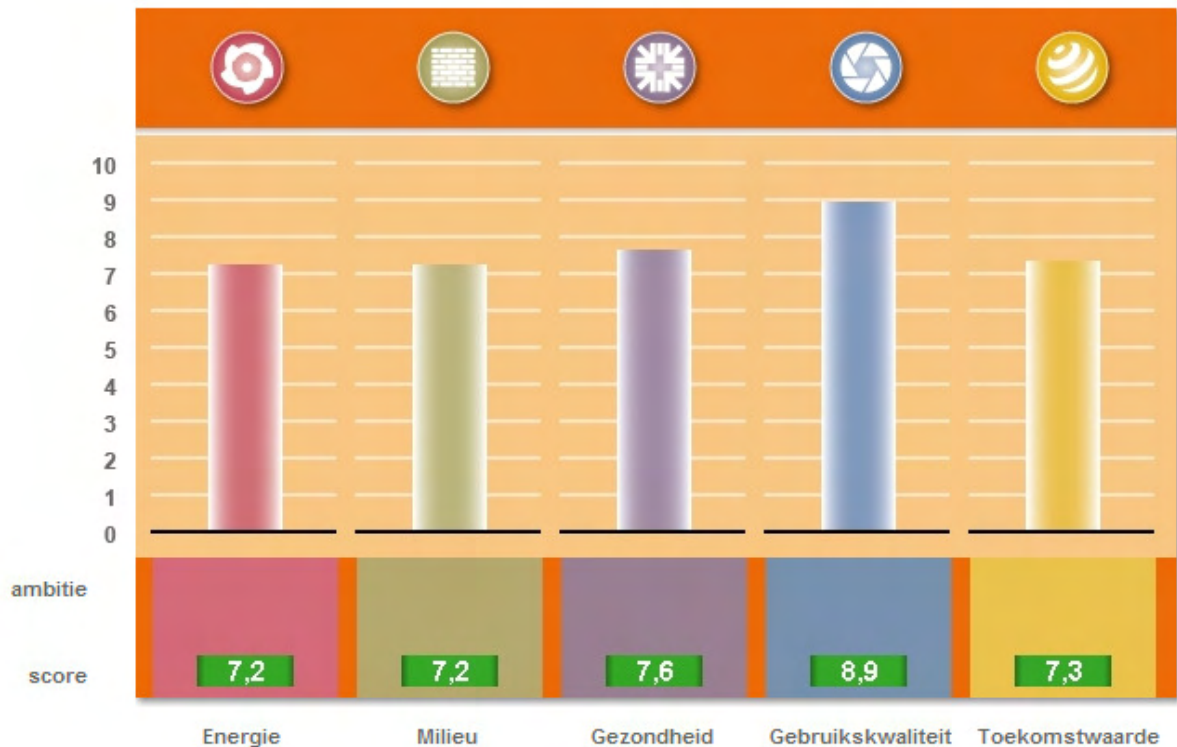
Categorie	Subonderdelen	Weging
1. Energie	1.1 EPC berekening	75%
	1.2 Aanvullende energiemaatregelen	25%
2. Milieu	2.1 Water	20%
	2.2 Milieuzorg	10%
	2.3 Materialen	70%
3. Gezondheid	3.1 Geluid	15%
	3.2 Luchtkwaliteit	45%
	3.3 Thermisch comfort	35%
	3.4 Licht en visueel comfort	5%
4. Gebruikskwaliteit	4.1 Toegankelijkheid	25%
	4.2 Functionaliteit	25%
	4.3 Technische kwaliteit	25%
	4.4 Sociale veiligheid	25%
5. Toekomstwaarde	5.1 Toekomstgerichte voorzieningen	33,3%
	5.2 Flexibiliteit	33,3%
	5.3 Belevingswaarde	33,3%

tabel 2, wegingsfactor subonderdelen GPR

Goed is het om te weten waar de zwaartepunten liggen voordat er begonnen wordt met een ontwerp, helaas is het ontwerp al klaar maar dat betekent niet dat er met kleine aanpassingen een veel betere score kan worden behaald. Bij milieu valt op dat het materiaalgebruik erg zwaar weegt en zal daarom extra aandacht krijgen in hoofdstuk 3.

1.7 De resultaten volgens het GPR onderzoek op het huidige ontwerp

Na alle gegevens te hebben ingevoerd van de school IWM maakt het programma GPR een staafdiagram met de cijfers per onderdeel. Uitgaande dat het cijfer zes voor elk onderdeel het minimum is komt het programma op het volgende diagram uit dat in grafiek 1 te zien is.



afb. 2, resultaten huidig ontwerp Tiel

De complete resultaten van het onderzoek dat is toegepast op het huidige ontwerp is te vinden in bijlage 1.1.1 en bijlage 1.1.2.

Het is goed te zien dat het gebouw goed scoort op de gebruikskwaliteit. Maar gemiddeld op de andere onderdelen. Toch is bij sommige subonderdelen erg goed gescoord. In het totale onderzoek is de beoordeling per subonderdeel terug te vinden.

Op het resultatenblad komt naar voren dat het gebouw IWM een totaalscore krijgt toegekend met het label A met drie sterren.

1.8 Welke veranderingen zijn nodig om te komen tot een hogere score?

Uit de scan van GPR komt een label uit voort dat benoemd wordt met de letter A. Dit is het hoogst mogelijke resultaat, er is echter nog beter te scoren als er gekeken wordt naar de sterren binnen de A-categorie. Op dit moment is het een A-label met 2 sterren. In onderstaand overzicht heb ik de positieve punten uiteengezet tegen de negatieve punten. Hierna heb ik per onderdeel mogelijke verbeteringen en aanvullingen op een rijtje gezet waardoor het gebouw nog beter zal gaan scoren met het programma GPR. De mogelijke verbeteringen ziet u hieronder beschreven.

1. Energie



Positieve punten	Negatieve punten
Lage temperatuurverwarming	Elektrische warmtepomp
Daglicht afhankelijke regeling armaturen	Mechanische aan en afvoer ventilatievoorzieningen
PV Cellen op de lichtstraat ten behoeve van opwekking energie	Te lage RC waarde
Koude opslag in bodem	

Verbeteringen en aanvullingen in het ontwerp die zorgen voor een hogere score

Gasgestookte warmtepomp
Natuurlijke toevoer ventilatie door middel van roosters
RC waarde van ten minste 5,4 in de hoofd constructiedelen
Buitenzonwering
Biomassa ten behoeve van opwekking warmte
Gebruik van een zonneboiler

2. Milieu



Positieve punten "water"	Negatieve punten
Grijswater systeem voor toiletspoelingen	Nvt
Groendak	
Infiltratie hemelwater	
Minimalisering verhard oppervlak terrein	

Verbeteringen en aanvullingen in het ontwerp die zorgen voor een hogere score

Kranen met volumebegrenzers toepassen
Toiletten met een 4l reservoir, stroomvergroter en spoelonderbreker toepassen
Gebruik van een waterbesparende douchekop in kleedruimte

Positieve punten “milieuzorg”	Negatieve punten
Beton met puingranulaat voorgeschreven	Geen Cradle2Cradle materiaalgebruik
Opslag van papier en karton tijdens het gebruik van de school	Geen opslag voor gevaarlijk afval
Aanwezigheid van een sloopbestek	Geen vergaande afvalscheiding op de bouw

Verbeteringen en aanvullingen in het ontwerp die zorgen voor een hogere score

Herbruikbare verpakkingen op de bouwplaats
--

** Onderdeel materialen wordt niet behandeld in het hoofdstuk GPR en BREEAM. In hoofdstuk 3 wordt hier apart en uitgebreider op ingegaan.*

3. Gezondheid



Positieve punten “geluid”	Negatieve punten
Geen aangrenzend speelplein	Wanden van kalkzandsteen kleiner of gelijk aan 150mm
Redelijk geluidsabsorberend plafond	Geen verlaagd geluidsabsorberend plafond
Dubbele kierdichting	
Wanden van kantine extra dikte	

Verbeteringen en aanvullingen in het ontwerp die zorgen voor een hogere score

Kalkzandsteen wanden dikker dan 150mm
Sterk geluidsabsorberend plafond

Positieve punten “luchtkwaliteit”	Negatieve punten
Ventilatie per vertrek te regelen	Geen zelfregelende roosters
Vloerverwarming toegepast	Ventilatie capaciteit niet groter of gelijk dan 1,5x de nieuwbouweis. Dit ten behoeve van CARA patiënten.
Geen zachte vloerbedekking	

Verbeteringen en aanvullingen in het ontwerp die zorgen voor een hogere score

Capaciteit ventilatie groter maken
Centraal stofzuigsysteem toevoegen

** Heel veel punten te verdienen bij de ventilatiecapaciteit! Gaat met 1,8 punt omhoog wanneer deze 1,5 x groter is dan de eigenlijke nieuwbouweis.*

Positieve punten “thermisch comfort”	Negatieve punten
Goede kierdichting	Niet te openen ramen
Vloerverwarming toegepast	Geen overstekken
Individuele regeling temperatuur per ruimte	Geen zonwering

Verbeteringen en aanvullingen in het ontwerp die zorgen voor een hogere score

Tenminste 5m² te openen raam per leslokaal
Zonwerende beglazing, ZTA ≤ 0,35

Positieve punten “licht en visueel comfort”	Negatieve punten
daglichtoppervlak in leslokalen bedraagt 10% of meer van vloeroppervlak	Nvt
Geen gekleurde beglazing	
Individuele regelbare verlichting	

Verbeteringen en aanvullingen in het ontwerp die zorgen voor een hogere score

Schoolbord verlichting toepassen
Armaturen met hoge mate van afscherming
Lichtwering (Lamellen, gordijnen of iets dergelijks)

4. Gebruikskwaliteit



Positieve punten "toegankelijkheid"	Negatieve punten
Toilet groter dan 1x1,2m	Vrij oppervlak achter hoofdtrap kan groter
Bedieningselementen: hoogte: 0,9-1,2 m boven vloer en 0,5 m vrij uit inwendige hoek	
Brede verkeersroute naar entree gebouw	
OV halte binnen 300m	

Verbeteringen en aanvullingen in het ontwerp die zorgen voor een hogere score

Lift met vrij vloeroppervlak groter dan 1,05x2,05m
Vrij oppervlakte weerszijden overige deuren $\geq 1,5 \times 1,5$ m
Trappen gelijk of breder als 1,5m

Positieve punten "functionaliteit"	Negatieve punten
Meerdere gebruiksfuncties in het gebouw	nvt
Grote lesruimtes	
Leslokalen zijn gemakkelijk te vergroten of verkleinen	

Verbeteringen en aanvullingen in het ontwerp die zorgen voor een hogere score

aantal $\geq 0,6$ fietsparkeerplaatsen per persoon
Netto verdiepingshoogte gelijk of groter dan 3,5m

Onderdelen technische kwaliteit en sociale veiligheid

Deze onderdelen zijn wel van toepassing, maar bevatten alleen de minimale nieuwbouweisen. Hier voldoet het gebouw aan dus krijgen de twee onderdelen de maximale score

5. Toekomstwaarde



Positieve punten "toekomstgerichte voorzieningen"	Negatieve punten
Ruimte gereserveerd voor uitbreiding installaties RC waarde groter dan 3,5 in dichte delen van niet verblijfsruimtes	RC waarde in dichte delen kleiner dan 5

Verbeteringen en aanvullingen in het ontwerp die zorgen voor een hogere score
nvt

Positieve punten "flexibiliteit"	Negatieve punten
Vertrekken eenvoudig te vergroten of te verkleinen	GO niet uitbreidbaar
Meerdere gebruiksfuncties binnen hetzelfde casco	Geen doorbreekbare zones in vloer

Verbeteringen en aanvullingen in het ontwerp die zorgen voor een hogere score
nvt

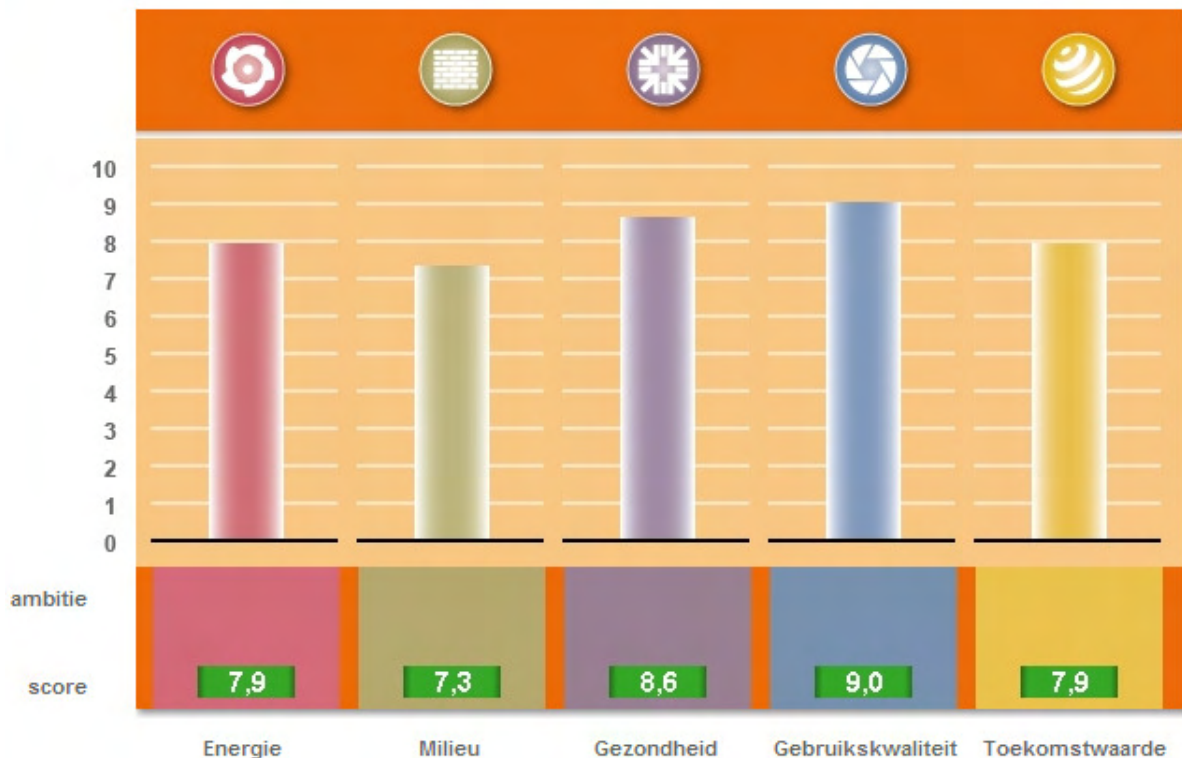
Positieve punten "belevingswaarde"	Negatieve punten
Verscheidenheid aan gebouwfuncties aanwezig in omgeving	Geen openbare voorzieningen aanwezig
Daglichttoetreding ook in verkeersruimten	Geen recreatief groen of water
Zichtbare systemen voor duurzame energie	
Hoog daglichtniveau in verblijfsruimten	
Gedetailleerde entree	

Verbeteringen en aanvullingen in het ontwerp die zorgen voor een hogere score
Netto verdiepingshoogte gelijk of groter dan 3,9m
Materiaalkeuze op "mooie" veroudering

1.9 Resultaten volgens het GPR onderzoek na de reële veranderingen

Op dit moment is het niet zinvol alles te gaan veranderen in het ontwerp. De tekeningen zijn al bijna gereed en het zal teveel tijd gaan kosten om alles te gaan veranderen. Daarom heb ik een nieuw onderzoek gestart met de gegevens van nu en alleen veranderingen doorgevoerd die nu nog reëel zijn om toe te passen. De resultaten uit dit onderzoek vindt u in bijlage 1.1.3 en 1.1.4 aan het eind van dit hoofdstuk.

De resultaten op de onderzochte onderdelen zijn hieronder te zien in grafiek 2



afb. 3, resultaten na voorgestelde wijzigingen

Het is goed te zien dat het gebouw beter scoort op alle punten. Alle cijfers gaan nu richting de acht. Alleen milieu is niet omhoog gegaan. Dit komt omdat ik het onderdeel materialen nog niet heb aangepast. Dit is de zwaarst wegende factor en zal ik extra onderzoek naar verrichten in hoofdstuk drie.

Op het resultatenblad komt naar voren dat het gebouw IWM een totaalscore krijgt toegekend met het label A met drie en een halve ster. Verwacht wordt dat de totale beoordeling na de gewijzigde materialen op minimaal een A label komt met vier sterren.

1.10 Conclusie

Een vooronderzoek met GPR is ideaal als je wilt kijken waar het gebouw staat op de duurzaamheidladder, en is er een beeld met wat voor soort gebouw het BREEAM-traject wordt ingegaan. De score is positief, alleen moet in het achterhoofd gehouden worden dat het cijfer zes hier gelijk staat aan het Bouwbesluit. Omdat de instelling van de opdrachtgever en architect is om een zo duurzaam mogelijke school te ontwerpen kan dit beter. Het gaat hierbij om de onderwerpen energie, milieu en toekomstwaarde die verbeterd kunnen worden.

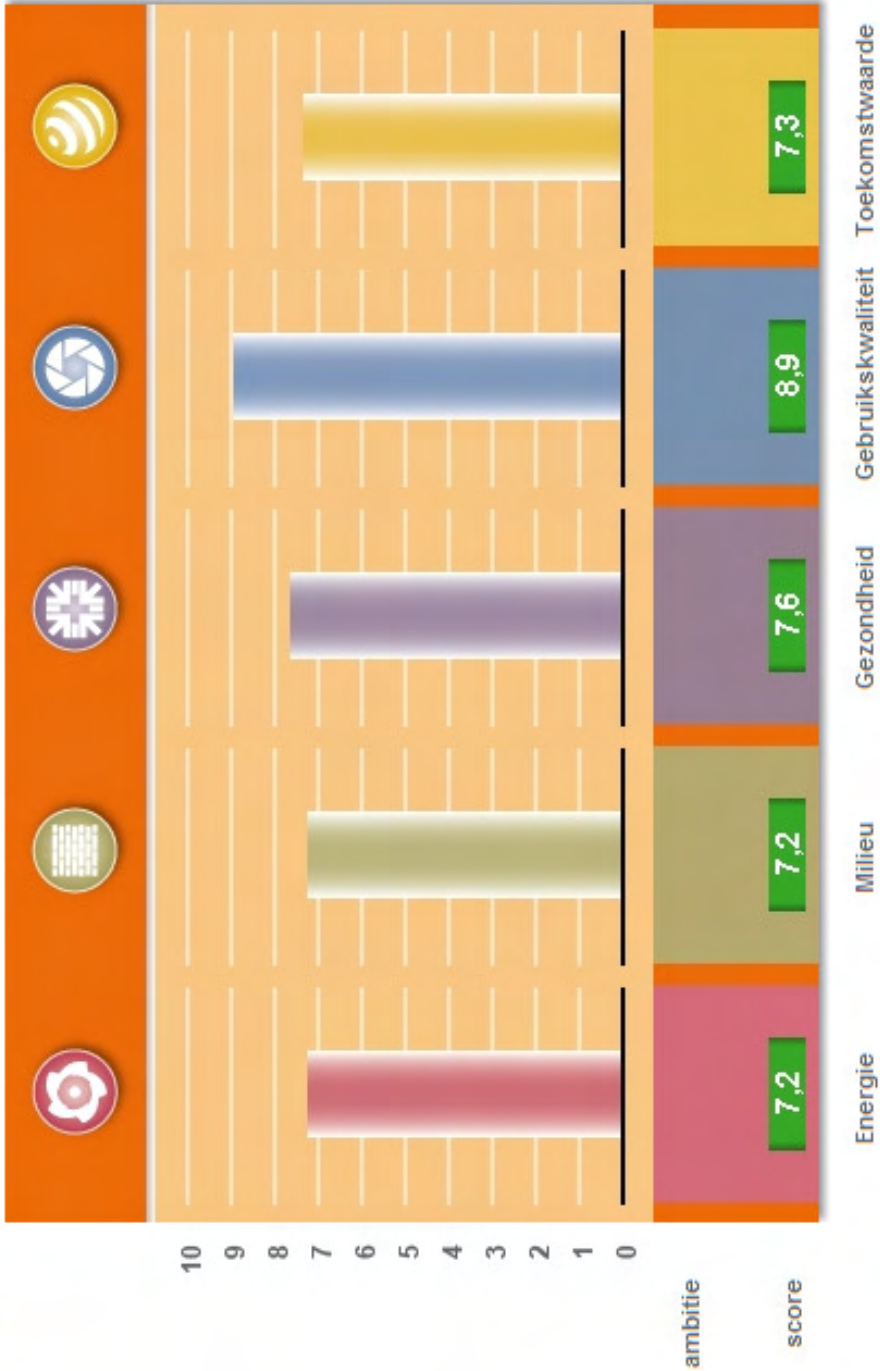
Een sterk punt van het gebouw zijn de watervoorzieningen in het gebouw. Hierbij is veel aandacht besteedt in het onderdeel gebruikskwaliteit en dit is terug te zien in de uiteindelijke score bij dit onderdeel.

De conclusie bij dit hoofdstuk is dat het gebouw goed scoort met het programma GPR, er wordt nu een A-label gescoord met drie sterren. Echter, het is mogelijk om met kleine en reële aanpassingen een betere score te krijgen. De verwachting is als een groot deel van de naar voren gekomen aanpassingen worden uitgevoerd er een A-label wordt verworven met vier tot vijf sterren.

