

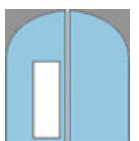
Duurzame Hoogbouw

Creating space for a sustainable future

“Onderzoek naar de financiële consequenties van duurzaam ontwikkelen van hoogbouwprojecten in Nederland”



 **TU Delft**
Technische Universiteit Delft



Duurzame Hoogbouw

Creating Space for a sustainable future

P5 rapport, Oktober 2008

Naam student: J.P.C. Hoffman
Studienummer: 1038796
Adres: Rijnstraat 214-II
1079 HT Amsterdam
Telefoonnummer: +31 (0)6-24918585
E-mail: joosthoffman35@hotmail.com
jhoffman@student.tudelft.nl
Opleiding: Bouwkunde
Afstudeerlab: Project Management



Onderwijsinstelling: Technische Universiteit Delft
Faculteit: Bouwkunde (oude hoofdgebouw)
Adres: Julianalaan132
2628 Delft
Telefoonnummer: +31 (0)15-2789805
Hoofd begeleider: Ing. P. de Jong
Tweede begeleider: Dr. Ir. A. van den Dobbelssteen
Extern adviseur: Dr. ir. T. de Jonge

Afstudeerbedrijf: Multi-Vastgoed
Adres: Hanzeweg 16
Postbus 875b
2800 AW Gouda,
Telefoonnummer: +31 (0)182-690962
Afstudeerbegeleider: ing. M.X. Praagman
Functie: adjunct-directeur Techniek
Telefoonnummer: +31 (0)182-690962
E-mail: mpraagman@multivastgoed.nl

Duurzame Hoogbouw

Creating Space for a sustainable future

Dit is het afstudeerrapport van Joost Hoffman. Het rapport bevat een analyse en een onderzoek naar duurzame hoogbouw. Het afstuderen geschied bij de afdeling Real Estate & Housing aan de Faculteit Bouwkunde van de TU Delft. De gehele inhoud © Joost Hoffman, tenzij anders aangegeven.

De prijzen die genoemd worden in dit rapport zijn vaak afgeronde prijzen en dus niet de werkelijke, dit om geheimhouding van de werkelijke prijzen te garanderen en eventuele concurrenten in het ongewis te laten.

Niets van deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van, fotokopie, microfilm, software of op welke andere wijze dan ook, zonder toestemming van de TU Delft en Multi-vastgoed.

Voorwoord

Voor iedereen die betrokken is of zal raken in de hoogbouw, is kennis van gebruikte grond, materialen, installaties en management vormen onontbeerlijk. De bouwwereld en specifiek het gebruik van bouwmaterialen, heeft over de gehele wereld grote invloed op het milieu en de menselijke gezondheid.

(A. van den Dobbelsteen, 2005)

Dit afstudeerrapport is geschreven in het kader van het afstudeeronderzoek bij de afdeling Real Estate & Housing van de faculteit der Bouwkunde onderdeel van de Technische Universiteit Delft.

Dit rapport is onderdeel van de vijfde peiling. In de vijfde peiling wordt het onderzoek gepresenteerd door middel van een rapport en een presentatie *(Geraedts & Prins, 2007)*. Voor u ligt het P5 rapport.

Het rapport is een het eindresultaat van mijn afstuderen. Het rapport heeft als doel de bevindingen van mijn afstudeeronderzoek te rapporteren met daarin de behaalde resultaten. Het eerste hoofdstuk is een inleidend hoofdstuk waarin de wetenschappelijke en maatschappelijke problematiek uiteen wordt gezet en de opzet van het onderzoek staat beschreven. Hoofdstuk 2 vormt het theoretisch kader van het onderzoek en vormt de wetenschappelijke onderbouwing van het onderzoek. In de twee daaropvolgende hoofdstukken worden de verkregen data verwerkt en vervolgens geanalyseerd. In het vijfde en laatste hoofdstuk worden de conclusies en aanbevelingen uiteengezet.

De conclusies in dit rapport zijn gedeeltelijk tot stand gekomen door de vele gevoerde gesprekken op de Tu Delft en binnen Multi-vastgoed. Bij deze wil ik van de gelegenheid gebruik maken iedereen hartelijk te bedanken voor de bijdragen aan mijn onderzoek. Tevens wil ik mijn stagebegeleider Marco Praagman bedanken voor zijn begeleiding. Tenslotte wil ik mijn afstudeerbegeleiders van de TU-Delft Peter de Jong, Any van den Dobbelsteen en mijn extern adviseur van Winket voor de bouw, Tim de Jonge bedanken.

Rest mij u veel leesplezier toe te wensen bij het lezen van dit rapport.

Joost Hoffman,
Amsterdam, september 2008

Afkortingenlijst

AK	Algemene Bedrijfskosten
ABK	Algemene Bouwplaatskosten
BDB	Bureau Documentatie Bouwwezen
BK	Bouwkosten
BREEAM	Building Research Establishment Environmental Assessment Method
BTW	Bruto Toegevoegde Waarde
BVO	Bruto Vloeroppervlakte
CAR	Construction all risk
CBS	Centraal Bureau voor de Statistiek
CTBUH	Council on tall Buildings and Urban Habitat
DGBC	Dutch Green Building Council
DK	Directe kosten
DIN	Deutsches Institut für Normierung
EPC	Energie prestatie coëfficiënt
EVR	Eco-cost Value Ratio
EWR	Ecokosten waarde ratio
FNO	Functioneel Nuttig Vloeroppervlakte
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
L	Loon
LCA	Levens Cyclus Analyse
ME	Milieu effect
MER	Milieueffectrapportage
MIA	Milieu-investeringsaftrek
NEN	Nederlandse Norm
NVO	Netto Vloeroppervlakte
NO	Nuttig Vloeroppervlakte
Ri	Risico
SVINSK	Student Vriendelijk Informatie Systeem Kosten
TK	Totale Kostprijs
TO	Technische Omschrijving
VVO	Verhuurbaar Vloeroppervlak
VVPK	virtuele verontreiniging preventie kosten genoemd
W	Winst
WKO	Warmte koude opslag
WPC	Water Prestatie Coëfficiënt

Inhoudsopgaven

Voorwoord	vii
Afkortingenlijst	ix
Inhoudsopgaven	x
Samenvatting	xii

Inleiding

1.1 Aanleiding	20
1.2 Probleemanalyse	23
1.3 Relevantie	36
1.4 Probleemstelling	38
1.5 Vraagstelling	40
1.6 Doelstelling	41
1.7 Conceptueel model	42
1.8 Werkwijze	44
1.9 Afstudeerbedrijf	47
1.10 Leeswijzer	50

Theoretisch Kader

2.1 Huidige kennis hoogbouw	54
2.2 Huidige kennis van kosten hoogbouw	65
2.3 Huidige kennis duurzaam ontwikkelen	72
2.4 Duurzame hoogbouw	84
2.5 Verschillende meet methodieken	88
2.6 Milieumeetmethoden	93

Onderzoeksmethode

3.1 Onderzoeksopzet	104
3.2 Milieumeetmethoden	106
3.3 Referentiegebouwen	111
3.4 Verschillende methoden voor bouwkosten bepaling	119

Dataverzameling en Analyse

4.1 Energielabel	123
4.2 BREEAM	125
4.3 GreenCalc+	133
4.4 EVR	135
4.5 Analyse	141
4.6 Verschillende bouwkostenbepalingsmethoden	144

Conclusies en Aanbevelingen

5.1 Conclusie	148
5.2 Aanbevelingen	155

Literatuurlijst	158
-----------------------	-----

Samenvatting

Nederlandse stedenbouwkundigen staan voor een grote uitdaging. Tot 2035 zal de bevolking van ons land blijven groeien. Het CBS stelde vast dat ons land eind 2007 16,2 inwoners telt. In 2035 zullen dat er echter minimaal 17,7 miljoen zijn. Dat is een toename van 1,5 miljoen inwoners. En daarvoor moeten 1,2 miljoen huizen worden gebouwd. Alleen al het bouwen van zoveel woningen is een enorme opgave. Maar daar komen ook nog eens 25.000 hectare bedrijventerrein bij en zal de mobiliteit per inwoner met een kwart stijgen. Nederland zal er over 25 jaar dus heel anders uit zien.

Steden gaan dus steeds meer ruimte in beslag nemen om de groeiende bevolking van ons land een plekje binnen de steeds minder beschikbare ruimte te bieden. Omdat ruimte schaars is en we er duurzaam gebruik van moeten maken kan hoogbouw een goede oplossing zijn.

Hoogbouw biedt veel voordelen. Zo kun je op een klein stukje ruimte tal van functies en voorzieningen kwijt. Maar hoogbouw heeft meer voordelen, hoogbouw zorgt er voor dat het openbaar vervoer rendabeler wordt, helpt bij de ontwikkeling van duurzame mobiliteit en zorgt voor meer mogelijkheden tot hoogwaardige openbare ruimtes.

Er is veel interesse naar hoogbouw van gemeentes en ontwikkelaars om binnenstedelijke problemen op te lossen met hoogbouw.

In de praktijk valt het tegen hoe vaak er uiteindelijk voor deze optie gekozen wordt. Dit komt simpelweg omdat het nu erg veel geld kost. Er is dus behoefte om manieren te vinden om het rendement te verhogen. Een oplossing waar gemeente en ontwikkelaars iets aan hebben.

Een nieuwe trend is zichtbaar. Leefbaarheid, langere termijn visies en duurzaam ontwikkelen beginnen steeds meer waarde te vertonen binnen de vastgoedmarkt. Hoe kunnen verdere binnenstedelijke ontwikkelingen op verschillende vlakken aangestuurd worden voor kwaliteit op langere termijn. Sinds een aantal jaren is er veel aandacht voor duurzaam bouwen.

Duurzaam bouwen staat voor het ontwikkelen en beheren van de gebouwde omgeving met respect voor mens en milieu en is daarmee een onderdeel van de kwaliteit van deze gebouwde omgeving. Duurzaam bouwen, milieubewust bouwen, ecologisch bouwen: deze termen worden steeds vaker gebruikt. Ze staan alle drie voor de aandacht die wordt besteed aan het beperken van de invloed van het bouwen en wonen (of gebruiken van een gebouw) op het milieu.

Er dreigt een patstelling te ontstaan in de ontwikkeling van hoogbouw, doordat enerzijds de gemeente om diverse redenen op bepaalde locaties hoogbouw wenselijk acht, en anderzijds onvoldoende compensatie biedt voor de met de hoogte dalende haalbaarheid voor hoogbouw. Een onderzoek dat de maatschappelijke waarde van hoogbouw, in deze studie toegespitst op het duurzaamheidsvraagstuk, in beeld brengt, kan een positieve bijdrage leveren aan de discussie omtrent de haalbaarheid van hoogbouw en daarmee een verschuiving teweeg brengen in de inbreng van de participanten.

Doel

Het doel van het onderzoek is het verschaffen van inzicht in de kosten die belangrijk zijn voor de bepaling van de bouwkosten van duurzame hoogbouw, om op basis daarvan een bijdrage te kunnen leveren aan het huidige instrumentarium en de bepaling van de (financiële) haalbaarheid van hoogbouw.

Als secundaire doelstelling moet antwoord worden gegeven op prijsstijgingen in de bouwkosten tengevolge van verduurzaming van hoogbouw.

De vraagstelling die bij deze doelstelling past is, hoe kan de kennis over duurzame hoogbouwprojecten toenemen omtrent de bouwkosten en haalbaarheid? En hoe is deze duurzaamheid van hoogbouwprojecten te meten en/of te berekenen?

Methode

Het onderzoek is gestart met een literatuur onderzoek. In deze literatuurstudie zijn drie belangrijke zaken uitgediept. Dit zijn binnenstedelijk problematiek op stedelijk inrichtingsniveau, hoogbouw en duurzaam ontwikkelen. Deze drie punten zijn onderzocht en beschreven in het theoretisch kader wat dient als wetenschappelijke onderbouwing van het onderzoek.

Het vervolg van het onderzoek bestaat uit een referentie onderzoek. In dit referentie onderzoek worden referentieprojecten getoetst aan verschillende milieumeetmethode, waarna conclusies kunnen worden getrokken.

Het eerste deel van dit onderzoek bestaat uit het selecteren van de milieumeetmethoden. Bij het selecteren is gelet op frequentie van gebruik in Nederland, verschillende partijen die de methode gebruiken en specifieke kenmerken van de methode. De methoden die zijn gekozen zijn het Energie Label, GreenCalc+, BREEAM en de EVR-methode. De tabel hieronder geeft de verschillende kenmerken aan van de gebruikte methoden.

	management	energie	gezondheid en welzijn	vervuiling	transport	landgebruik en ecologie	water	materialen en afval	eco-kosten / milieukosten	bouwkosten	Weergave	methode	Gebruiker	schaal	groeimogelijkheden	tijdsduur (complexiteit)	nut
Energie Label		+									EPC	reken	Overheid	A - G	-	uitbesteden	-
GreenCalc+		+					+	+	+		Milieu-index	reken	NL	100 - ...	++	-	+
BREEAM	+	+	+	+	+	+	+	+			milieu cijfer	checklist	internationaal	5 groepen	-	+	+/-
EVR-methode							+	+	+		EVR	reken	TU-Winket	1-100%	+	-	+

De te onderzoeken referentie gebouwen zijn drie gebouwen die worden ontwikkeld door afstudeerbedrijf Multi vastgoed. Bij de keuze van de referentie gebouwen is gelet op een minimale hoogte van 60m, locatie binnen één van de grote Nederlandse steden, verschillende materialen van de draagconstructie en de referenties moeten een kantoor functie hebben. In de tabel hieronder zijn de verschillende kenmerken van de referentie gebouwen af te lezen.

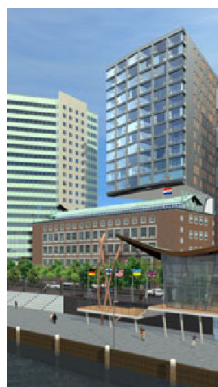
	Locatie	Bouwhoogte	aantal verdiepingen	Draagcon - structie	m ² kantoren	BVO
Grotiustoren	Den Haag	86m	22	Beton	36670 m ²	39929m ²
KJ-plein	Den Haag	97m	27	Beton	43344 m ²	73439 m ²
Hoog aan de Maas	Rotterdam	72m	20	Staal	12736 m ²	12736 m ²



Grotiustoren, Den Haag



KJ-plein, Den Haag



Hoog aan de Maas, Rotterdam

De volgende stap in het onderzoek, nadat de meetmethoden en de referenties bepaalt zijn, is de referenties toetsen aan de verschillende milieumeetmethoden.

De drie referentie gebouwen zijn gemeten vanuit een basis die voor alle drie de gebouwen gelijk is. Voor deze basis is de Technische Omschrijving (TO) van Multi vastgoed gehanteerd. De referenties zijn alle drie vanuit hetzelfde vertrek punt getoetst aan de vier milieumeetmethoden. De verkregen antwoorden staan in de tabel hieronder.

	Energie label	GreenCalc+	BREEAM	EVR
Standaard	E (1,50) >> B (1,1)	163-197 Norm 2007	Pass	39%, Standaard NL
Grotiustoren	A 1	176 2	Very Good 1	44% 3
KJ-plein	A 1	176 2	Good 2	39% 2
Hoog aan de Maas	D 3	195 1	Good 2	35% 1

De tabel geeft naast de uitkosten en de volgorde van duurzaamheid per meetmethode ook de standaard voor een standaard laagbouw kantoorgebouw weer.

Conclusies

De conclusies moeten uiteindelijk een antwoord geven op de vraag en doelstelling van het onderzoek.

Mate van duurzaamheid

De referentie gebouwen scoren redelijk goed tov de standaard laagbouw kantoren. Dit betekent dat een gemiddelde duurzaamheid voor hoogbouw gegarandeerd kan worden. Veel winst is er nog te halen op installatie niveau en op het gebied van materialisatie. Dit zijn zowel de grootste kosten generatoren voor de bouwkosten als wel voor de milieukosten. Een verlaging van deze kosten zal direct een positief resultaat opleveren op de haalbaarheid van hoogbouw.

Duurzame onderdelen van hoogbouw

Kijkend naar de losse onderdelen van hoogbouw in de verschillende meetmethode zijn er geen opvallend duurzame onderdelen te benoemen. Het enige wat opvalt zijn de zeer slecht scorende onderdelen, de draagconstructie, de fundering en de installatie.

Op de installatie kan weinig winst geboekt worden, behalve dat deze energie zuiniger wordt. Op de draagconstructie kan relatief veel winst geboekt worden. Doordat een hoogbouw vaak een langere levensduur heeft dan een laagbouw, zal de toren een aantal keer in haar levensduur groot onderhoud meemaken. Als bij deze renovatieprojecten niets aan de draagconstructieve elementen hoeft worden gedaan, betekent dit een voordeel van hoogbouw. Een makkelijk te transformeren hoogbouw is dus een duurzamer gebouw.

Mogelijkheden om haalbaarheid te vergroten door “duurzame” kenmerken van hoogbouw mee te nemen in de berekening

Doordat hoogbouw vaak een eenvoudige vorm heeft en in ieder geval veel herhalingen van constructieve elementen en gevel elementen bevat, kunnen veel producten prefab gebouwd worden wat veel bouwtijd scheelt. Ook worden grotere hoeveelheden bouwproducten tegelijk op de bouw verwacht, wat de vervoerschade vermindert.

Doordat veel bedrijven zich willen profileren kiezen zij vaak voor een kantoor in een hoogbouw. Hierdoor kunnen de huurprijzen omhoog en is de leegstand van hoogbouw (nog beter bij duurzame hoogbouw) lager dan die van laagbouw.

Doordat bij hoogbouw de vierkante meters boven elkaar worden gerealiseerd in plaats van naast elkaar is er meer ruimte op het maaiveld. Hierdoor ontstaan er allerlei extra mogelijkheden op het maaiveld. Zoals stedelijk groen, betere vervoersmogelijkheden en meer ruimte voor openbare functies. Deze punten vergroten de kwaliteit van de stad aanzienlijk en moeten daarom niet vergeten meegewogen te worden in de haalbaarheid. De stad profiteert van de voordelen van hoogbouw, maar betaald er niet voor.

Deze extra waarde wordt hoger naarmate de grond rond de stad een hogere waarde heeft.

Extra ruimte op het maaiveld is door middel van hoogbouw op verschillende vormen te creëren, een goed voorbeeld hiervan is Hoog aan de Maas, waar de kantoortoren boven het oude gebouw van de Nederlandse bank gebouwd is.

Doordat er bij hoogbouw in één keer veel vierkante meters worden gerealiseerd zijn kosten die aan grote duurzame installaties vast zitten, zoals bij warmte koude opslag (WKO), beter te verrekenen dan wanneer er gefaseerd deze hoeveelheid vierkante meters gebouwd wordt.

De Australiërs Newman en Kenworthy hebben onderzocht dat de milieuschade afneemt naarmate de bouwdichtheid toeneemt. (Dobbelsteen & Wilde, 2004)

In de haalbaarheid wordt nog niet de waarde van een hoogbouw in een stad meegenomen. Een stad krijgt een duidelijker karakter met een landmark als hoogbouw. Het is nog onduidelijk wat dit waard is.

Kosten van hoogbouw en van duurzame hoogbouw

Hoogbouw wordt momenteel op een redelijk duurzaamheidsniveau in Nederland gerealiseerd. Dit blijkt uit de referentie projecten. Om de projecten meer duurzaam te maken is veel geld nodig. Zo blijkt uit onderzoek in BREEAM dat een eerste verduurzamingsstap (van Pass naar Good) ongeveer een stijging van €100 /m² BVO betekend en dat een volgende stap (naar Very Good) ongeveer een stijging van €270 /m² BVO betekend.

Ook uit een onderzoek in de EVR-methode blijkt dat de bouwkosten sterk stijgen als er duurzame producten worden toegevoegd aan het ontwerp. Dit betekend meetal ook een forse stijging van de lasten.

Instrumentarium om te meten

De markt vraagt duidelijk om één alles omvattend hanteerbare meetmethode. Deze bestaat op dit moment nog niet. Een combinatie van de gebruikte methode zou leiden tot een werkzame en een goed te gebruiken instrument voor in Nederland. De DGBC is momenteel bezig met de ontwikkeling van een instrument dat gebaseerd is op BREEAM maar afgestemd op de Nederlandse markt en waar mogelijk GreenCalc+, EPC en GPR geïmplementeerd voor de kwantificeerbare zaken. Dit zou de te hanteren methode kunnen worden waarmee alle partijen rekenen.

1. Inleiding

Deze scriptie begint met de aanleiding tot onderzoek en de relevantie van het onderzoek. Nadat de aanleiding uitgewerkt is in de probleemanalyse, volgen de probleem -, vraag - en doelstelling. In de daarop volgende paragrafen wordt het onderzoek nader toegelicht.

1.1 Aanleiding

Nederlandse stedenbouwkundigen staan voor een grote uitdaging. Tot 2035 zal de bevolking van ons land blijven groeien. Het CBS stelde vast dat ons land eind 2007 16,2 inwoners telt. In 2035 zullen dat er echter minimaal 17,7 miljoen zijn. Dat is een toename van 1,5 miljoen inwoners. En daarvoor moeten 1,2 miljoen huizen worden gebouwd. Alleen al het bouwen van zoveel woningen is een enorme opgave. Maar daar komen ook nog eens 25.000 hectare bedrijventerrein bij en zal de mobiliteit per inwoner met een kwart stijgen. Nederland zal er over 25 jaar dus heel anders uit zien.

Steden gaan dus steeds meer ruimte in beslag nemen om de groeiende bevolking van ons land een plekje binnen de steeds minder beschikbare ruimte te bieden. Omdat ruimte schaars is en we er duurzaam gebruik van moeten maken kan hoogbouw een goede oplossing zijn.

Hoogbouw biedt veel voordelen. Zo kun je op een klein stukje ruimte tal van functies en voorzieningen kwijt. Maar hoogbouw heeft meer voordelen, hoogbouw zorgt er voor dat het openbaar vervoer rendabeler wordt, helpt bij de ontwikkeling van duurzame mobiliteit en zorgt voor meer mogelijkheden tot hoogwaardige openbare ruimtes.

Er is veel interesse voor hoogbouw van gemeenten en ontwikkelaars om binnenstedelijke problemen op te lossen door middel van hoogbouw. Maar in de praktijk valt het tegen hoe vaak er uiteindelijk voor deze optie gekozen wordt. Dit komt door de hoge bouw en ontwikkelkosten. Er is behoefte aan rendement verhoging. Een oplossing waar gemeenten en ontwikkelaars baat bij hebben.

De Belle van Zuylen in Utrecht is een voorbeeld van de ideeën die momenteel leven bij gemeente en projectontwikkelaars. De planmakers vroegen zich af hoe de nu reeds waarneembare trends in leefstijl en dagindeling van de mensen die in de toekomst wonen, werken, winkelen en recreëren te realiseren. Wat zijn dat voor mensen? Hoe gebruiken ze het multifunctionele gebouw? Hoe zijn de verschillende gemeenschappen ingebed in de mozaïekstad van straks? Hoe vullen ze gemeenschapszin in? Welke plaats neemt werken in hun leven in? (burgfonds.nl/bellevanzuylen)



Figuur 1: toekomstbeeld van de bellevanzuylen, 2015

Natuurlijk is het niet mogelijk te voorspellen hoe een stad er in de toekomst uitziet. Maar bepaalde trends zijn duidelijk zichtbaar en daar kan wellicht op ingesprongen worden.

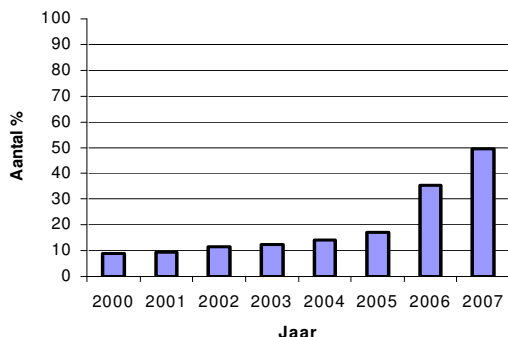
De laatste jaren is er een toenemende interesse in het controleren van dichtheden. Steden worden meer compact en efficiënter neergezet. Wat dit betekent voor het begrip en grip op de stedelijke ontwikkelingen, begint zich langzaam af te tekenen. Steeds grotere gebieden worden in één keer ontwikkeld. Meer vierkante meters worden gerealiseerd op dezelfde hoeveelheid grond.