BIJLAGE 1.1.1 & 1.1.2

Resultaten

GPR gebouw 4.1



CO₂-emissie

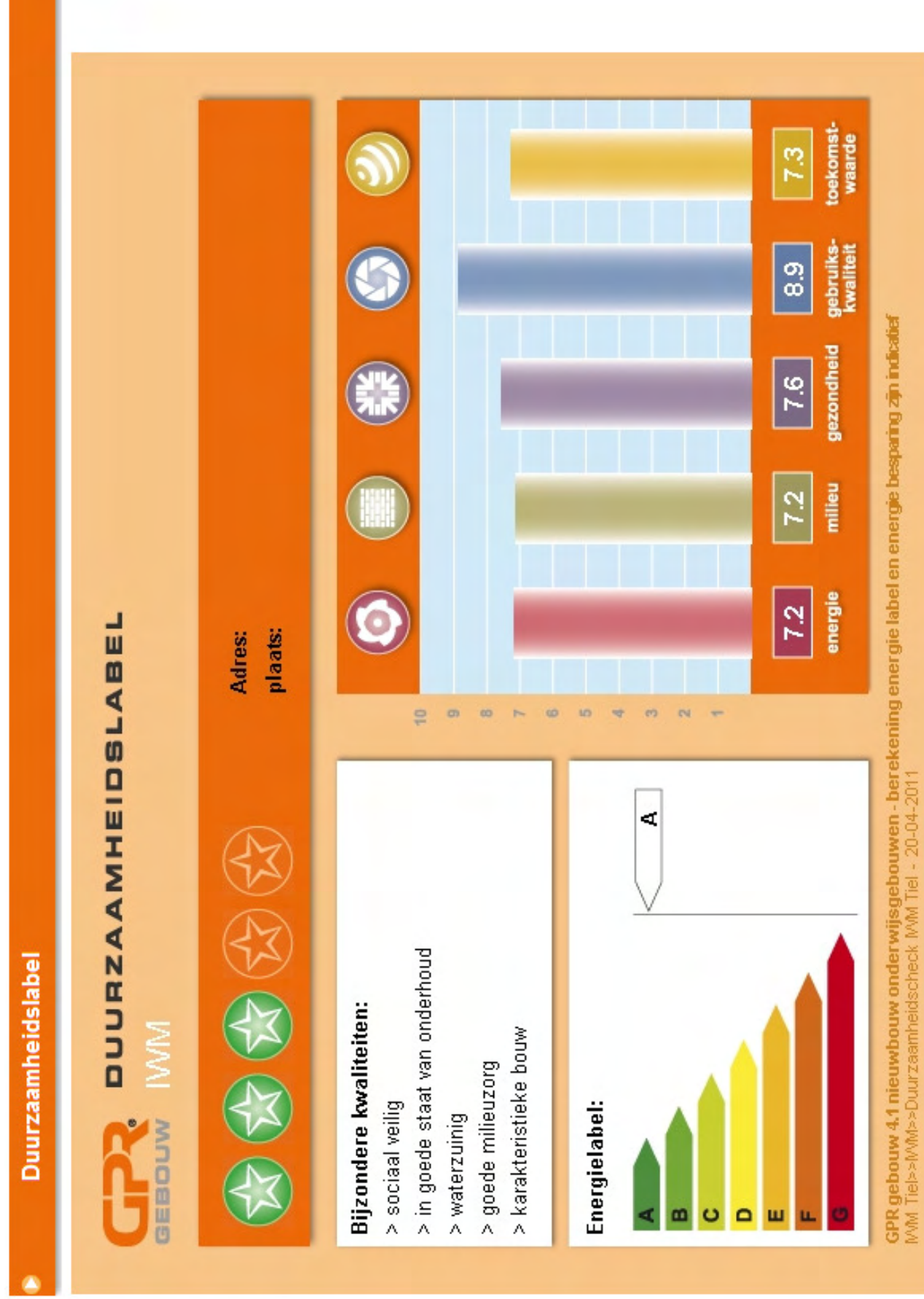
CO2-emissie (kg/m²) per jaar	Referentiewaarde	Score	CO2-emissiereductie (t.o.v. referentiewaarde)
Door energiegebruik	48,1	42,6	11%
Door materiaalgebruik	9,2	7,0	24%
Totaal	57,3	49,6	13%

Schaduw prijzen en LCA-profielen

LCA-profiel	eenheid	Huidig
Milieu-effecten		GPR Gebouw BREEAM.nl
Uitputting (ADP)	kg antimoon (Sb) eq.	3.873e-2
Broeikaseffect (GWP 100j.)	kg kooldioxide (CO2) eq.	6.958e0
Ozonlaagaantasting (ODP)	kg CFK-11 eq.	4.905e-7
Smog (POCP)	kg ethyleen (C2H2) eq.	3.574e-3
Humane toxiciteit (HTP)	kg 1,4-dichloorbenzeen eq.	1.283e0
Ecotoxiciteit, water (FAETP)	kg 1,4-dichloorbenzeen eq.	9.308e-1
Ecotoxiciteit, sediment	niet operationeel	0.0
Ecotoxiciteit, terrestrisch (TETP)	kg 1,4-dichloorbenzeen eq.	2.751e-2
Verzuring (AP)	kg zwaveldioxide (SO2) eq.	2.837e-2
Verresting (EP)	kg fosfaat (PO4) eq.	4.314e-3
Schaduwprijs	euro	0.65

Rekenwaarden voor het terugrekening vanuit belasting totale gebouw, totale levensduur

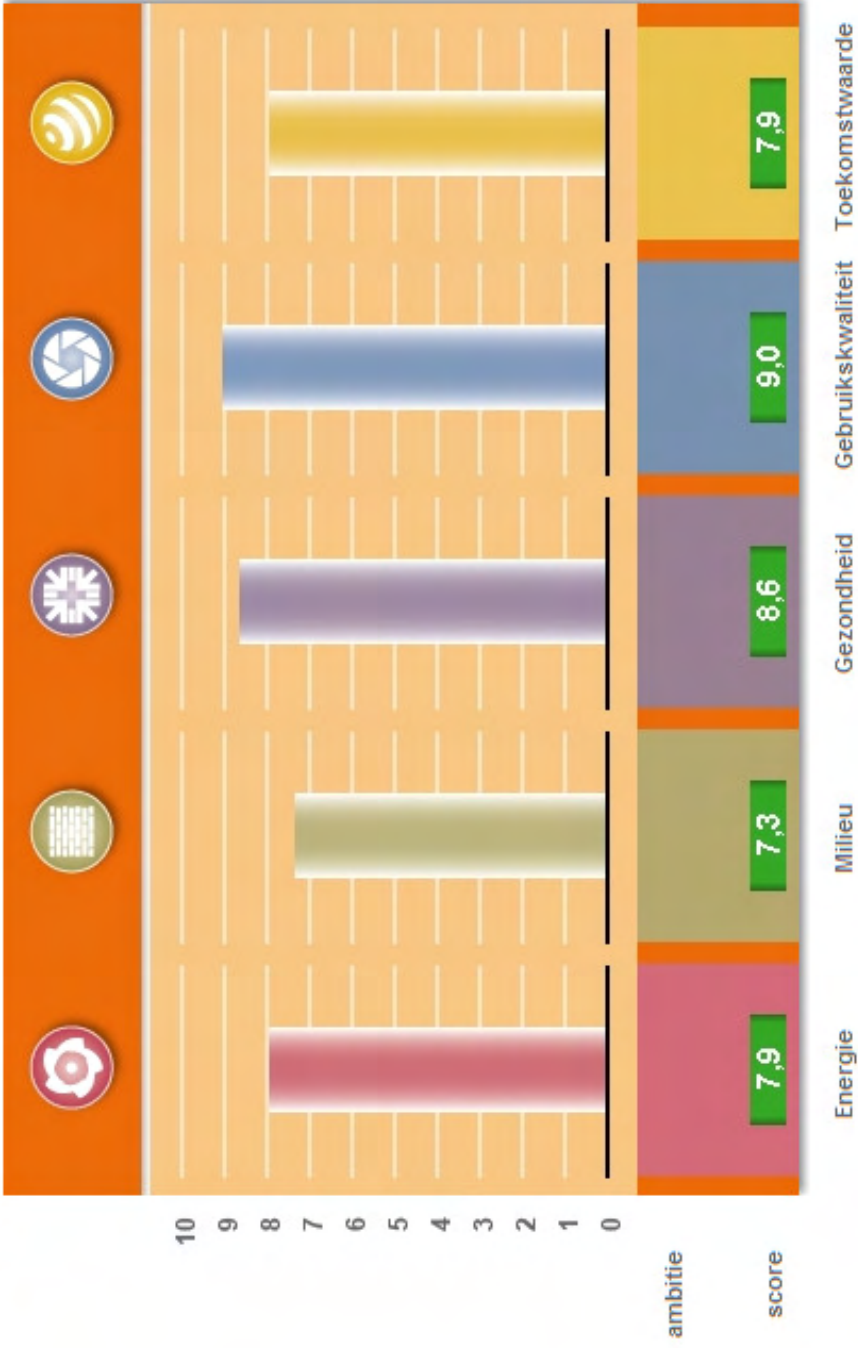
Gebruiksoppervlakte (GO)	m2	1,807.00
Bruto vloeroppervlakte(BVO)	m2	1,807.00
(Rest)levensduur	jaar	50
GPR Gebouw berekent terug met behulp van het GO en door de gebruiker in te geven gebouw/levensduur		
BREEAM.NL rekent terug met behulp van het BVO en standaard gebouw/levensduur		
BREEAM.NL is (nog) niet geschikt voor de bestaande bouw		



BIJLAGE 1.1.3 & 1.1.4

Resultaten

GPR gebouw 4.1



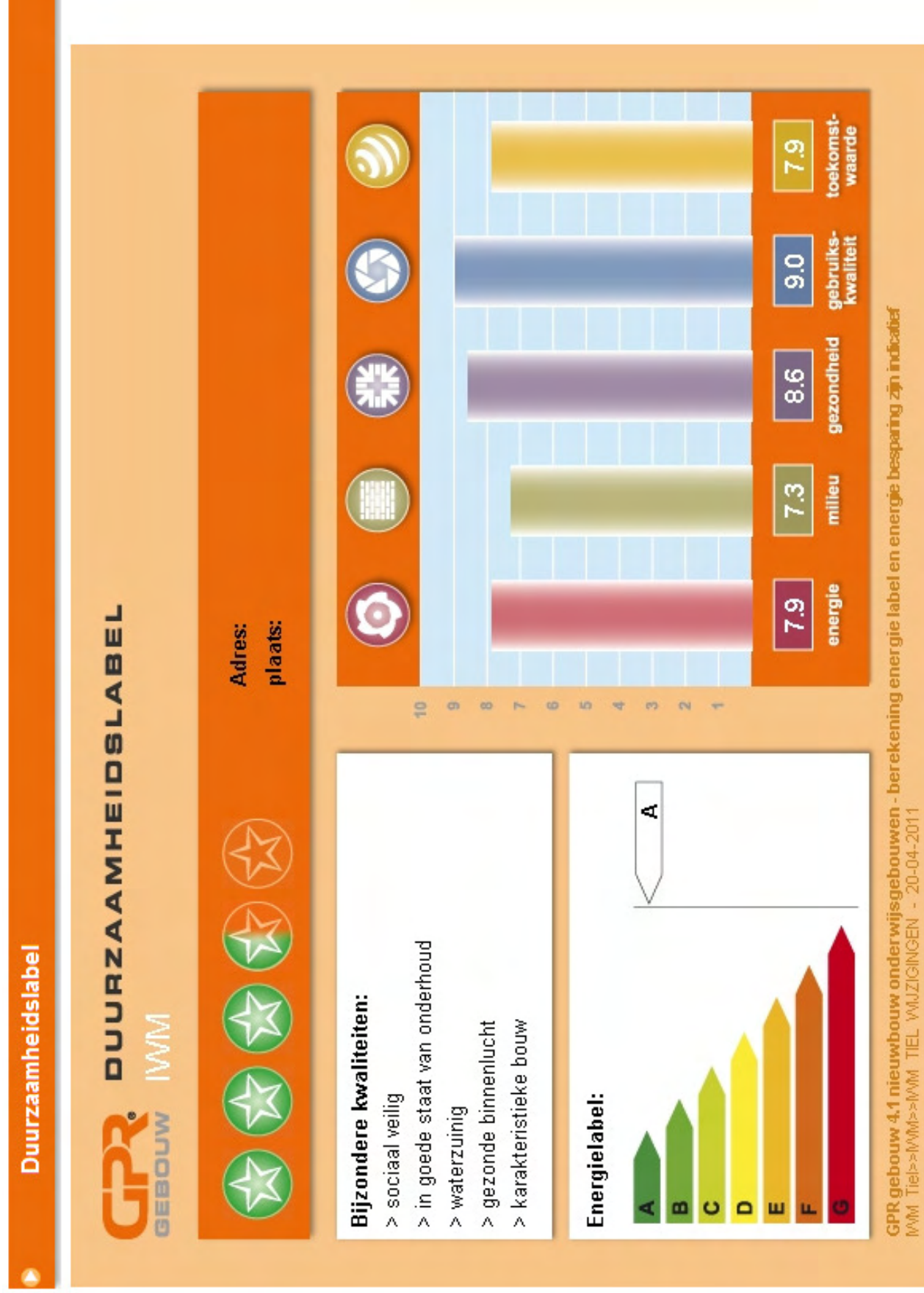
CO₂-emissie

CO2-emissie (kg/m ²) per jaar	Referentiewaarde	Score	CO2-emissiereductie (t.o.v. referentiewaarde)
Door energiegebruik	48,1	24,3	49%
Door materiaalgebruik	9,2	7,0	24%
Totaal	57,3	31,3	45%

Schaduw prijzen en LCA-profielen

LCA-profiel	eenheid	Huidig
Milieu-effecten		GPR Gebouw
Uitputting (ADP)	kg antimoon (Sb) eq.	3.873e-2
Broeikaseffect (GWP 100j.)	kg kooldioxide (CO2) eq.	6.958e0
Ozonlaagaantasting (ODP)	kg CFK-11 eq.	4.905e-7
Smog (POCP)	kg ethyleen (C2H2) eq.	3.574e-3
Humane toxiciteit (HTP)	kg 1,4-dichloorbenzeen eq.	1.283e0
Ecotoxiciteit, water (FAETP)	kg 1,4-dichloorbenzeen eq.	9.308e-1
Ecotoxiciteit, sediment	niet operationeel	0.0
Ecotoxiciteit, terrestisch (TETP)	kg 1,4-dichloorbenzeen eq.	2.751e-2
Verzuring (AP)	kg zwaveldioxide (SO2) eq.	2.837e-2
Vermesting (EP)	kg fosfaat (PO4) eq.	4.314e-3
Schaduw prijs	euro	0.65

Rekenwaarden voor het terugrekening vanuit belasting totale gebouw, totale levensduur	
Gebruiksoppervlakte (GO)	m2
Bruto vloeroppervlakte(BVO)	m2
(Rest)levensduur	jaar
GPR Gebouw berekent terug met behulp van het GO en door de gebruiker in te geven gebouw/levensduur	
BREEAM.NL rekent terug met behulp van het BVO en standaard gebouw/levensduur	
BREEAM.NL is (nog) niet geschikt voor de bestaande bouw	



HOOFDSTUK 2

Het BREEAM onderzoek

breeam nl

Hoofdstuk 2, Het BREEAM certificaat

2.1 Wat is BREEAM en wat zijn de doelstellingen?

BREEAM-NL is een beoordelingsmethode om de duurzaamheidprestatie van gebouwen te bepalen. Dit is sinds september 2009 opgericht. Het wordt gebruikt om de duurzaamheidprestatie te bepalen van nieuwe gebouwen. In april 2010 zijn de eerste gebouwontwerpen gecertificeerd. Het is dus een vrij nieuw begrip in de bouwwereld en veel mensen zijn er nog onbekend mee.

De doelen van BREEAM zijn;

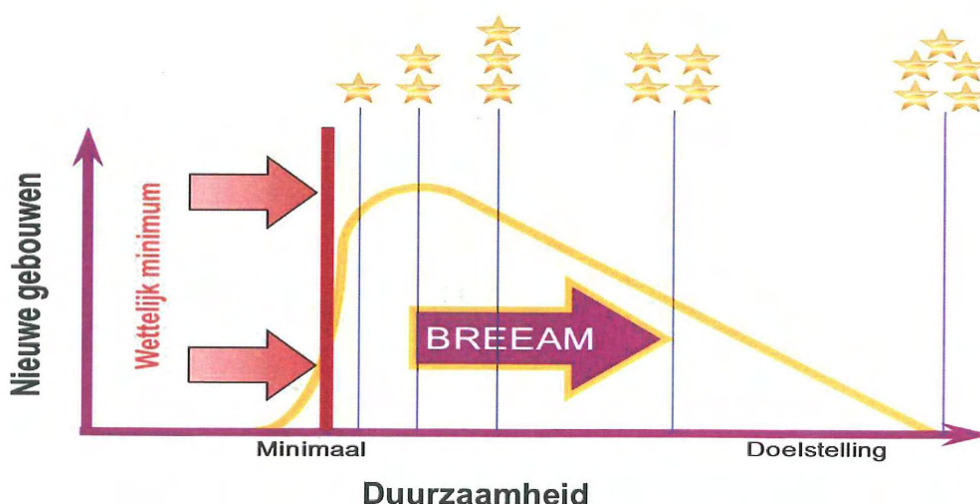
- Het beperken van de negatieve invloed van gebouwen op het milieu
- Het mogelijk maken gebouwen te onderscheiden naar hun duurzaamheid
- Het voorzien in een geloofwaardig keurmerk voor duurzame gebouwen
- Het stimuleren van de vraag naar duurzame gebouwen

2.2 Wat betekent BREEAM?

BREEAM staat voor Building Research Establishment Environmental Assessment Method. De toevoeging NL maakt duidelijk dat het hier om de Nederlandse versie gaat. BREEAM stelt een standaard voor een duurzaam gebouw en geeft vervolgens aan welk prestatieniveau het onderzochte gebouw heeft. De bedoeling is gebouwen te analyseren en verbeteren.

2.3 Scores en resultaten van BREEAM

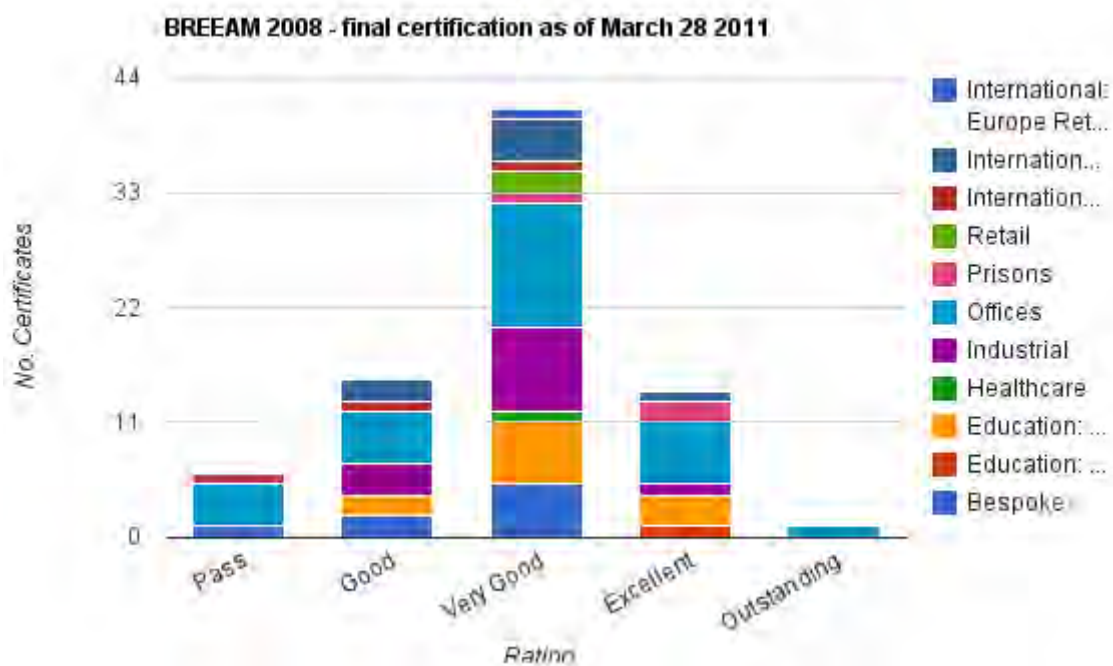
Het systeem maakt gebruik van kwalitatieve weging; als totaalscore krijgt een nieuw gebouw of gebied één van de volgende waarderingen: Pass, Good, Very Good, Excellent of Outstanding, ofwel 1 tot 5 sterren. Wanneer er een Good wordt gescoord betekend dit dat je in aanmerking komt voor het label.



afb. 4, score overzicht van BREEAM gecertificeerde gebouwen

2.4 Waarom een BREEAM certificaat?

De Dutch Green Building Council gebruikt het BREEAM-schema vanwege de grote rol die het internationaal speelt. Het is het belangrijkste en meest gebruikte duurzaamheidskeurmerk voor gebouwen ter wereld. Het voordeel van BREEAM-NL is dat het rekening houdt met de bestaande binnenlandse situatie en daarnaast internationaal een goede naam heeft. Alle partijen die bij het project zijn betrokken hebben baad bij het label. Iedereen kan zien dat duurzaamheid voorop staat vanaf het ontwerpproces tot de uiteindelijke sloop van het gebouw.



afb. 5, overzicht van gecertificeerde gebouwen per gebruiksfunctie

De grootste drijfveer voor IWM is dat er wereldwijd wel scholen zijn die gecertificeerd zijn, maar in Nederland nog niet. IWM zal dus de eerste school in Nederland zijn die het BREEAM certificaat in ontvangst mag nemen.

2.5 BREEAM en GPR Gebouw, wat heeft dit met elkaar te maken?

BREEAM-NL is niet het enige duurzaamheidskeurmerk gericht op gebouwen dat in Nederland gebruikt wordt. We kennen bijvoorbeeld ook het Energielabel, de EPC-norm, GreenCalc, GPR-Gebouw, Eco-Quantum en LEED. BREEAM-NL is echter niet een op zich zelf staand label. De DGBC streeft naar harmonisatie met de andere systemen en een eventuele volledige integratie. Ook zijn programma's zoals GPR indicatoren en hulpmiddelen bij het uiteindelijke label van BREEAM.

In het onderdeel materialen bij BREEAM wordt er ook verwezen naar het programma GPR. GPR berekent namelijk de schaduwpreizen per materiaal. Dit betekent dat er per materiaal een score wordt berekend voor de totale levenscyclus van het betreffende materiaal.

Als je kijkt naar de onderdelen waarop de scores worden berekend zie je ook veel raakvlakken.

2.6 De categorieën in BREEAM

BREEAM-NL Nieuwbouw is onderverdeeld in negen categorieën. De categorieën zijn ingedeeld in credits. Op elke van deze credits kan gescoord worden door voor verschillende criteria één of meerdere punten te behalen. Aan de hand van een weging per categorie wordt dan een totaalscore berekend.

De negen categorieën zijn als volgt;

Categorie	Symbol
1. Management	
2. Gezondheid	
3. Energie	
4. Transport	
5. Water	
6. Materialen	
7. Afval	
8. Landgebruik en Ecologie	
9. Vervuiling	

tabel 3, hoofdcategorieën binnen BREEAM

In het vorige hoofdstuk van GPR is te zien dat er meer categorieën zijn in BREEAM. Wel worden alle aspecten in beide programma's getoetst, maar de intensiteit van de beoordeling is anders verdeeld. In GPR is bijvoorbeeld vervuiling een klein onderdeel, terwijl er bij BREEAM een hele categorie aan is geweid.

Dit is belangrijk om te weten. Het is dus niet vanzelfsprekend dat het gebouw hetzelfde scoort in beide programma's. Omdat de programma's veel raakvlakken hebben zal het wel een goede indicatie geven.

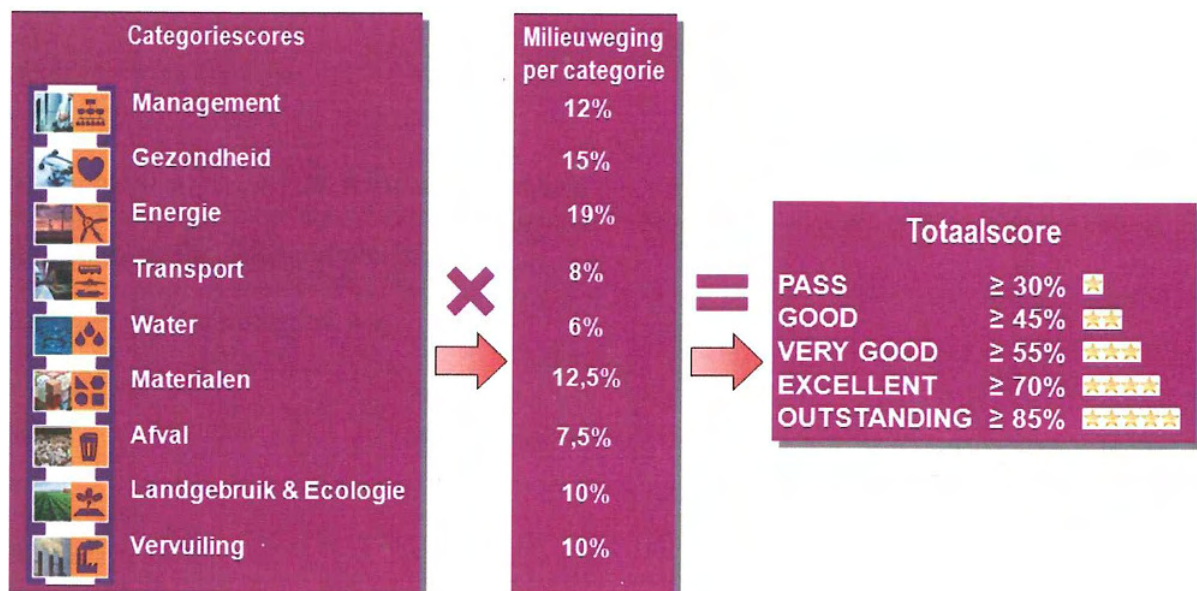
2.7 Score & Weging

De definitieve score wordt bepaald door de 9 categoriescores op te tellen. Dit gebeurt automatisch in de DGBC-software waarin de Assessor zijn rapport samenstelt (Assessment tool). Deze tool past per categorie ook een weging toe. Deze wegingpercentages zijn voorsnog dezelfde zoals die in BREEAM International worden gehanteerd:

Categorie	Weging
1. Management	12%
2. Gezondheid	15%
3. Energie	19%
4. Transport	8%
5. Water	6%
6. Materialen	12.5%
7. Afval	7.5%
8. Landgebruik en Ecologie	10%
9. Vervuiling	10%

tabel 4, wegingsfactoren per categorie binnen BREEAM

Hoewel in alle categorieën punten gehaald dienen te worden is het goed om eens naar dit schema te kijken. Ook na de pre-scan (Quickscan) als bijvoorbeeld blijkt dat er maar een paar punten afzit van extra ster. Energie wordt het strengst beoordeeld met 19%. De onderdelen Water en Afval worden het minst meegenomen in de weging met 8% en 7.5%



afb. 6, totstandkoming van de uiteindelijke BREEAM score

2.8 Assessor/Auditor en Expert

De beoordeling wordt uitgevoerd door een externe en daartoe opgeleide BREEAM-NL Nieuwbouw Assessor/Auditor, vaak werkzaam voor bijvoorbeeld een adviesbureau. De opdrachtgever kan zelf iemand inschakelen of laten opleiden tot expert. De Expert verzamelt het bewijsmateriaal, waarna de Assessor/Auditor een oordeel kan geven.

De Expert mag het assessment niet zelf uitvoeren en de Assessor/Auditor moet geheel onafhankelijk zijn ten opzichte van het te beoordelen project. De Assessor/auditor stelt het eindrapport vast en stuurt dat op naar de DGBC. De DGBC op haar beurt voert daar kwaliteitscontroles op uit. Indien de DGBC het eens is met de inhoud van het eindrapport wordt het certificaat afgegeven.

2.9 Bewijsmateriaal

Belangrijk bij het certificaat voordat je begint is het volgende. Van alle te behalen punten dient bewijsvoering te zijn. Bijvoorbeeld bij de materialen is het noodzakelijk bij de fabrikant de totale levenscyclus vanaf het grondproduct op papier te hebben. Omdat de ontwerpfase bijna ten einde is zijn er veel punten misgelopen die als er aan het begin van het hele proces al met BREEAM rond de tafel gezeten was, deze makkelijk te verdienen waren. Hierover later meer.

2.10 Fasen

Een BREEAM-NL Nieuwbouw beoordeling gebeurt in maximaal twee fasen. Als het gebouw zich nog op de tekentafel bevindt (de ontwerpfase) kan een voorlopig BREEAM-NL Nieuwbouw certificaat worden afgegeven. De ontwerper kan deze verklaring bijvoorbeeld gebruiken in een aanvraag voor groene financiering of om een wettelijke vergunning te krijgen. In tegenstelling tot het definitieve BREEAM-NL Nieuwbouw certificaat kent dit tijdelijke certificaat een beperkte geldigheid; het vervalt namelijk bij oplevering van het gebouw. Het definitieve BREEAM-NL Nieuwbouw Certificaat wordt na oplevering van het gebouw afgegeven. Natuurlijk alleen als het gebouw de beoordeling goed doorstaan heeft.

Een BREEAM certificaat aanvragen is een grote investering. De opdrachtgever van IWM wil dan ook eerst weten waar het gebouw staat. Hiervoor heb ik een bezoek gebracht aan BREEAM in Maarsbergen. Hier is samen met de betrokken partijen een snelle check gedaan op de negen categorieën die straks worden behandeld bij het officiële certificaat. Ook heb ik mijn GPR onderzoek meegenomen om te kijken welke overeenkomsten er waren.

2.11 BREEAM Quickscan Pre-Assessmentrapportage 24-03-2011

Zoals eerder vermeld hebben we samen een pre-assessmentrapport voor het schoolgebouw opgesteld. Dit is een voorlopig rapport waarin alleen de punten gegeven worden voor aspecten waar 100% punten voor worden gehaald omdat de bewijsvoering aanwezig is of dit later kan worden aangetoond. De zware credits zijn nog niet behandeld dus de score die uit het onderzoek komt is er een die minimaal wordt behaald en zal tijdens de daadwerkelijke certificering hoger uit kunnen vallen.

In bijlage 2.1.1 vindt u het Pre-Assessmentrapport van InstallatieWerk Midden te Tiel samen opgesteld met Raadgevend Ingenieursbureau Smits van Burgst.

2.12 Welke reële veranderingen zijn nodig om te komen tot een hogere score?

Uit het voorlopig Assessmentrapport van BREEAM komt dat de score op dit moment een “good” zal worden. Als gekeken wordt naar afbeelding 2.1.1 staat dit gelijk aan twee sterren. Omdat dit het eerste certificaat dat aan een schoolfunctie zal worden toegekend en daarom nog weinig bekend is over de assessmenttool voor scholen is dit zeker geen slechte score. Vooral niet omdat er uit het vooronderzoek veel reële veranderingen kunnen plaatsvinden om tot een nog hogere score te komen, misschien zelfs een “very good” te kunnen realiseren. In het schema hieronder leg ik per onderwerp verschillende opties voor om tot een beter score te komen.

6. Management



Mogelijke veranderingen	Opmerkingen
Mogelijkheid creëren voor gemeenschappelijk gebruik met de lokale gemeenschap in het gebouw	
Effectieve ontwerpmaatregelen treffen waardoor de veiligheid in het gebouw verhoogd wordt	Denk hierbij aan inbraakwerendheid, veiligheid van het terrein etc.
Publicaties over ontwerp- en bouwprocessen die nadelige invloeden op het gebouw op het milieu verlagen	Bijvoorbeeld op een website projectinformatie conform de BRL bijhouden
Het gebruik van het gebouw als educatief middel	Punt al behaald

7. Gezondheid



Mogelijke veranderingen	Opmerkingen
De interne luchtkwaliteit verbeteren	Waarborgen dat de CO2 concentratie in het gebouw onder de 800ppm blijft. Ook een CO2 detectie gestuurd systeem nodig
Zorgen dat geluid van buiten niet binnen in de lokalen komt.	Geluidwering van gevel en dak zijn 5 dB zwaarder dan de eisen van het bouwbesluit. Er is een akoestisch rapport nodig van de geluidsbelasting op de gevel.
<i>* Geen verbeteringen meer mogelijk omdat het ontwerp in een te ver stadium is.</i>	

8. Energie



Mogelijke veranderingen	Opmerkingen
Het toepassen van subbemetering	Punt is verplicht voor het behalen van “very good”. Bemeteren van het energieverbruik op alle hoofdgroepen binnen de school
Energiezuinige lift	
Waarborgen van de thermische kwaliteit gebouwschil	In de opleveringsfase zorgen voor een luchtdichtheidsmeting en thermografisch onderzoek
Energiezuinige verlichting	Punt is behaald door toepassing LED verlichting

9. Transport



Mogelijke veranderingen	Opmerkingen
Project in de buurt van OV voorzieningen	Binnen 500 meter loopafstand. Nagekeken en bushalte binnen 500 meter. Recht op een punt
Overdekte fietsenstalling	Fietsenstalling nu niet overdekt, mogelijk afdak creëren.
Aanwezigheid van veilige loop en fietspaden naar het gebouw	Aparte fiets en looproute gerealiseerd via de goudenregenstraat. Fietzers moeten nu wel over de parkeerplaats.
Vervoersinfo openbaar vervoer in het gebouw	Er komt een tv scherm in de kantine. Hierop kan bijvoorbeeld de ov informatie passeren

5. Water



Mogelijke veranderingen	Opmerkingen
Zelfsluitende watertoevoer sanitair	
<i>* Score erg goed bij onderdeel water, vooralsnog geen verdere punten toe te kennen in deze fase van het project.</i>	

6. Materialen



Mogelijke veranderingen	Opmerkingen
<i>* Het gehele onderwerp wordt behandeld in het volgende hoofdstuk</i>	

7. Afval



Mogelijke veranderingen	Opmerkingen
Afvalmanagement op de bouwplaats	Gescheiden afval inzamelen op de bouwplaats. Hoofd aannemer moet VCA gecertificeerd zijn.
Gebruik van gerecycled materiaal of herbruikbaar toeslagmateriaal in de bouw, waardoor de vraag van nieuwe grondstoffen of bouwmaterialen afneemt.	Minimaal 25% van de materialen dient van recycling te komen. Dit is een vrij hoge eis.

8. Landgebruik en Ecologie



Mogelijke veranderingen	Opmerkingen
Aanwezige planten en dieren beschermen tijdens de bouw en gebruik van het gebouw	Voor de aanvang van de bouw dient er een ecooloog aangesteld te worden die een natuurrapportage dient te schrijven van de aanwezige planten en dieren, inclusief een werkprotocol voor de aannemer.
Bescherming planten en dieren op langer termijn	Zelfde als bovenstaand, alleen met een loopplan van minimaal zes jaar.

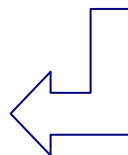
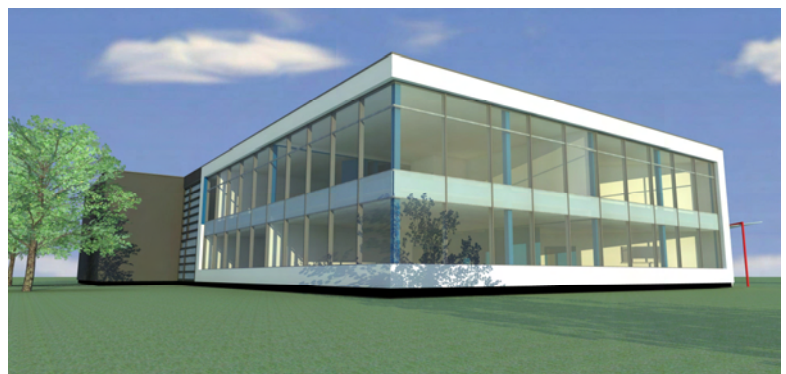
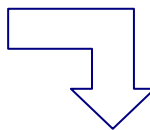
9. Vervuiling



Mogelijke veranderingen	Opmerkingen
Gebruik van koudemiddelen met een lage bijdrage aan het broeikas effect	
Toepassen van een verwarmingssysteem waarbij de NOx-emissie wordt geminimaliseerd. Hierdoor wordt de lokale luchtvervuiling verminderd.	Er dient een berekening gemaakt te worden door de installateur. Er kunnen dan eventueel aanpassingen gedaan worden om tot maximaal 70mg/kWh te komen



breeam.nl



2.13 Conclusie

BREEAM-NL heeft zijn oorsprong in het Britse BREEAM. Deze laatste bestaat al 20 jaar en heeft andere grote internationale keurmerken als LEED en Green Globe voortgebracht. Gezien deze positieve achtergrond schept BREEAM-NL veel vertrouwen om ook in Nederland een succes te worden waarmee internationale communicatie en vergelijkbaarheid mogelijk wordt.

BREEAM-NL wordt ontwikkeld door de Dutch Green Building Council. Deze onafhankelijke stichting maakt het mogelijk dat marktpartijen deel worden van de DGBC en veel kennis gebundeld wordt om een kwalitatief hoogwaardig keurmerk te ontwikkelen.

De bestaande Nederlandse keurmerken als GPR Gebouw heeft zijn marktaandeel en waarde voor een duurzamere gebouwde omgeving. Dit keurmerk beoordeelt echter niet het volledige onderdeel duurzaamheid. BREEAM-NL is met negen categorieën een veel vollediger keurmerk dat nog niet bestond op de Nederlandse markt. Het is zelfs zo dat er in Nederland nog geen school is die BREEAM gecertificeerd is. Omdat de verwachting is dat BREEAM erg goed wordt in Nederland betekend dit een enorme publiciteit voor de opdrachtgever, architect en andere betrokkenen bij de ontwikkeling van de school. Hiernaast geeft het ook nog het goede voorbeeld naar andere opdrachtgevers en projectontwikkelaars om het duurzaam bouwen te blijven stimuleren.

De negen categorieën en vele credits in BREEAM-NL zijn een goede maatstaaf om een duurzaam gebouw te ontwerpen en beoordelen. De duurzame gebouwen in Nederland zijn voornamelijk gericht op een hoge energieprestatie. BREEAM-NL brengt duurzaamheid in een veel breder perspectief. Naast de categorie Energie speelt de categorie Gezondheid nu ook een grote rol.

GPR heeft veel raakvlakken met de manier waarop BREEAM zijn punten toekent. Wel is er een nadelige bijkomstigheid als er wordt gekeken naar beide scores. De categorieën in BREEAM worden namelijk niet gelijk behandeld en waar in GPR juist goed op wordt gescoord, is net in BREEAM een categorie waar in verhouding minder punten mee gehaald kunnen worden. Verder is er in Nederland nog weinig bekend over BREEAM, helemaal als het om scholen gaat. Dit is ook te zien in de puntentoekenning waar het soms niet helemaal duidelijk is of er wel of geen punt kan worden toegekend. Ook is er voor alle onderdelen bewijsmateriaal nodig die vóór, tijdens en na het bouwproces goed moet worden bijgehouden en gecontroleerd. Er zou iemand aangesteld kunnen worden die dit proces in de gaten houdt en kan documenteren.

De score voor het pre assessment is een "good". Dit kan hoger uitvallen en ik verwacht dat er met aanpassingen in het ontwerp mogelijk is een very good te scoren.

Hoger dan een very good is naar mijn mening niet reëel voor het schoolgebouw. Het zou een mooie prestatie zijn om een very good te halen en de eerste school in Nederland te worden die dit kan realiseren.

In bijlage 2.1.2 is er lijst te zien van alle verbeterpunten met de daarbij behorende scores die behaald kunnen worden per onderdeel. Wanneer alle punten behaald worden, zou dit betekenen dat er excellent gescoord wordt. Dit is echter niet reëel. In dit overzicht zijn de punten aangegeven die wel te behalen zijn en te zien is dat er een very good mogelijk is, namelijk een score van 58 % . De school scoort op dit moment 47,83 %.

BIJLAGE 2.1.1

Creditlijst

Groene credits zijn voorlopig behaald, rode voorlopig afgekeurd.

Zwarte credits zijn (nog) niet beoordeeld door de assessor.

Hieronder staan alle van toepassing zijnde credits. Credits die voor dit assessment niet van toepassing zijn, zijn uit de lijst gefilterd.

		Behaalde score	Maximale score	Bewijslast
Management				
MAN 1	Prestatieborging	1	2	
MAN 2	Bouwplaats en Omgeving	1	2	
MAN 3	Milieu-impact bouwplaats	1	4	
MAN 4	Gebruikershandleiding	1	1	
MAN 6	Consultatie (keuze-credit)	0	0	
MAN 7	Gedeelde faciliteiten (keuze-credit)	0	0	
MAN 8	Veiligheid (keuze-credit)	0	0	
MAN 9	Publiceren van gebouwinformatie (keuze-credit)	0	0	
MAN 10	Het gebouw en terrein als educatiemiddel (keuze-credit)	0	0	
MAN 11	Onderhoudsgemak (keuze-credit)	0	0	
MAN 12	Levenscycluskostenanalyse	0	2	
MAN 13	Keuze-credits (Man 6 - Man 11)	3	3	

Gezondheid

HEA 1	Daglichttoetreding	1	1	
HEA 2	Uitzicht	0	1	
HEA 3	Tegengaan lichthinder	0	1	
HEA 4	Hoogfrequente verlichting	1	1	
HEA 5	Kunstverlichting binnen en buiten	1	1	
HEA 6	Lichtregeling	0	1	
HEA 7	Natuurlijke ventilatie	0	1	
HEA 8	Interne luchtkwaliteit	2	2	
HEA 9	Vluchtige organische verbindingen	0	1	
HEA 10	Thermisch comfort	1	2	
HEA 11	Temperatuurregeling	1	1	
HEA 13	Akoestiek	0	1	

Energie

ENE 1	CO2 emissiereductie	5	15
ENE 2	Submetering energieverbruiken	2	2
ENE 4	Energiezuinige buitenverlichting	1	1
ENE 5	Toepassing duurzame energie	2	3
ENE 10	Waarborging thermische kwaliteit gebouwschil	2	2

Transport

TRA 1	Aanbod van Openbaar Vervoer (OV) - Overig	1	2
TRA 2	Afstand tot basisvoorzieningen	0	1
TRA 3	Fietsenstalling - Scholen	0	2
TRA 4	Voetgangers- en fietsersveiligheid	1	2
TRA 5	Vervoerplan en Parkeerbeleid	3	3
TRA 7	Vervoersinformatiepunt	1	1

Water

WAT 1	Waterverbruik - Overige	2	3
WAT 2	Watermeter	1	1
WAT 3	Lekdetectie hoofdwateraanluiting	1	1
WAT 4	Zelfsluitende watertoevoer sanitair	0	1
WAT 5	Recycling van water	2	2
WAT 6	Irrigatiesystemen	1	1

Materialen

MAT 1	Bouwmaterialen	2	6
MAT 3	Hergebruik van de gebouwgevel	0	1
MAT 4	Hergebruik van de gebouwstructuur	0	1
MAT 5	Onderbouwde herkomst van materialen	0	4
MAT 7	Robuust ontwerpen	1	1

Afval

WST 1	Afvalmanagement op de bouwplaats	0	3
WST 2	Gebruik van secundair materiaal	0	1
WST 3	Opslagruimte voor herbruikbaar afval	1	1

Landgebruik & Ecologie

LE 1	Hergebruik van land	5	5
LE 2	Verontreinigde bodem	0	2

LE 3	Aanwezige planten en dieren op de locatie van het bouwproject	1	1
LE 4	Planten en dieren als medegebruiker van het plangebied	1	2
LE 6	Duurzaam medegebruik van planten en dieren op de lange termijn	1	1
LE 8	Partnerschappen met een lokale natuurorganisatie	0	1

Vervuiling

POL 1	GWP van koudemiddelen voor klimatisering	0	1
POL 2	Voorkomen van lekkages van koudemiddelen	0	2
POL 4	Ruimteverwarminggerelateerde NOx emissies	1	3
POL 5	Gebouwbescherming bij overstromingen	0	3
POL 6	Minimalisering van vervuiling van afstromend regenwater	1	1
POL 7	Minimalisering lichtvervuiling	1	1
POL 8	Geluidsoverlast	1	1

Voorlopige subscore per categorie:

Weging:

Resultaat:

MANAGEMENT	50	%	*	12	%	=	6	%
GEZONDHEID	50	%	*	15	%	=	7.5	%
ENERGIE	52.17	%	*	19	%	=	9.91	%
TRANSPORT	54.55	%	*	8	%	=	4.36	%
WATER	77.78	%	*	6	%	=	4.67	%
MATERIALEN	23.08	%	*	12.5	%	=	2.89	%
AFVAL	20	%	*	7.5	%	=	1.5	%
LANDGEBRUIK & ECOLOGIE	66.67	%	*	10	%	=	6.67	%
VERVUILING	33.33	%	*	10	%	=	3.33	%
INNOVATIECREDITS	10	%	*	10	%	=	1	%

Pre-Assessmentscore:

~47.83%

Kwalificatie:

Good

BIJLAGE 2.1.2

Breem

Project Installatiewerk Midden vestiging Tiel
Projectnummer P3698
Soort bouw Nieuwbouw
Soort project School, praktijk en theorie

Opdrachtgever Stichting Installatiewerk Midden

doelstelling **VERY GOOD**

Totaal score **58%**

Credits	te behalen score per credit	Score per credit	% behaalde punten	Ontwerpfase	Wie	Datum gereed?
12% Management						
Man 1		2	2	commissioningplan opstellen	TIBN/IWM	
Man 2		2	1	6 punten uit checklist A2 toevoegen aan contract	IWM	
Man 3		4	1	bepalen welke onderdelen checklist A3 van toepassing zijn op contract	IWM	
Man 4		1	1	handleiding installaties	TIBN/Kropman/Brink	
Man 6		1	1	bewijsvoering gesprekken lokale gemeenschap	IWM	
Man 7		2	2	verslag vergaderingen, kopie doc pva gedeelde fac.	IWM	
Man 8		1	1	Erkende Veiligheids en preventieadviseur PKVW	IWM/TIBN	
Man 9		1	0	niet van toepassing		
Man 10		1	0	is een doelstelling op zich		
Man 11		0	0	niet van toepassing		
Man 12		2	2	opstellen	IWM/TIBN	
Totale score		17	12	8,47%		
15% Gezondheid						
Hea 1		1	1	daglichtberekening uitvoeren	Crelier	
Hea 2		1	0	bespreken met DGBC	TIBN	
Hea 3		1	0	niet van toepassing		
Hea 4		1	1	armaturenlijst + kopie PVE incl. HEA 4	Kropman	
Hea 5		1	1	technisch gespecificeerd verlichtingsplan	Kropman	
Hea 6		1	0	niet van toepassing		
Hea 7		1	0	niet van toepassing		
Hea 8		2	2	kopie PVE waarin HEA8, tekeningen,ontwerptekeningen	TIBN	
Hea 9		1	1	kopie PVE waarin HEA9, met eisen toe te passen bouwmaterialen	Crelier/Brink	
Hea 10		2	1	Temperatuuroverschrijdingsbor. Maken	TIBN	
Hea 11		1	1	kopie PVE waarin HEA11 beschreven is, type temperatuurregelingen	TIBN	
Hea 13		1	1	PVE, waarin de eisen conform NEN norm zijn opgenomen.	Crelier	
Totale score		14	9	9,64%		
19% Energie						
Ene 1		15	8	EPC berekening maken, incl. geacordeerde versie bouwvergunning.	Crelier	
Ene 2		2	2	PVE, met ruimtelijke verdeling en tek. En type submeters	TIBN/Kropman	
Ene 4		1	1	type verlichting per gebruiksfunctie, automatische schakeling	Kropman	
Ene 5		3	2	bewijs haalbaarheidsonderzoek toep. Duurzame energieopw.	TIBN/Geocomfort	
Ene 7		0	0	niet van toepassing		
Ene 8		0	0	niet van toepassing		
Ene 26		2	2	In PVE vermelden dat er thermografisch onderzoek moet plaatsvinden.	Crelier	
Totale score		23	15	12,39%		
8% Transport						
Tra 1		2	1	afstanden tot treinstation, OV-halte, locatie gebouw en entree, etc.	Crelier	
Tra 2		1	0	niet van toepassing		
Tra 3		2	0	wordt nader onderzocht qua haalbaarheid in relatie tot de eis en euro's	Crelier/IWM	
Tra 4		2	1	situatietekening op schaal, fietspaden en voetgangerspaden voorzien verlichting	Crelier/Kropman	
Tra 5		3	3	vervoersplan schrijven met ingedienten Breeam norm	IWM	
Tra 6		1	1	relevante informatie dat dit aanwezig is	IWM/Kropman	

Credits	te behalen score per credit	Score per credit	% behaalde punten	Ontwerpfase		Wie	Datum gereed?
				Aktiepunt			
12% Management							
Totale score		11	6	4,36%			
6% Water							
Wat 1	Waterverbruik	3	2	kopie PVE met eisen toiletten en bediening, ontwerptekeningen met lokaties watermeter met pulsgever aansluiten op GBS en opnemen in PVE Lekdetectie opnemen in PVE nog niet opgenomen, kan wel maar dan koppelen met aanwezigheidsdetectie kopie PVE met daarin Wat5 opgenomen, types en overige specs Irrigatiestrategie voor terrein, plantekening productieinfo	TIBN		
Wat 2	Watermeter	1	1		TIBN		
Wat 3	Lekdetectie hoofdwatersaansluiting	1	1		TIBN		
Wat 4	Zelfsluitend watertoevoer sanitair	1	0		TIBN		
Wat 5	Recycling van water	2	2		TIBN		
Wat 6	Irrigatiesystemen	1	1		TIBN/Crelier		
Totale score		9	7	4,67%			
12,50% Materialen							
Mat 1	Bouwmaterialen	6	2	conceptberekening schaduwprijs per m2 BVO niet van toepassing niet van toepassing plek en details gespecificeerde elementen en materialen ontwerp-plek. Met kwetsbare gebieden/delen gebouw	Crelier		
Mat 3	Hergebruik van bouwgevel	1	0				
Mat 4	Hergebruik bouwstructuur	1	0				
Mat 5	Onderbouwde herkomst van materialen	4	1		Crelier/Brink		
Mat 7	Robuust ontwerpen	1	1		Crelier		
Totale score		13	4	3,85%			
7,50% Afval							
Wst 1	Afvalmanagement op de bouwplaats	3	2	zie breeam eisen, TIBN VCA coördinator niet van toepassing gespec. Ontwerptekeningen,	Brink/Crelier/TIBN		
Wst 2	Gebruik van secundair materiaal	1	0				
Wst 3	Opslagruimte voor herbruikbaar afval	1	1		Crelier		
Totale score		5	3	4,50%			
10% Landgebruik en ecologie							
LE1	Hergebruik land	5	5	rapportage met beschrijving bouwlocatie conform de eis LE1 niet van toepassing Rapport ecoloog Rapport ecoloog Rapport ecoloog niet van toepassing	Crelier		
LE2	Verontreinigde bodem	2	0		Crelier		
LE3	Aanwezige planten en dieren op locatie bouwproject	1	1		Crelier		
LE4	Planten en dieren als medegebruiker van het plangebied	2	1				
LE6	Duurzaam medegebruik van planten en dieren op de lange termijn	1	1				
LE 7	Partnerschappen met lokale natuurorganisatie	1	0		Crelier		
Totale score		12	8	6,67%			
10% Vervulling							
Pol 1	GWP van koudemiddelen voor klimatisering	1	0	niet van toepassing niet van toepassing ontwerptekening waarop dit is aangegeven incl. PVE PVE met POL 4, berekening Nox-emissie niet van toepassing voorgesteld plan voor lokale, brief, etc. kopie situatietekening, kopie pve etc. situatietekening, akoestisch onderzoek			
Pol 2	Voorkomen van lekkages van koudemiddelen	1	0				
Pol 3	GWP van koudemiddelen voor warmkoeling	1	1		Crelier		
Pol 4	Ruimteverwarminggerelateerde Nox emissies	4	1		TIBN		
Pol 5	Gebouwbescherming bij overstromingen	3	0				
Pol 6	Minimalisering van vervuiling van afstromend regenwater	1	1		Crelier/WM		
Pol 7	Minimalisering lichtvervuiling	1	1		Kropman/Crelier		
Pol 8	Geluidsoverlast	1	1		WM/Crelier		
Totale score		13	5	3,85%			

HOOFDSTUK 3

Duurzame installaties

Hoofdstuk 3, Duurzame installaties

3.1 Inleiding

Dat het gebouw duurzaam moet zijn en moet uitstralen is duidelijk. Maar hoe kunnen wij dit realiseren als het op de installaties aankomt. Welke installaties zijn er op dit moment toegepast in het ontwerp?