Hierin is een nieuwe trend is zichtbaar. Leefbaarheid, langere termijn visies en duurzaam ontwikkelen beginnen steeds meer waarde te krijgen binnen de vastgoedmarkt. Hoe kunnen verdere binnenstedelijke ontwikkelingen op verschillende vlakken aangestuurd worden voor kwaliteit op langere termijn. (*Vastgoed symposium 2007*)

Sinds een aantal jaren is er veel aandacht voor duurzaam bouwen. Duurzaam bouwen staat voor het ontwikkelen en beheren van de gebouwde omgeving met respect voor mens en milieu en is daarmee een onderdeel van de kwaliteit van deze gebouwde omgeving. Duurzaam bouwen, milieubewust bouwen, ecologisch bouwen: deze termen worden steeds vaker gebruikt. Ze staan alle drie voor de aandacht die wordt besteed aan het beperken van de invloed van het bouwen en wonen (of gebruiken van een gebouw) op het milieu.

Nederlanders gedragen zich steeds duurzamer

Iets meer dan de helft van de Nederlanders heeft aandacht voor duurzaamheid. Meer nog dan Al Gore hebben vooral het extreme weer en berichten in de media hen aan het denken gezet over milieu en klimaat. De Rijksoverheid heeft de belangrijkste voorbeeldfunctie in het streven naar een meer duurzame maatschappij (Duurzaamheid Monitor 2007).



Figuur 2: procentueel aandacht voor duurzaamheid (Duurzaamheid Monitor 2007, website)

Dit is de belangrijkste uitkomst van de Duurzaamheid Monitor 2007 van stichting iNSnet. De “Duurzaamheid Monitor” onderzoekt jaarlijks de drijfveren voor en de belemmeringen van duurzaam gedrag. In het internet panelonderzoek beantwoorden 1350 Nederlanders tussen 18 en 64 jaar vragen over hun duurzame gedrag met betrekking tot voeding, reizen, kleding, mobiliteit, energie en wonen.

Uit de resultaten blijkt verder dat veel meer mensen zich zorgen maken over milieu en klimaat dan vorig jaar. De invloed van Al Gore en zijn film *An Inconvenient Truth* is daarbij veel minder dan werd verondersteld. "Natuurlijk is de media-aandacht voor de film van belang. Maar het is vooral het idee dat het weer de laatste jaren zichtbaar van slag is geraakt dat de mensen aanzet tot een groter milieubewustzijn," concludeert Peter van Vliet, voorzitter van stichting iNSnet en initiatiefnemer van de Duurzaamheid Monitor.

"Steeds meer mensen komen in beweging nu effecten van klimaatverandering in de beleving van mensen dichtbij komt. En ook al is niet elke hoosbui of warme winterdag rechtstreeks toe te schrijven aan klimaatverandering, mensen beleven die vormen van extreem weer wel intensief, omdat het direct in hun persoonlijke sfeer raakt."

De nationale overheid blijft volgens het onderzoek met stip aan kop als belangrijkste voorbeeld voor duurzaam gedrag. Ruim tweederde van de ondervraagden zegt zijn eigen duurzaam gedrag te spiegelen aan dat van de overheid. Bedrijfsleven en de burger zelf worden door respectievelijk 41 en 37 procent als initiator genoemd.

Dit staat volgens Van Vliet nog altijd haaks op het beleid waarbij duurzaamheid vooral aan de markt zelf wordt overgelaten. "De overheid moet volgens de ondervraagden meer zijn eigen rol spelen". Mede als gevolg van de aandacht voor het klimaat zegt 20% van de ondervraagden méér duurzame producten te kopen dan in 2006.

Een doorzettende trend daarbij is de bereidheid om meer te betalen voor duurzame producten, vooral als de eigen gezondheid daarmee is gebaat. Verder zijn milieu, klimaat en toekomst belangrijke drijfveren om duurzame producten te kopen. De hogere prijs is (nog steeds) de belangrijkste drempel om dat nog niet te doen.

98% van de ondervraagden die zich duurzamer zijn gaan gedragen geven aan dat ook in de toekomst te blijven doen. Het compenseren van CO₂ uitstoot scoort overigens niet hoog als duurzaam gedrag: slechts 4% ondersteunt dit beleid actief.

1.2 Probleemanalyse

De aanleiding voor dit onderzoek is onder te verdelen in een maatschappelijk deel en een wetenschappelijk deel. De aanleiding vanuit de maatschappij is dat er een oplossing gezocht moet worden voor binnenstedelijke ruimtegebrek, en het gezonder/duurzamer maken van de stad. Dit probleem kan deels opgelost worden door middel van duurzaam ontwikkelde hoogbouw. Op wetenschappelijke manier wordt kosten kostenonderzoek van deze duurzame ontwikkelingen van hoogbouw uitgevoerd, daar de huidige kennis tekort schiet. Daarbij zijn projectontwikkelaars, die deze ontwikkelingen in de regel uitvoeren gebaat.

Actuele kranten artikelen.



TNT huurt vijftal 'groene' kantoren

DUURZAAM. TNT gaat in Nederland vijf 'groene' kantoren huren. Het logistiek bedrijf gaat hiervoor in zee met het bankconcern Triodos



Mega-huizenbouw Randstad

Ten minste een half miljoen woningen erbij tot 2040

MARK VAN DER WERF
DEN HAAG

In de Randstad moeten tot 2040 zeker 500.000 nieuwe woningen worden gebouwd. Dat staat in de toekomstvisie voor het gebied, die het kabinet vandaag bespreekt. De Randstad telt nu nog ruim drie miljoen woningen.

Een groot deel van de nieuwe huizen - 200.000 stuks - moeten binnen de huidige stadsgrenzen komen.

men. Dat lukt alleen als oude bedrijventerreintjes worden gesloopt. Het kabinet wil dat straks niet meer vrijwel elk dorp zijn eigen industriegebiedje heeft: gemeenten moeten bedrijventerreinen vaker met elkaar delen.

Er worden nieuwe gebieden aangewezen voor woningbouw. Rondom de Haarlemmermeer, bij Almere en op nieuwbouwlocaties als de Zuidplaspolder en bij Valkenburg is plaats voor 300.000 huizen.

Het Groene Hart gaat niet 'op slot', maar blijft wel beschermd. Gemeenten mogen alleen voor de plaatselijke bevolking nieuwe huizen bouwen. Het kabinet wil de recreatie in het Groene Hart stimuleren. Zo moeten er meer vaarmogelijkheden komen.

De bereikbaarheid van de Randstad moet verbeteren. Er komen nieuwe wegen en het openbaar vervoer wordt fors uitgebreid. De hogesnelheidslijn loopt straks niet alleen van Amsterdam naar Parijs, maar krijgt aftakkingen naar Keulen en Frankfurt.

Amsterdam moet zich meer profileren als metropool: dé stad waar

internationale bedrijven hun hoofdkantoor willen vestigen. Er komt meer hoogbouw, onder meer bij station Amstel en de Zuidas. Utrecht moet dé kennis- en IT-stad worden van de Randstad met zijn gerenommeerde universiteit als grote trekpleister. Voor Rotterdam blijft de haven de voornaamste troef. Den Haag moet zijn positie als internationale stad van 'recht en bestuur' verstevigen.

Het kabinet wil in de hele Randstad veel efficiënter en zuiniger bouwen. Een voorbeeld is de spoor-tunnel bij Delft. „Als je daar bovenop bouwt, bespaar je een hoop ruimte.”

Minister: meer ruimte voor bouwen in de binnenstad

25 tot 40 procent van nieuwbouw moet gebeuren in de bebouwde omgeving

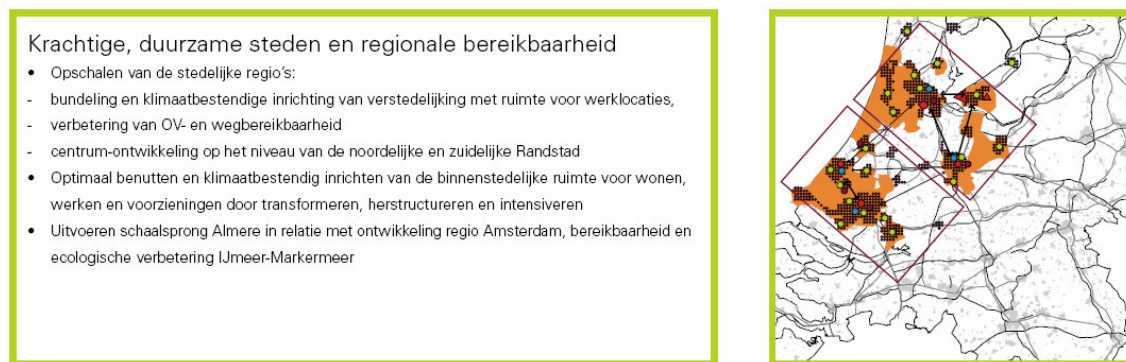
Structuurvisie Randstad 2040

De Randstad in 2040: internationaal sterk en regionaal aantrekkelijk

Klimaatverandering, bereikbaarheidsproblemen en toenemende internationale concurrentie vragen om een langetermijnvisie voor de Randstad. Ook moet er tot 2040 naar verwachting voor 500.000 woningen een plek worden gevonden in de Randstad.

Het kabinet heeft hoge ambities en wil dat de Randstad zich ontwikkelt tot een duurzame topregio in Europa. De aantrekkelijkheid van de steden voor bewoners en bezoekers en de algehele ruimtelijke kwaliteit (van stad en land) nemen daarin een centrale positie in.

Het kabinet maakt in de structuurvisie de keuze voor bescherming tegen overstromingen. Voor de opschaling van het Groene Hart naar een Groenblauwe Delta. Voor benutting en versterking van de internationale krachten. En voor bruisende steden in een aantrekkelijke omgeving.



Figuur 3: visuele structuurvisie randstad2040 (VROM.nl)

Randstad: topregio in Europa

Internationaal excelleren met topfuncties, krachtige steden en een duurzame en veilige groenblauwe delta

Achteruitgang van leefbaarheid, klimaatverandering, bereikbaarheidsproblemen, een aanhoudende ruimtevraag en druk op onze concurrentiepositie maken versterking van de Randstad voor de lange termijn noodzakelijk. Het kabinet wil dat de Randstad zich ontwikkelt tot een topregio in Europa. Met de 'Structuurvisie Randstad 2040' die Minister Cramer (VROM) presenteert, bepaalt het kabinet de beleidslijnen voor deze lange termijnopgaven. Daarbij wordt gekozen voor een kwaliteitsstrategie. De 'structuurvisie' maakt deel uit van het Programma Randstad Urgent, dat door Minister Eurlings wordt gecoördineerd. Om ervoor te zorgen dat deze visie ook tot concrete resultaten leidt, start dit najaar een onderzoek naar de wenselijkheid van een nieuwe generatie ruimtelijke sleutelprojecten ('Randstad Sleutelprojecten') uit te voeren na 2020. (Structuurvisie Randstad)

Ruimtelijke ontwikkeling en betere bereikbaarheid gaan hand in hand

In samenhang met de verstedelijking heeft de bereikbaarheid in de noordelijke en zuidelijke Randstad een aanpak nodig die meer gericht is op kwaliteit. Het beter functioneren van de woningmarkt en de

bereikbaarheid behoren tot de grootste opgaven in de Randstad. Sterkere verdichting en centrumvorming moeten het mogelijk maken om het openbaar vervoer beter te benutten en te laten aansluiten op het autogebruik. Investeren in openbaar vervoer, in wegen en het bouwen bij stations hangen in de visie van het kabinet nauw met elkaar samen. (Structuurvisie Randstad)

Rol van de projectontwikkelaar in het proces van binnenstedelijk bouwen

De rol van de projectontwikkelaar is afhankelijk van het project, waar hij op dat moment aan werkt. In de ene situatie moet hij binnen de vrij strikte randvoorwaarden van de gemeentelijke bestemmings- en bouwplannen het project risicodragend in de markt te zetten. In andere situaties moet hij het initiatief nemen, het proces sturen en het gehele bouwproject binnen de gemeente vormgeven tot aan de oplevering van de woning toe. In dat laatste geval is er voor de gemeente alleen een toetsende rol weggelegd. Bij projecten, die vallen onder de noemer binnenstedelijk bouwen, speelt de projectontwikkelaar voornamelijk die laatste rol.

Problemen bij binnenstedelijke bouwen

Drie belangrijke problemen spelen bij binnenstedelijk bouwen een rol. In de eerste plaats de lange procedures die nodig zijn om van het idee tot realisatie te komen. Voorbeelden hiervan zijn Ruimtelijke Ordeningsprocedures, zoals de bouwplanprocedures, de MER-procedures, maar ook de bestuurlijke en democratische processen. Het is belangrijk dat maatschappelijk draagvlak gecreëerd wordt. Dit is bij binnenstedelijk bouwen extra belangrijk, omdat er ontwikkeld wordt in bestaand bouwgebied. Dit zorgt voor een langdurig en kostbaar proces.

Het tweede probleem vormt het zogenaamde onrendabele deel van een ontwikkeling. Als alle kosten van een ontwikkeling bij elkaar worden opgeteld en daar tegenover worden de opbrengsten afgezet, dan blijft er vaak –zeker bij binnenstedelijk ontwikkelingen- een ongedekt deel over. Om dit financiële gat te dichten leidt vaak tot een “gevecht”. Ontwikkelaars zijn in deze situatie meestal afhankelijk van gemeente, provincies, het Rijk en Europa.

Tot slot is er vaak onvoldoende ambtelijke en bestuurlijke energie. Bij overheden is er door bezuinigingen vaak minder gespecialiseerd personeel. Dit leidt in veel gevallen tot weinig sturing en structuur in het proces.

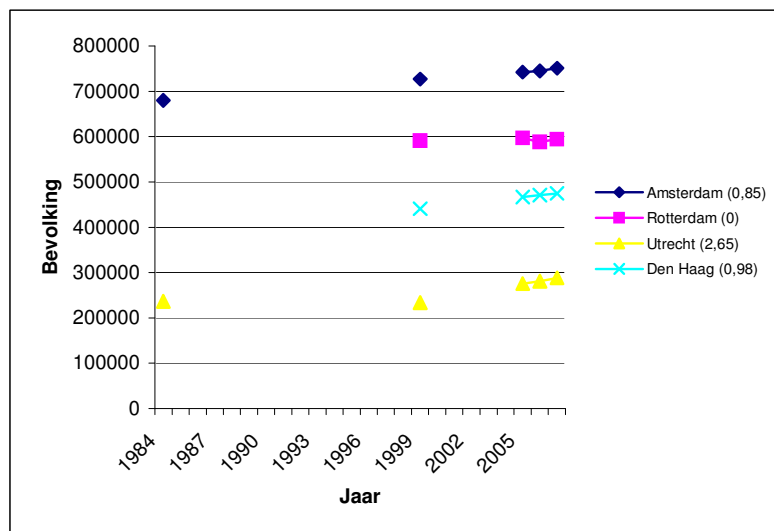
Schaarste aan ruimte in de stad

De VINEX-locaties raken op (VROM-praktijkcongres), er zullen in de toekomst ook steeds minder locaties worden aangewezen, er moet in de toekomst meer gekeken worden naar mogelijkheden van dichtheidverhoging, renovatie van oude binnenstedelijke gebieden en transformatie. Een hogere dichtheid in een stad wordt bereikt door meer vierkante meters woningen, kantoren, winkels, enz te realiseren. Deze verhoging kan worden verkregen door deze vierkante meters te bouwen op het maaiveld. Hierdoor neemt de druk op het transport door een stad toe. Of door de lucht in te bouwen. Deze oplossing zorgt voor een drukverlaging op het maaiveld, maar is erg kostbaar. (ruimteforum.vrom.nl).

Groei van de stad in aantal mensen

De bevolking in de grote steden in Nederland blijft groeien. Zoals in de figuur hieronder is te zien groeien de steden Amsterdam en Den Haag bijna 1% per jaar en groeit Utrecht zelfs met ruim 2.5% per jaar. De enige grote stad in Nederland die de laatste jaren niet groeit is Rotterdam.

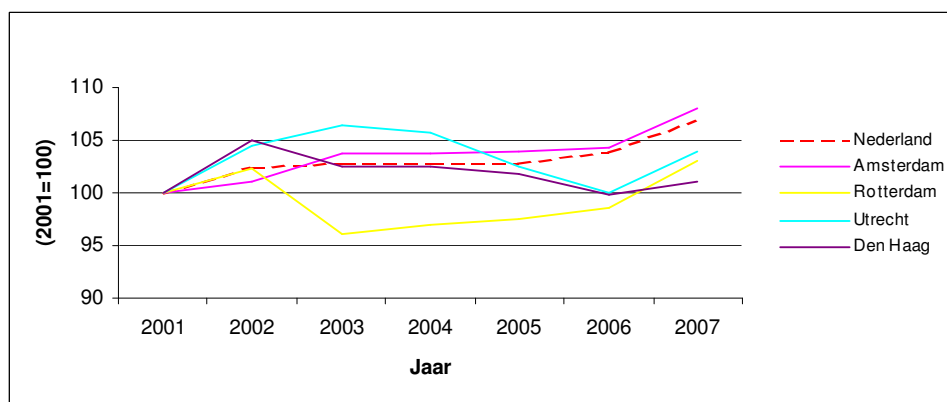
Deze groei trend zet zich de komende jaren door. Rotterdam is de enige stad die geen groei doormaakt, maar Rotterdam zal in de toekomst wel weer groeien (DTZ).



Figuur 4: groei van de bevolking in de vier grote steden van Nederland (DTZ)

Groei van de stad naar index kantoorbanen

De groei van het aantal kantoorbanen in de grote steden in Nederland groeit sneller dan het landelijk gemiddelde. In figuur 5 is duidelijk te zien dat alle steden een grote groei doormaken behalve Den Haag. Dit komt waarschijnlijk, omdat Den Haag vooral overheden huisvest in haar stad en deze groeien niet evenredig mee met de economische groei.

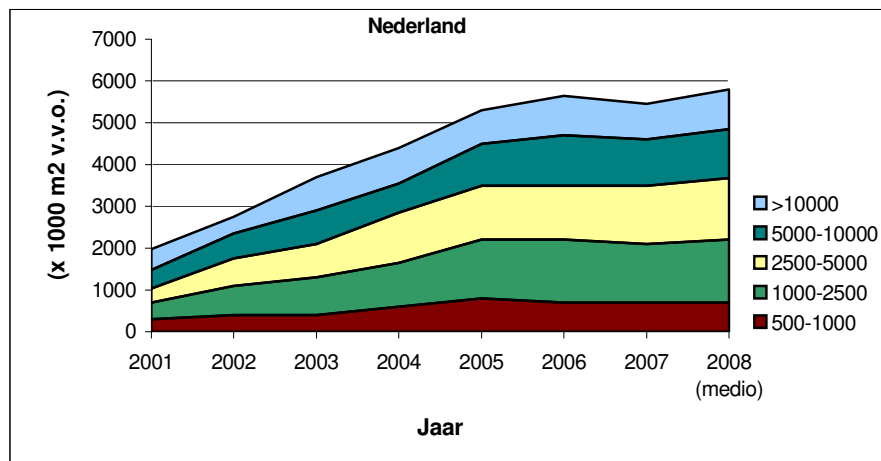


Figuur 5: groei van de stad naar index kantoorbanen (DTZ)

Aanbod kantoorpanden naar grootte klasse in Nederland, Amsterdam, Rotterdam, Utrecht en Den Haag

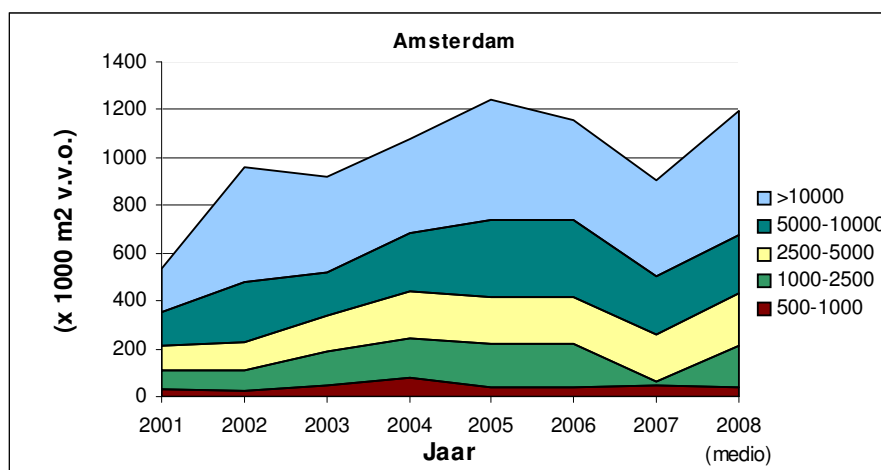
Het aanbod naar grootte klasse in Nederland en de grote steden lijdt tot het van tevoren verwachte patroon. Grote kantoor oppervlaktes vinden we meer terug in de grote steden. De enige uitzondering is Rotterdam.

De opbouw van de kantorenmarkt naar grootte klasse verandert gemiddeld in Nederland niet veel. De verschillende klassen groeien alle vijf ongeveer even hard.



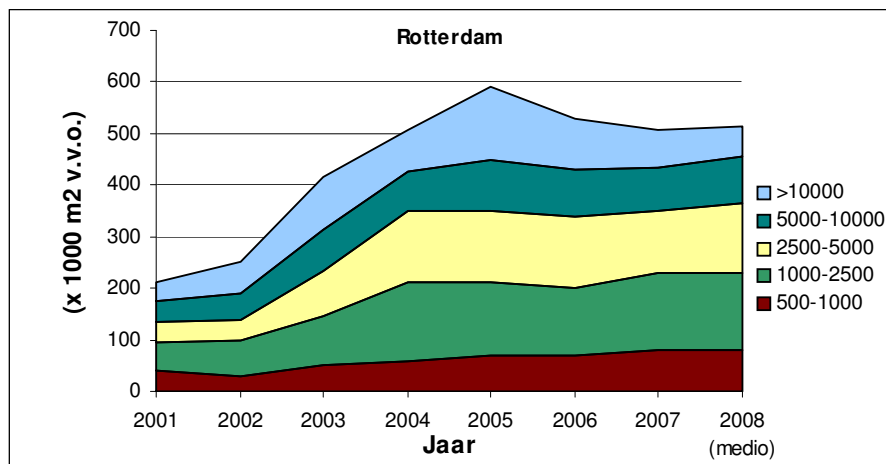
Figuur 6: aanbod naar grootte klasse in Nederland (DTZ)

Als er naar de groei per grootte klasse in de verschillende steden wordt gekeken, zien we een totaal ander beeld. Zoals in het figuur hieronder de situatie in Amsterdam. Hier is duidelijk te zien dat de grote kantoren boven de 10.000 m², een groter aandeel in het totaal aantal hebben dan in het landelijk gemiddelde, maar ook dat deze klasse harder groeit dan de andere.



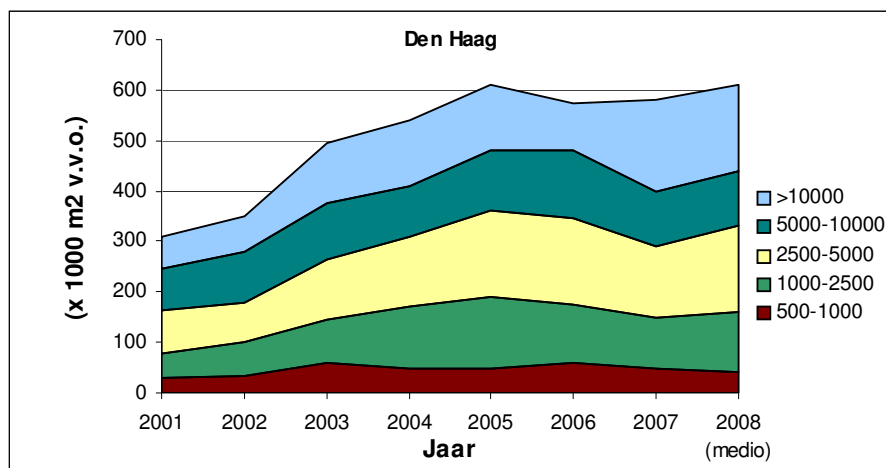
Figuur 7: aanbod naar grootte klasse in Amsterdam (DTZ)

In Rotterdam is de grootste klasse de enige die niet groeit, maar zelfs kleiner wordt. Ondanks de enorme hoogbouw projecten in de stad, zijn kleinere- populairder dan de grootste klasse in de stad.



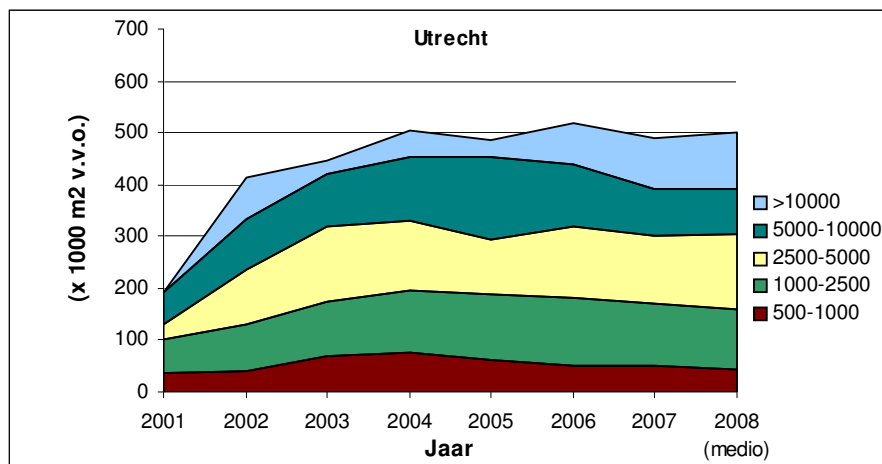
Figuur 8: aanbod naar grootte klasse in Rotterdam (DTZ)

In Den Haag is sinds kort een grote stijging waarneembaar in de klasse groter dan 10.000 m². Deze klasse is inmiddels groter dan andere klassen en stijgt daarbij ook nog harder. Dit zal in de toekomst dus zorgen voor een nog groter aandeel van deze klasse in de totale kantoren markt van Den Haag.



Figuur 9: aanbod naar grootte klasse in Den Haag (DTZ)

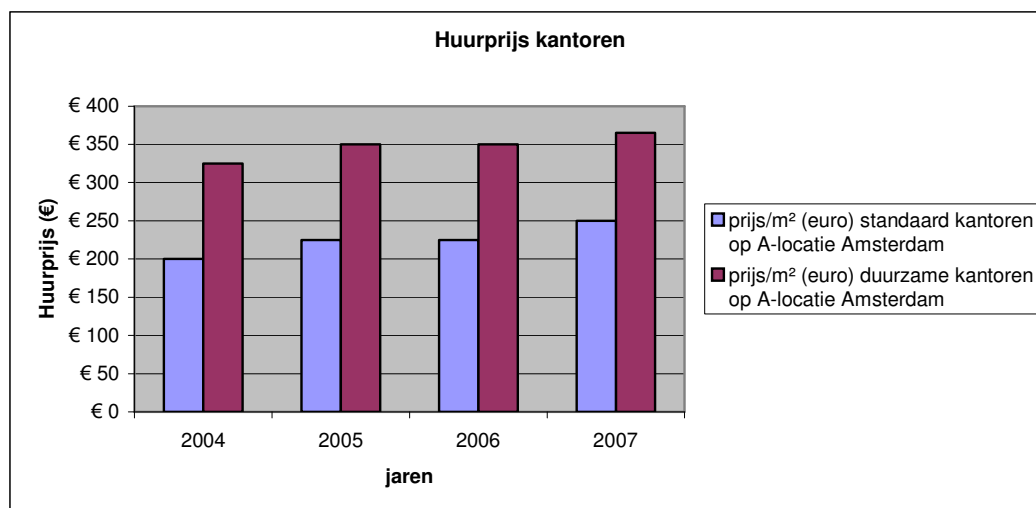
Ook in Utrecht is de laatste jaren een lichte stijging te zien in de grootste kantoor klasse. Hier is de stijging niet zo groot als in steden als Amsterdam en Den Haag, maar ook hier is de stijging duidelijk waarneembaar.



Figuur 10: aanbod naar grootte klasse in Utrecht (DTZ)

Huurprijs kantoormarkt Amsterdam

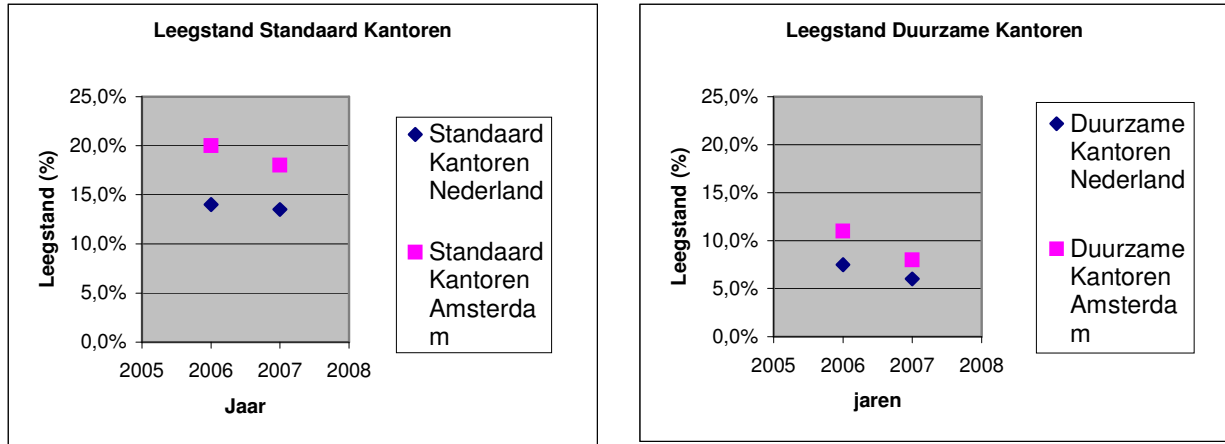
De huurprijs van standaard kantoren op een A-locatie in Amsterdam groeit de laatste jaren op een stagnatie in 2006 na met €25/m² per jaar. De Duurzame kantoorgebouwen stijgen het laatste jaar niet €25/m² maar met €15/m². Als deze trend doorzet betekend dit dat de twee kantoortypen in de toekomst dichterbij elkaar komen te liggen. Dit zou kunnen betekenen dat er meer duurzame kantoorruimte verhuurd zal worden.



Figuur 11: huurprijs kantorenmarkt Amsterdam, standaard en duurzaam (DTZ, Duurzaamheid Monitor 2007, website)

Leegstand op de kantorenmarkt

De leegstand in de kantoren markt blijft een groot probleem in Nederland. Het percentage leegstand neemt de afgelopen jaren langzaam af. Het percentage duurzaam ontwikkelde kantoorgebouwen daalt de laatste jaren bijna naar de gezonde leegstand grens van 7%. De daling per jaar is bijna 2 keer zo groot als niet duurzaam ontwikkelde kantoorgebouwen.



Figuur 12: Leegstand kantoren Nederland en Amsterdam, standaard en duurzaam (DTZ)

Verskil in investeringskosten en opbrengsten van hoogbouw ten opzichte van middelhoog- en laagbouw

Dat de bouwhoogte invloed heeft op de investeringskosten van hoogbouwkantoren in Nederland mag als algemeen bekend worden verondersteld. Dit doordat de investeringskosten voor hoogbouw hoger zijn dan de investeringskosten voor laagbouw of middelhoogbouw door allerlei bijzondere maatregelen zoals extra installaties, liften, waterpompen, duurdere gevelsystemen, een langere bouwtijd met het daaraan gekoppelde renteverlies en eventuele kosten voor tijdelijke huisvesting, een complexere uitvoering, veiligheid en een zwaardere constructie.

Verder wordt in vergelijking tot laagbouw (of gangbare verdiepingsbouw) bij hoogbouw het oppervlakterendement (verhouding netto/bruto vloeroppervlak (NVO)/(BVO)) ongunstig beïnvloed door het grote ruimtebeslag van de verticale transportsportvoorzieningen, de dragende constructiedelen (kolommen en wanden) en de installatieschachten. Dit heeft logischerwijs invloed op het verhuurbaar vloeroppervlak (VVO) en dus op de opbrengsten. Het ontwikkelen van een efficiënte plattegrond voor hoogbouw is dan ook cruciaal voor een financieel haalbaar ontwerp.

Deze hogere bouwkosten, langere bouwtijd en lagere efficiëntie moeten dus gecompenseerd worden door hogere huren of verkoopopbrengsten in relatie met laag- en middelhoogbouw. De belangrijkste twee vragen voor de financiële haalbaarheid van hoogbouw zijn:

- wat is de meerprijs van een hoogbouwkantoor bij verschillende bouwhoogten;
- zijn bedrijven bereid extra te betalen om in deze hoogbouw te willen werken.

Dit zijn de belangrijkste twee verschillen ten opzichte van middelhoog- en laagbouw.

Hoogbouw

Iedereen kan zich wel een beeld vormen van hoogbouw, maar wat is nu precies hoogbouw en waarin onderscheid hoogbouw zich van laagbouw en middelhoogbouw? Begripsbepaling is wenselijk. Het woordenboek (Van Dale, 2005, p. 137), geeft de volgende uitleg van hoogbouw:

‘**hoog·bouw** (de ~ (m.))

1 een of meer flatgebouwen

2 het bouwen van flats

Volgens het boek “Hoogbouw in Nederland 1990 – 2000” is hoogbouw: “Minimaal 60 meter voor torens met een kantoorfunctie, respectievelijk achttien bouwlagen voor torens met een woonfunctie.”

Bovenstaande omschrijving levert geen extra informatie voor afbakening van het begrip op. De volgende punten zijn daarom aanvullend op de bovenstaande omschrijving. Bij hoogbouw geldt volgens de definitie van de Brink Groep (Pijl, 2003, p 12):

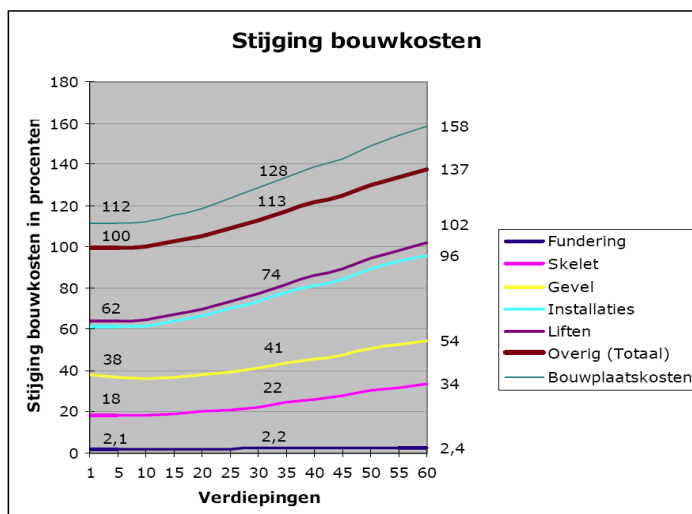
- minimale hoogte van 60 m;
- veelal een bijzondere plint;
- veelal een ‘standaard’ verdieping;
- veelal een verbijzondering van top;
- gelijksoortige klimaatconcepten.

In dit onderzoek zal bovenstaande definitie van de Brink Groep voor hoogbouw worden gehanteerd.

Bepalen van de financiële haalbaarheid van kantoorgebouwen

Zoals hierboven in de paragraaf “Verskil in investeringskosten en opbrengsten van hoogbouw ten opzichte van middelhoog- en laagbouw” is beschreven, is er een wezenlijk verschil in investeringskosten en opbrengsten van hoog-, middelhoog- en laagbouw.

Door de stijging in bouwkosten bij hoogbouw is het creëren van een rendabele ontwikkeling moeilijker dan bij middelhoog- en laagbouw. Er moeten meer opbrengsten worden gegenereerd.



Figuur 13: stijging bouwkosten cumulatief (van Oss, 2007)

Bouwkosten hoogbouw

(afstudeeronderzoek S.v.Oss, 2007)

De bouwhoogte heeft de grootste invloed op de bouwkosten. Van de belangrijkste gebouwdelen zal worden geconcludeerd wat de invloed van de bouwhoogte is op de kosten.

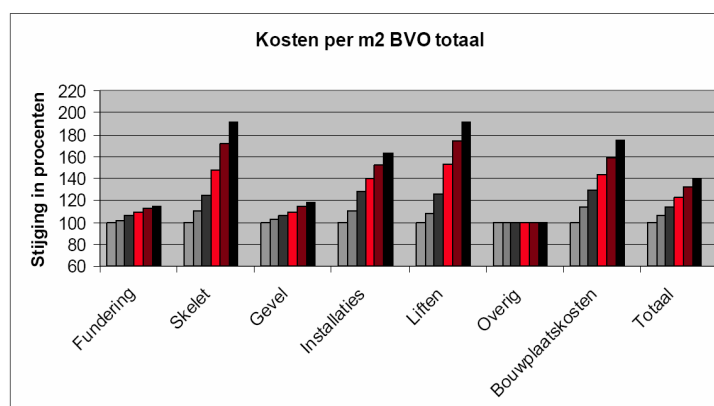
De funderingskosten zullen met twee procent per tien bouwlagen toenemen door een viertal oorzaken. De fundering zal grotere krachten moeten kunnen opnemen doordat de permanente belasting per vierkante meter BVO zal toenemen door de zwaardere constructie die nodig is. De funderingsdiepte kan toenemen omdat de eerste draagkrachtige laag niet draagkrachtig genoeg is waardoor de paallengte en dus de kosten zullen toenemen. Door het grote aantal palen op een klein oppervlak zal de draagkracht per paal afnemen en zal het logistiek moeilijker zijn de palen te plaatsen. Tenslotte zal de funderingsplaat per vierkante meter BVO goedkoper worden doordat het oppervlak van de plaat meer invloed heeft op de kosten dan de dikte van de plaat.

De bouwkosten voor de gevel nemen met ongeveer drie a vier procent per tien bouwlagen toe. Deze kosten stijging is grotendeels te verklaren door toenemende logistieke problemen bij het plaatsen van de gevelelementen. De kosten voor het dak nemen net als de gevelkosten per vierkante meter dak door logistieke problemen toe. Per vierkante meter BVO nemen de kosten af omdat de verhouding dak/BVO sterker afneemt dan de kosten toenemen.

De installatiekosten stijgen met tien tot vijftien procent per tien verdiepingen per vierkante meter BVO. De stijging is afhankelijk van de verdiepingsgrootte. Hoe groter de verdiepingen hoe lager de stijging vanwege de afname van eindapparaten per vierkante meter BVO. De overige stijging wordt veroorzaakt door toenemende montagekosten, stijging van de lengte van de distributienetten en een toename van sanitaire toestellen.

De liftkosten stijgen met ongeveer vijftien a twintig procent per tien verdiepingen. De toename wordt veroorzaakt door een toename van het aantal liften per vierkante meter BVO en door het toepassen van duurdere basisinstallaties vanwege hogere liftsnelheden. Tevens zorgen de verplichte brandweerliften voor een kosten verhogend effect.

De overige bouwkosten worden niet of nauwelijks beïnvloed door de bouwhoogte en hieraan wordt dan in het model ook geen hoogte factor toegerekend.



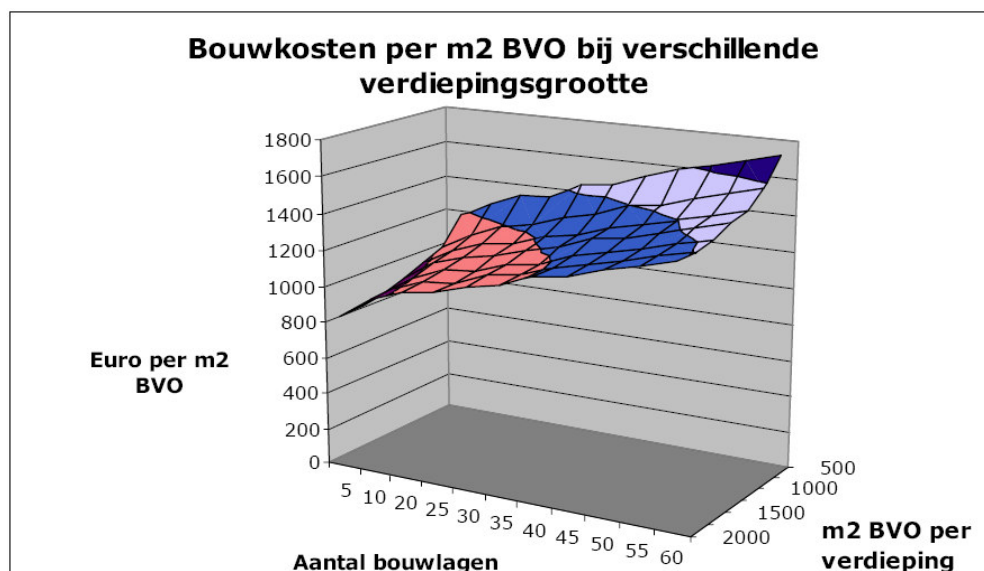
Figuur 14: stijging bouwkosten per gebouwonderdeel (van Oss, 2007)

In figuur 14 is een overzicht te zien van de kostenstijgingen van de verschillende gebouwonderdelen. Elke staaf vertegenwoordigt tien verdiepingen. In deze grafiek zijn de kosten per gebouwonderdeel voor tien bouwlagen op 100 procent gesteld.

Aan de hand van dit onderzoek kan worden geconcludeerd dat de bouwkosten met ongeveer acht procent per tien verdiepingen stijgen. Deze stijging wordt voornamelijk veroorzaakt door een stijging van de installatiekosten en de kosten voor het skelet.

Invloed van verdiepingsgrootte op de totale bouwkosten

De verdiepingsgrootte heeft een grote invloed op de totale bouwkosten per vierkante meter BVO. Zoals af te lezen is in figuur 14 zit er een groot verschil, van ongeveer 300 euro per vierkante meter BVO, tussen een verdiepingsgrootte van 500 en 2000 vierkante meter. Twee derde van dit verschil zit zoals in de afbeelding te zien is tussen de 500 en 1000 vierkante meter per verdieping. Het verschil tussen verschillende oppervlakken per verdieping is te verklaren door de inpandigheid. Hierdoor nemen de kosten voor de gevel en klimaatinstallaties bij toenemende verdiepingsgrootte af. Dit doordat er minder vierkante meter gevel benodigd is en door een kleinere omtrek van het gebouw zijn er minder eindapparaten voor verwarming en koeling bij de gevel benodigd.

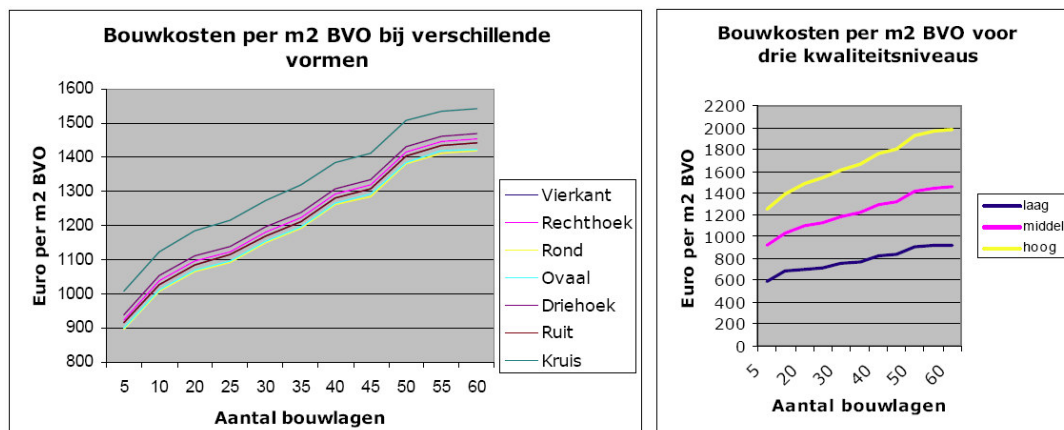


Figuur 15: stijging bouwkosten per vierkante meter BVO bij verschillende verdiepingsgrootte (van Oss, 2007)

Invloed van de vorm en het kwaliteitsniveau op de totale bouwkosten

De vorm en de keuze voor een kwaliteitsniveau hebben ook een grootte invloed op de investeringskosten. De keuze voor een bepaalde vorm van een gebouw heeft voor laag- en hoogbouw ongeveer hetzelfde effect op de kosten per vierkante meter BVO. In figuur 15 is te zien dat de vorm met de hoogste kosten per vierkante meter BVO het kruisvormige gebouw is en het gebouw met de laagste kosten het ronde gebouw is. Het grootste verschil in kosten per vierkante meter BVO tussen deze twee gebouwvormen wordt veroorzaakt door een verschil in geveloppervlak. Doordat de kosten per vierkante meter gevel maar met twee procent per 10 verdiepingen toenemen zit er voor het gekozen prefab geveltype een verschil van ongeveer 100 euro per vierkante meter BVO onafhankelijk van het aantal verdiepingen. Hoe duurder het geveltype hoe groter het verschil tussen de verschillende

vormen. In de rechter grafiek van figuur 15 is te zien dat de kosten per vierkante meter BVO per kwaliteitsniveau niet in gelijke mate stijgen. Hierdoor neemt bij een stijgende bouwhoogte de bandbreedte tussen een laag en hoog kwaliteitsniveau toe. Het gekozen kwaliteitsniveau heeft een grote invloed op de toegepaste installaties, plafond en binnenwanden. Alleen de kosten van de installaties worden beïnvloed door de bouwhoogte. De toenemende bandbreedte wordt dan ook grotendeels veroorzaakt door de stijging in installatiekosten.



Figuur 16: bouwkosten per vierkante meter BVO bij verschillende vormen en kwaliteitsniveaus op basis van een verdiepingsgrootte van 2.500 vierkante meter BVO (van Oss, 2007)

Nieuwe fiscale regeling stimuleert bouw duurzame kantoorpanden

(duurzaamheidsnieuws insnet, website)

Het bouwen van een duurzaam nieuw gebouwde bedrijfspand is in Nederland nog geen gemeengoed. Milieu-investeringsaftrek (MIA) moet daar verandering in brengen. Ondernemers die een duurzaam en energiezuinig kantoorpand laten bouwen, kunnen een flink deel van de investering aftrekken van hun bedrijfswinst.

Het is een extra duwtje in de rug van ondernemers die wel duurzaam willen bouwen, maar afhaken omdat de bouwkosten van een nieuw duurzaam kantoorpand hoger zijn. MIA komt in deze kosten tegemoet. De ondernemer mag een deel van de investeringskosten aftrekken van de fiscale bedrijfswinst. De aftrekpost op de fiscale winst is vijftien procent over maximaal twee miljoen euro (drie ton euro). Door deze fiscale maatregel wil de overheid de duurzaam bouwen in Nederland stimuleren.

Duurzaam pand

Het duurzame pand moet aan acht criteria voldoen om in aanmerking te komen voor de fiscale regeling. In het gebouw zijn onder meer waterbesparende kranen ingebouwd een aparte ruimtes ingericht voor printers en rokende medewerkers. Ook is uitsluitend duurzaam geproduceerd hout verwerkt en is het energieverbruik dertig procent lager dan in het Bouwbesluit.

Financiële voordelen

Een duurzaam pand heeft naast het gunstige effect op het milieu ook een groot aantal financiële voordelen voor de ondernemer. Het is goedkoper in het gebruik, omdat er door de maatregelen minder water en energie nodig is. De kwaliteit van het binnenmilieu is er beter, waardoor het ziekteverzuim per saldo lager zal zijn. Daarnaast heeft een duurzaam pand een hogere toekomstwaarde: door de flexibele indeling is het gebouw makkelijk aanpasbaar voor nieuwe gebruikers en de aanwezigheid van energiebesparende maatregelen zijn belangrijk pluspunt voor de groeiende groep ondernemers die maatschappelijk verantwoord ondernemen.

1.3 Relevantie

Het is van belang om zowel de maatschappelijke als de wetenschappelijke relevantie van een onderzoek aan te geven. Door deze hier kort te bespreken, wordt duidelijk gemaakt dat het onderzoek op beide vlakken belang heeft.