In dit hoofdstuk beschrijf ik de belangrijkste duurzame installaties die er in dit gebouw worden geplaatst. De onderdelen die ik behandel zijn als volgt;

- Algemene informatie
- De werking
- Voor en nadelen
- Het type systeem
- Kosten en extra investering
- De terugverdientijd

Vooraf deze laatste is zeer interessant voor dit project. De extra investeringen die gedaan worden zijn enorm. Maar na hoeveel tijd zijn deze installaties nu terugverdiend en dus geld op gaan leveren? Aan het eind van dit hoofdstuk heb ik dit weergegeven in een schema voor de installaties.



3.2 Windmolens

3.2.1 Voor en nadelen

Windturbines wekken elektriciteit op een duurzame manier op. Ze worden door het hele land al gebouwd in verschillende formaten. Voor kleinschalige toepassingen zijn er ook kleine windturbines ontwikkeld en ideaal voor het schoolgebouw. Ook geeft het een duidelijke positieve uitstraling naar de buitenwereld als het gaat om de opwekking van duurzame energie.

Voordelen

- Windturbines wekken in de winter, wanneer de energievraag het grootst is, de meeste elektriciteit op;
- De combinatie van PV-panelen en een windturbine is daardoor, in theorie, ideaal doordat ze elkaar aanvullen;
- Er zijn veel verschillende types op de markt.

Nadelen

- Veel windturbines gebruiken zelf veel energie;
- Rendementen vallen tegen;
- Investeringskosten hoger dan PV-Panelen;
- Levert problemen op met de welstand
- Aandacht constructie i.v.m. krachten en momenten;
- Geluidsoverlast.

3.2.2 De werking

Het basisprincipe van een windturbine is eigenlijk heel simpel, vergelijkbaar met een fietsdynamo. De energie van bewegende lucht (wind) wordt omgezet in elektrische energie. Deze energie wordt omgezet in stroom. Hoeveel stroom een windturbine kan opwekken, hangt onder meer af van de hoogte, de lengte van de rotorbladen, de windsnelheid en de locatie.



3.2.3 Gekozen type

De windmolen die geplaatst wordt in Tiel is de Venco Twister 1000 T. Deze verticale windturbine is speciaal geschikt voor de bebouwde omgeving omdat hij zich automatisch aanpast aan de veranderende windrichting.

3.2.4 Kosten

De kosten voor deze windmolen bedraagt €20.000, -. Dit is een grote investering voor een windmolen die eigenlijk niet heel erg rendabel is. Het grootste doel naast extra energieopwekking naast de PV cellen is de uitstraling naar buiten en de uitstraling van het gebouw.

Interessant is natuurlijk wel om voor deze turbine de terugverdientijd te berekenen. Deze zijn terug te vinden in bijlage 3.1.1.

3.3 Pv Zonnecellen

3.3.1 Pv Zonnecellen geïntegreerd in glasoppervlak

De energie van de zon kan op twee verschillende manieren gebruikt worden. PV-panelen zetten het zonlicht om in elektriciteit, terwijl zonnecollectoren het zonlicht omzetten in warmte.

Door het zonlicht te gebruiken voor opwekking van elektriciteit kan er duurzame energie door de school worden opgewekt. Het toepassen van een PV-systeem heeft verschillende voordelen:

- lange levensduur (ca. 25 tot 30 jaar);
- aantrekkelijk rendement;
- elektriciteitsteller draait terug als er meer elektriciteit wordt geproduceerd dan geconsumeerd;
- bij bewolking wordt nog steeds elektriciteit opgewekt;
- PV-systemen zijn onderhoudsarm;
- geen bewegende delen;
- schoonmaken is niet nodig: de regen spoelt eventueel vuil weg.

Nadelen zijn echter de volgende aspecten;

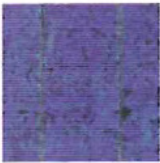
- Hoge aanschaffkosten
- Lange terugverdientijd (zie bijlage)
- Door populariteit lastig om subsidie te krijgen

3.3.2 Type panelen

Er zijn verschillende types fotonvoltaïsche cellen. De types die het meest worden toegepast maken alle drie gebruik van Silicium zonnecellen:

- Monokristallijn silicium zonnecellen (ca. 145 Wp/m²)
- Polykristallijn (multikristallijn) silicium zonnecellen (ca. 115 Wp/m²)
- Amorf silicium zonnecellen (ca. 35 Wp/m²)

Voor IWM in Tiel is gekozen voor een Polykristallijn Pv-cellen met een onderlinge tussenruimte van 50mm. Dit omdat de cellen geïntegreerd zijn in de lichtkap waar voldoende daglicht door heen dient te komen.

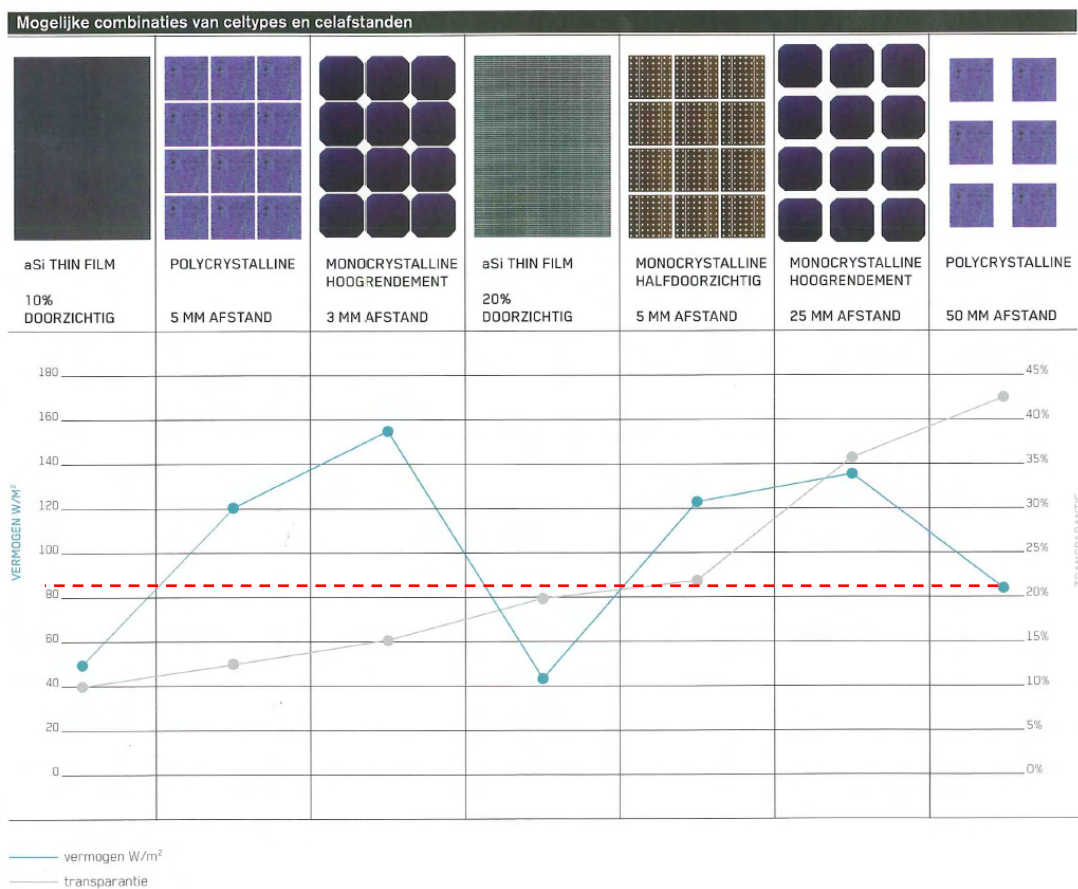
Fotovoltaïsche celtypes en hun efficiëntie				
	AFMETINGEN	EFFICIËNTIE	Wpiek/m ²	Wpiek/cel
	POLYCRYSTALLINE			
	156X156 125X125	16%	120	1.46 - 3.85

afb. 7, Efficiëntie polycrystalline Pv-cellen

3.3.3 Opbrengst

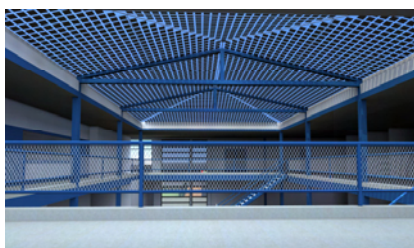
De capaciteit van PV-panelen wordt aangegeven met piekvermogen in Wattpiek (Wp). Om te kunnen bepalen wat de te verwachten opbrengst van de panelen is, moet dat piekvermogen eerst omgerekend worden naar de opbrengst (in kWh/jaar). Dit wordt gedaan aan hand van de locatie (provincie), oriëntatie t.o. van het zuiden en de hellingshoek van de PV-panelen. In Nederland kan bij een ideale plaatsing een omzettingfactor van piekvermogen naar opbrengst worden gerekend van 0,8.

Het vermogen van de Polykristallijn cellen die gebruikt worden in het ontwerp hebben een vermogen van 82W per vierkante meter cel. (afbeelding)



afb. 8, opbrengst uitgezet tegen de transparantie van de Pv-cellen

De PV cellen in Tiel zijn niet onder de ideale situatie geplaatst. Er zijn namelijk cellen geïntegreerd in drie gevels die allemaal een andere oriëntatie hebben ten opzichte van de zon. Om de berekening zo reëel mogelijk te maken heb ik een omzettingfactor van 0,5 aangehouden. Op de afbeeldingen hieronder zijn de cellen te zien in de lichtkap en in de gevels. (De lichtblauwe vlakken ter hoogte van de gehele verdiepingvloer)



De terugverdientijden zijn te vinden in bijlage 3.1.1. Omdat er hoge aanschaffkosten zijn is dit voor de partijen een interessant gegeven.

3.4 Grijswatersysteem

3.4.1 Wat wordt bedoeld met grijs water en hoe gaat het in zijn werk?

In Nederland verbruiken wij veel drinkwater per persoon per dag. Voor het overgrote deel wordt dit gebruikt voor toepassingen waar eigenlijk helemaal geen dure drinkwaterkwaliteit noodzakelijk is. Feitelijk verbruiken we meer dan 50 % duur drinkwater voor onnodige toepassingen, slechts 2 % wordt effectief als levensmiddel gebruikt. In plaats van drinkwater zouden we voor het merendeel dus ook ander water kunnen gebruiken, bijvoorbeeld regenwater of grijs water.

3.4.2 Regenwater

Met regenwatergebruik wordt bedoeld het hemelwater afkomstig van het dak. Dat kan worden opgevangen en gebruikt voor bijvoorbeeld toiletspoelingen. Het principe komt erop neer dat het regenwater eerst wordt gefilterd en daarna opgeslagen in een tank. Door middel van een pomp wordt dat water naar de aftappunten gebracht. Een systeembesturing zorgt voor een automatische omschakeling naar drinkwater na lange periodes van droogte.

3.4.3 Ontlasting van het milieu

Naast de besparing op de drinkwaterkosten levert het recycleren van het gebruikte water aanzienlijke kostenbesparingen op voor de afvalwaterzuivering. Daarnaast zal het verbruik van grondwater afnemen en daarmee ook de verdroging van de natuur.

3.4.4 Het systeem in Tiel

Het nieuwe pand van IWMidden in Tiel wordt voorzien van een groen dak. Het regenwater wat hier vanaf komt is ongeschikt om te gebruiken als toiletspoeling. Het water is namelijk geelbruin van kleur en dat is niet wenselijk. Dit water zal daarom direct worden afgevoerd naar de infiltratiekragen in de bodem.

De infiltratiekragen zijn geplaatst om de overbelasting van de riolering tegen te gaan en een evenwichtige waterbalans te creëren. De infiltratiekrat is een waterdoorlatende box met een grote buffercapaciteit die regenwater tijdelijk opslaat om het vervolgens geleidelijk in de bodem door te laten.



Het regenwater dat vanaf het daklicht komt (ongeveer 150m²) is wel geschikt om te gebruiken voor onder andere toiletspoelingen. Dit water zal daarom via een apart leidingstelsel naar de opslagtanks gebracht worden voor hergebruik.

Het water kan worden gebruikt voor de volgende twee toepassingen, namelijk voor het spoelen van de toiletten en de besproeiing op het dak ten behoeve van de planten.

De besparing per jaar en de totale terugverdientijd is geschematiseerd in een tabel met de overige installaties en is te vinden in bijlage 3.1.1.

3.5 De warmtepomp

Een warmtepomp verplaatst warmte door middel van arbeid, het brengt de omgevingswarmte van een laag temperatuurniveau naar een hoger temperatuurniveau. Een groot deel van het benodigde verwarmingsvermogen wordt onttrokken uit omgevingswarmte, waardoor er minder aandrijfvermogen nodig is dan bij de traditionele installaties. Door deze methode kan het rendement van een warmtepomp ruim boven de 100% uit komen. Ter vergelijking: een Hr-ketel heeft een rendement van 90-95%. Een warmtepomp wordt ingezet voor het opwekken van warmte en koude.

De prestatie van een warmtepompsysteem wordt uitgedrukt in COP (Coëfficiënt of Performance) en wordt berekend door de afgifte-energie te delen door de aandrijfenergie. De COP van de meeste warmtepompen liggen tussen de 3 en 5,5. Dat wil zeggen dat er uit 1 eenheid aandrijfenergie, in het geval van het ontwerp elektra, 3 tot 5,5 eenheden warmte energie worden gehaald.

Het COP van een warmtepomp is afhankelijk van:

- temperatuur van de bron;
- benodigde afgifte temperatuur;
- vorm van aandrijfenergie;
- constructie van de machine.



Een warmtepomp presteert het best wanneer de temperatuur van de bron zo hoog mogelijk is, terwijl de temperatuur van het afgiftesysteem zo laag mogelijk is. Op die manier is er een minimale hoeveelheid aandrijfenergie nodig om het toch al geringe temperatuursverschil te overbruggen. De prestatie van de warmtepomp staat in directe verbinding met de besparing op de primaire energie en energiekosten.

Een warmtepompsysteem bestaat uit:

- de warmtepomp;
- een warmtebron;
- een geschikt warmte-afgiftesysteem;
- buffer.

Het afgiftesysteem van de warmtepomp is de vloerverwarming in het gebouw. De warmtebron het grondwater en de lucht, hier zal later in het hoofdstuk verder op worden ingegaan.

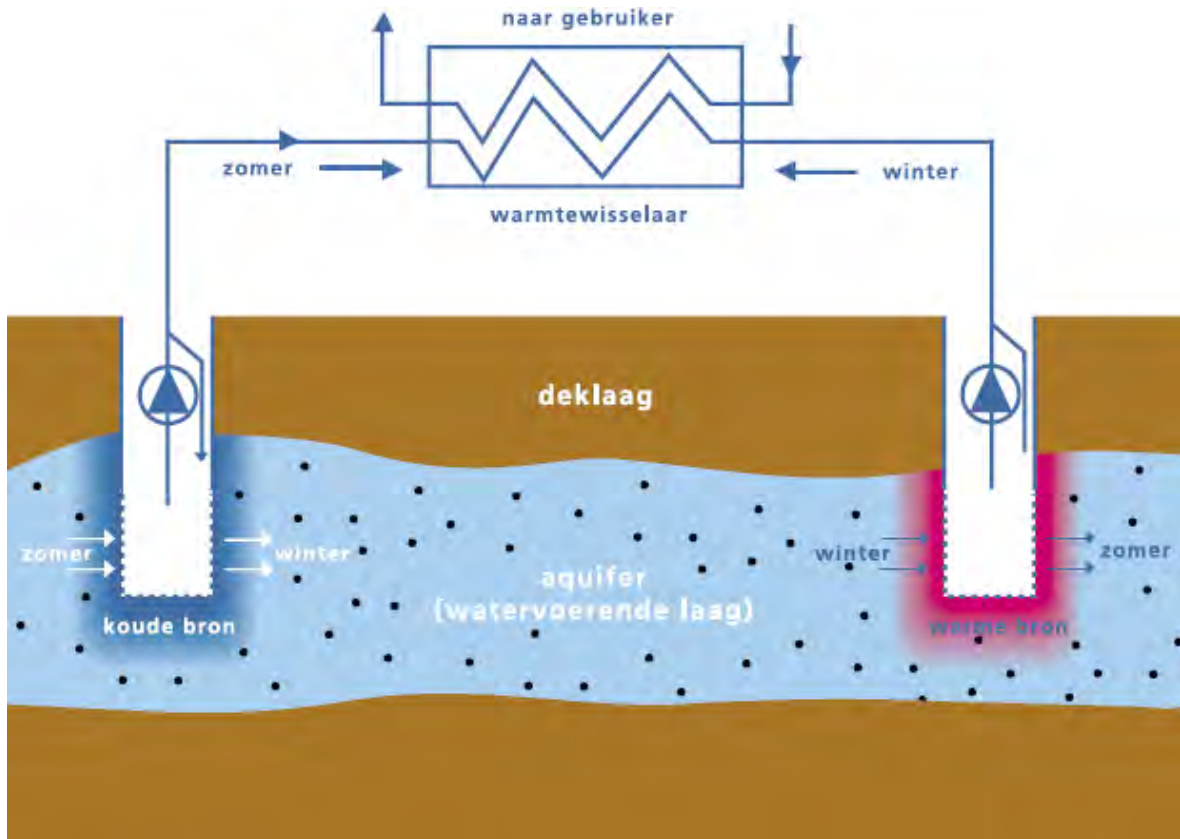
De voordelen van een warmtepomp zijn;

- Lager verbruik dan conventionele systemen;
- Lagere CO₂-uitstoot dan conventionele systemen;
- Warmtepomp kan zowel koelen als verwarmen;

Het is een goede keuze om een warmtepomp te gebruiken in combinatie met grondwater als warmte/koude bron. Dit omdat het niet alleen een duurzame oplossing is. De bron is ook altijd beschikbaar.

3.6 Warmte-Koudeopslag in bodem

Het principe van het warmtepompsysteem in combinatie met de warmte-koude opslag in de bodem is hieronder illustratief weergegeven;



afb. 9, werking van KWO systeem

Warmte-Koude-Opslag (afgekort WKO of KWO) is een systeem waarbij de bodem wordt gebruikt om warmte of koude in op te slaan en te onttrekken. Kort gezegd betekent dit dat in de zomer het grondwater wordt gebruikt om de school te koelen. Het water wordt hierdoor warmer. Dat warme water wordt vervolgens in de grond opgeslagen. In de winter vindt het omgekeerde plaats. Het warmere grondwater wordt opgepompt en gebruikt om de school te verwarmen. Hierbij koelt het af. Dit koelere water wordt vervolgens weer teruggevoerd in de bodem waarnaar het in de zomer weer gebruikt kan worden om te koelen.

Een WKO-systeem is een duurzaam energiesysteem. Er is alleen elektrische energie nodig voor de pompen die het water rond moeten pompen. Als de energie die nodig is duurzaam wordt opgewekt (groene stroom) is een WKO-systeem met een warmtepomp een volledige duurzaam systeem. Er worden dan geen fossiele brandstoffen gebruikt

De kosten van het systeem zijn niet goedkoop. De extra investering die gedaan moet worden voor een WKO opslag in de bodem voor het project in Tiel ligt rond te €100.000,-

De terugverdientijd wordt berekend in bijlage 3.1.1. Dit wordt niet gedaan voor enkel de WKO opslag, maar in combinatie met de warmtepomp. De WKO installatie wordt meegenomen en beschreven als bron voor de warmtepomp.

3.7 Verlichting

3.7.1 Daglichtregeling in armaturen

Hoe werkt het systeem?

Er zijn talrijke oplossingen om energiebesparende maatregelen te treffen. Een zeer efficiënte oplossing is een sensor die meet hoeveel daglicht er al aanwezig is. Op basis hiervan kunnen verschillende opties toegepast worden. Denk hierbij aan dimmen of zelfs uitschakelen als het kunstlicht niet nodig is.

Het systeem is toe te passen in alle armaturen. In het armatuur wordt een sensor geplaatst welke nagaat of er voldoende daglicht aanwezig is zodat het verlichtingsarmatuur gedimd kan worden. Naast de energiebesparing op de verlichtingsarmaturen is er altijd de juiste lichtsterkte aanwezig.

Voordelen daglichtregeling

Er zijn voor de daglichtregeling twee belangrijke voordelen;

- verhoging van de energiebesparing naar gemiddeld 80%
- langere levensduur van de verlichting

Extra investering

De extra investering die gedaan moet worden voor daglichtregeling is voor het schoolgebouw ongeveer €1750,-



afb. 10, voorbeeld daglichtregelaar

3.7.2 Aanwezigheidsdetectie in armaturen

Hoe werkt het systeem?

De aanwezigheidsdetectie is toe te passen in alle armaturen. De detectie zorgt bij afwezigheid dat de verlichting wordt uitgeschakeld. Wanneer er beweging plaats vindt die waarneembaar is door de infrarode sensor, zal de verlichting automatisch aangaan. Naast de energiebesparing op de verlichtingsarmaturen is het automatisch aan- en uitzetten van de verlichting een luxe.

Voordelen daglichtregeling

- verhoging van de energiebesparing naar gemiddeld 80%
- langere levensduur van de verlichting

Extra investering

De extra investering die gedaan moet worden voor een aanwezigheidsschakeling is voor het schoolgebouw ongeveer €2500,-



afb. 11, voorbeeld aanwezigheid detectie

3.7.3 LED verlichting in plaats van PL verlichting

Toepassing

De LED spots zijn uitermate geschikt voor oriëntatieverlichting. De Led verlichting zal worden toegepast in de gangen, toiletten en kleedruimtes van de school.

Voordelen van Led verlichting

- besparing oplopend tot 90%
- Sfeerverlichting
- Gemiddelde levensduur van 50.000 uur
- Led verlichting is schokbestendig
- Snelle montage in systeemplafonds

Extra investering

De extra investering die gedaan moet worden voor Led verlichting is voor het schoolgebouw ongeveer €4500,-



afb. 12, voorbeeld LED verlichting

3.8 De terugverdientijden van de betreffende installaties

Om de terugverdientijd is het van belang om de huidige energieprijzen te bepalen. Hierna kan met een schema de terugverdientijd van de duurzame installaties worden bepaald.

Als uitgangspunt neem ik voor de prijzen van het gas water en licht de volgende bedragen opgezocht de meest recente energierekening.