Maatschappelijke relevantie

Het feit dat milieu bewust bouwen een belangrijk deel gaat uitmaken van de bouwopgave is van maatschappelijk belang. De bouwopgave heeft direct invloed op de maatschappij, zij leeft immers in het eindproduct van de bouwopgave. Dat duurzaam bouwen een steeds *belangrijker* deel uit gaat maken van de bouwopgave, zorgt voor een steeds grotere maatschappelijke relevantie.

Milieu bewust bouwen wordt in kleinschalige projecten al steeds meer toegepast, maar wordt ook steeds belangrijker bij grote en zeer grote ontwikkelingen, zoals bij hoogbouw, waaraan dit onderzoek een bijdrage kan leveren.

Milieu bewust bouwen draagt verder bij aan de gezondheid van de mensen die in deze duurzame gebouwen werken. In deze duurzame kantoren is o.a. het binnenklimaat aanzienlijk beter waardoor het welzijn van werknemers verbetert.

Wetenschappelijke relevantie

De wetenschappelijke uitdaging ligt in de theorievorming, het ontwikkelen van kennis en het opstellen en gebruiken van rekenkundige instrumenten omtrent duurzame hoogbouw. Met een onderzoek naar de ecoo-kosten kan een wezenlijke bijdrage geleverd worden aan de kennis omtrent de kosten en het optimaliseren van de mogelijkheden van duurzame hoogbouw. Deze kennis schiet nu echter nog tekort. Verder kan er door verschillende hoogbouw in verschillende milieubepalingsmethoden te meten veel kennis worden opgedaan omtrent de kostenconsequenties van duurzaam bouwen. Ook hierin schiet kennis momenteel tekort.

Relevantie voor de vastgoed- en bouwsector

Het afstudeeronderwerp is nauw verweven met de vragen die centraal staan in het onderwijs- en onderzoeksprogramma van de afdeling Real Estate & Housing. In dit programma staat de vraag, op welke wijze een strategische vormgeving, inrichting en besturing van vastgoedprocessen betreffende de levensduurcycli op gebouw-, voorraad-, en gebiedsniveau verbeterd kan worden binnen zowel de vastgoed als de bouwmarkt, centraal. Daarbij moeten veranderingen op onder meer cultureel, maatschappelijk, functioneel, technisch, juridisch en economisch gebied in acht genomen worden. (Geraedts & Prins, 2007)

Zonder “te hoog van de toren” te blazen, kan er gesteld worden dat dit rapport relevant is voor de gehele vastgoed- en bouwsector.

Daarbij komt, dat dit onderzoek een actueel onderwerp behandelt, waar op het moment van schrijven nog een kennisachterstand is op diverse vlakken. Juist daarom zijn bovenstaande vragen aan de orde.

Persoonlijke motivatie

De motivatie voor het afstudeeronderwerp is ten eerste een persoonlijke interesse in hoogbouw; hoogbouw heeft altijd veel indruk gemaakt. Daarnaast geloof ik in hoogbouw als oplossing voor veel binnenstedelijke problematiek.

Ten tweede heeft een veelvoud van in mijn ogen zeer geslaagde duurzame ontwikkelingen de laatste jaren enthousiasmerend gewerkt. Verder is tegenwoordig de kwestie milieu bewust omgaan met de omgeving erg belangrijk.

Ten derde past de tendens, dat steeds meer (project)ontwikkelaars zich met deze opgave gaan bezighouden, in mijn persoonlijke ambitie.

Als laatst is het afstudeeronderzoek een mogelijkheid bij uitstek om nog een keer een diepgaand onderzoek te doen in het vak bouwkunde. Een onderzoek naar verschillende aspecten van duurzaam ontwikkelen leent zich hier uitstekend voor. Ik verwacht hier veel van te leren.

1.4 Probleemstelling

Een uitgangspunt voor een onderzoek kan een probleem of een potentiële mogelijkheid zijn (Baarda & de Goede, 2006). Dit onderzoek gaat uit van een huidige, ongewenste (maatschappelijke) situatie.

Huidige situatie

De ongewenste situatie is tweeledig. Ten eerste is er gebrek aan kennis in de bouwwereld omtrent duurzaam bouwen, waardoor momenteel in veel gevallen wordt gekozen voor een traditionele manier van bouwen (weinig duurzaam) in plaats van duurzame hoogbouw.

Ten tweede is er weinig kennis voorhanden omtrent de kosten consequentie die een verduurzaming van hoogbouw teweegbrengt.

Ontwikkelaars zijn steeds meer geïnteresseerd in duurzame ontwikkelingen. Ontwikkelaars hebben er baat bij om in een vroeg stadium van een ontwikkeling de bouwkosten op een significant niveau in hun haalbaarheidsstudie mee te nemen. Een van de grootste onzekerheden voor ontwikkelaars is immers de financiële haalbaarheid ten gevolge van de bouwkosten. Hieruit volgt de probleemstelling, die als volgt geformuleerd is:

Er is weinig kennis voorhanden omtrent de financiële consequenties van duurzaam ontwikkelen van hoogbouwprojecten in Nederland op de bouwkosten en daarmee direct op de haalbaarheid van duurzame hoogbouwprojecten.

Gewenste situatie

De volgende stap in het oplossen van het probleem is het formuleren van de gewenste situatie. De gewenste situatie is dat er voldoende kennis is over de specifieke kosten van duurzame ontwikkelingen, zodat de bouwkosten en dus de financiële haalbaarheid met meer zekerheid kan worden vastgesteld. Door verschillende hoogbouw projecten te toetsen aan verschillende milieuberekeningsmethoden moet de kennis over duurzame hoogbouwprojecten toenemen. Dit zou kunnen leiden tot een grotere bereidheid van ontwikkelaars om zich in te laten met duurzame hoogbouw.

Afbakening

Het is noodzakelijk dat de probleemstelling afgebakend wordt, zodat het haalbaar is om het onderzoek binnen de daarvoor bestemde tijd af te ronden. Ten eerste moet vermeld worden dat het onderzoek niet primair gericht is op een haalbaarheidsmodel. Het onderzoek heeft primair als doel het vergroten van de kennis van de bouwkosten van duurzame hoogbouwprojecten. Het onderzoek beslaat slechts een klein gedeelte van de vastgoedexploitatie en zal nadrukkelijk niet ingaan op de batenkant van duurzame ontwikkelingen. Hetzelfde geldt voor de verwervingskosten.

Ten tweede gaat het onderzoek uit van hoogbouw met kantoorfunctie in de grote Nederlandse steden.

Ten derde heeft het onderzoek betrekking op de doelgroep. Het eindresultaat moet projectontwikkelaars in staat stellen om vroegtijdig in het ontwerp proces en in een korte tijd de bouwkosten van duurzame hoogbouwprojecten te kunnen bepalen.

1.5 Vraagstelling

De vraagstelling bestaat uit een hoofdvraagstelling en 14 onderzoeksvragen.

Hoofdvraagstelling

De hoofdvraagstelling van het afstudeeronderzoek luidt als volgt:

Hoe kan de kennis over duurzame hoogbouwprojecten toenemen omtrent de bouwkosten en haalbaarheid? En hoe is deze duurzaamheid van hoogbouwprojecten te meten en/of te berekenen?

Onderzoeksvragen

De onderzoeksvragen zijn verdeeld in twee groepen, te weten; hoogbouw en duurzaam ontwikkelen algemeen en haalbaarheid van duurzame hoogbouw

Hoogbouw en duurzaam ontwikkelen algemeen

1. Hoe kunnen de begrippen hoogbouw en duurzaamheid in hun onderlinge relatie worden afgebakend?
2. Wat is het belang van de verschillende partijen in het proces van binnenstedelijk bouwen in relatie tot duurzaamheid?
3. Op welke wijze zijn zowel de maatschappelijke als de financiële lasten van de verschillende partijen vanuit het oogpunt van duurzaamheid inzichtelijk te maken?
4. Welke ingrepen met een duurzaam karakter zijn geschikt in de context van hoogbouw?
5. Welke kosten zijn belangrijk voor de bepaling van de bouw/eco-kosten van duurzame hoogbouw?
6. Welke huidige wijze van rekenen voor het bepalen van de duurzaamheid van hoogbouw sluit het best aan op de dagelijkse praktijk van marktpartijen?
7. Welke gegevens missen nog na gebruik huidige instrumentarium?

Haalbaarheid van duurzame hoogbouw

8. Hoe zouden eventueel nieuwe gegevens samen met de bestaande kunnen leiden tot een nieuw totaal model?
9. Welke obstakels treden op bij de financiële en maatschappelijke haalbaarheid van hoogbouw?
10. Hoe moet een model om de duurzaamheid uit te drukken in kosten eruit zien?
11. Welke gegevens zijn er nodig om de financiële consequenties van het verduurzamen van hoogbouw te meten?
12. Welke modellen zijn er nodig om de financiële consequenties van het verduurzamen van hoogbouw te meten?
13. Welke gegevens zijn er nodig om de haalbaarheid van duurzame hoogbouw te meten?
14. Welke modellen zijn er nodig om de haalbaarheid van duurzame hoogbouw te meten?

1.6 Doelstelling

In de doelstelling wordt het doel van het onderzoek geformuleerd. Hierin worden het beoogde eindresultaat en de doelgroep aangegeven.

Doelstelling

Algemeen: Het faciliteren van het ontwikkelen van duurzame hoogbouw.

Specifiek: het verschaffen van inzicht in de kosten die belangrijk zijn voor de bepaling van de bouwkosten van duurzame hoogbouw, om op basis daarvan een bijdrage te kunnen leveren aan het huidige instrumentarium en de bepaling van de (financiële) haalbaarheid van hoogbouw.

Doelgroep

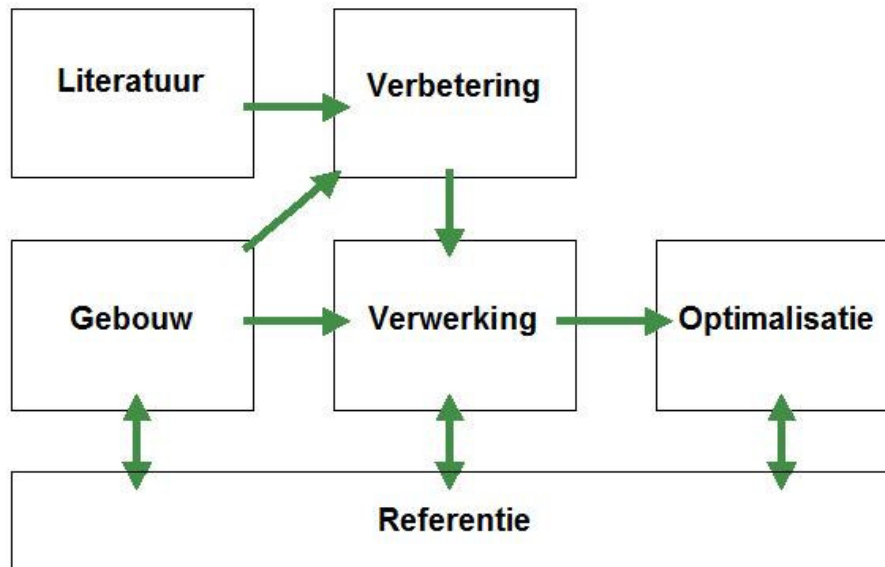
De doelgroep voor het onderzoek bestaat uit ontwikkelaars. Een tweede groep waarvoor dit onderzoek interessant kan zijn, zijn de gemeenteraden van de grote steden van Nederland waar hoogbouw voorkomt.

De ontwikkelsector zijn voornamelijk marktpartijen, deze hebben één hoofddoel, namelijk winst genereren uit hun ontwikkelingen. (Ontwikkende woningcorporaties hebben ook een maatschappelijk doel.) Vanwege dit doel heeft juist deze groep baat bij een snelle en vroegtijdige bepaling van de financiële consequenties van duurzame hoogbouwprojecten. De bepaling van de financiële consequenties van duurzame hoogbouwprojecten kan op twee manieren gebruikt worden. Ten eerste kan het dienen voor het schatten van de investeringskosten van een bepaald project. Ten tweede kan, bij een gegeven budget, de aankoopprijs van grond worden bepaald als de bouwkosten reeds bepaald zijn. Beide gebruikswijzen sluiten goed aan op deze doelgroep.

Ook voor de doelgroep gemeenten in Nederland waar hoogbouw voorkomt, kan een model wat de financiële consequenties van duurzame hoogbouwprojecten berekend aantrekkelijk zijn. Dit omdat vroegtijdige kennis een eventueel hoger rendement op hoogbouw zou kunnen betekenen en dit kan weer leiden tot meer investeringen in de toekomst in hoogbouw. Hiervan zou de gemeente in de toekomst tweeledig kunnen profiteren. Ten eerste zou meer hoogbouw ruimte problemen van grote steden kunnen oplossen. En ten tweede als er meer in de stad wordt geïnvesteerd zal een gemeente op lange termijn er financieel voordeel uit kunnen halen.

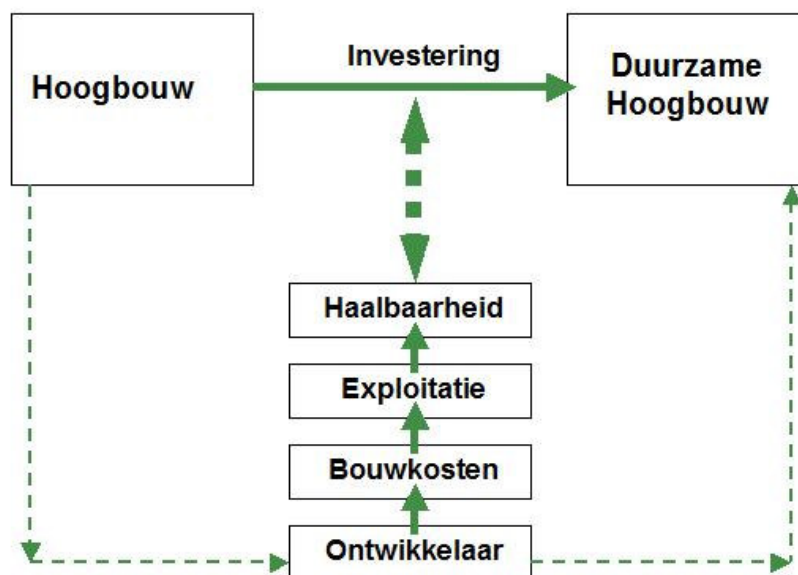
1.7 Conceptueel model

In de probleem- en vraagstelling staan de begrippen hoogbouw, duurzame hoogbouw, ontwikkelaar, haalbaarheid en bouwkosten centraal. In onderstaand conceptueel onderzoeksmodel staat schematisch aangegeven hoe het onderzoek is opgebouwd.



Figuur 17: conceptueel onderzoeksmodel

In het conceptuele model is het proces aangegeven dat moet worden doorlopen om als ontwikkelaar duurzame hoogbouw te ontwikkelen. Om een goed proces te ontwikkelen is steeds de route van het conceptuele onderzoeksmodel gevolgd.



Figuur 18: conceptueel onderzoeksmodel

Van hoogbouw naar duurzame hoogbouw

Om van hoogbouw duurzame hoogbouw te maken moet er een proces worden gevolgd dat leidt tot een meerinvestering. Deze meerinvestering wordt door de ontwikkelaar berekend door verschillende kosten, waaronder bouwkosten, en verschillende opbrengsten. De ontwikkelaar bekijkt vervolgens of deze meer investering rendabel en dus haalbaar is.

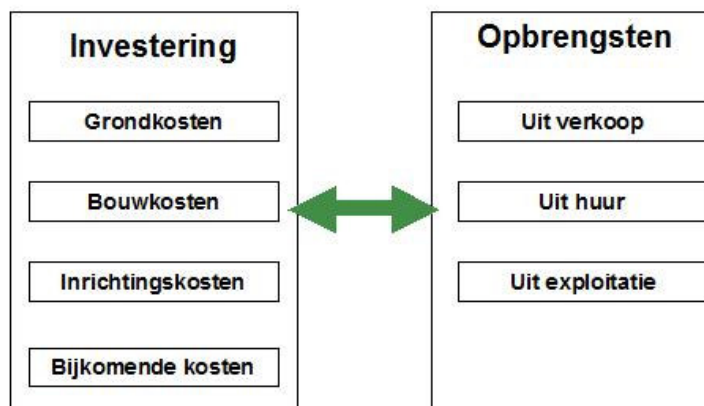
Om dit proces van inzicht in kosten van duurzame hoogbouw te versoepelen, is er meer kennis nodig. Door het conceptuele onderzoeksmodel op meerdere referentie gebouwen en meerdere meetinstrumenten toe te passen zal er een kennis verhoging plaatsvinden over het verduurzamingsproces.

Ontwikkelaar & haalbaarheid

In dit onderzoek wordt ervan uitgegaan dat een ontwikkelaar de procestrekkende actor is. Een ontwikkelaar laat het proces wel of niet verlopen aan de hand van de haalbaarheid van het project. Er zijn vele vormen van haalbaarheid te onderscheiden, dit onderzoek richt zich op de financiële haalbaarheid.

Bouwkosten

De bouwkosten hebben direct invloed op de financiële haalbaarheid, die bepaald wordt door de investeringskosten tegen de opbrengsten af te wegen. De bouwkosten zijn een onderdeel van de investeringskosten, net als de grondkosten, de inrichtingskosten en de bijkomende kosten. De opbrengsten van een bouwproject komen uit verhuur of verkoop.



Figuur 19: conceptueel beslismodel ontwikkelaar

1.8 Werkwijze

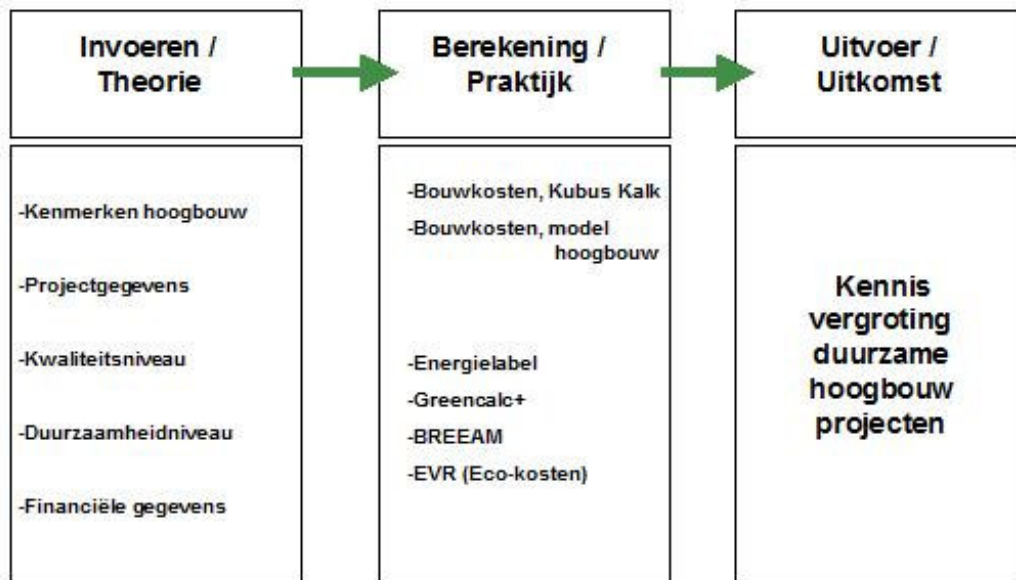
In deze paragraaf staat de gehele onderzoeksopzet beschreven, gevisualiseerd en in de tijd uitgezet. Daarbij worden de onderzoeksmethoden gevalideerd en nader toegelicht.

Onderzoeksdesign

Om meteen een goed beeld te geven wordt het onderzoek gevisualiseerd in een onderzoeksdesign. Het onderzoeksdesign is een korte beschouwing over de te hanteren onderzoeksmethoden en de fasering, gevisualiseerd in een blokkenschema. Dit schema maakt in één keer duidelijk hoe het onderzoek er uit ziet. (Geraedts & Prins, 2007)

Globaal onderzoeksdesign

Er wordt uitgegaan van een globaal onderzoeksdesign waarin het onderzoek begint met een theoriendeel, vervolgens de praktijk in gaat en uiteindelijk resulteert in een model.



Figuur 20: globaal onderzoeksdesign

De theorievorming bestaat voor het grootste deel uit een literatuurstudie. Door middel van deze literatuurstudie wordt een groot deel van de onderzoeksvragen beantwoord. Uit het theorie deel volgt het theoretisch kader zoals opgenomen in dit rapport (H2).

De informatie wordt gebruikt in de tweede fase, de praktijkfase. Deze fase beslaat de derde en vierde deel van het afstudeer traject. In deze fase wordt de verworven theorie getoetst in de praktijk. Deze fase is bij Multivastgoed uitgevoerd. In een periode van zes maanden zijn verschillende onderzoeken uitgevoerd op drie referentie studies.

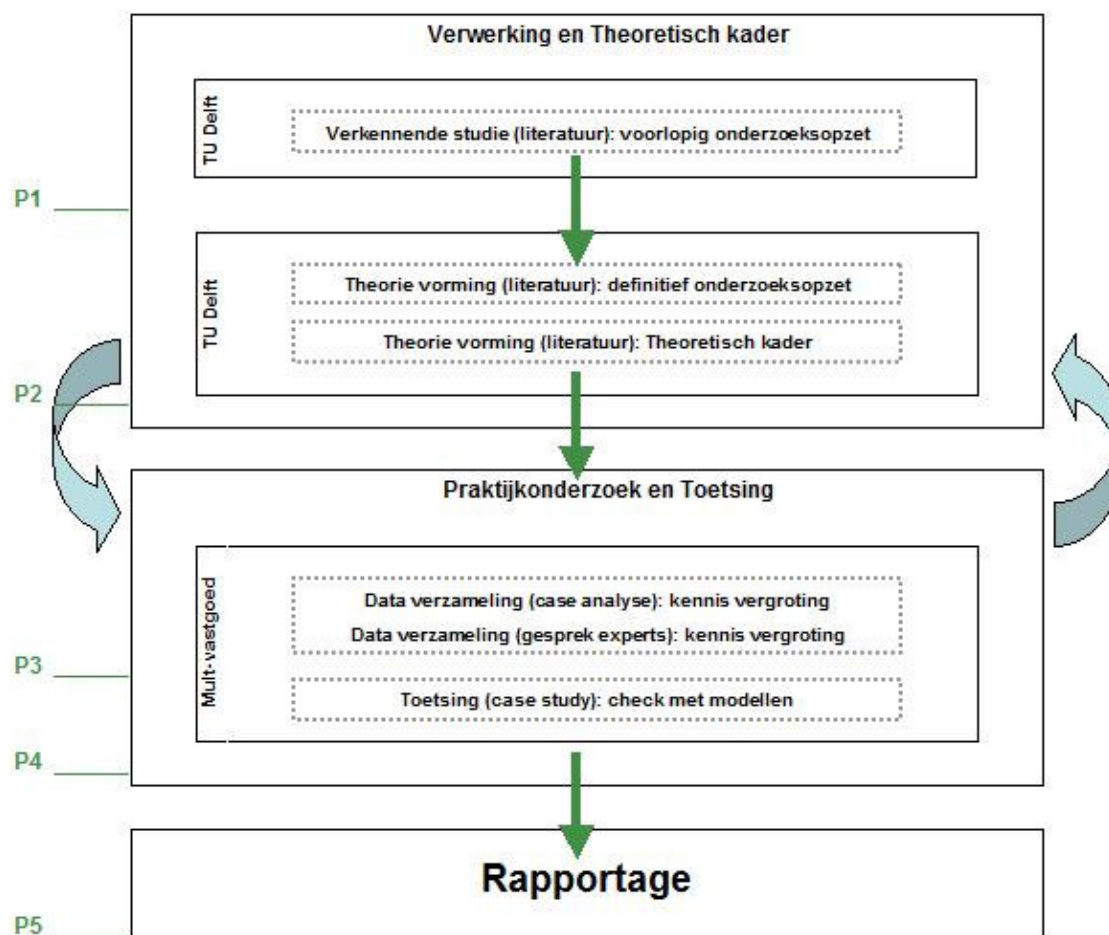
De resultaten van de referentie studies worden uiteindelijk verwerkt en geanalyseerd.

Onderzoeksdesign

Het eerste gedeelte (P1 en P2) van het onderzoeksdesign bestaat uit een verkennende studie en een theoretisch gedeelte. Hierin worden de verkennende studie en theorie vorming onderbouwd door het theoretisch kader. In dit gedeelte worden voorlopig onderzoeksopzet, definitief onderzoeksopzet en theoretisch kader in de vorm van een rapport afgerond.