Onderdeel	Prijs
Gas	€0,68 per m3
Water	€0,193 per kWh
Licht	€0,0126 per liter

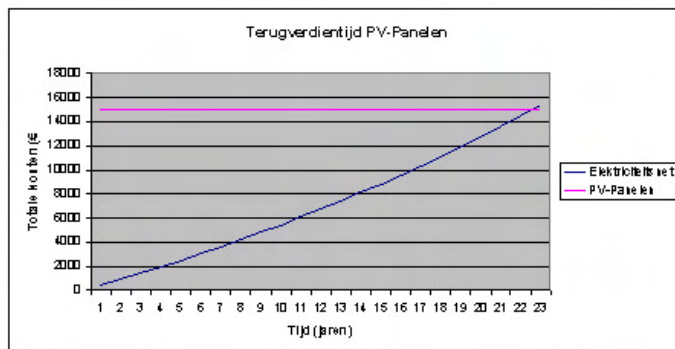
tabel 5, prijsoverzicht gas, water en licht

Voor het energieverbruik van een dergelijke school is 50W/m2 aanhouden. Deze waarde heb ik opgevraagd bij een andere vestiging van IWM. Uitgaande van 200 lesdagen per jaar met een gebruiksduur van 10 uur per dag zou dat uitkomen op

$$2000 \times 50W/m^2 = 100Kw/m^2.$$

Bij alle behandelde installaties in dit hoofdstuk heb ik de terugverdientijd berekend. Daarna zijn de gegevens in een grafiek verwerkt.

De berekeningsheet die er is gemaakt voor de installaties is te vinden in bijlage 3.1.1.



PV CELLEN			
Energieprijs	Energieopbrengst	Jaarrekening	Cumulatief
1	0,192946	€ 2.460,00	€ 474,65
2	0,196734539	€ 2.460,00	€ 488,89
3	0,204696575	€ 2.460,00	€ 503,55
4	0,210837472	€ 2.460,00	€ 518,66
5	0,217162596	€ 2.460,00	€ 534,22
6	0,223677474	€ 2.460,00	€ 550,25
7	0,230387798	€ 2.460,00	€ 566,75
8	0,237299430	€ 2.460,00	€ 583,76
9	0,244418415	€ 2.460,00	€ 601,27
10	0,251750967	€ 2.460,00	€ 619,31
11	0,259303496	€ 2.460,00	€ 637,89
12	0,267082601	€ 2.460,00	€ 657,02
13	0,275095079	€ 2.460,00	€ 676,73
14	0,283347932	€ 2.460,00	€ 697,04
15	0,29184837	€ 2.460,00	€ 717,95
16	0,300603821	€ 2.460,00	€ 739,49
17	0,309621935	€ 2.460,00	€ 761,67
18	0,318910594	€ 2.460,00	€ 784,52
19	0,328477911	€ 2.460,00	€ 808,06
20	0,338332249	€ 2.460,00	€ 832,30
21	0,348482216	€ 2.460,00	€ 857,27
22	0,358936683	€ 2.460,00	€ 882,98
23	0,369704783	€ 2.460,00	€ 909,47

3.9 Conclusie

De duurzame installaties in het schoolgebouw zijn een grote extra investering. Het voordeel daarentegen is dat er geen maandelijkse uitgaven meer gedaan hoeven worden aan de energieleverancier. De terugverdientijden die de installaties hebben vallen wel tegen. Hier staat tegenover dat de school een zichtbaar goed voorbeeld geeft aan de buitenwereld wat betreft de duurzaamheid van de school. Vooral de windmolen met zijn lange terugverdientijd zal voor het grootste deel hiervoor dienen.

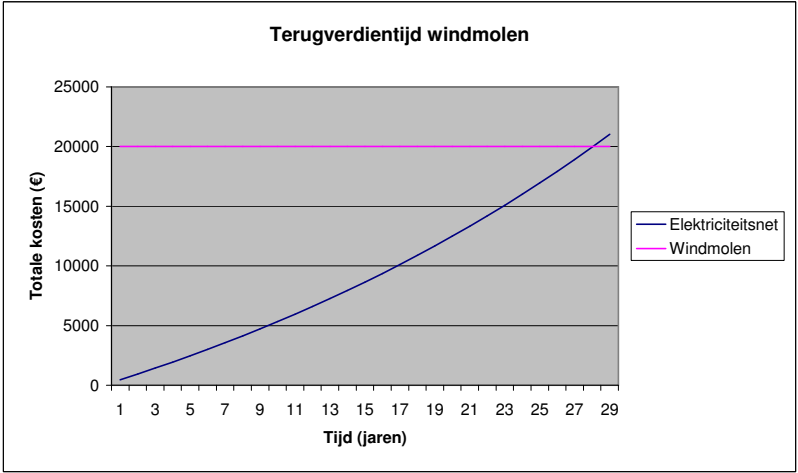
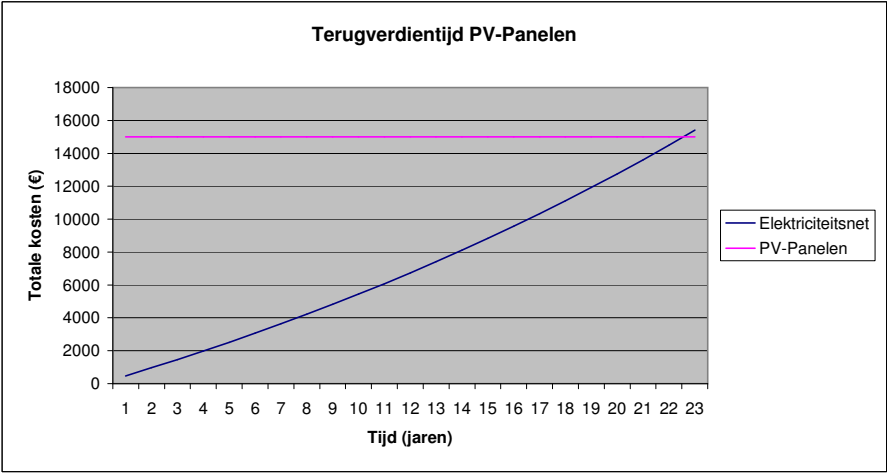
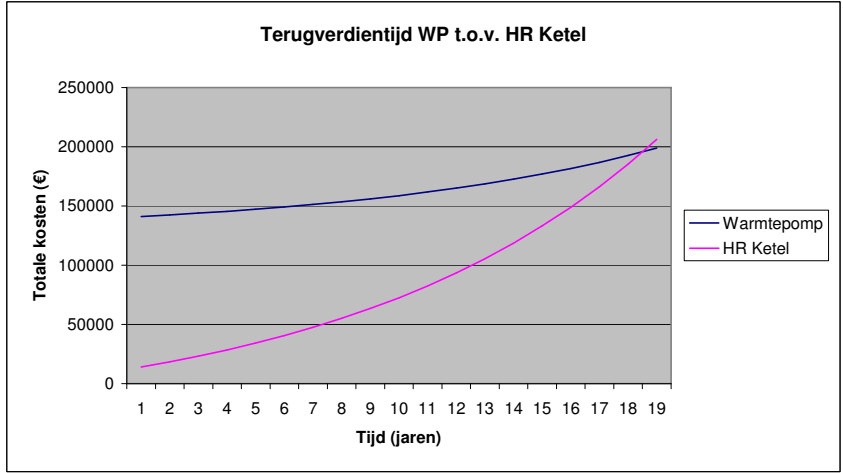
De verlichting is wel snel terugverdiend en is een goede milieuvriendelijke manier om energie te besparen. Dit komt omdat de investering minder groot is, en de andere kant levert het direct een merkbare besparing in de energiekosten.

BIJLAGE 3.1.1

Installatie	Inzet	Aanschafkosten	Windsnelheid m/s	Opbrengst (N/s)	Wp/m2	m2	Omzetingsrendement	Huidige energieprijs	Stijging energieprijs per jaar	Opbrengst W/m2	Energie-opbrengst per jaar (kWh)	Subsidie	Energie-verbruik per jaar (kWh)	Netto opbrengst 1e jaar	Terugverdientijd (jaren)
Windmolen	Lever	€ 20.000,00	5,00	275,00				€ 0,1929	3%		2.409	geen	0	€ 464,81	37
PV Zonnepanelen	Lever	€ 15.000,00			120	125	16%	€ 0,1929	3%	82	2.460	geen	0	€ 474,65	22
Energiebehoefte school	Gebruikt					1792							179.200		
			Reductie	Besparing	Besparing per jaar	Terugverdientijd									
LED Verlichting	Bespaart	€ 4.500,00		toV PL verlichting € 530,- Onderhoud € 600,-	€ 700,00	7 jaar									
Daglichtregeling	Bespaart	€ 1.750,00	25%		€ 120,00	15 jaar									
Aanwezigheidsregeling	Bespaart	€ 2.500,00	25%		€ 250,00	10 jaar									
Grijswatersysteem	Bespaart	€ 10.000,00		100.000 liter per jaar	€ 100,00	79 jaar									

Vergelijking		Aanschafkosten	Bron WKO	Energievraag	Energieverbruik 70% besparing	Gasaansluiting	Stijging gas (Aanname)	Terugverdiend na 25 jaar							
Warmtepomp		€ 40.000,00	€ 100.000,00	179200	€ 1.200,00	€ 120,00	9,6%	€ 198.836,29							
HR Ketel		€ 10.000,00		179200	€ 4.000,00	€ 120,00	9,6%	€ 206.120,98							

Rekenprijs elektra	€ 0,193	per kWh
Rekenprijs gas	€ 0,68	per m3
Rekenprijs water	€ 0,00126	per liter



	HR KETEL		PV-PANELEN
	jaarkosten	jaar	jaarkosten
1	€ 14.000,00	1	€ 141.200,00
2	€ 18.384,00	2	€ 142.515,20
3	€ 23.188,86	3	€ 143.956,66
4	€ 28.454,99	4	€ 145.536,50
5	€ 34.226,67	5	€ 147.268,00
6	€ 40.552,44	6	€ 149.165,73
7	€ 47.485,47	7	€ 151.245,64
8	€ 55.084,07	8	€ 153.525,22
9	€ 63.412,15	9	€ 156.023,64
10	€ 72.539,71	10	€ 158.761,91
11	€ 82.543,52	11	€ 161.763,06
12	€ 93.507,70	12	€ 165.052,31
13	€ 105.524,44	13	€ 168.657,33
14	€ 118.694,79	14	€ 172.608,44
15	€ 133.129,49	15	€ 176.938,85
16	€ 148.949,92	16	€ 181.684,98
17	€ 166.289,11	17	€ 186.886,73
18	€ 185.292,86	18	€ 192.587,86
19	€ 206.120,98	19	€ 198.836,29

	PV CELLEN			
	Energieprijs	Energieopbrengst	Jaarrekening	Cumulatief
1	0,192946	€ 2.460,00	€ 474,65	€ 474,65
2	0,198734538	€ 2.460,00	€ 488,89	€ 963,53
3	0,204696575	€ 2.460,00	€ 503,55	€ 1.467,09
4	0,210837472	€ 2.460,00	€ 518,66	€ 1.985,75
5	0,217162596	€ 2.460,00	€ 534,22	€ 2.519,97
6	0,223677474	€ 2.460,00	€ 550,25	€ 3.070,21
7	0,230387798	€ 2.460,00	€ 566,75	€ 3.636,97
8	0,237299432	€ 2.460,00	€ 583,76	€ 4.220,73
9	0,244418415	€ 2.460,00	€ 601,27	€ 4.821,99
10	0,251750967	€ 2.460,00	€ 619,31	€ 5.441,30
11	0,259303496	€ 2.460,00	€ 637,89	€ 6.079,19
12	0,267082601	€ 2.460,00	€ 657,02	€ 6.736,21
13	0,275095079	€ 2.460,00	€ 676,73	€ 7.412,95
14	0,283347932	€ 2.460,00	€ 697,04	€ 8.109,98
15	0,29184837	€ 2.460,00	€ 717,95	€ 8.827,93
16	0,300603821	€ 2.460,00	€ 739,49	€ 9.567,41
17	0,309621935	€ 2.460,00	€ 761,67	€ 10.329,08
18	0,318910594	€ 2.460,00	€ 784,52	€ 11.113,60
19	0,328477911	€ 2.460,00	€ 808,06	€ 11.921,66
20	0,338332249	€ 2.460,00	€ 832,30	€ 12.753,96
21	0,348482216	€ 2.460,00	€ 857,27	€ 13.611,22
22	0,358936683	€ 2.460,00	€ 882,98	€ 14.494,21
23	0,369704783	€ 2.460,00	€ 909,47	€ 15.403,68

	WINDMOLEN			
	Energieprijs	Energieopbrengst	Jaarrekening	Cumulatief
1	0,192946	2409	€ 464,81	€ 464,81
2	0,198734538	2409	€ 478,75	€ 943,56
3	0,204696575	2409	€ 493,11	€ 1.436,67
4	0,210837472	2409	€ 507,91	€ 1.944,58
5	0,217162596	2409	€ 523,14	€ 2.467,72
6	0,223677474	2409	€ 538,84	€ 3.006,56
7	0,230387798	2409	€ 555,00	€ 3.561,57
8	0,237299432	2409	€ 571,65	€ 4.133,22
9	0,244418415	2409	€ 588,80	€ 4.722,03
10	0,251750967	2409	€ 606,47	€ 5.328,49
11	0,259303496	2409	€ 624,66	€ 5.953,16
12	0,267082601	2409	€ 643,40	€ 6.596,56
13	0,275095079	2409	€ 662,70	€ 7.259,26
14	0,283347932	2409	€ 682,59	€ 7.941,85
15	0,29184837	2409	€ 703,06	€ 8.644,91
16	0,300603821	2409	€ 724,15	€ 9.369,07
17	0,309621935	2409	€ 745,88	€ 10.114,94
18	0,318910594	2409	€ 768,26	€ 10.883,20
19	0,328477911	2409	€ 791,30	€ 11.674,50
20	0,338332249	2409	€ 815,04	€ 12.489,55
21	0,348482216	2409	€ 839,49	€ 13.329,04
22	0,358936683	2409	€ 864,68	€ 14.193,72
23	0,369704783	2409	€ 890,62	€ 15.084,34
24	0,380795927	2409	€ 917,34	€ 16.001,67
25	0,392219804	2409	€ 944,86	€ 16.946,53
26	0,403986399	2409	€ 973,20	€ 17.919,73
27	0,41610599	2409	€ 1.002,40	€ 18.922,13
28	0,42858917	2409	€ 1.032,47	€ 19.954,61
29	0,441446845	2409	€ 1.063,45	€ 21.018,06

HOOFDSTUK 4

Materiaalgebruik

Hoofdstuk 4, Het Materialenonderzoek

4.1 Het BREEAM onderdeel materialen

In dit hoofdstuk zijn worden de materialen behandeld volgens de methode van BREEAM en wat dit voor invloed heeft op de detaillering. De bouwkundige uitwerking van duurzamere alternatieven in het ontwerp is moeilijk omdat er in de materiaal invoer gekozen kan worden voor de meest milieuvriendelijke materialen maar waar verder in de certificering weer minder punten gekregen kan worden voor bijvoorbeeld energie. Ook kan het zijn dat bepaalde combinaties van duurzame alternatieven moeilijk samengaan. Om een beeld te krijgen in hoeverre de duurzame alternatieven bouwkundig toepasbaar zijn er alternatieve details uitgewerkt in bijlage 4.1.1. Daarnaast zijn ook de bestaande details van Ruijsenaars Cretier opgenomen in deze bijlage. Hoe wordt bepaald welke materialen het best toepasbaar zijn ziet u verder in dit hoofdstuk.

4.2 Doel van BREEAM onderdeel 1 (Bouwmaterialen)

BREEAM zegt het volgende over de bouwmaterialen; Het doel is het identificeren en stimuleren van het gebruik van materialen met een lage milieu-impact gedurende de volledige levenscyclus van het gebouw.

4.3 Hoe wordt de milieu-impact van een materiaal berekend?

Dit is waar GPR Gebouw om de hoek komt kijken. BREEAM stelt in de handleiding het programma GPR aan als hulpmiddel voor het berekenen van de milieu-impact van de materialen. Dit wordt gedaan aan de hand van de schaduwprijs.

4.4 Wat is de schaduwprijs

Voor de beoordeling van de milieubelasting van de gebruikte materialen wordt gebruik gemaakt van een milieuprofiel dat de materialen test op de invloeden op de volgende negen aspecten;

Milieueffectcategorie	Equivalent eenheid	Schaduwprijs [€ / kg equivalent]
Uitputting abiotische grondstoffen – ADP	Sb eq	€ 0,16
Uitputting biotische grondstoffen – BDP	Sb eq	€ 0,16
Klimaatverandering – GWP 100 j.	CO ₂ eq	€ 0,05
Aantasting ozonlaag – ODP	CFK-11 eq	€ 30
Humane toxiciteit – htp	1,4-DCB eq	€ 0,09
Zoetwater aquatische ecotoxiciteit – FAETP	1,4-DCB eq	€ 0,03
Terrestrische ecotoxiciteit – TETP	1,4-DCB eq	€ 0,06
Fotochemische oxydantvorming – POCP	C ₂ H ₂ eq	€ 2
Verzuring – AP	SO ₂ eq	€ 4
Vermesting – EP	PO ₄ eq	€ 9

afb. 13, schaduwprijs per milieueffect

De milieueffect scores worden gedeeld door het bruto vloeroppervlakte van het gebouw (BVO). In hoofdstuk 1 van mijn onderzoek wordt het GPR systeem behandeld. BREEAM verwijst bij dit hoofdstuk naar het programma GPR om de materialen te kunnen testen op de 9 genoemde aspecten. Per materiaal komt er een zogenaamde schaduwprijs uit. De weegfactor (schaduwprijs) van het gebouw staat op 0,8 euro/m² BVO. Hoe lager de milieubelasting uitvalt volgens GPR, hoe meer punten er op dit gebied gescoord kunnen worden. Op de volgende pagina vindt u de berekende schaduwprijs van het huidige ontwerp.

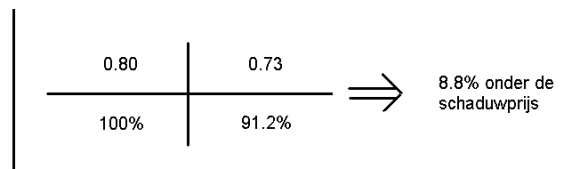
SCHADUWPRIJZEN VOLGENS GPR, HUIDIGE SITUATIE IWMIDDEN TE TIEL

ONDERDEEL	TOEGEPAST	SCHADUWPRIJS VOLGENS GPR
FUNDERING		88
Funderingsbalk	Gietbouw	68,2
Soort Paalfundering	Prefab	16,7
Aanvulling Bouwput	Zand	0,6
Bodemafsluiting	Zand	3
VLOEREN		133,1
Begane grondvloer	Kanaalplaat	40,5
Vloerisolatie	EPS	7,6
Vloerbalk	Staal	18,1
Verdiepingsvloer	Kanaalplaat	32,8
Dekvloer	Zandcement	20,7
Verlaagd plafond	Volkern	4,9
Hekwerk	Staal	2,3
Plafondafwerking	Spuitleister	8,4
GEVELS		104
Buitenblad	Aluminium	44,8
Binnenblad	Kalkzandsteen/Hsb	10,8
Isolatie	Glaswol	3,9
Beglazing	HR++	25,6
Transportdeur	Half transparant	0,5
BINNEN		81,6
Kolommen	Staal	23
Scheidingswand	Kalkzandsteen/Methal Stud	36,6
Binnenkozijnen	Hout	22
DAKEN		88,2
Constructie plat dak	Kanaalplaat	35,7
Isolatie	Foamglas	12,2
Dakbedekking	Bitumen	24,7
Ballastlaag	Groendak/Betontegels	15,6
TRAPPEN		7,1
Centrale trap	Staal	7,1
INSTALLATIES		206,8
Warmteopwekking U	Warmtepomp/HR ketel	2,7
Warmtelevering	Vloerverwarming	8,1
Luchtbehandeling	Mechanisch af en aanvoer	73,3
Pv Cellen	Kristalijn	115,9
		730,8
		x 1000
TOTALE SCHADUWPRIJS VOLGENS GPR		0,73

4.5 Uitkomst onderzoek schaduwrijzen huidig materiaalgebruik

Schaduwrijzen en LCA-profielen			
LCA-profiel	eenheid	Huidig	
Milieu-effecten		GPR Gebouw	BREEAM.nl
Uitputting (ADP)	kg antimoon (Sb) eq.	4.275e-2	4.275e-2
Broeikas effect (GWP 100j.)	kg kooldioxide (CO2) eq.	7.642e0	7.642e0
Ozonlaagaantasting (ODP)	kg CFK-11 eq.	5.262e-7	5.262e-7
Smog (POCP)	kg ethyleen (C2H2) eq.	3.932e-3	3.932e-3
Humane toxiciteit (HTP)	kg 1,4-dichloorbenzeen eq.	1.605e0	1.605e0
Ecotoxiciteit, water (FAETP)	kg 1,4-dichloorbenzeen eq.	1.125e0	1.125e0
Ecotoxiciteit, sediment	niet operationeel	0.0	0.0
Ecotoxiciteit, terrestisch (TETP)	kg 1,4-dichloorbenzeen eq.	2.945e-2	2.945e-2
Verzuring (AP)	kg zwaveldioxide (SO2) eq.	3.132e-2	3.132e-2
Vermesting (EP)	kg fosfaat (PO4) eq.	3.215e-3	3.215e-3
Schaduwrijzen	euro	0.73	0.73

afb. 14, schaduwrijzen per milieu effect huidig ontwerp



afb. 15, percentage onder de schaduwrijzen van 0,8 huidig ontwerp

Bovenstaande berekening krijg je voor het huidig ontworpen schoolgebouw volgens de aangegeven schaduwrijzen in GPR. Het huidige gebouw scoort op deze manier een percentage van 8,8% onder de schaduwrijzen van 0,80.

Score	Punten
Waar de geleverde bewijsvoering aantoont dat de milieubelasting van de gebruikte materialen ten minste 60% lager ligt dan de schaduwrijzen van 0,8 euro/m ² BVO	6
Waar de geleverde bewijsvoering aantoont dat de milieubelasting van de gebruikte materialen ten minste 50% lager ligt dan de schaduwrijzen van 0,8 euro/m ² BVO	5
Waar de geleverde bewijsvoering aantoont dat de milieubelasting van de gebruikte materialen ten minste 40% lager ligt dan de schaduwrijzen van 0,8 euro/m ² BVO	4
Waar de geleverde bewijsvoering aantoont dat de milieubelasting van de gebruikte materialen ten minste 30% lager ligt dan de schaduwrijzen van 0,8 euro/m ² BVO	3
Waar de geleverde bewijsvoering aantoont dat de milieubelasting van de gebruikte materialen ten minste 20% lager ligt dan de schaduwrijzen van 0,8 euro/m ² BVO	2
Waar de geleverde bewijsvoering aantoont dat de milieubelasting van de gebruikte materialen ten minste 10% lager ligt dan de schaduwrijzen van 0,8 euro/m ² BVO	1

tabel 6, score overzicht schaduwrijzen huidig ontwerp

Volgens bovenstaande scoretabel komt de conclusie dat er geen punten zouden worden toegekend voor het materiaalgebruik in het ontwerp zoals dat nu is. In bijlage 4.1.2 vindt u de schaduwrijzen van alternatieve materialen die beter zouden scoren volgens GPR. Dit is zonde omdat er niet is gekeken voor het ontwerpen welk materiaalgebruik het best zou gaan scoren. Maar wat zijn materialen waar wel veel punten voor worden gegeven. Dit is uitgezocht en weergegeven in een tabel dat u vindt op de volgende pagina

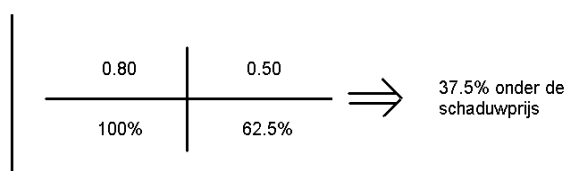
SCHADUWPRIJZEN VOLGENS GPR, ALTERNATIEVE SITUATIE IWMIDDEN TE TIEL

ONDERDEEL	TOEGEPAST	VERBETERING	S PRIJS GPR	S PRIJS VERSCHIL
FUNDERING			84,3	3,7
Funderingsbalk	Gietbouw	x		
Soort Paalfundering	Prefab	Gietbouw	13,1	3,7
Aanvulling Bouwput	Zand	x		
Bodemafsluiting	Zand	x		
VLOEREN			107,4	25,7
Begane grondvloer	Kanaalplaat	Rib-cassette	29,4	11,1
Vloerisolatie	EPS	x		
Vloerbalk	Staal	Gietbouw	14,1	4
Verdiepingsvloer	Kanaalplaat	x		
Dekvloer	Zandcement	x		
Verlaagd plafond	Volkern	Geen	0	4,9
Hekwerk	Staal	x		
Plafondatwerking	Spuitleister	Muurverf	2,7	5,7
GEVELS			70,7	33,3
Buitenblad	Aluminium	Hout met keur of stucwerk	17,6	27,2
Binnenblad	Kalkzandsteen/Hsb	Kalkzandsteen	8,7	2,1
Isolatie	Glaswol	Vlaswol	0,1	3,8
Beglazing	HR++	x		
Transportdeur	Half transparant	Transparant	0,3	0,2
BINNEN			47,7	33,9
Kolommen	Staal	Hout met keur	4	19
Scheidingswand	Kalkzandsteen/Methal Stud	Kalkzandsteen	21,7	14,9
Binnenkozijnen	Hout	x		
DAKEN			64,5	23,7
Constructie plat dak	Kanaalplaat	x		
Isolatie	Foamglas	x		
Dakbedekking	Bitumen	PVC	12	12,7
Ballastlaag	Groendak/Betontegels	Grind	4,6	11
TRAPPEN			1,2	5,9
Centrale trap	Staal	Hout	1,2	5,9
INSTALLATIES			122,4	83,6
Warmteopwekking U	Warmtepomp/HR ketel	x		
Warmtelevering	Vloerverwarming	x		
Luchtbehandeling	Mechanisch af en aanvoer	Top Koeling	71,1	2,2
Pv Cellen	Kristallijn	Amorf	34,5	81,4
				498,2
				x1000
TOTALE SCHADUWPRIJS VOLGENS GPR				0,5

4.6 Uitkomst onderzoek schaduw prijzen na verandering in materiaalgebruik

Schaduw prijzen en LCA-profielen			
LCA-profiel	eenheid	Huidig	
Milieu-effecten		GPR Gebouw	BREEAM.nl
Uitputting (ADP)	kg antimoon (Sb) eq.	3.873e-2	3.873e-2
Broeikaseffect (GWP 100j.)	kg kooldioxide (CO2) eq.	6.958e0	6.958e0
Ozonlaagaantasting (ODP)	kg CFK-11 eq.	4.905e-7	4.905e-7
Smog (POCP)	kg ethyleen (C2H2) eq.	3.574e-3	3.574e-3
Humane toxiciteit (HTP)	kg 1,4-dichloorbenzeen eq.	1.283e0	1.283e0
Ecotoxiciteit, water (FAETP)	kg 1,4-dichloorbenzeen eq.	9.308e-1	9.308e-1
Ecotoxiciteit, sediment	niet operationeel	0.0	0.0
Ecotoxiciteit, terrestisch (TETP)	kg 1,4-dichloorbenzeen eq.	2.751e-2	2.751e-2
Verzuring (AP)	kg zwaveldioxide (SO2) eq.	2.837e-2	2.837e-2
Vermesting (EP)	kg fosfaat (PO4) eq.	4.314e-3	4.314e-3
Schaduw prijs	euro	0.50	0.50

afb. 16, schaduw prijs per milieu effect alternatieve materialen



afb. 17, percentage onder de schaduw prijs van 0,8 alternatieve materialen

Bovenstaande berekening krijg je voor het schoolgebouw met aangepaste materialen volgens de aangegeven schaduw prijzen in GPR. Het huidige gebouw scoort op deze manier een percentage van 37,5% onder de schaduw prijs van 0,80.

Score	Punten
Waar de geleverde bewijsvoering aantoont dat de milieubelasting van de gebruikte materialen ten minste 60% lager ligt dan de schaduw prijs van 0,8 euro/m ² BVO	6
Waar de geleverde bewijsvoering aantoont dat de milieubelasting van de gebruikte materialen ten minste 50% lager ligt dan de schaduw prijs van 0,8 euro/m ² BVO	5
Waar de geleverde bewijsvoering aantoont dat de milieubelasting van de gebruikte materialen ten minste 40% lager ligt dan de schaduw prijs van 0,8 euro/m ² BVO	4
Waar de geleverde bewijsvoering aantoont dat de milieubelasting van de gebruikte materialen ten minste 30% lager ligt dan de schaduw prijs van 0,8 euro/m ² BVO	3
Waar de geleverde bewijsvoering aantoont dat de milieubelasting van de gebruikte materialen ten minste 20% lager ligt dan de schaduw prijs van 0,8 euro/m ² BVO	2
Waar de geleverde bewijsvoering aantoont dat de milieubelasting van de gebruikte materialen ten minste 10% lager ligt dan de schaduw prijs van 0,8 euro/m ² BVO	1

tabel 7, score overzicht schaduw prijs alternatieve materialen

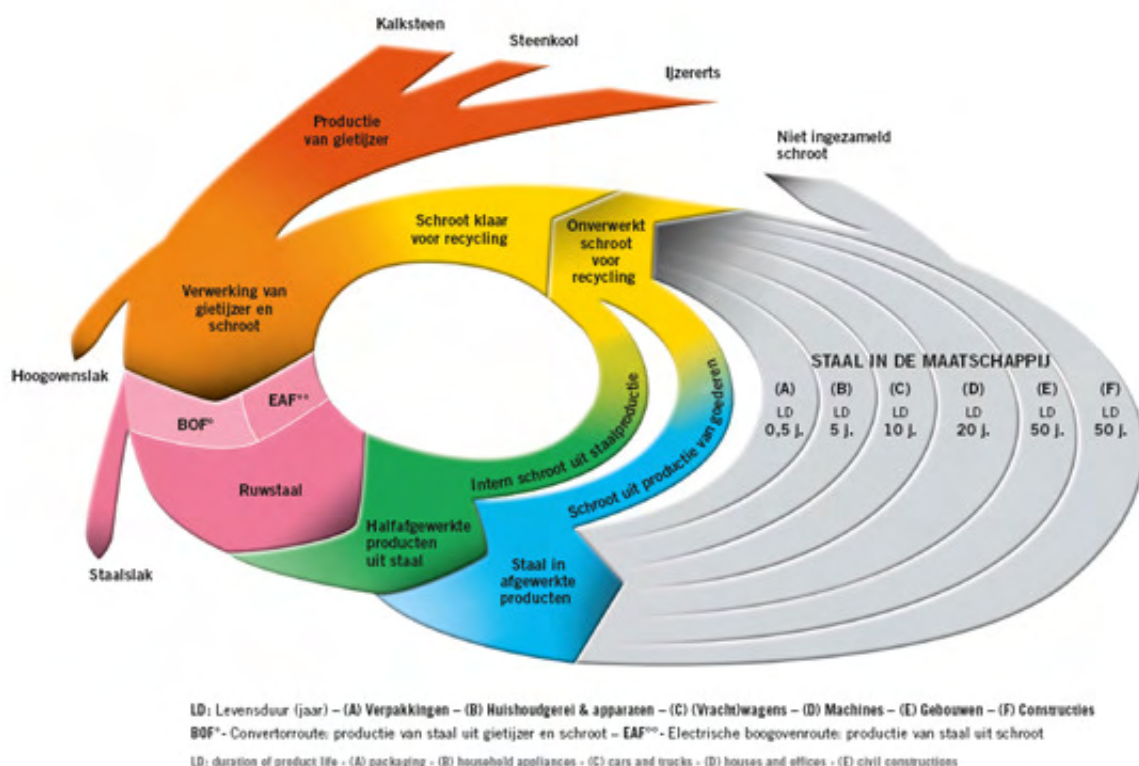
Volgens bovenstaande scoretabel komt de conclusie dat er drie punten zouden worden toegekend voor het materiaalgebruik in het ontwerp met de aangepaste materialen, hier vertel ik meer over in de conclusie.

4.7 Het onderbouwen van de herkomst van de materialen

BREEAM heeft als doel zo duurzaam mogelijk bouwen. Dit alles dient aangetoond te worden door middel van schriftelijke bewijsvoering. Daarom is dit onderdeel erg lastig te halen omdat er in Nederland nog weinig ervaring mee is, vooral bij leveranciers.

De eis is dat minimaal 80% van alle gebruikte materialen de herkomst onderbouwd dient te worden. Hiernaast moet al het gebruikte hout in het project in Tiel 100% legaal geproduceerd zijn.

Het advies hier is om de mogelijkheid tot het uitzoeken van de herkomst van de staalconstructie, betonnen plint en de gevelbeplating. Dit omdat zich het grootste percentage materialen in deze drie onderdelen van het gebouw bevinden.



afb. 18, voorbeeld van een levenscyclus van staal

4.8 Robuust ontwerpen

Wat is het doel van robuust ontwerpen

De achterliggende gedachte bij dit onderdeel is om de bescherming van blootgestelde gebouwdelen en terreininrichting te stimuleren. Hierdoor treed er dus minder beschadiging op aan het gebouw en hoeft er minder tot geen extra materiaal te worden gebruikt voor de vervang in de gevel of terrein.

4.9 Wat voor invloed hebben de alternatieve materialen op de detaillering

In bijlage 1.1.4 vindt u de details van de hoofd constructiedelen zoals ze nu uitgevoerd worden, met daarnaast het detail waarbij wel punten zouden worden toegekend. De huidige details worden in het project niet aangepast.

Uit de tabel met alternatieve materialen staan verbeteringen aan het ontwerp die meestal niet reëel zijn. Het is namelijk niet mogelijk de kolommen te vervangen door hout. En de kanaalplaat kan niet worden vervangen door een ribcassette vloer omdat dit niet haalbaar is met de overspanning in het gebouw.

Toch is het mogelijk de detaillering aan te passen met alternatieve materialen. Daarnaast is zijn er ook nog interessante details bijgevoegd die de duurzame uitstraling naar buiten nog extra benadrukken. Denk hierbij aan een groene gevel of valbeveiliging van zonnecollectoren.

4.10 Conclusie

Op dit moment worden er geen punten gescoord op het gebied van het materiaalgebruik binnen de school.

Het was mogelijk geweest om 3 punten te scoren als er voor ander materiaal was gekozen. Dat is echter niet gedaan omdat sommige materialen niet gewijzigd konden worden zonder aanpassing van het beeld van de school of om redenen van constructieve aard.

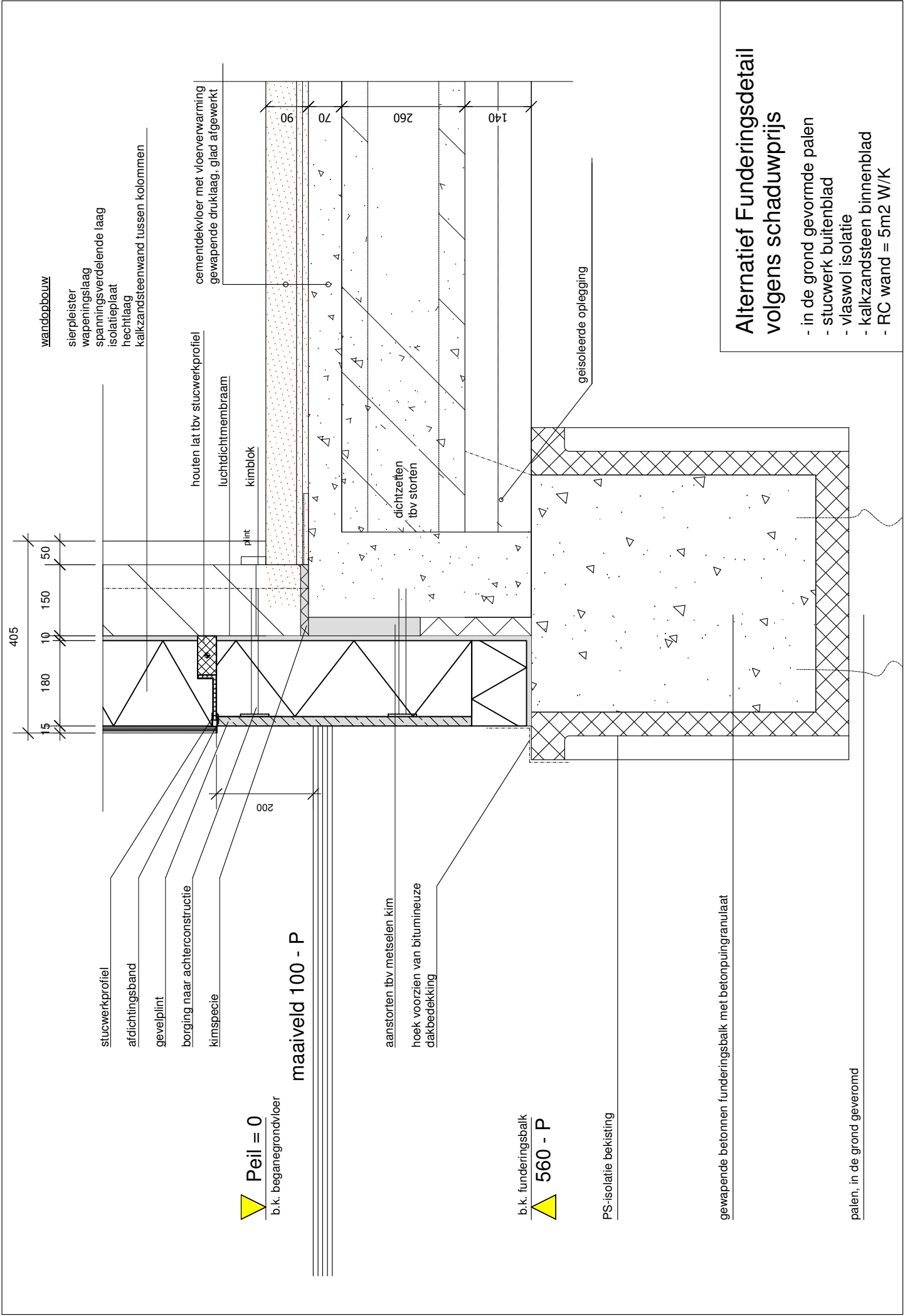
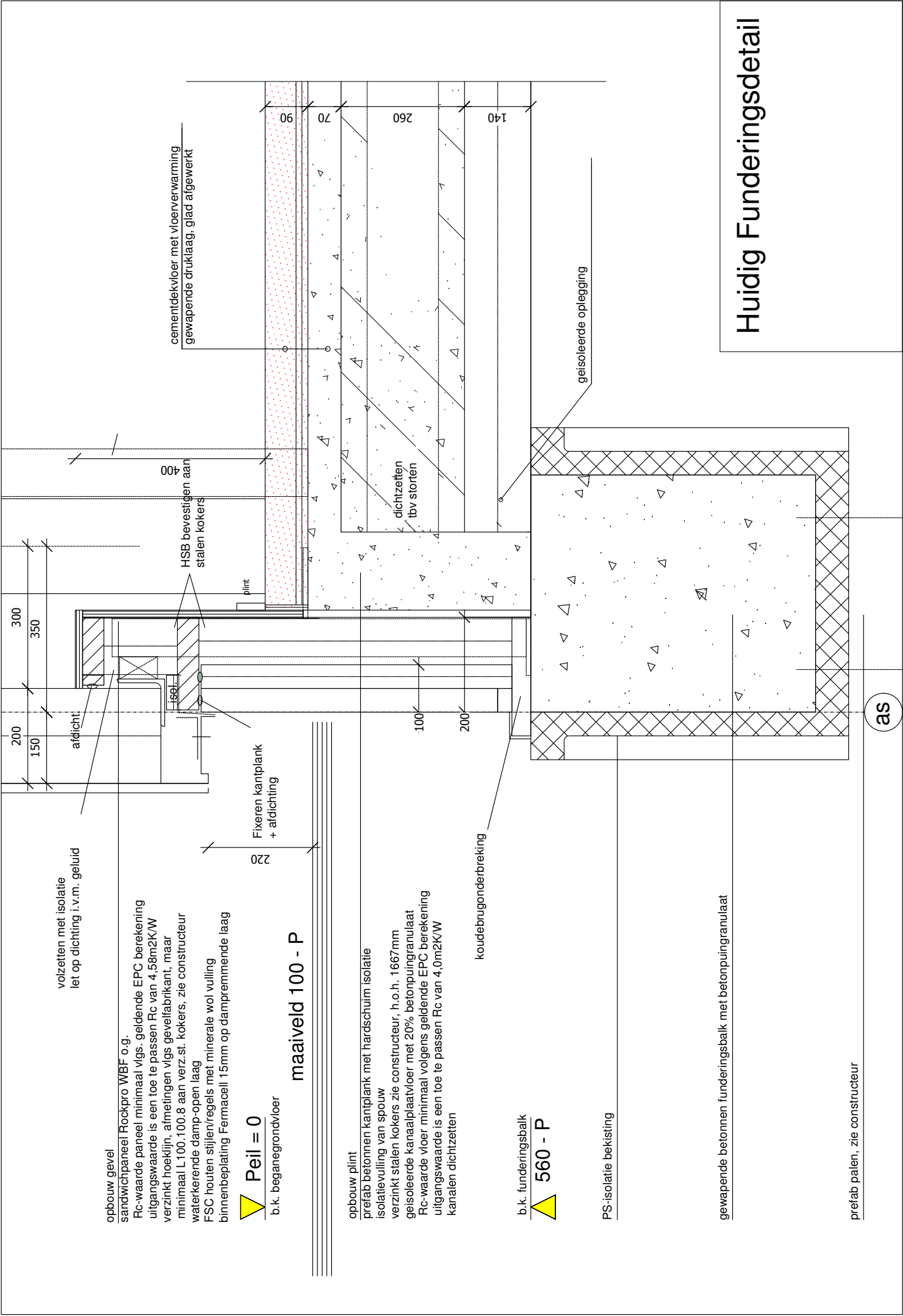
Wel zijn er ondertussen aanpassingen gedaan die wel binnen de mogelijkheden vielen, hierdoor is er nu één punt gescoord.

De bijbehorende details met alternatieve materialen zijn wel opgenomen in dit rapport maar dienen niet gezien te worden als mogelijke wijzigingen.

Om de milieulast van bouwmaterialen te bepalen voor de credit MAT 1 wordt gebruik worden gemaakt van het bestaande programma GPR Gebouw of andere programma's zoals GreenCalc+. Bij deze programma's komen er echter verschillende waardes voor de schaduwpreizen uit. Er is weliswaar initiatief genomen om dit op te lossen met een geharmoniseerde materialendatabase, maar de ontwikkeling hiervan staat nog in de kinderschoenen en zal naar verwachting ook nog enige tijd duren.

De verschillen tussen deze twee keurmerken zijn dusdanig groot dat het ontoelaatbaar is, een oplossing moet daarom op korte termijn al worden geboden. Voor het bepalen van de schaduwprijs voor MAT 1 verdient GPR Gebouw de voorkeur maar deze is onvolledig en onvoldoende geschikt als ontwerptool. Daarnaast is de eis voor de totale 6 punten dusdanig hoog dat het de motivatie om duurzame materialen toe te passen in de weg staat. De score van het gebouw in Tiel komt zonder de aangegeven veranderingen in dit onderzoek op 0 punten. Na reële aanpassingen in het ontwerp die kan de totale score nog op 2 punten komen

BIJLAGE 4.1.1



opbouw dak Rc=4,0m2K/W
groendak fabr. Optigroen o.g.
kunststof dakbedekking
isolatie Perinsul foamglas, afschotisolatie (1,7%)
dampremmer/bitumen zie verwerkingsvoorschriften Perinsul
gewapende druklaag, glad afgewerkt
kanaalplaatvloer met 20% betonpuitgranulaat

 **6900 + P**
b.k. dakrand

dakbedekking doorzetten

doorlopende dakrand
genotield plaatstaal

overstort volgens NEN 6702

sandwichpaneel Rockpro WBF o.g.

Rc-waarde paneel minimaal vigs. geldende EPC berekening
uitgangswaarde is een toe te passen Rc van 4,58m2K/W
houten rekwerk (FSC) volledig opvullen met minerale wol
dampremmende laag (binnen)
beplating 'binnenzijde' 15mm multiplex

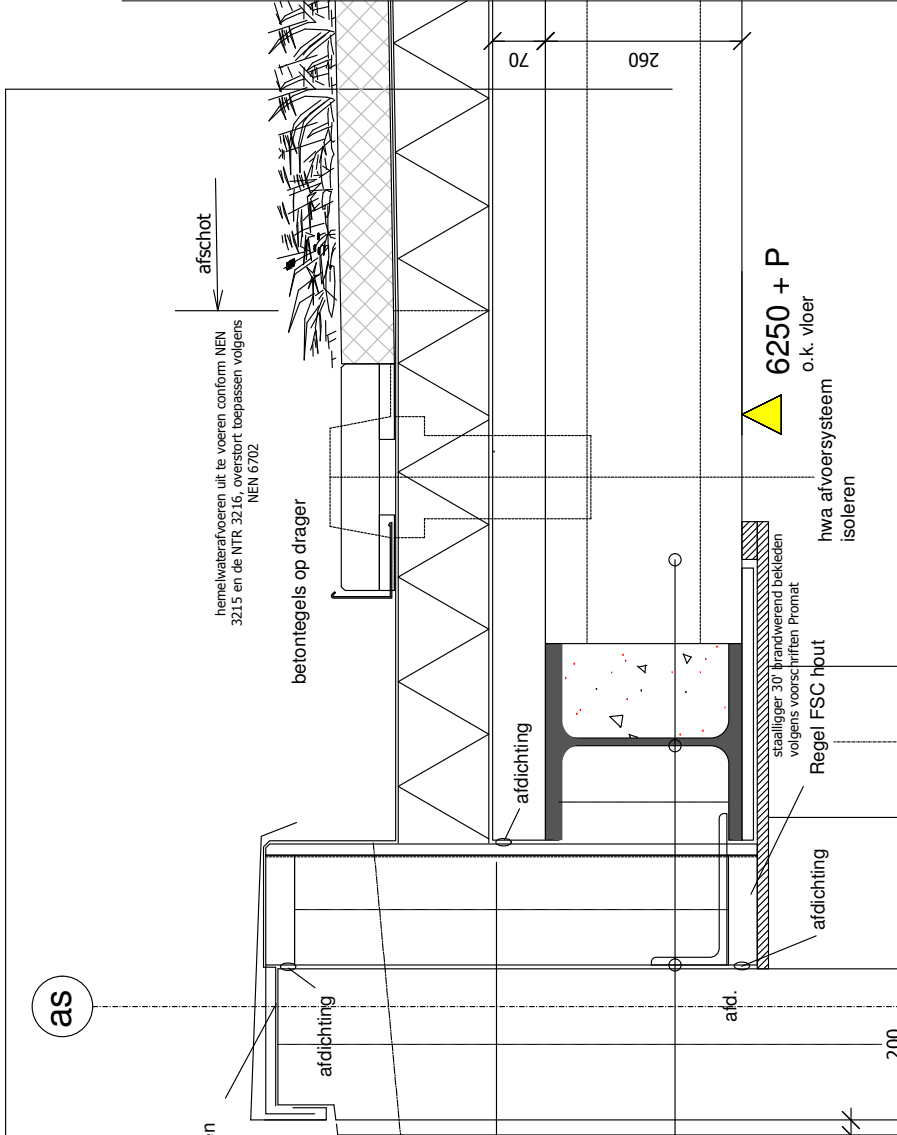
staalprofiel t.b.v. afsteunen gevelpaneel en rekwerk
profiel bevestigen aan achterliggende staalconstructie e.e.a.
volgens gegevens en goedkeuring fabrikant en constructeur
stalen ligger zie gegevens constructeur
staaligger brandwerend bekleden volgens voorschriften Promat
kanaalplaatvloer met 20% betonpuitgranulaat

aanzicht staalkolom

aanzicht bij aansluitende buitenplaat

hart staalkolom

Huidig Dakdetail



dakopbouw

ballastlaag (grind)
2-laags bitumineuze dakbedekking volledig verkleefd
alsmeerlaag warme bitumen 110/30
foamglass afschotplaat
bitumineuze primer

afwerken tegen afdrupend water

aluminium daktrim

compriband

luchtdicht membraam

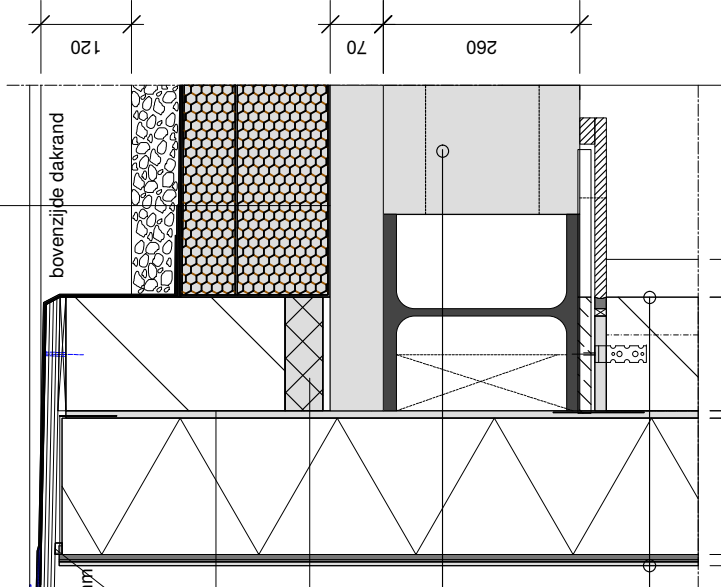
foamglass perinsul

stalen ligger zie gegevens constructeur
staaligger brandwerend bekleden volgens voorschriften Promat
kanaalplaatvloer met 20% betonpuitgranulaat

wandopbouw

sierpleister
wapeningslaag
spanningsverdelende laag
isolatieplaat
hechtlaag
kalkzandsteenwand tussen kolommen