Het tweede gedeelte (P3 en P4) valt in het kader praktijkonderzoek. Dit gedeelte is ingevuld in de vorm van een stage bij Multi-vastgoed. In dit praktijk gedeelte is de kennis in de praktijk toegepast door verschillende referentie studies.

Alle stappen in het onderzoek lopen sequentieel; er moet wel worden teruggekoppeld tussen het eerste en het tweede blok. Uiteindelijk resulteert het totale onderzoek in het afstudeer rapport.



Figuur 21: onderzoeksdesign

Onderzoeksmethoden en –technieken

Voordat de verschillende onderzoeksmethoden en de daarbij horende technieken aan de onderzoeksvragen worden toegewezen, worden de gebruikte methoden eerst gevalideerd.

Literatuurstudie

Het theoretisch kader is het geheel van theoretisch afgebakende grenzen waarbinnen het onderzoek plaatsvindt. Om tot deze theoretische afbakening te komen, is het noodzakelijk de betreffende literatuur te beschrijven, en vervolgens conclusies te trekken.

Vraag gesprek experts

Het kennisgebied duurzaam ontwikkelen, en de kennisgebieden hoogbouw en bouwkosten zijn zeer specifieke kennisgebieden, waar informatie in het bezit is van een aantal experts. Door het geringe aantal uitgevoerde hoogbouw ontwikkelingen in Nederland, wordt iedere bouwkundige die ervaring heeft met hoogbouwprojecten en met duurzaam ontwikkelen gezien als een expert op dit gebied. Door vraagesprekken te hebben met deze experts, kan van de zojuist besproken kennisgebieden zeer specifieke informatie verkregen worden.

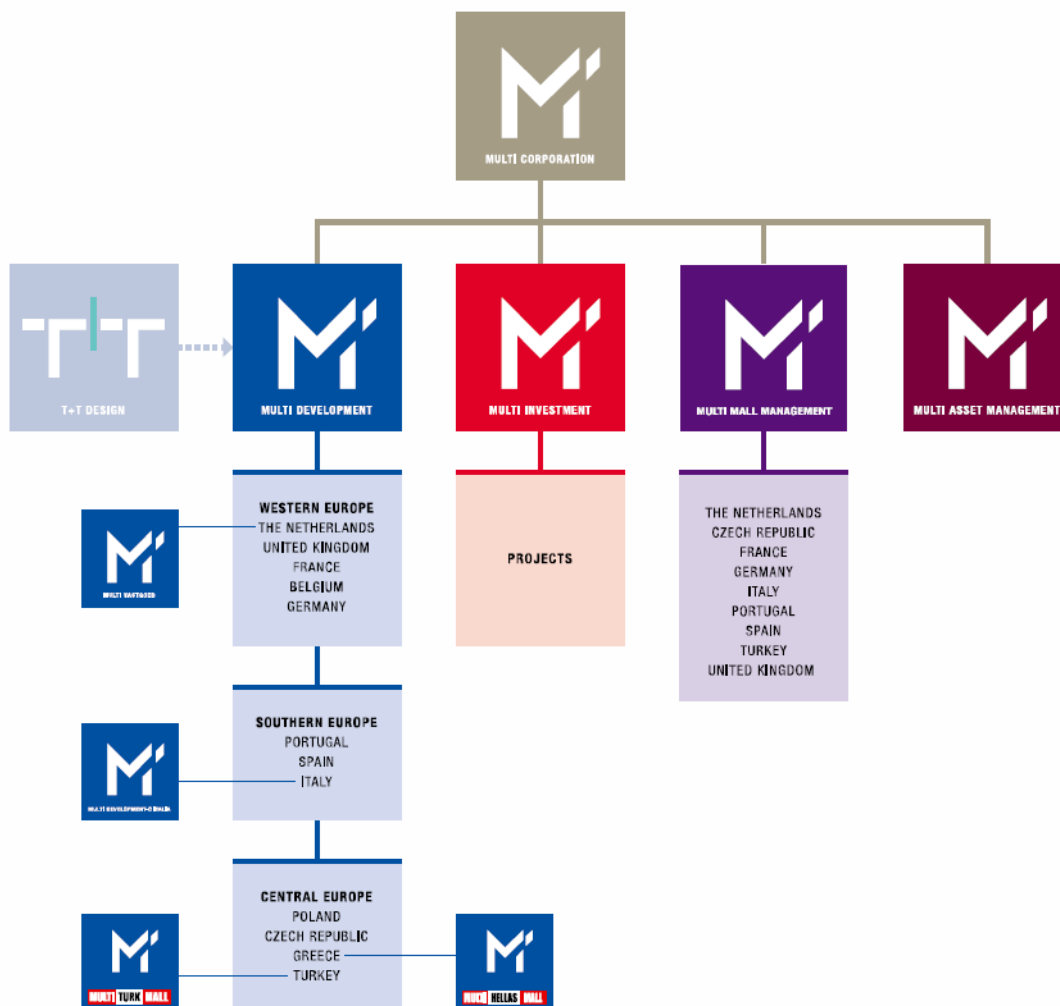
Analyse bij afstudeerbedrijf

Een deel van het onderzoek heeft betrekking op het verkrijgen van kennis omtrent een ideaal milieumeet instrument voor de bouw in al haar facetten. Hiervoor is niet direct een onderzoeksmethode aan te wijzen. Door middel van een analyse van verschillende rekenmodellen, reken/meetwijzen toe te passen op meerdere referentie projecten van Multi-vastgoed kan een juist beeld verkregen worden van hoe een meetmethode er uit zou moeten zien.

1.9 Afstudeerbedrijf

Het praktijk gedeelte van dit onderzoek is uitgevoerd bij Multi-vastgoed. In deze paragraaf een korte profiel schets van Multi-vastgoed.

Multi Corporation bestaat uit een groep ondernemingen die zich in heel Europa bezig houdt met 'property development, investments, asset management en mall management'. De strategie van Multi is gericht op het ontwikkelen van projecten in Europese landen waarin significante groei te verwachten valt.



Figuur 22: structuur opbouw Multi-corporation

Multi Development en Multi Vastgoed ontwikkelen grootschalige multifunctionele winkelcentra, binnenstedelijke projecten en kantorenprojecten. Multi investments houdt een geselecteerd aantal projecten geheel of gedeeltelijk als lange-termijnbelegger in portefeuille, dit in samenwerking met een van de Morgan Stanley Real Estate Funds (MSREF). Met als doel een gediversifieerde, pan-Europese portefeuille van hoogwaardige winkelcentra op te bouwen. Multi Asset Management fungeert als asset manager van de eigen vastgoedbeleggingsportefeuille van Multi en is bovendien een betrouwbare

partner voor de professionele mede-investeerders. Tevens worden vastgoedbeleggingsfondsen voor institutionele cliënten geïnitieerd en gemanaged. Doel is het zorgen dat projecten in het algemeen maximale waarde creëren. Multi Mall Management is verantwoordelijk voor het dagelijks beheer van de winkelcentra, een belangrijk instrument om de kwaliteit en waarde van het project te vergroten. Middels de formule 'Design & Develop' houdt Multi alle fasen van het ontwikkelingsproces in één hand met een focus op de kwaliteit van het ontwerp. Voor de stedenbouwkundige en architectonische concepten beschikt Multi over een eigen ontwerpgroep T+T design.

Om grootschalige complexe projecten te kunnen realiseren is er een grote mate van samenwerking vereist tussen de commerciële, technische en financiële disciplines. Deze disciplines vormen samen met de officiële scheiding tussen winkel- en kantoorprojecten, dan ook de hoofdindeling van Multi Development (Multi Vastgoed voor Nederlandse projecten). De financiële haalbaarheid van projecten die Multi Development en Multi Vastgoed realiseren wordt door de afdeling Cost Plus bewerkstelligd. Onder Multi Vestes worden de verschillende projecten als entiteiten ondergebracht.

Multi Vastgoed is de Nederlandse werkmaatschappij van Multi Development. Onder Multi Vastgoed vallen verschillende disciplines die nodig zijn voor het ontwikkelen en realiseren van projecten. In het conceptstadium van een project heeft bijvoorbeeld de afdeling Marktonderzoek en Verhuur een belangrijke rol. Zij geven aan wat de markttechnische mogelijkheden zijn voor nieuwe projecten en vertalen onderzoeksresultaten in programma's van eisen voor projecten. De afdeling verhuur verzorgt de afstemming van de winkelprojecten op de wensen van potentiële huurders. Voor voorbereiding en realisatie van projecten heeft Multi Vastgoed een afdeling Techniek. Deze afdeling zet concepten en ontwerpen om in technisch realiseerbare plannen, coördineert het bouwproces, bewaakt de ontwikkelvoortgang en, met ondersteuning van afdeling Financiën, de budgetten.

Visie van Multi-vastgoed op duurzaam ontwikkelen

Multi Vastgoed heeft als primair beleid dat het plekken initieert waar mensen graag komen, waar een collectieve waarde wordt gecreëerd. Het gaat hierbij om duurzaamheid op microniveau, het uitvoeringsniveau, maar vooral ook om duurzaamheid op macroniveau te structureren. Het tot stand brengen van duurzame stedenbouwkundige structuren die de waarde vergroten en het sloopmoment uitstellen. Dit kan alleen bereikt worden wanneer er vanaf het eerste concept tot en met het gebruik van het gebouw en de omgeving goed nagedacht wordt over de invulling hiervan.

Multi-vastgoed heeft haar eigen concept-architect T+T in huis om op deze manier de kwaliteit te waarborgen. T+T creëert de beleving, de omgeving en de structuur vanuit een duurzame gedachte voor de toekomst.

Doordat de ontwikkeling van concepten van Multi-vastgoed zijn gebaseerd op een Design en Development strategie, het managen van het concept in het schetsontwerp, voorlopig ontwerp en in het definitieve ontwerp, kan tijdens het gehele ontwikkelingsproces duurzaamheid worden gewaarborgd. Voor het realiseren van de ambities worden de verschillende speerpunten op het gebied van duurzaamheid zorgvuldig in het proces geïntegreerd.

De specifieke speerpunten van Multi-vastgoed bestaan uit vijf E's. Deze vijf E's zijn: Everlasting design, Ecological footprint, Equal benefits, Economic viability en Education for all. Met deze vijf E's probeert Multi-vastgoed al haar ontwikkelingen op een basis duurzaamheidsniveau "Good" te brengen (gemeten in BREEAM). Zoals hieruit blijkt meet Multi-vastgoed de duurzaamheid van haar ontwikkelingen volgens de BREEAM methode, dit is de methode die door de Dutch green building council is voorgedragen als beste methode voor internationale ontwikkelaars. Multi-vastgoed is lid van deze Dutch green building council.

1.10 Leeswijzer

De leeswijzer is in het rapport opgenomen om de leesbaarheid van dit rapport te vergroten. Het rapport is begonnen met de inleiding; hierin heeft u de aanleiding van het onderzoek kunnen lezen, de probleemanalyse, de diverse stellingen, de onderzoeksopzet en de werkwijze.

Nu de relevantie van het onderzoek bekend is, kan het theoretische kader geschetst worden. In dit theoretische kader kunt u lezen wat de huidige kennis omtrent hoogbouw en duurzaam ontwikkelen is. Verder is te lezen welke instrumenten er beschikbaar zijn om het duurzaamheidsniveau en de kosten daarvan te begroten om vervolgens de financiële haalbaarheid van een duurzaam projecten te kunnen bepalen. Ook worden de diverse instrumenten met elkaar vergeleken en wordt er getracht een onderverdeling te maken.

Vervolgens wordt er overgegaan op de dataverzameling. In dit hoofdstuk wordt de werkwijze van de gegevensverzameling toegelicht. De verschillende referentie projecten die in dit onderzoek gebruikt zijn worden gepresenteerd. Verder worden in dit hoofdstuk de verschillende instrumenten en methode die in dit onderzoek zijn toegepast op de referentie gebouwen stuk voor stuk uitgelegd. Bij deze uitleg wordt ingegaan op de vraag waarom dit instrument of methode gebruikt is en wat de te verwachte uitkomsten zijn.

In dit hoofdstuk komen data verwerking en de data analyse aan bod. De data die afkomstig zijn van de referentie analyses en de gesprekken met adviserende experts zijn uiteenlopend en divers. Om structuur aan te brengen in de grote hoeveelheid data en uitkomsten is er structureel te werk gegaan. Uit het theoretisch kader is gebleken, dat er veel verschillende methoden bestaan om duurzaamheid en bouwkosten te bepalen en te berekenen in een vroeg stadium van het ontwikkelproces.

Dit hoofdstuk begint met een korte beschrijving van de bevindingen van de gesprekken met adviserende experts, de implementatie en het gebruik van kengetallen.

Hierna worden alle methoden stuk voor stuk toegepast op de drie referentie gebouwen. Deze uitkomsten worden uitgebreid behandeld en geanalyseerd.

Hoofdstuk vijf is het afsluitende hoofdstuk waar conclusies getrokken worden van alle bevindingen. In deze conclusies zal een terugkoppeling gemaakt worden naar de probleem-, doel- en vraagstelling. En zullen de mogelijkheden die duurzame hoogbouw heeft worden behandeld. Uiteindelijk zal het rapport worden afgesloten met aanbevelingen voor vervolg onderzoek.

2. Theoretisch kader

Het theoretisch kader is in zijn volledigheid te omvangrijk om in het rapport opgenomen te worden. Mocht u geïnteresseerd zijn in meer achtergrond- informatie, wordt u verwezen naar de bijlagen.

De eerste methode van data verzamelen in dit rapport bestaat uit het beschrijven van de belangrijkste kenmerken van hoogbouw, duurzaamheid, duurzaam bouwen en de huidige kennis van de financiële consequenties van beide onderwerpen. Het resultaat van deze beschrijvende analyse moet waarborgen dat bij het analyseren van de referentieprojecten en tijdens de gesprekken met experts geen belangrijke informatie over het hoofd wordt gezien of verkeerd wordt geïnterpreteerd. Het theoretisch kader dient als basis voor het gehele onderzoek.

2.1 Huidige kennis hoogbouw

Iedereen kan zich wel een beeld vormen van hoogbouw, maar wat is nu precies hoogbouw? Begripsbepaling is wenselijk.

Volgens het boek “Hoogbouw in Nederland 1990 – 2000” is hoogbouw:

“Minimaal 60 meter voor torens met een kantoorfunctie, respectievelijk achttien bouwlagen voor torens met een woonfunctie.”

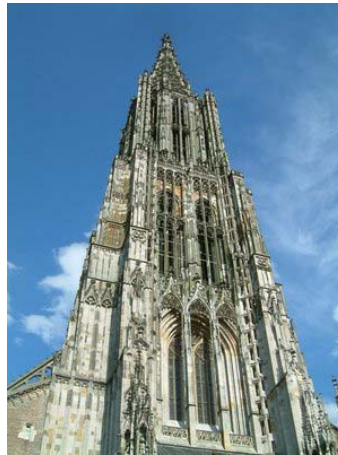
Bovenstaande definitie levert geen extra informatie voor afbakening van het begrip op. De volgende punten zijn daarom aanvullend op de bovenstaande definitie. Bij hoogbouw geldt volgens de definitie van de Brink Groep (Pijl, 2003):

- Veelal een bijzondere plint;
- Veelal een ‘standaard’ verdieping;
- Veelal een verbijzondering van top;
- Gelijksoortige klimaatconcepten.

In dit onderzoek zal bovenstaande definitie van de Brink Groep voor hoogbouw worden gehanteerd. Dit ondanks dat het bouwbesluit 70 meter als hoogbouw grens hanteert.

Geschiedenis van hoogbouw in de wereld

De vuurtoren van Pharos van Alexandrië is het hoogste gebouw uit de oudheid. Dit gebouw moest volgens Alexander de Grote 200 meter hoog zijn zodat schepen vanaf 50 kilometer van de kust de ingang van de haven zouden kunnen zien. Dit bouwwerk was een paar meter hoger dan de piramides van Cheops die zich zo’n 320 kilometer zuidelijker bevonden in de woestijn van Egypte (Wells, 2004, p. 191).



Figuur 22: links: Pharos in Alexandrië circa 290 v. Chr.

Rechts: Kathedraal van Ulm, laat 14de eeuw. Hoogste gebouw in steen.

In de middeleeuwen begon men met de bouw van kathedralen. Deze kathedralen beschikken over grote klokkentorens, zodat kerkgangers uit de wijde omgeving de klokken konden horen luiden.

Het hoogtepunt van deze “gestapelde stenen torens” was de kathedraal van Ulm in zuid Duitsland met een hoogte van 161 meter (van Oss, 2007)

Van ruimtegebrek naar afwijkende architectuur

In de 19^{de} eeuw was de primaire reden om hoog te bouwen ruimtegebrek. Waar veel mensen op één plek willen zijn is het logisch dat men meer ruimte wil creëren door de lucht in te bouwen.

Daarnaast wilden bedrijven graag in één gebouw zitten. Dit zorgde voor korte communicatielijnen. Door de hedendaagse technologie is dit geen reden meer voor bedrijven om zich in één gebouw te vestigen. De trend wijst juist richting decentralisatie omdat bedrijven dicht bij de klant willen zitten.

Een derde reden was de status van hoogbouw. Waar vroeger het imago van het bedrijf werd ontleend aan de hoogte van het gebouw verschuift dit nu steeds meer richting afwijkende architectuur en kleurkeuze. Toch is status en prestige nog steeds een belangrijke reden om hoog te bouwen.

Wolkenkrabbers

De echte ontwikkeling van hoogbouw vindt plaats vanaf halverwege de 19de eeuw. Over de ontwikkeling van hoogbouw in de wereld is veel geschreven.

Shankir Nair een gerenommeerde constructeur uit Chicago die het grootste gedeelte van de hoogbouwprojecten tussen de 30 en 70 bouwlagen in Chicago construeerde en tevens van 1997 tot 2001 voorzitter van het “Council on Tall Buildings and Urban Habitat” was, deelt de evolutie van de wolkenkrabber op in drie perioden. Zijn nadruk ligt hierbij op de constructieve kant van hoogbouw. Door deze scheiding ontstaat er een helder beeld van de ontwikkeling. Daardoor is er in de volgende paragraaf dan ook gekozen om zijn indeling van de ontwikkeling van hoogbouw aan te houden bij de beschrijving van de evolutie van hoogbouw (Nair, 2006, Presentatie).

De eerste periode van de wolkenkrabber

De officiële uitvinding van de wolkenkrabber dateert uit 1854 toen Elisha Graves Otis de passagierslift uitvond. Het eerste gebouw waar zijn lift werd toegepast was de Haughward building in New York uit 1857. 28 jaar later paste William le Baron Jenney voor het eerst een stalen constructie

toe in de Home Insurance building in New York. Hierdoor werd het mogelijk hogere gebouwen te realiseren.

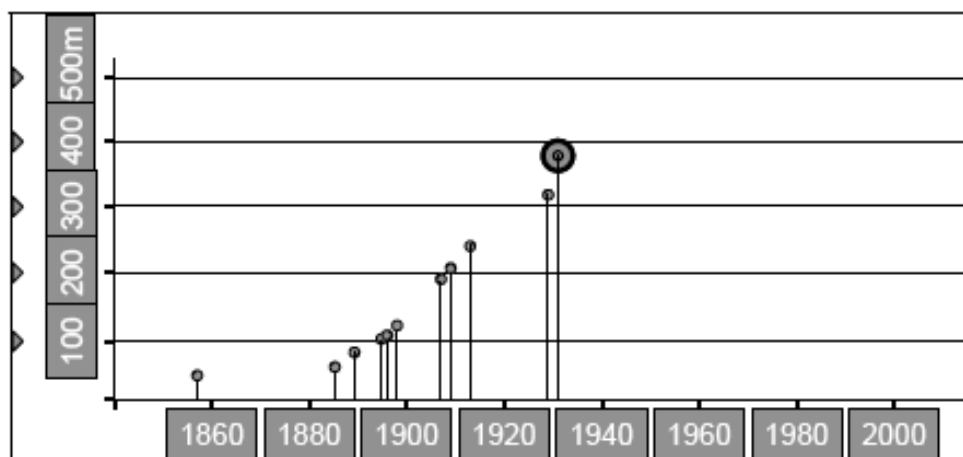


Figuur 23: Monadnock building, Chicago, 1889 (van Oss, 2007)

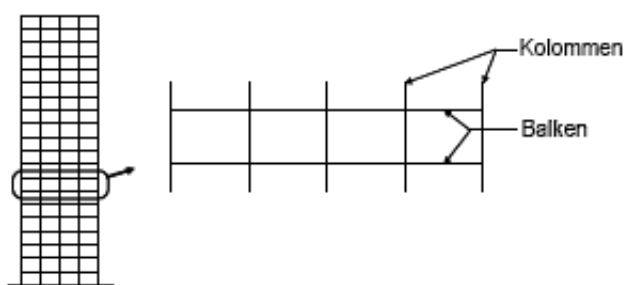
In 1889 ontwierp Daniel Burnham het Monadnock building in Chicago en bewees hiermee dat wolkenkrabbers niet alleen uit staal konden worden geconstrueerd. Dit gebouw telde 16 verdiepingen en de constructie bestond uit dragend metselwerk. Het nadeel van deze constructiemethode is dat de muren aan de onderzijde van het gebouw een halve meter dik zijn. In de periode hierna werden een aantal gebouwen voor een korte duur de hoogste wolkenkrabber van de wereld. Al deze wolkenkrabbers bevonden zich in New York, waren met een stalen skelet geconstrueerd en beschikten over een vliesgevel.



Figuur 24-32: deze principes zijn terug te vinden in de gebouwen uit de eerste fase (Van links naar rechts), in 1895 The American Security Building; in 1896 de St. Paul Building; in 1898 The Park Row Building; in 1907 The Singer Building; in 1909 Metropolitan Life Insurance Co. Tower; in 1913 The Woolworth Building; in 1930 The 40 Wall Tower; in 1930 The Chrysler Building en in 1931 The Empire State Building (van Oss, 2007)



Figuur 33: De eerste periode van de wolkenkrabber (Nair, 2006, Presentatie)



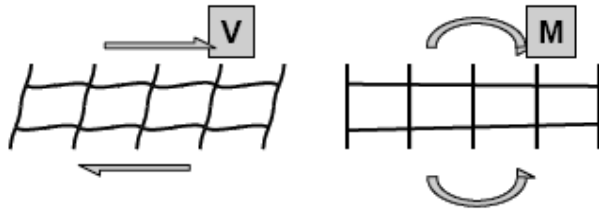
Figuur 34: Stalen portaalconstructie (Nair, 2006, Presentatie)

Deze periode van 1885 tot 1931 wordt de eerste periode van de wolkenkrabber genoemd. (zie figuur 33) De periode wordt afgesloten door het instorten van de koers van de effectenbeurs en de oorlogen die leidde tot een economische depressie. Alle wolkenkrabbers uit deze periode zijn gebaseerd op een stalen portaalconstructie. (zie figuur 34)

De tweede periode van de wolkenkrabber

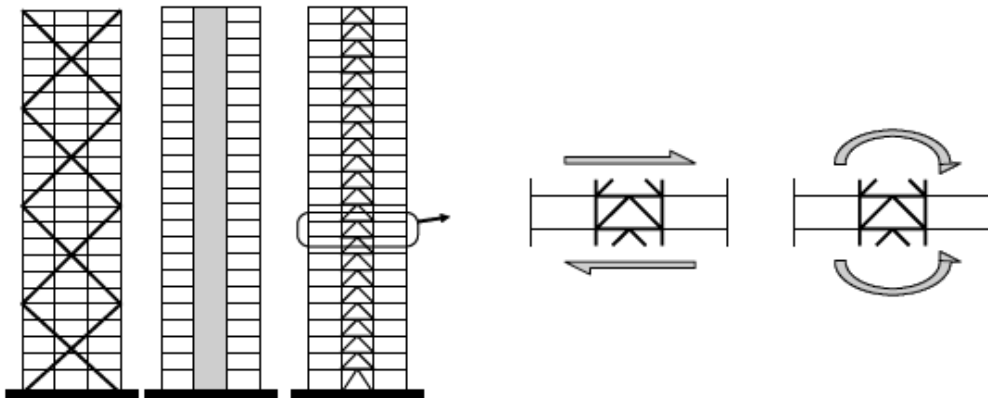
De tweede periode is de periode na de Tweede Wereldoorlog. In deze periode van 1956 tot 1974 zijn verrijzen over de hele wereld wolkenkrabbers, maar net als in de eerste periode overwegend in de Verenigde Staten.

De vraag is natuurlijk waarom dit een aparte periode is terwijl alleen het World Trade Centre en de Sears Tower hoger zijn dan de Empire State Building. Het antwoord ligt in de opbouw van de constructie. Zoals beschreven in de paragraaf over de eerste periode bestonden de constructies van de wolkenkrabbers uit de eerste periode uit stalen portalen. Deze portalen waren inefficiënt in het opvangen van dwarskrachten en momentkrachten. (zie figuur 35) Hierdoor waren in de gebouwen uit de eerste periode grote inefficiënte constructie elementen noodzakelijk.



Figuur 35: Dwarskrachten en momentkrachten in stalen portaalconstructie (Nair, 2006, Presentatie)

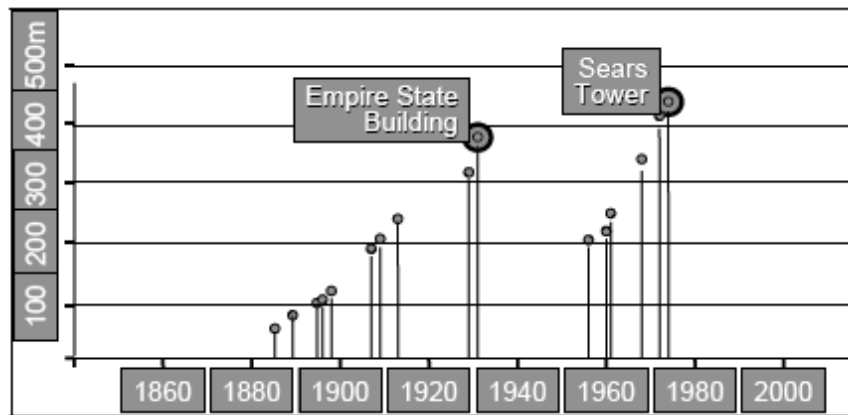
Het grootste verschil tussen wolkenkrabbers uit de eerste en tweede periode ligt dus in de constructie van de wolkenkrabber. In de tweede periode werden oplossingen bedacht voor het opvangen van de dwarskrachten en momentkrachten. In figuur 36 zijn de drie constructieve systemen uit de tweede periode van de wolkenkrabber na de Tweede Wereldoorlog te zien. De constructie bestaat uit een stabiele kern en een dragende gevel. Over het algemeen met een rit van kolommen in de gevel. De stabiele kern kan vervangen worden door een stabiele gevel zoals bij de John Hancock Building.



Figuur 36: Constructieve schema's wolkenkrabbers tweede fase, het "tube" principe (Nair, 2006, Presentatie)



Figuur 37: Deze principes zijn terug te vinden in de gebouwen uit de tweede fase. (van links naar rechts), in Mexico City in 1956 de Torre Latino-Americana; in New York in 1960 The Union Carbide Building; ook in New York in 1961 The Chase Manhattan Plaza; in Chicago in 1968 the John Hancock Building; in New York in 1972 The World Trade Center; en in 1974 the Sears Tower in Chicago (van Oss, 2007)



Figuur 38: De eerste en tweede periode van de wolkenkrabber (Nair, 2006, Presentatie)

De derde periode van de wolkenkrabber

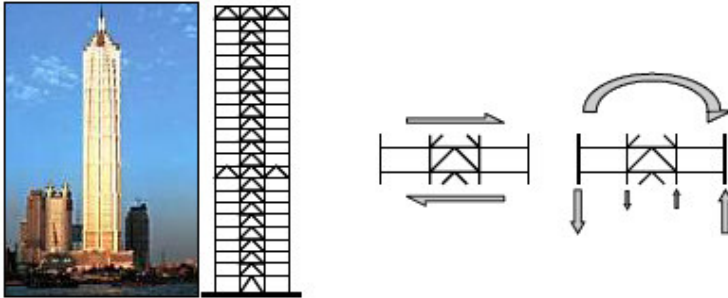
Na het bouwen van de Sears Tower in Chicago, zie figuur 17, stopte de Verenigde Staten om economische en culturele redenen met het bouwen van 'superhoge' wolkenkrabbers. Dit was dan ook het einde van de tweede periode.



Figuur 39: Petronas Towers en Taipei 101 (wolkenkrabbers, website)

In de derde periode werden er maar twee gebouwen gemaakt die hoger waren dan de Sears Tower. Dit waren de Petronas Towers in Kuala Lumpur en de Taipei 101 in 2004 in Taipei zie figuur 18. Deze periode wordt de derde periode genoemd om de volgende drie redenen.

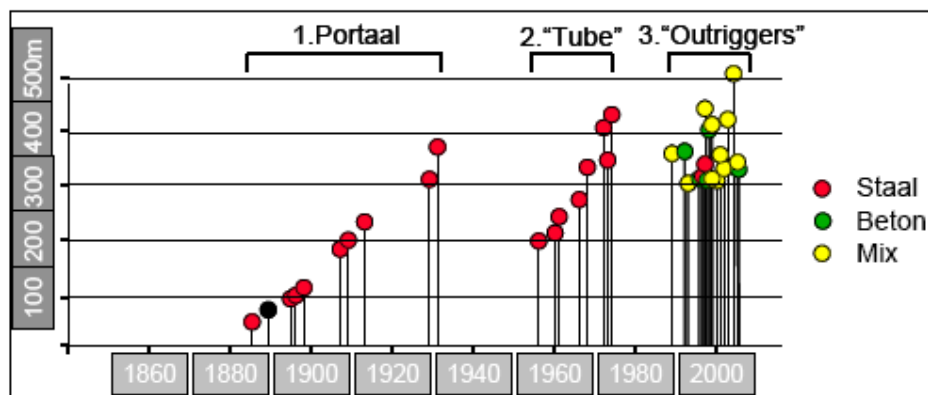
Het eerste verschil tussen de tweede en de derde periode is dat het grootste gedeelte van de 'superhoge' wolkenkrabbers uit die periode is gebouwd in Azië en Australië in plaats van noord Amerika. Het tweede verschil is dat de wolkenkrabbers uit de tweede periode gebouwd zijn aan de hand van het "tube" principe, met een dragende en stabiliserende kern en gevel, en de wolkenkrabbers uit de derde periode met behulp van "outriggers". Outriggers zijn grote armen van beton of staal die zorgen dat de gevel en de kern bijdragen aan de stabiliteit van het gebouw. (Zie figuur 40)



Figuur 40: Constructie door middel van “outriggers”, Als voorbeeld de Jin Mao building in Shanghai uit 1999 (Nair, 2006, Presentatie)

Het laatste grote verschil is de materiaalkeuze voor de constructie. In de eerste en tweede periode werden de gebouwen uitsluitend uit staal geconstrueerd in de derde periode zijn deze uit staal, beton of een combinatie van staal en beton geconstrueerd. (zie figuur 41)

Staal



Figuur 41: de eerste, tweede en derde periode van de wolkenkrabber (Nair, 2006, Presentatie)

Hoogbouw in Nederland

De eerste kantoortoren van Nederland, het Witte Huis in Rotterdam, werd al in 1898 gebouwd en al voor de Tweede Wereldoorlog nam deze stad nog wat voorzichtige stapjes de hoogte in.

In Amsterdam was het eerste hoge gebouw, het 12-verdiepingenhuis van J.F. Staal in de Rivierenbuurt, ook bekend als de Wolkenkrabber. Dit werd gebouwd in 1932 en telt twaalf verdiepingen. Lange tijd bleef dit het enige gebouw met een dergelijke hoogte in Amsterdam.

Desondanks bleef het in Nederland lange tijd vrij stil rond hoogbouw. Ook toen na de oorlog Rotterdam weer opgebouwd werd, werd er weliswaar op grotere schaal gebouwd (Groothandelsgebouw), maar relatief weinig hoge gebouwen. Wel werden er middenin het centrum een aantal galerijflats gebouwd (Lijnbaanflats); iets dat door velen als een vergissing werd beschouwd.

Vanaf de jaren '60 ontstonden in de buitenwijken van steden veel buurten met galerijflats. Het idee hierachter was dat door hoog te bouwen er meer ruimte overbleef voor groen in de wijk. Deze wijken bleken echter niet aan te sluiten bij de woonwensen van velen; vanaf de jaren '70 werden nieuwbouwwijken weer vooral in laagbouw uitgevoerd. De wijken met galerijflats stroomden leeg en kregen bovendien vaak een slechte naam vanwege onder meer criminaliteit. Het bekendste voorbeeld is de Bijlmermeer in Amsterdam. Hoogbouw bleef ook hierna beperkt tot een enkel kantoorgebouw vooral in Rotterdam.

De omslag in het denken over hoogbouw in steden leek te komen in de jaren '80. Een icoon van deze omslag is het Rotterdamse World trade Center, dat aan de Coolingsingel werd gebouwd en in tegenstelling tot eerdere hoogbouw door velen als fraai werd beschouwd. Sindsdien is er veel hoogbouw in de stad verschenen. Vooral aan het Weena werd snel gebouwd, waar onder meer het hoogste kantoorgebouw van Nederland de 'Delftse Poort'. Vanaf de jaren '90 ontstond ook hoogbouw op andere plaatsen in de stad, zowel zakelijk als woontorens. Een bekende hoogbouwlocatie is de Kop van Zuid, een voormalig haven terrein dat als uitbreiding van het centrum moet gaan gelden met een mix van wonen, werken, winkelen en uitgaan. Het is een befaamd architectonisch hoogstandje vooral gecentreerd op de Wilhelminapier.

Rotterdam is nu een stad met veel wolkenkrabbers en een steeds groter wordende skyline. Het is voor Europa een van de toonaangevende hoogbouwsteden. Rotterdam heeft met de Montevideo de hoogste woontoren van Nederland.

Tegenwoordig lijkt het taboe op hoogbouw doorbroken en bouwen diverse steden hoge gebouwen. In Amsterdam verschenen enkele wolkenkrabbers rond het Amstelstation, waaronder het hoogste gebouw van de stad (de Rembrandttoren) en een aantal grote en hoge appartementencomplexen in Amsterdam Nieuw-West. Momenteel wordt de Zuidas ontwikkeld, dat een tweede centrum van de stad moet gaan worden. Naast de Amsterdam Arena wordt in 2007 de nieuwe hoogste toren van de stad in aanbouw genomen.

In Den Haag, Utrecht, Leeuwarden, Eindhoven en Tilburg verschenen de laatste jaren ook wolkenkrabbers. (wikipedia)

Op dit moment zijn er in Nederland relatief maar weinig “hoge gebouwen”. In figuur 42 staan de twintig hoogste die gebouwd zijn of nu gebouwd worden. Dit om een idee te krijgen wat in Nederland “hoog” is. In bijlage 1 zijn alle 242 gebouwen in Nederland te vinden met een hoogte van meer dan 60 meter.

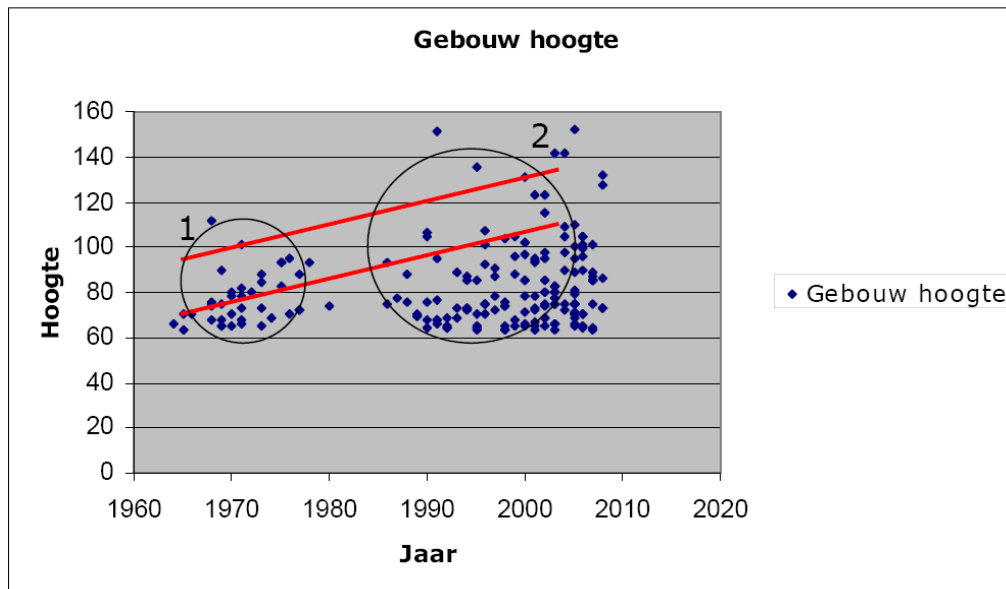
nr	Naam	Stad	Functie	Status	Oplevering	Vediep.	Hoogte
1	Maastoren	Rotterdam	office	construction	2008	43	165
2	Montevideo	Rotterdam	residential	completed	2005	43	152,32
3	Gebouw Delftse Poort	Rotterdam	office	completed	1991	41	151,35
4	Hoftoren	The Hague	office	completed	2003	29	141,86
5	Westpoint	Tilburg	residential	completed	2004	48	141,6
6	Rembrandt Tower	Amsterdam	office	completed	1995	35	135
7	Het Strijkijzer	The Hague	residential	construction	2008	41	132
8	Millennium	Rotterdam	office	completed	2000	34	130,85
9	The Red Apple	Rotterdam	residential	construction	2008	38	127,1
10	World Port Center	Rotterdam	office	completed	2001	32	123,06
11	Mondriaan Toren	Amsterdam	office	completed	2002	31	123
12	Achmea	Leeuwarden	office	completed	2002	28	115
13	Erasmus Medisch Centrum	Rotterdam	education	completed	1968	26	111,96
14	Prinsenhot	The Hague	office	completed	2005	25	109,49
15	Waterstadtoeren	Rotterdam	residential	completed	2004	36	108,88
16	Fortis Bank Blaak	Rotterdam	office	completed	1996	28	106,92
17	Weenatoren	Rotterdam	residential	completed	1990	32	106,25
18	De Admirant	Eindhoven	residential	construction	2006	31	105
19	World Trade Center Tower 6	Amsterdam	office	completed	2004	27	105
20	ABN AMRO World HQ	Amsterdam	office	completed	1999	24	105

Figuur 42: twintig hoogste gebouwen van Nederland (skyscrapercity, website, 2007)

Wat opvalt in de tabel is dat de bouwhoogte bij de hoogste twintig gebouwen terug loopt van 152 naar 104 meter. Bij een analyse naar hoogte, van gebouwen hoger dan 60 meter, valt te concluderen dat er maar een heel klein gedeelte van de gebouwen boven de 60 meter hoger is dan 100 meter, namelijk ongeveer 16 procent.

242	gebouwen boven de	60	meter
111	gebouwen boven de	75	meter
29	gebouwen boven de	100	meter
8	gebouwen boven de	125	meter
2	gebouwen boven de	150	meter

Uit de relatie tussen de hoogte van de 200 hoogste gebouwen in aanbouw of reeds gebouwd en het bouwjaar zijn de volgende conclusies te trekken (zie figuur 43). Het grootste gedeelte van de 200 hoogste gebouwen is lager dan 100 meter, maar de bouwhoogte van het grootste gedeelte van de gebouwen en de prestigeprojecten stijgt grofweg met vijf meter per tien jaar (zie figuur 43 rode lijn). Verder wordt duidelijk dat eind jaren tachtig / begin jaren negentig er weinig hoge gebouwen zijn ontwikkeld.



Figuur 43: de gebouwhoogte van de twee honderd hoogste gebouwen van Nederland (van Oss, 2007)

De ontwikkeling van hoogbouw in Nederland is dan ook op te delen in twee fasen. De eerste fase is de fase na de Tweede Wereldoorlog tot eind jaren zeventig. In deze fase werd hoogbouw vooral ingezet om een oplossing te bieden voor woningnood in Nederland, met name in grote steden. In de tweede fase vanaf eind jaren tachtig tot heden wordt hoogbouw vooral gebruikt voor uitstraling van een stad of bedrijf. Deze fase wordt dan ook vooral gekenmerkt door de bouw van kantoren. Ook is in deze fase de verstedelijking van Nederland in volle gang. Presentatie en uitvoering van grote stedelijke projecten, volgen elkaar in hoog tempo op. In de stedelijke centra, langs snelwegen en bij openbaar vervoersknooppunten verrijzen grootschalige woon-, winkel- en kantoorprojecten die ongekend zijn voor Nederlandse begrippen. Hoogbouw heeft in veel van deze projecten een belangrijke rol en zal het uiterlijk van Nederland definitief veranderen. (Koster, 1997)

Hoogbouw in Nederland wordt steeds vaker toegepast. Hierbij gaat het dan vooral om hoogbouw in de omgeving van vervoersknooppunten en stedelijke centra. Ook kan er geconcludeerd worden dat hoogbouw in Nederland een steeds hogere bouwhoogte krijgt.

Hoewel hoogbouw in Nederland van nature, een bij uitstek grootstedelijke bouwvorm is, heeft zij in Nederland tot nog toe vrijwel nergens geresulteerd in een “metropolitane ambiance”. Wel begint hoogbouw in Den Haag langs en boven de Utrechtsebaan serieuze proporties aan te nemen, maar alleen in het centrum van Rotterdam is er sprake van hoogbouw in een dichtheid en diversiteit die maken dat de individuele torens als het ware opgaan in de massa.



Figuur 44: silhouetten
hoogbouw Rotterdam
(wikipedia, Rotterdam)

“Hoogbouw zoals hoogbouw ooit bedoeld is: een verzameling van elkaar beconcurrerende, hoogst individuele expressies. Van nabij gezien samenklonterend tot een amorf geheel, maar op enige afstand een unieke skyline waarin elke toren zijn eigen silhouet heeft” (Koster, 1997)

Bij grootstedelijke hoogbouw doet zich het merkwaardige fenomeen voor dat geslaagde hoogbouw “vanzelf” nieuwe hoogbouw aantrekt. Meer nog voor de Utrechtsebaan in Den Haag en de Weena en de Coolsingel in Rotterdam geldt dit op dit moment voor de Zuidas in Amsterdam en de Kop van Zuid in Rotterdam.

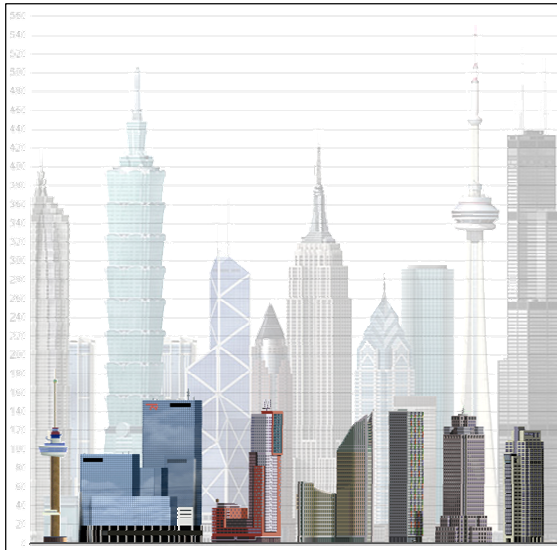
“Het gevolg is een zichzelf versterkende architectonische prestigestrijd waarin met name banken en verzekeringsmaatschappijen gemakkelijk tot grote gebouwhoogte te enthousiastmeren zijn.”

Deze trend zet zich voort, want het grootste hoogbouwproject van Nederland, de Zuidas, wordt namelijk versneld tot ontwikkeling gebracht. (Doets, 2006, Property NL)

Hoogbouw in Nederland in de kinderschoenen

In Nederland zijn we pas vanaf begin jaren '90 bezig met hoogbouw. Hierdoor is er relatief weinig informatie over dit onderwerp.

Als er gekeken wordt naar andere landen en dan vooral buiten Europa is dit al snel te concluderen. Niet alleen de grote van de toren, maar ook het aantal dat gebouwd is en wordt is veel groter.



Figuur 45: hoogbouw in Nederland tegen de hoogbouw in de rest van de wereld (skyscrapercity, website, 2007)

Waarom wordt er pas de laatste jaren echt aan hoogbouw gedacht als oplossing voor de binnenstedelijke problemen en waarom nog niet echt veel.

Het is nog steeds discutabel of de ruimte in Nederland wel zo schaars is dat dit voldoende reden is tot hoogbouw. Als je in een stad als Rotterdam zou verdichten door naar bijvoorbeeld 10-laagse appartementenbouw te gaan, wordt voorlopig ruimschoots aan de behoefte voldaan, zonder dat daarbij de problematiek van hoogbouw aan de orde komt. Grondprijzen worden wel kunstmatig hooggehouden, maar de prijzen zijn niet van dien aard, en de grondpolitiek geeft niet die vrijheid, dat daardoor hoogbouw vanuit de markt vanzelfsprekend wordt.

2.2 Huidige kennis van kosten hoogbouw

Dat de bouwhoogte invloed heeft op de investeringskosten van hoogbouwkantoren in Nederland mag als algemeen bekend worden verondersteld. Dit doordat de investeringskosten voor hoogbouw hoger zijn dan de investeringskosten voor laagbouw of middelhoogbouw door allerlei bijzondere maatregelen zoals bijvoorbeeld extra installaties, liften, waterpompen, duurdere gevelsystemen, een langere bouwtijd met het daaraan gekoppelde renteverlies en eventuele kosten voor tijdelijke huisvesting, een complexere uitvoering, veiligheid en een zwaardere constructie. Verder wordt in vergelijking tot laagbouw (of gangbare verdiepingsbouw) bij hoogbouw het oppervlakterendement (verhouding netto/bruto vloeroppervlak (NVO)/(BVO)) ongunstig beïnvloed door het grote ruimtebeslag van de verticale transportsportvoorzieningen, de dragende constructiedelen (kolommen en wanden) en de installatieschachten. Dit heeft logischerwijs invloed op het verhuurbaar vloeroppervlak (VVO) en dus op de opbrengsten. Het ontwikkelen van een efficiënte plattegrond voor hoogbouw is dan ook cruciaal voor een financieel haalbaar ontwerp.

Deze hogere bouwkosten, langere bouwtijd en lagere efficiëntie moeten dus gecompenseerd worden door hogere huren of verkoopopbrengsten in relatie met laag- en middelhoogbouw. De belangrijkste twee vragen voor de financiële haalbaarheid van hoogbouw zijn:

- wat is de meerprijs van een hoogbouwkantoor bij verschillende bouwhoogten;
- zijn bedrijven bereid extra te betalen om in deze hoogbouw te willen werken.

Dit zijn de belangrijkste twee verschillen ten opzichte van middelhoog- en laagbouw.

Kosten van Hoogbouw

Is het financieel nog wel aantrekkelijk voor marktpartijen? Momenteel is de situatie zo dat hoogbouw erg duur is. Waarom is dit?

Het is niet zo dat een binnenstedelijk project weinig winst oplevert. Projectontwikkelaars dragen zorg voor behoorlijke investeringen. En uiteraard willen ze daar rendement op maken. Bij binnenstedelijke projecten spelen ook vaak andere belangen een rol. Als de verschillende partijen met elkaar in staat zijn om dat belang door subsidies te financieren, dan zijn marktpartijen geïnteresseerd. Oplossingen komen er uiteindelijk wel, maar het duurt vaak heel lang voordat de oplossing er is. Dat is jammer. We hebben behoefte aan snellere productie.

Investeringskosten

Wat zijn investeringskosten, hoe zijn deze opgebouwd en hoe worden deze bepaald? Ook is de vraag welke kenmerken van kantoorgebouwen in Nederland van invloed kunnen zijn op de investeringskosten bij verschillende bouwhoogten. De investeringskosten zijn opgebouwd uit de grondkosten, de bouw- en de bijkomende kosten inclusief de belasting toegevoegde waarde (BTW). Er zal voor elk onderdeel afzonderlijk worden beschreven hoe deze kunnen worden opgebouwd en berekend. Tenslotte zal aan het einde van de beschrijving van de bijkomende kosten een globaal

cijfermatig overzicht van de totale investeringskosten worden gegeven om inzicht te krijgen in de verhoudingen.