 **6900 + P**
b.k. dakrand



 **6250 + P**
o.k. vloer

Alternatief Dakdetail volgens schaduwprijs

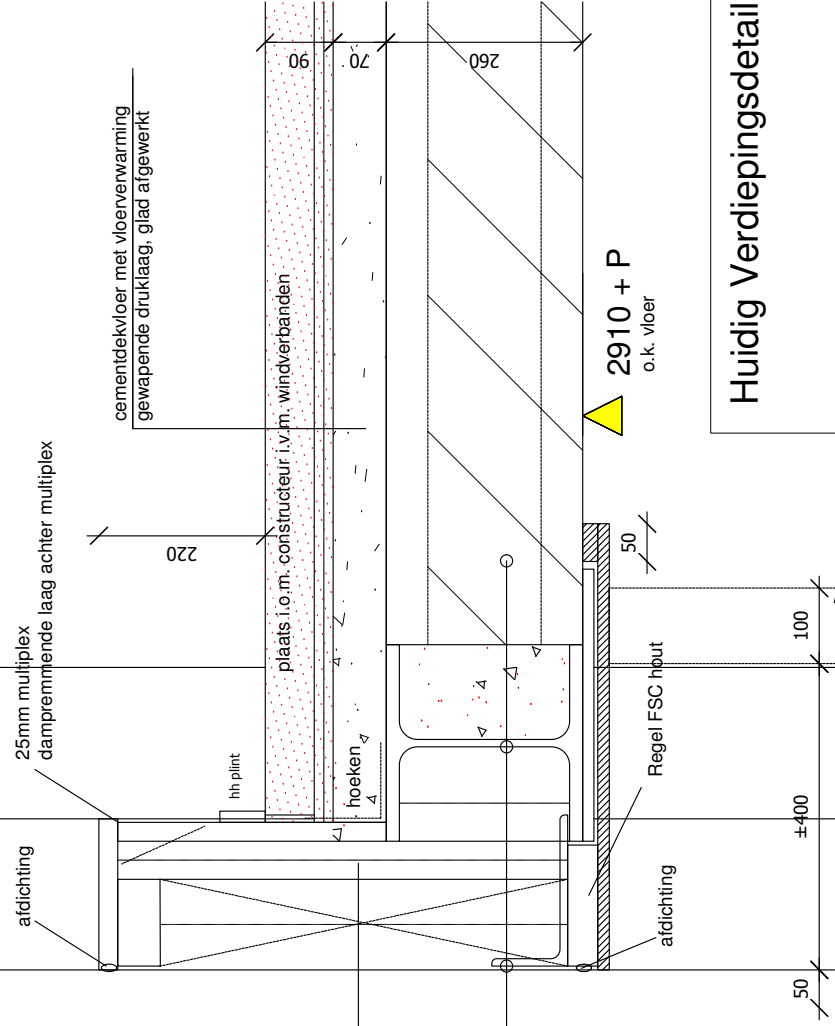
- grind als ballastlaag
- isolatie vlaswol + foamglass

aanzicht staalkolom

 3330 + P
b.k. verdiepingsvloer

sandwichpaneel Rockpro WBF o.g.
Rc-waarde paneel minimaal vigs. geldende EPC berekening
uitgangswaarde is een toe te passen Rc van 4,58m²/K/W
houten rekwerk (FSC) volledig opvullen met minerale wol
dichte persing

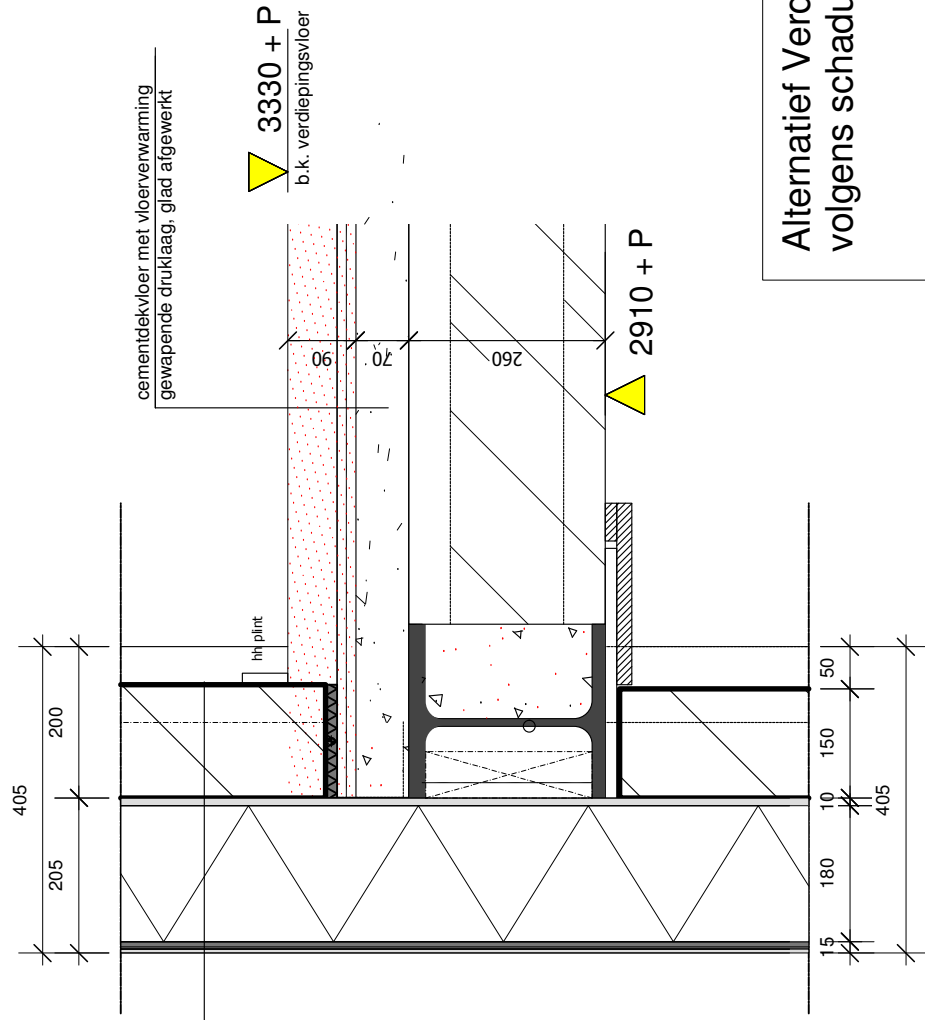
staalprofiel l.b.v. afsteunen geventraand en rekwerk
 profiel bevestigen aan achterliggende staalconstructie e.e.a.
 volgens gegevens en goedkeuring fabrikant en constructeur
 stalen ligger zie gegevens constructeur
 staalleger brandwerend bekleden volgens voorschriften Promat
 kanaalplaatvloer met 20% betonpunggranulaat



Huidig Verdiepingdetail

wandopbouw

sierpleister
wapeningslaag
spanningsverdelende laag
isolatieplaat
hechtlaag
kalkzandsteenwand tussen kolommen

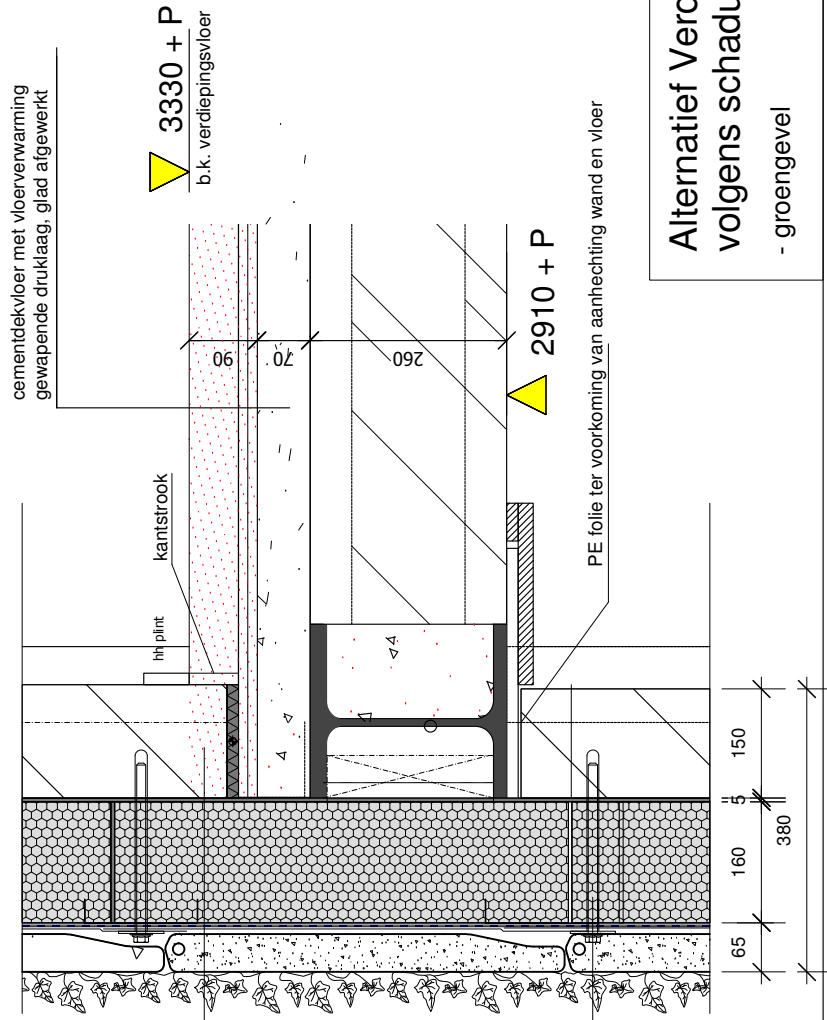


Alternatief Verdiepingsdetail
volgens schaduwprijs

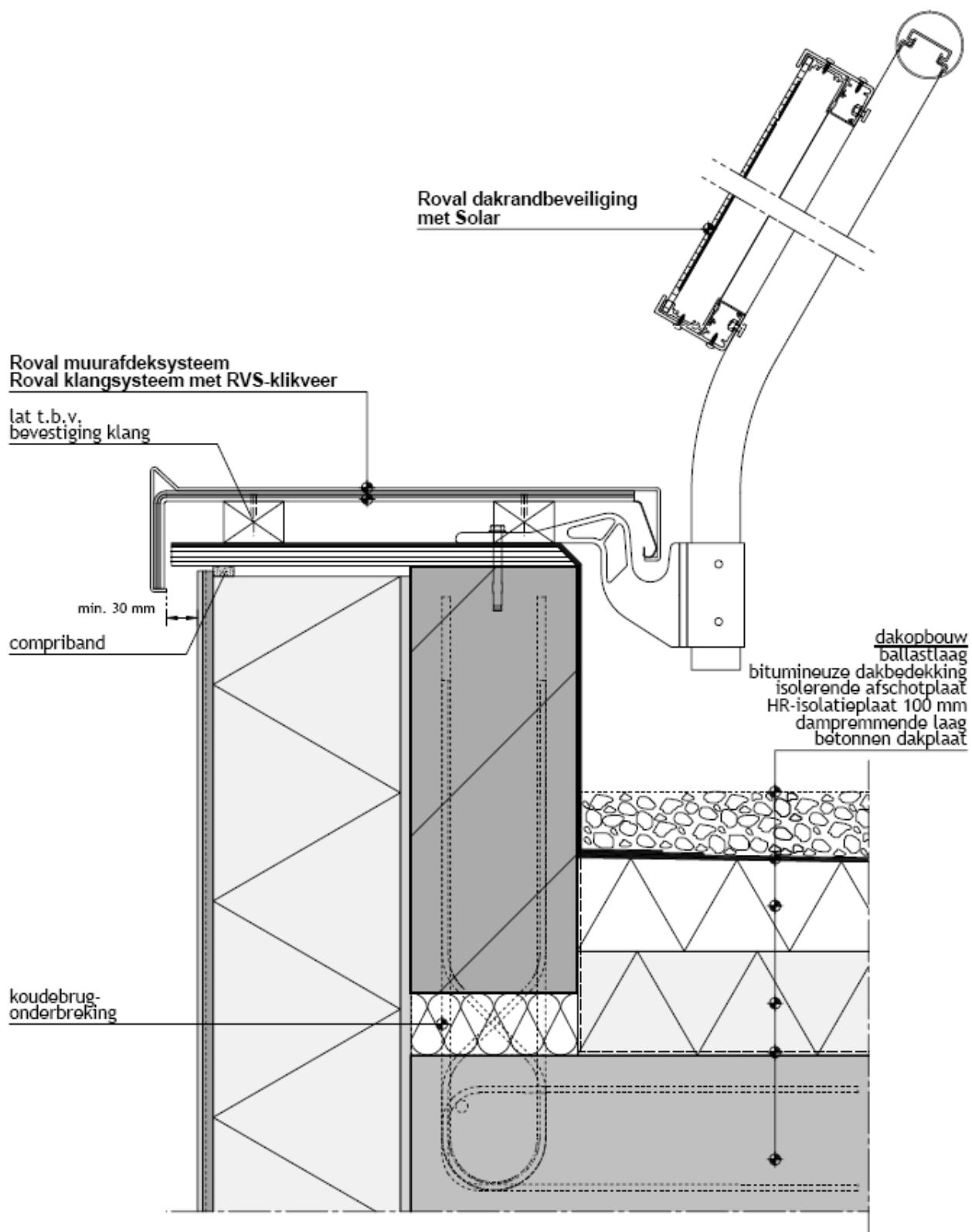
wandopbouw

- verticaal gekweekte groenpanelen
- UV bestendige en worteldoorgroei bestendige dakbedekking
- foamglass
- kleefstof
- kalkzandsteen

bevestigingsankers



Alternatief Verdiepingsdetail
volgens schaduwprins
- groengevel



HOOFDSTUK 5

3D Promotiemateriaal

Hoofdstuk 5, 3D Promotiemateriaal

5.1 Vergadering Tiel met de buurt en alle overige betrokkenen

Als laatst wil ik in dit onderzoek aandacht besteden aan het 3D-promotiemateriaal. Op donderdag 10 maart vond er een buurtvergadering plaats waar de omwonende kennis konden nemen van het ontwerp van de school.

Om naast de presentatie het ontwerp meer inzichtelijk te maken is er een 3D ontwerp gemaakt in het programma Archi-Cad. De afbeeldingen zijn te vinden in bijlage 5.1.1 en is te vinden achter dit hoofdstuk.

5.2 Film

Als laatst is er een film gemaakt van het 3D model. Deze is ook getoond op de vergadering om een nog duidelijker beeld te krijgen van het terrein. Deze zal ook bij de eindpresentatie van dit onderzoek getoond worden eind juni.

BIJLAGE 5.1.1

NIEUWBOUW



sforzando



*"Een duurzaam en innovatief bouwproject
met **breeam** ambitie"*

RC Bouwplan b.v.



konstruktieburo krabbendam-boerkoel b.v.
adviseurs voor gewapend beton-, staal- en houtconstructies

BRINK  **BOUW**

tib Installatietechnik B.V.

KROPMAN
INSTALLATIETECHNIEK



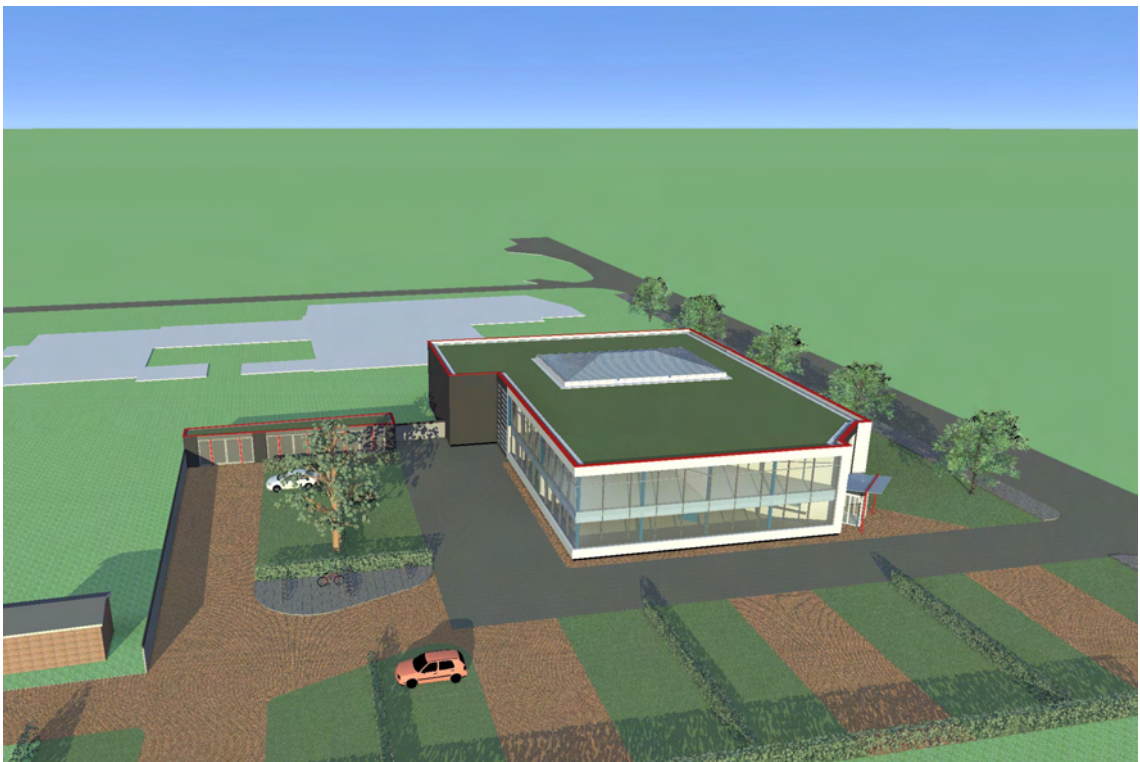
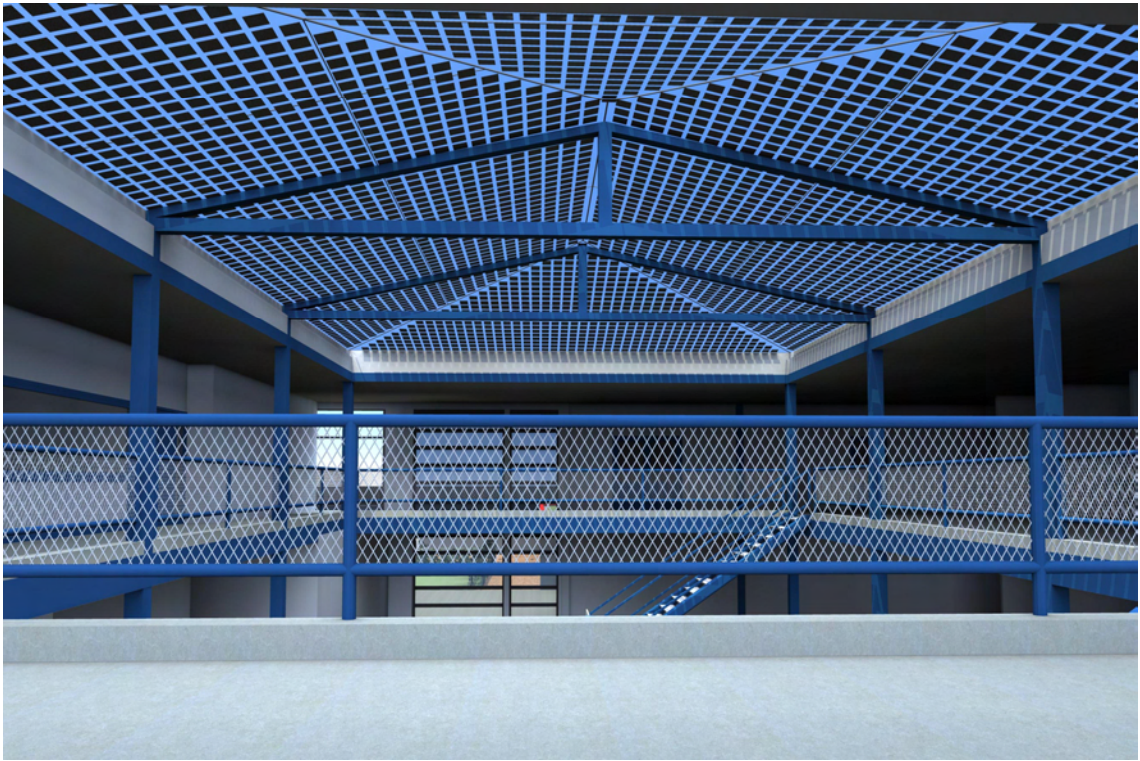


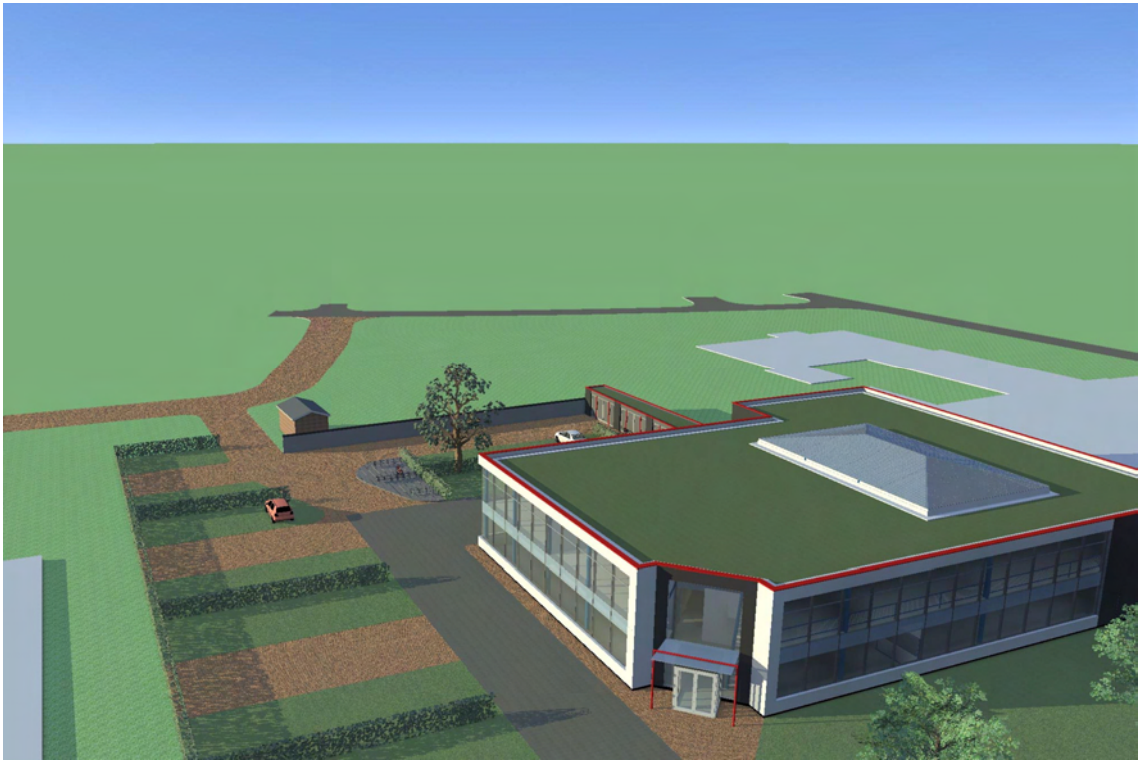


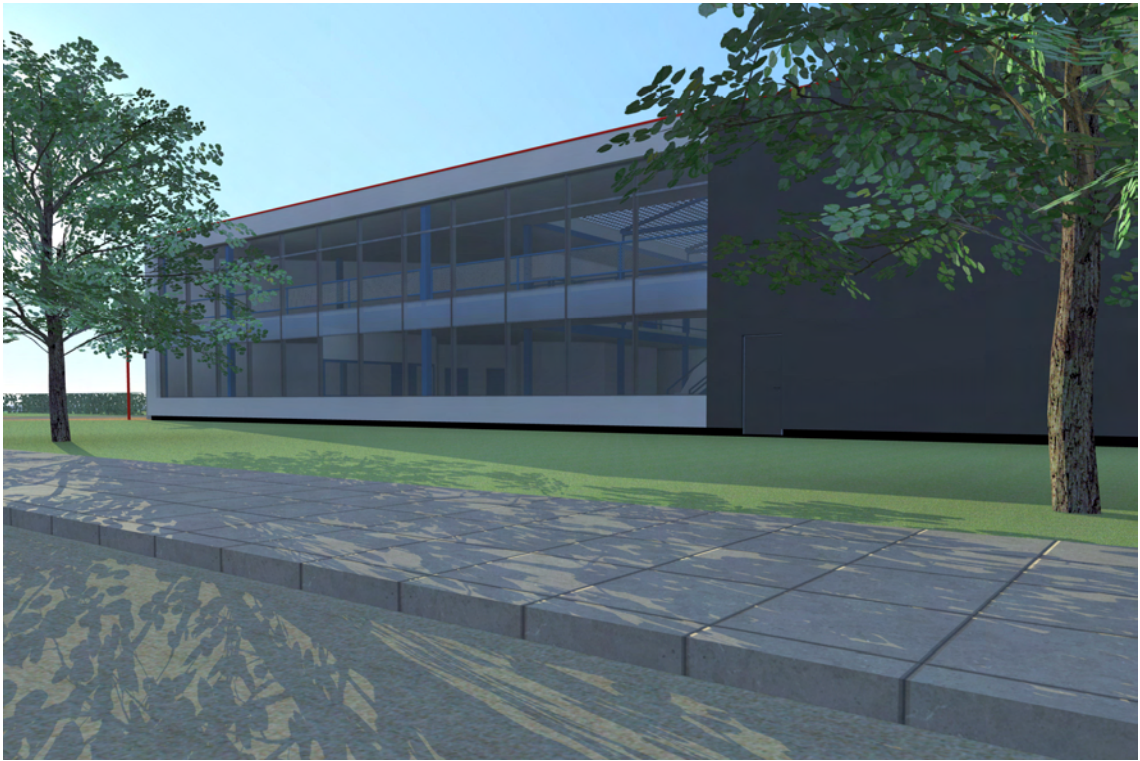












HOOFDSTUK 6

Eindconclusie & Aanbevelingen

Hoofdstuk 6, Eindconclusie en Aanbevelingen

6.1 Conclusies

Onderzocht is of het duurzaamheidskeurmerk BREEAM-NL voldoende betrouwbaar en vernieuwend is om het nieuwe schoolgebouw in Tiel te laten certificeren. Er is onderzoek gedaan naar de resultaten uit GPR en het BREEAM-NL pre-assessment rapport. Ook is er gekeken naar de terugverdientijden van de extra investeringen van de duurzame installaties. Het onderzoek heeft de volgende resultaten opgeleverd:

1. BREEAM-NL heeft een betrouwbare achtergrond.

BREEAM-NL heeft zijn oorsprong in het Britse BREEAM. Deze laatste bestaat al 20 jaar en heeft andere grote internationale keurmerken als LEED en Green Globe voortgebracht. Gezien deze positieve achtergrond schept BREEAM-NL veel vertrouwen om ook in Nederland een succes te worden waarmee internationale communicatie en vergelijkbaarheid mogelijk wordt.

BREEAM-NL wordt ontwikkeld door de Dutch Green Building Council. Deze onafhankelijke stichting maakt het mogelijk dat marktpartijen deel worden van de DGBC en veel kennis gebundeld wordt om een kwalitatief hoogwaardig keurmerk te ontwikkelen.

2. Het keurmerk BREEAM-NL is vernieuwend op de Nederlandse markt.

De bestaande Nederlandse keurmerken als GPR Gebouw heeft zijn marktaandeel en waarde voor een duurzamere gebouwde omgeving. Dit keurmerk beoordeelt echter niet het volledige onderdeel duurzaamheid. BREEAM-NL is met negen categorieën een veel vollediger keurmerk dat nog niet op de Nederlandse markt bestond. Het is zelfs zo dat er in Nederland nog geen school is die BREEAM gecertificeerd is. Omdat de verwachting is dat BREEAM erg belangrijk wordt in Nederland betekent kan dit een enorme publiciteit opleveren voor de opdrachtgever, de architect en andere betrokkenen bij de ontwikkeling van de school. Hiernaast geeft het ook nog het goede voorbeeld naar andere opdrachtgevers en projectontwikkelaars om het duurzaam bouwen te blijven stimuleren.

3. Het ontwerpen van een gebouw volgens de richtlijnen van BREEAM-NL levert een duurzamer gebouw.

De negen categorieën en vele credits in BREEAM-NL zijn een goede maatstaf om een duurzaam gebouw te ontwerpen en beoordelen. De duurzame gebouwen in Nederland zijn voornamelijk gericht op een hoge energieprestatie. BREEAM-NL brengt duurzaamheid in een veel breder perspectief. Naast de categorie Energie speelt de categorie Gezondheid nu ook een grote rol.

4. De score uit het GPR onderzoek kan voor elk onderdeel aanzienlijk hoger uitvallen na relatief kleine reële aanpassingen, ook nog in dit stadium van het ontwerp.

De score is positief, alleen moet in het achterhoofd worden gehouden dat het cijfer zes hier gelijk staat aan het Bouwbesluit. Omdat de instelling van de opdrachtgever en architect is om een zo duurzaam mogelijke school te ontwerpen kan dit beter. Het gaat hierbij om de onderwerpen energie, milieu en toekomstwaarde die verbeterd kunnen worden.

5. Uit GPR komt een positieve score om het onderzoek te hervatten en door te gaan met het BREEAM pre-assessment rapport

Een sterk punt van het gebouw zijn de watervoorzieningen in het gebouw. Hierbij is veel aandacht besteed aan het onderdeel gebruikskwaliteit wat is terug te zien in de uiteindelijke score bij dit onderdeel.

Het schoolgebouw scoort goed met het programma GPR, er wordt nu een A-label gescoord met drie sterren. Echter, het is mogelijk om met kleine en reële aanpassingen een betere score te krijgen. De verwachting is dat, als een groot deel van de naar voren gekomen aanpassingen worden uitgevoerd, er een A-label wordt verworven met vier tot vijf sterren. Over het geheel gezien kan er dus met de behaalde resultaten het BREEAM traject in te gaan.

6. Op basis van het onderzoek naar de categorie Materialen in BREEAM-NL, blijkt dat het keurmerk nog niet volledig is ontwikkeld.

Het keurmerk BREEAM-NL heeft een snelle start gemaakt, maar uit het onderzoek blijkt dat het op bepaalde delen onvoldoende is ontwikkeld voor de Nederlandse markt als het gaat om de materialen credit.

De credit Bouwmaterialen

Om de milieulast van bouwmaterialen te bepalen voor de credit MAT 1 wordt gebruik gemaakt van het bestaande programma GPR Gebouw of andere programma's zoals GreenCalc+. Bij deze programma's komen er echter verschillende waarden voor de schaduw prijzen uit. Er is weliswaar initiatief genomen om dit op te lossen met een geharmoniseerde materialendatabase, maar de ontwikkeling hiervan staat nog in de kinderschoenen en zal naar verwachting ook nog enige tijd duren. De verschillen tussen deze twee keurmerken zijn ontoelaatbaar groot. Hiervoor moet daarom op korte termijn al een oplossing worden geboden. Voor het bepalen van de schaduw prijs voor MAT 1 verdient GPR Gebouw de voorkeur maar deze is onvolledig en onvoldoende geschikt als ontwerptool. Daarnaast is de eis voor de totale 6 punten dusdanig hoog dat het de motivatie om duurzame materialen toe te passen in de weg staat. De score van het gebouw in Tiel komt zonder de aangegeven veranderingen in dit onderzoek op 0 punten. Na aanpassingen in het ontwerp die reëel zijn kan de totale score nog op 2 punten komen.

7. De score van het pre-assessment rapport van BREEAM komt neer op een "good", maar kan met inzet van alle betrokken partijen rondom de ontwikkeling van de school in Tiel nog uitkomen op een "very good"

De score voor het pre assessment is een "good". Dit kan hoger uitvallen en ik verwacht dat met aanpassingen in het ontwerp het mogelijk is een "very good" te scoren. Hoger dan een "very good" is naar mijn mening niet reëel voor het schoolgebouw. Het zou een mooie prestatie zijn om een "very good" te halen en de eerste school in Nederland te worden die dit kan realiseren.

In bijlage 2.1.2 is er lijst te zien van alle verbeterpunten met de daarbij behorende scores die behaald kunnen worden per onderdeel. Wanneer alle punten behaald worden, zou dit betekenen dat er "excellent" gescoord wordt. Dit is echter niet reëel. In dit overzicht zijn de punten aangegeven die wel te behalen zijn en te zien is dat een "very good" score mogelijk is, namelijk een score van 58 % . De school scoort op dit moment 47,83 %.

8. De terugverdiertijden van de duurzame installaties vallen tegen

De duurzame installaties in het schoolgebouw zijn een grote extra investering. Het voordeel echter is dat er geen maandelijkse uitgaven meer aan de energieleverancier hoeven worden gedaan. De terugverdiertijden die de installaties hebben vallen wel tegen. Hier staat tegenover dat de school een zichtbaar goed voorbeeld geeft aan de buitenwereld wat betreft de duurzaamheid van de school. Vooral de windmolen met zijn lange terugverdiertijd zal voor het grootste deel hiervoor dienen.

De verlichting is wel snel terugverdiend en is een goede milieuvriendelijke manier om energie te besparen. Dit komt omdat de investering minder groot is, en tevens levert het direct een merkbare besparing in de energiekosten op.

6.2 Aanbevelingen

Na de conclusies getrokken te hebben, kom ik tot de volgende aanbevelingen:

Bij volgende projecten is het van belang om parallel met het programma GPR Gebouw te ontwerpen. Ook is het van belang voor het ontwerpproces met BREEAM om tafel te gaan zitten. Dit om puntenmindering in een later stadium te voorkomen. Op dit moment zijn er veel punten misgelopen omdat er te laat onderzoek is gedaan met BREEAM en GPR Gebouw.

De verbeterpunten in het BREEAM onderzoek moeten zo goed als mogelijk worden aangepast en uitgevoerd om een "very good" te kunnen scoren.

Het is belangrijk dat voor, tijdens en na de bouw ten alle tijden de controle wordt gehouden op de zaken waar in BREEAM punten voor worden gegeven.

De installaties hebben een lange terugverdientijd, maar kunnen worden behouden omdat er veel punten voor worden toegekend in BREEAM en als de installaties zoveel mogelijk in het zicht worden geplaatst heeft dit als extra functie dat de installaties kunnen gelden als educatief middel voor de technische installatie studenten.

De materialen en dus ook de detaillering kunnen niet meer worden aangepast. Dit zal niet reëel zijn aangezien het ontwerp al klaar is en de eerste funderingspaal al bijna de grond in gaat. Het zou teveel tijd en geld kosten en het ontwerp zoals het nu bedoeld is zou onherkenbaar worden.

Het verdient tevens aanbeveling om op de hoogte te blijven van de ontwikkelingen bij BREEAM zodat men steeds over de laatste stand van zaken beschikt en er geen punten worden misgelopen.

Het is mogelijk een mooie score te halen voor het uiteindelijke BREEAM certificaat, mijn laatste aanbeveling is dan ook de aangegeven punten na te leven en zo de eerste school in Nederland te bouwen die dit toegekend zou krijgen.

Literatuur

BRE Global. *BREEAM: the Environmental Assessment Method for Buildings Around The World* [Online]

Beschikbaar op: <http://www.breeam.org/>

[Bezocht op 20 maart 2011].

Bruyn, S.M. de, (CE Delft) et al., 2010. Handboek Schaduw prijzen. Waardering en weging van emissies van milieueffecten. [internet]

Beschikbaar op:

http://www.ce.nl/publicatie/handboek_schaduw_prijzen:_waardering_en_weging_van_emissies_en_milieueffecten/1027?PHPSESSID=ae89bbadbe121cd53f6ef1e6eb5deb2d

[Bezocht op 16 April 2011].

Dutch Green Building Council. *BREEAM-NL* [Online]

Beschikbaar op: <http://www.breeam.nl/>

[Bezocht op 20 maart 2011].

Dutch Green Building Council [Online]

Beschikbaar op: <http://www.dgbc.nl/>

[Bezocht op 20 maart 2011].

Bouwbeurs 2011

jaarbeurs Utrecht

[Bezocht op 9 februari 2011]

Raadgevend Ingenieursbureau Smits van Burgst

BREEAM informatie en assessment rapport

[Bezocht op 24 maart 2011]

IWM opdrachtgever InstallatieWerk Midden

Beschikbaar op: www.iwnederland.nl/midden

[Bezocht op 10 februari 2011]

Foamglas isolatie, isoleren met aandacht voor de toekomst

Beschikbaar op: www.foamglas.nl

[Bezocht op 10 maart 2011]

Optigroen, dak en gevelbegroeiing

Beschikbaar op: www.gevelbegroeiing.net

[Bezocht op 10 maart 2011]

Solar Sandwich Panel, Isolatiepaneel met geïntegreerde zonnecollector

Beschikbaar op: www.metaflex.nl

[Bezocht op 24 maart 2011]

Sapa buildingsystem, Fotovoltaische energie. Architectal aluminium solutions

Beschikbaar op: www.sapabuildingsystem.nl

[Bezocht op 24 maart 2011]

GPR gebouw, consumentenlabel met duurzaamheidsscore

Beschikbaar op: www.gprgebouw.nl

[Bezocht op 15 februari 2011]

Lijst met afbeeldingen

<i>afb. 1 Schaduwrijzen en LCA profielen</i>	3
<i>afb. 2 resultaten huidig ontwerp Tiel</i>	5
<i>afb. 3, resultaten na voorgestelde wijzigingen.....</i>	11
Beschikbaar op: www.gprgebouw.nl	
<i>afb. 4, Score overzicht van BREEAM gecertificeerde gebouwen</i>	14
<i>afb. 5, Overzicht van gecertificeerde gebouwen per gebruiksfunctie.....</i>	15
<i>afb. 6, totstandkoming van de uiteindelijke BREEAM score</i>	17
Beschikbaar op: www.breeam.org	
<i>afb. 7, Efficiëntie polycrystalline Pv-cellen.....</i>	27
<i>afb. 8, opbrengst uitgezet tegen de transparantie van de Pv-cellen.....</i>	28
Beschikbaar op: www.sapabuildingsystem.nl	
<i>afb. 9, werking van KWO systeem</i>	31
Beschikbaar op: www.waternetwerk.nl/nieuws/artikel/170/	
<i>afb. 10, voorbeeld daglichtregelaar</i>	32
<i>afb. 11, voorbeeld aanwezigheid detectie</i>	33
<i>afb. 12, voorbeeld LED verlichting</i>	33
Beschikbaar op: http://www.electroshop.nl	
<i>afb. 13, schaduwrijzen per milieueffect</i>	37
<i>afb. 14, schaduwrijzen per milieu effect huidig ontwerp</i>	39
Beschikbaar op: www.gprgebouw.nl	
<i>afb. 15, percentage onder de schaduwrijzen van 0,8 huidig ontwerp</i>	39
<i>afb. 16, schaduwrijzen per milieu effect alternatieve materialen.....</i>	41
Beschikbaar op: www.gprgebouw.nl	
<i>afb. 17, percentage onder de schaduwrijzen van 0,8 alternatieve materialen</i>	41
<i>afb. 18, voorbeeld van een levenscyclus van staal</i>	42
Beschikbaar op: http://www.indufed.be/nl/index.php?option=com_content&view=article&id=47&Itemid=59&lang=nl	

Lijst met tabellen

<i>tabel 1, symbolen GPR.....</i>	4
<i>tabel 2, Wegingsfactor subonderdelen GPR</i>	4
Beschikbaar op: www.gprgebouw.nl	
<i>tabel 3, Hoofdcategorieën binnen BREEAM</i>	16
<i>tabel 4, Wegingsfactoren per categorie binnen BREEAM</i>	17
Beschikbaar op: www.breeam.org	
<i>tabel 5, Prijsoverzicht gas, water en licht</i>	34
Beschikbaar op: energienota eneco bestaande IWM school	
<i>tabel 6, score overzicht schaduwrijzen huidig ontwerp.....</i>	39
<i>tabel 7, score overzicht schaduwrijzen alternatieve materialen</i>	41
Beschikbaar op: www.gprgebouw.nl	

Verklarende woordenlijst

AssessmentTool

Software tool waarmee gebouwen geregistreerd kunnen worden voor beoordeling en waarmee het totale beoordelingsrapport (assessmentrapport) wordt samengesteld. Uitsluitend via de tool geregistreerde projecten worden door de DGBC behandeld.

Assessor

Gekwalificeerde beoordelaar met betrekking tot BREEAM-NL, werkzaam voor een Gelicenseerde Organisatie.

BREEAM

BREEAM is een beoordelingsmethode om de Duurzaamheid van gebouwen te bepalen. BREEAM staat voor Building Research Establishment Environmental Assessment Method en werd oorspronkelijk ontwikkeld en geïntroduceerd door het Building Research Establishment (BRE), een Engelse onderzoeksinstantie enigszins vergelijkbaar met het Nederlandse TNO. BREEAM stelt een standaard voor een duurzaam gebouw en geeft vervolgens aan welk prestatieniveau het onderzochte gebouw heeft. De bedoeling is gebouwen te analyseren en verbeteren. Het systeem maakt gebruik van kwalitatieve weging; als totaalscore krijgt een gebouw één van de volgende waarderingen: Pass, Good, Very Good, Excellent of Outstanding.

Broeikaseffect

Verschuinsel dat bepaalde gasen in de atmosfeer de uitstraling van warmte door het aardoppervlak tegenhouden. Vaak ten onrechte gebruikt voor de toename van het broeikaseffect door een toename van koolstofdioxide in de atmosfeer.

BVO

Bruto vloeroppervlak van de school in Tiel. Bij de bepaling van de bruto vloeroppervlakte (BVO) telt de oppervlakte van alle binnenwanden, schachtruimten en een deel van de woningscheidende wanden tot het hart van de scheidingslijn mee. BVO wordt gemeten langs de opgaande scheidingsconstructie, dus langs de buitenomtrek van een buitenwand (voor/achtergevel), of de hartlijn van een woningscheidende wand (bouwmuur).

CO₂ emissie

Terugbrengen van de koolstofdioxide uitstoot

DGBC

DGBC staat voor Dutch Green Building Council. Het is een onafhankelijke non-profit organisatie die streeft naar blijvende verduurzaming van de bebouwde omgeving in Nederland. Daartoe ontwikkelt de organisatie keurmerken voor een onafhankelijke beoordeling van gebouwen (zowel nieuw als bestaand) en gebieden op het gebied van Duurzaamheid. De Dutch Green Building Council ontstond in 2008 als een door de vastgoed- en bouwbranche geïnspireerd initiatief vanwege de toenemende vraag naar toetsing van duurzame ontwikkeling in het vakgebied. De DGBC opereert zonder winstoogmerk en is ook geen (semi-) overheidsorganisatie. De stichting wordt financieel ondersteund met de bijdragen van de DGBC-participanten: bedrijven en organisaties uit de branche die Duurzaamheid als hoge prioriteit zien.

Duurzaam

Product of dienst 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 (definitie van de VN-commissie Brundtland uit 1987).

Expert

Gekwalificeerde procesmanager en inhouddeskundige met betrekking tot BREEAM-NL.

Ecotoxiciteit

Ecotoxiciteit is een onderdeel van de gevaaridentificatie waarbij men onderzoekt of milieuvervuiling/gevaarlijke producten een schadelijk effect hebben op andere organismen dan de mens (micro-organismen, invertebraten, planten, vertebraten - in water en bodem).

EPC

Nieuwe gebouwen moeten aan bepaalde eisen voldoen op het gebied van energiezuinigheid. Dit wordt uitgedrukt in de energieprestatiecoëfficiënt (EPC). Hoe lager de EPC, hoe zuiniger het gebouw. De EPC-berekening is onbeperkt geldig tenzij het pand ingrijpend gerenoveerd wordt

GBO

Bij de berekening van het gebruiksoppervlak (GBO) telt de oppervlakte van alle niet dragende binnenmuren en stijgpunten mee en dragende muren en schachtruimte niet mee. GBO wordt gemeten binnen de buitenwanden, waarbij al het vrije vloeroppervlakte moet worden meegerekend met een netto hoogte > 1,5 m. Zowel bij GBO en BVO worden alle verkeersruimten incl. trapgaten gewoon meegerekend. Het enige wat mag worden afgetrokken zijn vides met een oppervlakte groter dan 4 m² en de oppervlakte van vrijstaande constructiedelen groter dan 0,5 m²

GPR

GPR Gebouw geeft inzicht in de duurzaamheid van een gebouw, gebruikmakend van de meest recente methodes en ontwikkelingen. Na de invoer van de gegevens wordt worden prestaties zichtbaar op de modules Energie, Milieu, Gezondheid, Gebruikskwaliteit en Toekomstwaarde. Per module verschijnt een waardering op een schaal van 1 tot 10.

Greencalc, EPC norm, Eco-quantum, LEED

Labels en beoordelingsmethoden om de duurzaamheid van een gebouw te bepalen

Grijs watersysteem

Grijswatersystemen zijn technische systemen om afvalwater te hergebruiken, in het geval van de school in Tiel wordt het water van de lichtstraat opgeslagen en gebruikt voor o.a. toiletspoelingen.

Humane toxiciteit

organische en anorganische toxische componenten die invloed hebben op de menselijke gezondheid.

IWM

Opdrachtgever van het project in Tiel. IWM staat voor Installatie Werk Midden, een

Milieu

De omgeving waarin iets of iemand leeft.

Ozonlaag

De aardatmosfeer beschermt het leven op aarde door een gedeelte van de schadelijke straling die afkomstig is van de zon tegen te houden. Zo wordt het schadelijkste deel van de ultraviolette straling uit zonlicht tegengehouden door de ozonlaag die zich op ongeveer 15-45 kilometer hoogte bevindt.

PV cellen

Het dak van de school wordt voorzien van PV-panelen, waarmee stroom wordt opwekt door middel van zonlicht. PV is een afkorting van photovoltaïsch. De term 'photo' duidt op licht, 'voltaïsch' op elektriciteit: in een PV- systeem wordt zonlicht omgezet in elektrische stroom

RC-waarde

De R-waarde geeft het warmte-isolerend vermogen van een materiaallaag aan, vaak gebruikt als isolerende waarde van dubbelglas, muren, vloeren, daken. De R is de *warmteweerstand* van een materiaallaag. Met Rc wordt de R waarde van de totale constructie bedoeld

Schaduwprijs

Materialen hebben een bepaalde milieubelasting over hun gehele levenscyclus. De schaduwprijs is bepaald op 0,8 euro/m². Voor elke 10% dat de milieubelasting onder deze 0,8 zit, valt een punt te verdienen in BREEAM. De schaduwprijs kan berekend worden met GPR.

Smog

Smog (ook wel: rookmist of roetnevel) is luchtvervuiling die in een bepaalde periode opeens sterk toeneemt

Terugverdientijd

De tijd dat een aangeschaft product meer oplevert dan de extra investering die gedaan is.

Warmtepomp

Een warmtepomp is een apparaat dat warmte verplaatst door middel van arbeid. Warmtepompen worden steeds meer gebruikt voor verwarming van gebouwen. Vooral als zij gecombineerd worden met zonnecollectoren, kunnen ze een grote vermindering van de CO₂-uitstoot helpen realiseren.

KWO

Koude- en Warmteopslag (KWO) is een methode om energie in de vorm van warmte of koude op te slaan in de bodem. De techniek wordt gebruikt om gebouwen te verwarmen en/of te koelen.