De grondkosten

De grondkosten kunnen op drie manieren bepaald worden. Bij de eerste manier worden de grondkosten berekend als percentage van de opbrengsten van het bouwwerk. De hoogte van het percentage is afhankelijk van de functie, wonen, kantoren, etc. en de locatie. Bij de woonfunctie is het percentage ook afhankelijk van het type woning, zo ligt voor een sociale huurwoning het percentage grondkosten lager dan bij de duurdere segmenten.

De tweede manier heet de residuele grondwaardemethode. De residuele grondwaarde is het verschil tussen commerciële waarde en de bouw -en bijkomende kosten. Per gebruiksfunctie en locatie wordt een calculatie uitgevoerd die is gebaseerd op normen voor de stichtingskosten en in de markt gebruikelijke parameters zoals huur-, koopprijzen en aanvangsrendementen. Kenmerkend voor deze methode is dat over de grondprijs kan worden onderhandeld. Dit komt voor als bijvoorbeeld een gemeente graag wil dat een bouwwerk ontwikkeld wordt, maar de uitvoerende partij de begroting niet sluitend kan krijgen door te hoge grondkosten. In dit geval kan de gemeente van het vaste percentage afstappen en de prijs voor de grond laten zakken. Dit wil zeggen dat de kosten die de gemeente heeft gemaakt voor het bouwrijp maken van de locatie in evenwicht zijn met de opbrengsten. Dit is het laagste aanbod wat de gemeente kan doen, tussen dit bod en het vaste percentage ligt de onderhandelingsruimte.

De derde methode is de comparatieve methode. Bij deze methode wordt de grondwaarde afgeleid van vergelijkbare transacties uit het (recente) verleden. Een analyse van overeenkomsten en verschillen tussen nog uit te geven grond en referentieobjecten leidt tot een grondprijs voor de desbetreffende situatie.

Bouwkosten

Zoals hierboven in de inleiding van kosten staat beschreven wordt het verschil in investeringskosten tussen laag- en hoogbouw voornamelijk veroorzaakt door een verschil in bouwkosten. Hierbij kan gedacht worden aan hogere kosten voor constructie, installaties en gevel. Dit betekent dus dat modellen die geschikt zijn voor het berekenen van de bouwkosten van laagbouw niet geschikt zijn om ook de kosten van hoogbouw te berekenen. Indien de modellen niet geschikt zijn wil niet zeggen dat de methoden ook niet geschikt zijn. Hierdoor zal er eerst beschreven worden welke methoden er voor laagbouw beschikbaar zijn om de bouwkosten te bepalen. Tevens zullen de voor- en nadelen van deze methoden beschreven worden.

Bouwkostenbepaling van laagbouw

‘Perfectionisme leidt tot schijnnaauwkeurigheid’ Een berekening kan nooit nauwkeuriger zijn dan de nauwkeurigheid van de gegevens (Rust, 1997).

Hoewel er over de exacte bepaling van de bouwkosten van laagbouw verschillende opvattingen heersen en over dit onderwerp veel literatuur te vinden is, is de exacte bepaling bedoeld voor vrijwel uitgewerkte ontwerpen. Het doel van dit onderzoek is echter om in plaats van de exacte berekening op basis van uitgewerkte tekeningen, juist voor de globale aanpak te kiezen waarin varianten onderling vergeleken kunnen worden en de relaties tussen verschillende gebouwonderdelen zichtbaar worden. Er wordt dus niet gestreefd naar een exacte bepaling, maar wel naar een zo realistisch mogelijke uitkomst van de bouwkosten. Om de bouwkosten van laagbouw te bepalen worden een tweetal methoden onderscheiden. Afhankelijk hoe uniek het project wordt.

Methode 1. Het gebruik van kengetallen uit referentieprojecten

Bij het gebruik van kengetallen uit referentieprojecten wordt de benodigde informatie veelal verkregen uit de analyse van referentieprojecten. Voor laagbouw zijn hiervoor een aantal instanties bezig met het opzetten van databases waaruit kengetallen afgeleid kunnen worden. Met behulp van deze kengetallen kunnen via bepaalde rekenmethoden de totale kosten bepaald worden. Deze kengetallen zijn opgedeeld in drie groepen:

kengetal per m^2 /BVO of per m^3 .

kengetal per elementgroep.

kengetal per projectdeel.

De algemene aanpak komt neer op het vermenigvuldigen van de hoeveelheden met een eenheidsprijs ($\Sigma h \times p$), de kengetallen worden zoals eerder vermeld afgeleid uit referentieprojecten. Voordat de kengetallen kunnen worden toegepast, zullen ze eerst genuanceerd moeten worden zodat de belangrijkste randvoorwaarden van het nieuwe project worden meegenomen.

Zelfs voor standaard bouwprojecten zijn er veel verschillende berekeningswijzen en dus veel verschillende uitkomsten. Dit terwijl hier voldoende ervaring mee is en er genoeg gegevens over bekend zijn. Wanneer deze methoden bij laagbouwprojecten al afwijkingen en onnauwkeurigheden opleveren, dan zullen bij hoogbouwprojecten de afwijkingen en onnauwkeurigheden groter zijn. Hier is immers minder ervaring mee en zijn minder gegevens beschikbaar. Ook is elk hoogbouwproject uniek, zodat de toepassing van kengetallen bij hoogbouw hoogstwaarschijnlijk een te globaal resultaat oplevert (Nieuwenhuisen, 2005).

Wanneer de meest eenvoudige methode (prijs per m^2 BVO of per m^3 maal het aantal m^2 of m^3) onvoldoende nauwkeurig blijkt te zijn, zal gezocht moeten worden naar een meer gedetailleerde kostenberekeningsmethode. Hiervoor kan methode 2 uitkomst bieden.

Methode 2. Bepaling kosten per bouwdeel

Een minder globale berekening van de kosten kan gedaan worden aan de hand van de bepaling van de kosten per bouwdeel. Bij de berekening van de kosten wordt het gebouw onderverdeeld in verschillende gebouwonderdelen. Afhankelijk van de gedetailleerdheid van de informatie kan het bouwwerk onderverdeeld worden in product-, of elementgroepen. Deze onderverdeling geschiedt volgens de elementen classificering en -codering van de NL-SfB (Samarbetskommitten for Byggnadsfragor). De NL-SfB maakt primair onderscheid tussen negen verschillende hoofdgroepen:

- (1-) Onderbouw
- (2-) Bovenbouw
- (3-) Afbouw
- (4-) Afwerkingen
- (5-) Installatievoorzieningen (werktuigbouwkundig)
- (6-) Installatievoorzieningen (elektrisch)
- (7-) Vaste inrichting
- (8-) Losse inventaris
- (9-) Terrein

Deze hoofdgroepen, bijvoorbeeld (1-) Onderbouw, zijn allemaal weer onderverdeeld in elementgroepen, bijvoorbeeld (17) Funderingen. De elementgroepen zijn weer onderverdeeld in productgroepen, bijvoorbeeld (17) Ef2 funderingspalen in de grond gevormd. Door deze eenheidsprijs te vermenigvuldigen met de hoeveelheden en dit consequent toe te passen kunnen de bouwkosten berekend worden.

Deze methode kost aanzienlijk meer tijd dan de eerste methode. De eerste methode wordt voornamelijk gebruikt voor de kostenraming tijdens de planfase. Deze tweede methode wordt toegepast wanneer er meer projectgegevens bekend zijn.

Voor de berekening van de bouwkosten van hoogbouw wordt vaak de tweede methode gekozen aangezien dit tot een meer nauwkeurige benadering van de kostprijs leidt en tevens de relaties tussen verschillende gebouwonderdelen meeneemt in de berekening. Op deze manier kunnen de consequenties van wijzigingen in het ontwerp inzichtelijk worden gemaakt. Dit wordt in de volgende paragraaf toegelicht.

Opdeling in gebouwonderdelen

Om inzicht te krijgen in de opbouw van de bouwkosten van een project en het mogelijk te maken om alternatieven af te wegen, is het noodzakelijk de samenhang tussen de verschillende gebouwonderdelen te kennen. Immers het wijzigen van een bepaald gebouwonderdeel (primair) heeft meer invloed dan alleen op dat ene te wijzigen onderdeel zelf. Het brengt ook verandering teweeg in

samenhangende (secundaire) gebouwonderdelen. In sommige gevallen blijken bij een keuze voor een goedkoper gebouwonderdeel de secundaire kosten veel hoger te worden, zodat deze ‘besparing’ paradoxaal meer geld kost.

Zo kan bijvoorbeeld bij de vergroting van de kolomafstand de belasting per steunpunt toenemen, waardoor de fundering om een andere oplossing vraagt. Tevens zal een vergroting van de kolomafstand leiden tot een grotere balkhoogte, hetgeen bij een gelijkblijvende vrije verdiepingshoogte leidt tot een grotere bruto verdiepingshoogte, gebouwhoogte, liften, geveloppervlak, etc.

Door het gebouw op te delen in verschillende onderdelen en de relaties tussen deze onderdelen te verwerken in een model kan door de wijziging van één onderdeel direct inzicht verkregen worden in de gevolgen hiervan. Daarnaast hoeft niet ieder gebouwonderdeel afzonderlijk gewijzigd te worden wanneer varianten onderzocht worden. Deze methode lijkt dan ook meer geschikt voor het berekenen van de investeringskosten van hoogbouw.

Bijkomende kosten

De bijkomende kosten worden als percentages van de hoofdaanneming uitgedrukt. De hoofdaanneming is opgebouwd uit de directe bouwkosten plus de afschrijving van het materieel. De directe bouwkosten bestaan uit manuren, loon, materiaal en kosten van de onderaannemers.

De algemene bouwplaatskosten (ABK) en algemene bedrijfskosten (AK) zijn een percentage van deze bovengenoemde kosten. In de ontwikkelingsfase wordt voor de ABK bij hoogbouwprojecten ongeveer 12 procent gerekend. Voor laagbouw is dit ongeveer 10 procent. Deze percentages zijn echter afhankelijk van locatie, de bouwtijd enz. De AK bedraagt ongeveer 8 procent. De ABK, de AK plus 4 procent over de directe kosten voor winst en risico worden samen de staartkosten genoemd. De som van deze kosten plus de directe kosten vormen de totale bouwkosten (TK) (Archidat, 2006, website).

Hier bovenop komen nog de bijkomende kosten. In het boek “kosten en kwaliteitssturing” (Gerritse, 1999) wordt voor de bijkomende kosten een percentage van 25 á 30 procent over de TK gerekend.

Dit totaal vormt de begrotingssom zonder BTW. Hier wordt 19 procent BTW over geheven, hetgeen resulteert in de begrotingssom inclusief BTW.

Schematisch ziet dit er als volgt uit:

Bouwkosten:

Directe kosten (DK)	100
Indirecte bouwkosten	
Algemene bouwplaatskosten (ABK) % over DK	12
Algemene bedrijfskosten (AK) % over DK	6
Winst en Risico	4+
Totale Bouwkosten (BK)	122

Inrichtingskosten:

Meubilair	
Bedrijfsinstallaties	10 - 15+
Subtotaal:	134

Bijkomende kosten:

Vorbereiding en begeleiding	
Heffingen	
Verzekeringen	
Financiering	
Risicoverzekering	
Onvoorzien	25 - 30+
Subtotaal:	159

BTW 19 % van 163	31 +
Begrotingssom inclusief BTW	190

Verschil tussen de investeringskosten van laag- en hoogbouw

Voor het onderzoek is het van belang te analyseren wat de verschillen zijn tussen de investeringskosten van laag -en hoogbouw. De essentie van de verschillen in kostprijsberekening tussen hoogbouw en laagbouw zijn volgens Ir. J.J.I. Buisman (Buisman Blankert, 1985) samen te vatten als:

- Logistiek: op een beperkt oppervlak wordt een enorme hoeveelheid materiaal samengebracht;
- Constructief: door de sterk toenemende windbelasting;
- Funderingstechnisch: door de grote belasting per m² en de invloed van de wind;
- Financieel: het voorgaande werkt alleen maar prijsverhogend.

Buiten de kenmerken van een hoogbouwkantoor die Ir. Buisman beschrijft, zijn er nog andere kenmerken die invloed hebben op de investeringskosten zoals: installaties, gevel en brandveiligheidseisen. De grootste verschillen in investeringskosten tussen laag- en hoogbouw liggen dan ook vooral in de bouwkosten. Door het gebouw op te delen in verschillende onderdelen, volgens een classificatie, en de relaties tussen deze onderdelen te verwerken in een model kan door de wijziging van één onderdeel direct inzicht verkregen worden in de gevolgen hiervan.

Daarnaast hoeft niet ieder gebouwonderdeel afzonderlijk gewijzigd te worden wanneer varianten onderzocht worden.

2.3 Huidige kennis duurzaam ontwikkelen

Om iets te kunnen zeggen over duurzame hoogbouw, moet eerst het begrip duurzame ontwikkeling worden gedefinieerd. Wat is duurzame ontwikkeling, wat is er over bekend, wat zijn de onbekende gebieden en wat is de positie van duurzaam bouwen anno 2007 /2008.

Basis definities

Ecologie

Als wetenschap is ecologie een onderdeel van biologie. De ecologie bestudeert de verspreiding van organismen, de dynamiek van de wisselwerking tussen organismen en de relaties tussen organismen en de niet-biologische omgeving.

Het woord okologie werd geïntroduceerd door de Duitse bioloog Ernst Haeckel in 1866, als samentrekking van de Griekse woorden *oikos* (huishouding) en *logos* (wetenschap). (wikipedia)

Milieu

Het milieu betekent in de brede zin van het woord de *omgeving* waarin iemand of iets leeft. Het begrip milieu kan verwijzen naar het natuurlijk (ecologie) milieu, maar ook naar de sociale omgeving. In de betekenis van (ecologisch) leefomgeving of 'leefmilieu', is het milieu het gedeelte van onze fysieke omgeving (levende en niet levende natuur) waarin het menselijk leven en het menselijk bestaan mogelijk is en plaatsvindt. Binnen de wetenschap zijn er verschillende specialismen die de relatie tussen mens en milieu onderzoeken, waaronder milieuwetenschappen, milieueconomie, en milieufilosofie.

Menselijk handelen leidt tot milieuverontreiniging. Omdat het milieu een collectief goed is, en omdat aan het gebruik van milieugoederen en aan de verontreiniging van het milieu geen prijs hangt, is het een taak van de overheid om leefmilieu te beschermen. Daarvoor voert zij milieubeleid uit met behulp van verschillende instrumenten, zoals milieu- educatie, voorschriften, belastingen en subsidies.

De *mate* waarin overheden moeten ingrijpen in de markt en andere onderdelen van de samenleving om het milieu te beschermen is onderwerp van veel discussies. Liberale partijen willen dat de overheid de markt zo veel mogelijk met rust laat, terwijl Groene partijen zo veel mogelijk willen doen om het milieu te beschermen. Behalve overheden houden ook maatschappelijke organisaties zich bezig met de bescherming van het milieu en de voorlichting daarover. Het geheel van deze organisaties wordt de milieubeweging genoemd. (wikipedia)

Milieuproblemen

In de lijn met de definitie van milieu kun je spreken van een milieuprobleem als voorwaarden voor leven ontbreken, namelijk het bestaan van planten, dieren en mensen wordt bedreigd. Er zijn drie milieuproblemen die de levensvoorwaarden bedreigen:

- uitputting door bronnen
- aantasting door ecosystemen
- aantasting van de menselijke gezondheid

Duurzaam Bouwen

Geschiedenis

In 1987 verscheen het rapport “Our common future” van de World Commission on Environment and Development van de Verenigde Naties, waarin duurzame ontwikkeling centraal stond. Dit rapport staat ook wel bekend als het Brundtland-rapport, naar Gro Harlem Brundtland, de toenmalige voorzitter van de commissie. Veel publicaties gebruiken de volgende definitie uit het Brundtland-rapport: “Duurzame ontwikkeling is de ontwikkeling die aansluit op de behoeften van het heden zonder het vermogen van toekomstige generaties om in hun eigen behoeften te voorzien in gevaar te brengen.

Een andere mijlpaal was de conferentie van Rio in 1992 inzake milieu en ontwikkeling. De internationale gemeenschap heeft er zich toen toe verbonden een nieuw beleid te ontwikkelen. Het nieuwe ontwikkelingspatroon dat voor alle landen werd vastgesteld, werd “Duurzame ontwikkeling” genoemd.

In 2002 vond de Wereldtop voor duurzame ontwikkeling plaats in Johannesburg, Zuid-Afrika. Dit was de grootste VN-conferentie tot dan toe.

Door een groeiend bewustzijn voor de milieu- en armoedeproblematiek waarmee de mensheid in de 21ste eeuw steeds meer zal worden geconfronteerd, ontstond in de jaren zeventig en tachtig geleidelijk behoefte aan mondiale strategieën die de wereld hierop moesten voorbereiden. Parallel met de evolutie naar een betere integratie van de economische en sociale benadering van ontwikkeling, groeide het besef omtrent het ondeelbare karakter van milieu en ontwikkeling. Het concept duurzame ontwikkeling is hierop gebaseerd.

Een ontwikkeling wordt als duurzaam beschouwd voor het geheel van de mensheid (en niet enkel voor het bevoorrechte deel) wanneer de productieactiviteit en de consumptie duurzaam is. Ze vindt dus plaats zonder uitputting van de natuurlijke hulpbronnen of zonder hun eventuele vernieuwing te verhinderen. “Duurzaam” is ondertussen het adjectief dat in de Nederlandse vertalingen van de VN-documenten en de officiële teksten van de EU wordt gebruikt. Dat idee, dat geboren is uit de vermenging van verschillende denkstromingen van de 20ste eeuw, plaatst de mens dus centraal in de actie die voor ontwikkeling ondernomen wordt.

Duurzame ontwikkeling is geen programma met een op voorhand volledig overwogen en uitgewerkte inhoud. Het is veeleer een proces waarbij een publiek forum wordt gecreëerd voor een gedocumenteerde reflectie en een gestructureerd debat over verschillende toekomstvisies op de maatschappij.

Inleiding

Bouwactiviteiten zijn verantwoordelijk voor een fors deel van de totale Nederlandse milieubelasting. Met name het grondstoffen- en het energiegebruik in gebouwen zorgen hiervoor. Maar liefst 18% (Itard, Onderzoeksinstituut OTB TU Delft, 2006) van het totale energiegebruik in Nederland is nodig voor het verwarmen en koelen van gebouwen. Verder is de bouwsector een belangrijke oorzaak van de aantasting van de ozonlaag, die de aarde beschermt tegen een te hoge instraling van ultraviolet licht, en van de milieudruk van het inzamelen en behandelen van afvalstromen. In de jaren negentig van de vorige eeuw werd in het eerste Nationaal Milieubeleidsplan, ofwel NMP, het begrip duurzaam bouwen geïntroduceerd. De bouwsector behoort sindsdien expliciet tot de doelgroepen van het milieubeleid. Duurzaam bouwen is erop gericht de gezondheids- en milieueffecten als gevolg van het bouwen, de gebouwen en de gebouwde omgeving te reduceren, aldus het ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer.

Bij de bouw van nieuwe kantoren speelt het thema 'duurzaamheid' inmiddels een grote rol, voornamelijk op het gebied van energiebesparing. De beperking van het energiegebruik van nieuwe gebouwen is verankerd in het Bouwbesluit (Energie Prestatie Norm).

De aandacht voor duurzaamheid in de bestaande kantorenvorraad blijft daarbij sterk achter. Er is echter in de bestaande voorraad veel potentie aanwezig om sprongen in de milieukwaliteit te realiseren, vanwege de veel lagere milieukwaliteit dan de huidige nieuwbouwkantoren. Bovendien is het aantal kantoren waarbinnen dat bereikt kan worden veel groter. Op 1 januari 2008 had de Nederlandse kantorenmarkt een omvang van ca. 45.542.000 m² bvo (DTZ), terwijl in 2007 ruim 170.000 m² nieuw kantooroppervlak is gerealiseerd. Dit is minder dan 0.5 % van de totale voorraad. Om de milieubelasting van kantoren terug te dringen, is verbetering van de milieukwaliteit van de huidige voorraad daarom essentieel. De grootste opgave ligt in de herstructurering van de verouderde kantoor parken uit de jaren '80. Het grootste deel van de deze goedkope kantorenvorraad is te vinden in de buiten wijken van de stad. Deze bestaan veelal uit kleine kantoorpanden met een beperkte bouwfysische kwaliteit. De in 2003 door het Rijk geïnitieerde herstructurering moet leiden tot een verbetering van de economische en fysieke omgeving in deze parken. Duurzaamheid is een onderdeel van het rijksbeleid voor stedelijke vernieuwing.

In dit theoretisch kader wordt verder ingegaan op de belangrijkste aspecten van duurzaamheid in relatie tot kantoorbouw.

Duurzaamheid

Het begrip ‘duurzaamheid’ wordt in het Brundtland-rapport uit 1987 (Our Common Future) als volgt gedefinieerd: “Wij moeten leren te voorzien in de behoeften van de huidige generatie zonder daarmee de mogelijkheden van toekomstige generaties in gevaar te brengen om ook in hun behoefte te voorzien”. Het Nederlandse rijksoverheidsbeleid definieert de belangrijkste beleidsopgaven voor duurzame ontwikkeling in de komende jaren als:

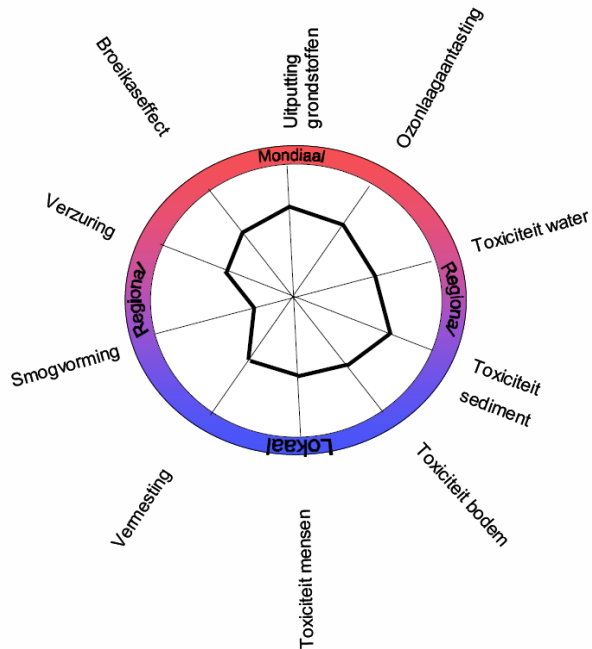
- Het garanderen van het economisch groeipotentieel;
- Het handhaven van de sociale cohesie;
- Het terugdringen van de druk op milieu en natuur en het leveren van een eerlijke bijdrage aan het behoud van de mondiale ecosystemen, zoals een stabiel klimaat en een rijke biodiversiteit (ecologische duurzaamheid).

In dit rapport wordt duurzaamheid bekeken vanuit de laatst genoemd invalshoek: ecologische duurzaamheid. Vanuit de invalshoek van ecologische duurzaamheid wordt gestreefd naar het minimaliseren van schadelijke milieueffecten als gevolg van het verwaardigen van bouwcomponenten en als gevolg van bouwactiviteiten en gebouwgebruik. Deze milieueffecten kunnen zichtbaar gemaakt worden op een schaal. Op mondiale schaal wordt de aandacht gevestigd op uitputting van grondstoffen, broeikaseffect en aantasting van de ozonlaag. Op regionaal schaalniveau gaat het om smogvorming, verzuring, eco toxiciteit (oftewel giftigheid) voor water. En op het lokaal niveau wordt de aandacht gevestigd op plaatselijke milieu-effecten, zoals eco toxiciteit voor bodem, vermessing, lokale luchtvervuiling (CO₂ concentratie of fijn stof bijvoorbeeld), geluidshinder, binnenmilieu en gezondheid. Het gaat hier om het reduceren van de schadelijke effecten voor de gezondheid van de mens, die veroorzaakt worden door (emissies van) bouwmaterialen in het gebouw, bij de bouwplaats, bij de grondstofwinning, bij de industriële bewerkingen van bouwmaterialen of bij de stortplaats en door een slechte kwaliteit van de binnen- en buitenlucht.

Milieueffecten

Milieueffecten zijn meetbare aantastingen van het milieu. Het gebruiken van fossiele energie op zich is geen milieueffect, maar veroorzaakt uitputting van brandstoffen, broeikaseffect en soms ook verzuring. Verschillende milieueffecten worden weergegeven in figuur 46, waar een voorbeeld van een milieuprofiel weergegeven. Iedere as heeft zijn eigen eenheid en geeft de grootte van een specifiek milieuprobleem aan.

Behalve naar deze milieueffecten kan men kijken naar de gebruikte hoeveelheden materiaal, energie en water tijdens de levensduur van de woningen. Deze hoeveelheden zeggen soms weinig over het werkelijke milieueffect, omdat grote hoeveelheden van onschadelijk materiaal een gering milieueffect hebben, terwijl kleine hoeveelheden van een schadelijk materiaal wel grote milieueffecten kunnen hebben. Desalniettemin zijn deze gegevens belangrijk omdat ze gemakkelijker meetbaar zijn en gemakkelijker kunnen worden vertaald in kosten.



Figuur 46: verschillende milieu effecten op verschillende schaalniveua's (Itard, Onderzoeksinstituut OTB, 2006)

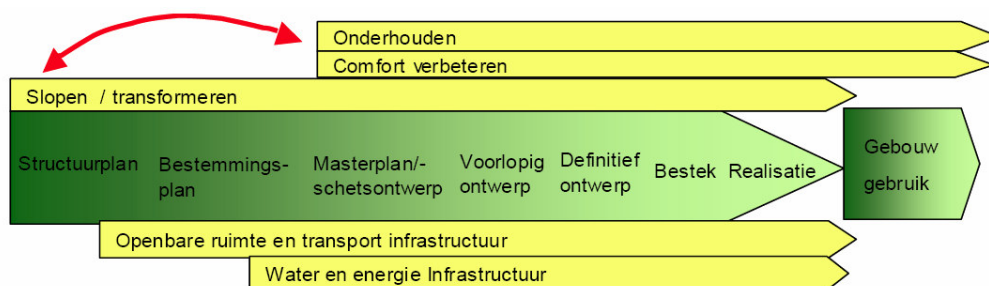
De milieubelasting van bouwactiviteiten kan worden gekwantificeerd door de toepassing van de zogenaamde Levenscyclusanalyse (LCA). In een levenscyclusanalyse, zoals weergegeven in figuur 47, wordt nagegaan welk effect het vervaardigen van de gebouwonderdelen (inclusief winning van grondstoffen) op het milieu heeft. Het gebruiken en het afdanken van de onderdelen wordt ook in de analyse meegenomen, net als het effect van bouwactiviteiten en het eventueel slopen van het gebouw. Ook wordt het effect op het milieu van het gebouwgebruik meegenomen: welke onderhoudsmaatregel nodig is en hoe ziet het energiegebruik van het gebouw (en de bewoners) eruit tijdens de levensduur van het gebouw (meer over de LCA in het derde deel van dit theoretisch kader).



Figuur 47: Levenscyclusanalyse (Itard, Onderzoeksinstituut OTB, 2006)

In welk processtadium kan het best rekening gehouden worden met het milieu?

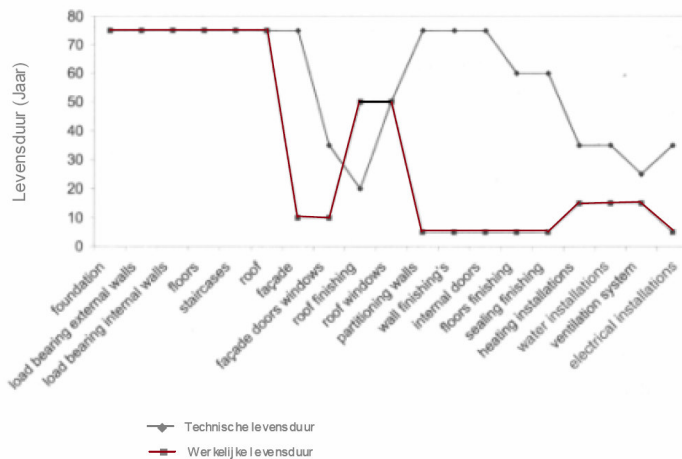
In figuur 48 is te zien op welk procesniveau (groene balk) er het best al rekening gehouden kan worden met ecologische duurzaamheid (Itard, Onderzoeksinstituut OTB TU Delft, 2006). De gele balken geven aan dat er aandacht voor het milieu moet blijven tot aan de realisatie en het onderhoud. De praktische uitvoering van duurzaam bouwen -maatregelen is immers meestal cruciaal voor het wel of niet halen van de beoogde milieuwinst. Kortom, een degelijke uitvoeringsbegeleiding is van wezenlijk belang.



Figuur 48: schematische weergaven, wanneer er het best rekening gehouden kan worden met ecologische duurzaamheid (Itard, Onderzoeksinstituut OTB, 2006)

- Beslissingen over slopen of transformeren worden heel vroeg genomen, met name omdat ze sterk gerelateerd zijn aan de gewenste kantoren samenstelling, die vaak het uitgangspunt is voor de herstructureringsopdracht. Wil men hierbij rekening houden met duurzaamheid, dan zal dit aspect dus ook in de fase van het structuurplan meegewogen moeten worden. In de beslissing speelt de bouwфysische kwaliteit van de kantoren een belangrijke rol. Er moet worden nagegaan of het mogelijk is de bouwфysische kwaliteit en het comfort door renovatie op het gewenste niveau te brengen.
- Beslissingen over de duurzaamheid van de infrastructuur en de openbare ruimtes dienen al in de bestemmingsplanfase genomen te worden. De mogelijkheden voor een duurzame energievoorziening bijvoorbeeld, moeten al in dit stadium onderzocht worden vanwege de benodigde ruimtereservering voor de centrale energievoorzieningen en de distributie naar de kantoren. Dit komt omdat er bij duurzame systemen steeds meer sprake is van combinaties van centrale en decentrale voorzieningen (bijv. bij warmtelevering of bij individuele warmtepompen gekoppeld aan een centrale energieopslag). De mogelijke financiële constructies (b.v subsidies en investeringsmogelijkheden), moeten ook in dit stadium in kaart gebracht worden.
- Opties voor comfortverbetering hoeven niet zo vroeg in het beslissingstraject te worden genomen; wel is het zo dat ze op masterplanniveau al in kaart gebracht moeten worden, omdat comfortverbetering altijd implicaties heeft op bouwkundig, constructief en installatietechnisch niveau. Belangrijk daarbij is een gedegen uitvoeringsbegeleiding.

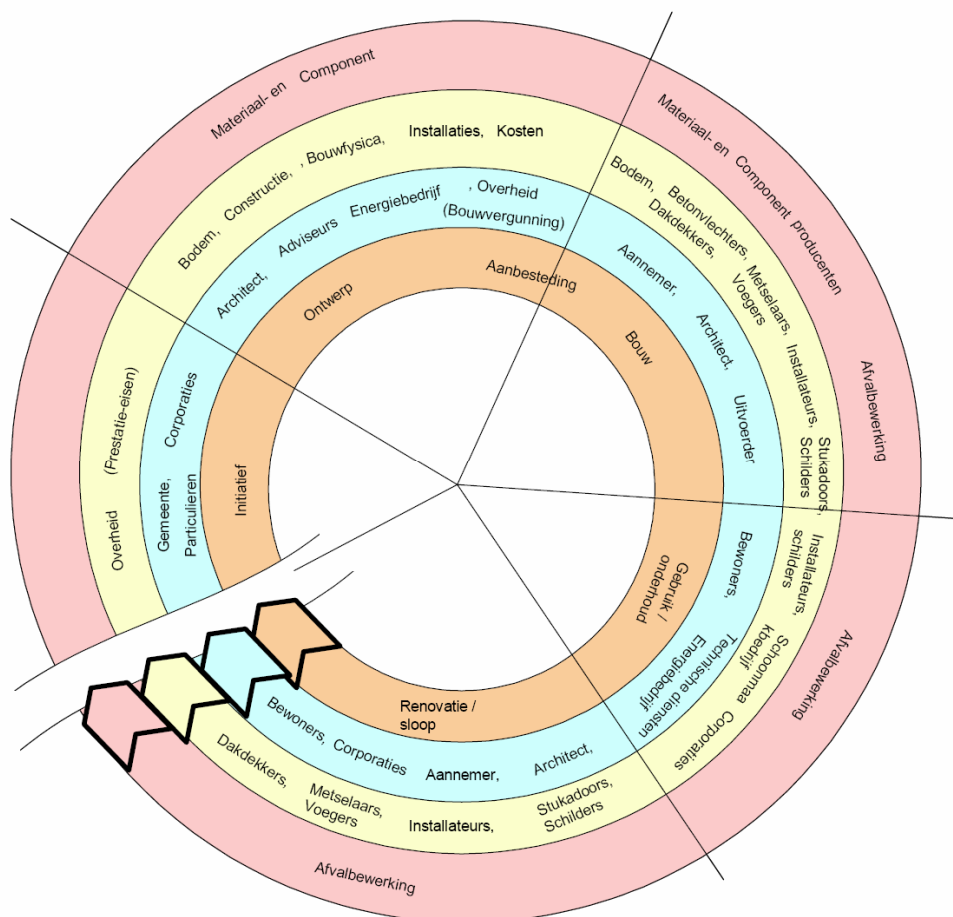
- **Onderhoud:** Onderhoud en (kleine) aanpassingen hebben effecten op het milieu. Door onderhoud wordt getracht de levensduur van componenten te verlengen. De feitelijke levensduur wordt beïnvloed door de technische levensduur van de component (hoe lang blijft het goed), maar ook door onder andere functionele, esthetische, en juridische (garanties) aspecten, alsmede door uitvoeringsgebreken en ontwerpfouten. Het verschil tussen de technische levensduur en de feitelijke levensduur van componenten wordt geïllustreerd in figuur 49. Sommige ontwerpbeslissingen hebben een groot effect op onderhoudswerkzaamheden. Een milieubewuste ontwerpkeuze kan verkeerd uitpakken omdat de consequenties voor het onderhoud niet meegewogen zijn. Een bekend voorbeeld daarvan zijn onbehandelde houten kozijnen. Als onbehandelde gevelelementen van duurzaam hout (b.v Western Red Cedar) geen oppervlaktebehandeling (verf) krijgen, kan het zijn dat er door het telkens nat worden en drogen van het hout spanningen optreden, waardoor de lijmverbindingen zwaar worden belast en loslaten. De vervorming van raamprofielen neemt toe, waardoor de afdichtingsprofielen minder goed functioneren en de luchtdoorlatendheid en de waterinfiltratie zullen toenemen. De levensduur van een dergelijk 'duurzaam kozijn' valt dan erg tegen.



Figuur 49: technische levensduur versus werkelijke levensduur (Thesis, TU Delft, 2006)

Milieubewust bouwen: de rol van verschillende actoren

Behalve met betrekking tot het bouwproces is een gebouw ook uiterst complex op het niveau van de actoren die aan de totstandkoming ervan bijdragen. Iedere actor in het bouwproces wordt vanuit zijn eigen invalshoek geconfronteerd met milieuproblemen en met beslissingen die consequenties hebben voor het milieueffect van het gebouw. Daarnaast speelt het feit dat milieuaspecten vooralsnog ondergeschikt zijn aan andere aspecten van het bouwproces een belangrijke rol. In dit hoofdstuk worden zowel de actoren als de rol die ze kunnen spelen in kaart gebracht.



Figuur 50: Bouwproces en betrokken actoren (Itard, Onderzoeksinstituut OTB, 2006)

Overheden, corporaties en opdrachtgevers

Een aantal potentiële milieueffecten wordt al bepaald tijdens de initiatieffase door keuzes ten aanzien van de locatie, het aantal woningen, de kosten en soms ook door het vaststellen van prestatie-eisen op het gebied van duurzaamheid. Dit is een trend die volop in ontwikkeling is en goed aansluit bij de huidige en in de wet verankerde praktijk van energieprestatie-eisen. Voor nationale en lokale overheden is het zaak enerzijds prioriteiten vast te stellen voor en eisen te stellen aan het ontwerp zonder het ontwerp zelf te realiseren en anderzijds achteraf te kunnen controleren of het ontwerp voldoet aan de gestelde eisen. Handhaving van de Wet milieubeheer en van gemeentelijke bouwverordeningen hoort daar ook bij. Corporaties en opdrachtgevers kunnen ook een prestatie-eis op het gebied van duurzaamheid willen gebruiken voor marketingdoeleinden, maar zullen zich voornamelijk willen richten op de verdere materialisatie van het project, met een maximum aan ontwerpvrijheid.

Ontwerpers

Tijdens de ontwerpfase worden keuzes gemaakt over het gebouwconcept en de materialisatie daarvan. Aan het begin van deze fase is er in het algemeen een grote ontwerp vrijheid, terwijl aan het einde van de fase een bestek, dus een zeer gedetailleerd ontwerp aangeleverd dient te worden. Tijdens de ontwerp fase is er sprake van (min of meer geslaagde) samenwerking tussen verschillende partijen: opdrachtgever, architect en verscheidene adviseurs. De afgelopen jaren is er veel aandacht geweest voor het belang van integraal ontwerpen voor de kwaliteit van het ontwerp, en vooral voor de energetische kwaliteit van het ontwerp. Integraal ontwerp is ook belangrijk voor de milieukwaliteit in het algemeen, in die zin dat sommige concepten (bijvoorbeeld houtskeletbouw of bouwen voor hergebruik) meer potentieel voor minder milieueffecten met zich meedragen. Het potentiële milieueffect op conceptniveau is echter moeilijk te kwantificeren, omdat het uiteindelijke effect toch afhankelijk is van de materialisatie van het ontwerp. Voor architecten en adviseurs is het uitermate belangrijk dat zij niet beperkt worden in hun ontwerp vrijheid en dat zij creatief en innovatief te werk kunnen gaan. Tegelijkertijd willen niet alle adviseurs bij alle projecten evenveel tijd en energie steken in deze aspecten, waardoor het belangrijk is dat er ook standaardoplossingen en voorbeeldprojecten beschikbaar zijn, waaruit ze inspiratie kunnen krijgen. Behalve het verrichten van creatieve activiteiten zorgen de adviseurs en architecten ook voor de berekeningen die benodigd zijn bij het aanvragen van een bouwvergunning. Zodra milieuwetgeving in beeld komt, is het belangrijk rekening te houden met deze doelgroep.

De aanbestedingsprocedure, die de schakel vormt tussen ontwerp en uitvoering, kan een belangrijke rol spelen in de mate waarin duurzaamheid gerealiseerd wordt. Dit is voornamelijk het geval wanneer er niet aanbesteed wordt op basis van een bestek maar op basis van definitief ontwerp (prestatieomschrijving). In het laatste geval ligt de beslissingsbevoegdheid voor een aantal beslissingen bij de aannemer die niet noodzakelijkerwijs over de nodige kennis beschikt om de opgegeven milieuprestaties naar behoren in te vullen.

Aannemers en technische diensten

Tijdens de bouw-, gebruiks- en renovatiefase spelen de aannemers, onderaannemers en uitvoerders (inclusief sloopbedrijven) een belangrijke rol, maar de rol van deze partijen bij het reduceren van het milieueffect van gebouwen is tot nu toe sterk onderbelicht gebleven.

Tijdens de bouw fase kan er sprake zijn van het incorrect uitvoeren van het bestek. Dit kan grote consequenties hebben op het werkelijke milieueffect van het gebouw. Strikte naleving van het bestek, een strengere opleveringsprocedure en vooral een goede opleiding van aannemers en uitvoerders, alsmede betere communicatie tussen adviseurs en aannemers kunnen een belangrijke bijdrage leveren aan het reduceren van de milieueffecten. Er moet hier wel opgemerkt worden dat ook architecten en adviseurs hierin hun verantwoordelijkheid moeten nemen, omdat de aannemer vaak niet bij het ontwerp betrokken is geweest en soms op basis van incomplete bestekken moet werken en onverwachte problemen moet oplossen. Lokale milieuproblemen spelen voor deze doelgroep een belangrijke rol. Het gaat hier om hinder tijdens bouwactiviteiten zoals geluid en trillingen, maar ook om bodemsaneringactiviteiten.

Tijdens de gebruiks- of renovatiefase is er meestal sprake van een directe link tussen de bewoner, corporatie en de aannemer, behalve wanneer het gaat om een ingrijpende renovatie. Dit betekent dat architect of adviseurs in deze fase meestal buitenspel staan. Dat is in het bijzonder het geval in de particuliere sector. De aannemer moet dan in staat zijn zelf een keuze te maken voor milieuvriendelijke opties, die ook nog bij het gebouw passen.

Huurders

Huurders (of eigenaars) zijn in Nederland meestal slechts zijdelings betrokken bij het gebouwontwerp. In de particuliere sector (kleine kantoorpanden) spelen ze als opdrachtgever of als zelfklusser een grotere rol bij energiegebruik, renovatie en onderhoud. In deze sector is er waarschijnlijk veel milieuwinst te boeken door goede voorlichting. Een bijzonder aspect van huurders is dat zij zelf onderhevig zijn aan schadelijke milieueffecten die voortkomen uit emissies van materialen en activiteiten gerelateerd aan het werken in het kantoor. Met deze gezondheidseffecten wordt vooralsnog weinig rekening gehouden. Behalve deze gezondheidseffecten staan huurders bloot aan hinder en stress uit (ver)bouwactiviteiten en installatiegebruik, zoals geluid, stank en trillingen.

Materiaal- en componentenproducenten

Producenten van materiaal en bouwcomponenten leveren aan de aannemers en hebben ook veelal contact met architecten en adviseurs met wie ze de ontwikkeling en verbeteringen van hun producten afstemmen. Ook spelen producenten een rol bij het verwerken van bouwafval door het hergebruiken van materiaal en componenten.

Duurzame ontwikkeling

Duurzame ontwikkeling is een concept waarin ecologische, economische en sociale belangen bij elkaar komen, voor zowel de huidige als de toekomstige generaties (wikipedia). Duurzame ontwikkeling is de eis om een evenwicht tussen deze drie basisconcepten te vinden. Het is een breed begrip, en omvat alle ontwikkelingen - op technisch, economisch, ecologisch of sociaal vlak - die bijdragen aan een wereld die efficiënter, zuiniger en op lange termijn meer continu omgaat met de aarde.

Wat is de positie van duurzaam bouwen anno 2007 / 2008 en hoe is deze tot stand gekomen?

Met het Nationaal Milieubeleidsplan-plus (1990) is de eerste stap gezet in het beleid naar het daadwerkelijk uitvoeren van duurzame bouwprojecten. Terwijl de bruteringsoperatie in 1995 de woningcorporaties de maatschappelijke verantwoordelijkheid geeft over de sociale woningbouw zijn de eerste LCA-studies in ontwikkeling. Vervolgens wordt in een landelijk convenant duurzaam bouwen door de woningcorporaties de te verrichten inspanningen en afspraken ten aanzien van duurzaam bouwen vastgelegd.

Het enthousiasme op de markt is de laatste tijd afgenomen en de uitvoering van duurzaam bouwen ligt in handen van enkele ambitieuze bouwbedrijven. Er bestaat verwarring over de inhoud van het begrip duurzaam bouwen en de technieken worden steeds ingewikkelder. Een groot deel van de milieubescherming en minimale eisen voor de sociale kwaliteit liggen vast in de wet, maar de ruimte voor innovatie om het duurzaam bouwen een stap verder te brengen blijft beperkt.

Daarnaast is er de intentie om meer prestatiegerichte eisen te formuleren wat nog maar traag op gang komt. Binnen de bedrijfsvoering van de opdrachtgevers, projectontwikkelaars en gemeenten bestaat nog geen afgebakende werkwijze om duurzaamheid structureel toe te passen (Laumeres, 2007).

Begin 2007 vindt een omslag plaats op gebied van duurzame energie, die zonder twijfel een belangrijke invloed gaat krijgen op de noodzaak van duurzaam bouwen.

Ten eerste nam het klimaatpanel van de VN, het Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), op 2 februari 2007 alle twijfels weg over de snelle klimaatverandering. Er kwam pijnlijk aan het licht dat de klimaatverandering zich onomstotelijk manifesteert door toedoen van de mens. Ten tweede heeft Al Gore met zijn presentatie 'An inconvenient truth' een breed internationaal publiek weten te trekken met zijn waarschuwing over de mogelijke gevolgen van de klimaatverandering. Ten derde spraken de EU-lidstaten op 10 maart 2007 af dat zij in 2020 de CO₂-uitstoot met zeker 20 procent verlaagd zullen hebben. Deze gebeurtenissen zouden wel eens een ramatische versnelling in de toepassing van het voorgestelde stappenplan kunnen bewerkstelligen.

Tegenwoordig verwijst duurzaam bouwen (VROM) naar allerlei manieren van bouwen met een kleinere milieu belasting. Dit komt echter vaak neer op traditionele bouw met een paar aanpassingen. De originele betekenis van duurzaam bouwen was breder: een manier van bouwen zonder schadelijke effecten die kan worden volgehouden tot het einde der tijden (Dobbelsteen, 2006).

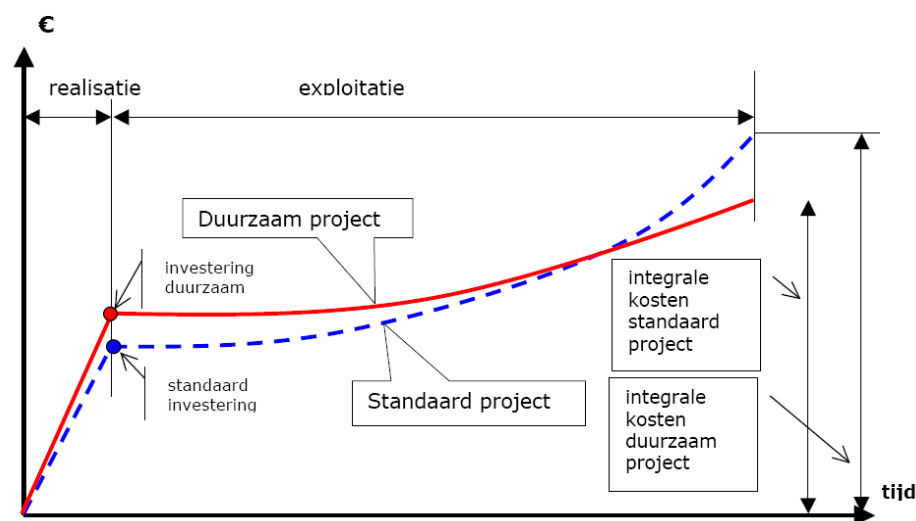
Duurzaam bouwen financieren

Dit onderzoek richt zich op de wijze waarop duurzaam bouwen met succes kan worden toegepast. Het is gebleken dat duurzaam bouwen tot nu toe min of meer overgelaten wordt aan de goede wil van enkelingen waarbij harde intenties kennelijk ontbreken.

Voor het thema energie zou dit in wel eens snel kunnen veranderen vanwege:

- de prijs van energie en
- de klimaatverandering

De eindige voorraad fossiele brandstoffen in gebieden met variërende en de explosieve groei van de vraag, maakt de prijs van energie in toenemende mate onzeker. De vraag rijst dan ook wanneer de economische noodzaak de mens (in alle vakgebieden) dwingt duurzaam bouwen permanent op de agenda's te zetten. Het ziet er naar uit dat de economische modellen zwaarder gaan wegen in de zeer nabije toekomst. Het zal dan niet meer enkel en alleen gaan om de hoogte van de totale investeringen maar om de integrale kosten inclusief alle exploitatiekosten, onderhoud, renovatie én energie, zoals in het onderstaande schema (figuur 53) is geïllustreerd. Extra investeringen van een innovatief duurzaam project kunnen worden afgezet tegen de integrale kosten.

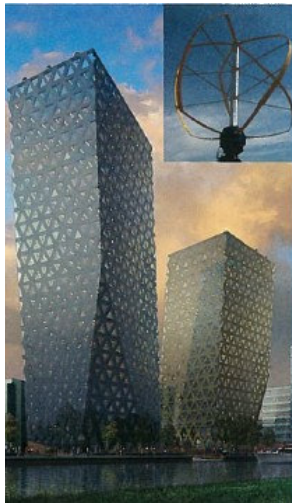


Figuur 53: duurzaam bouwen uitgezet tegen traditionele manier (Cauter Visscher, 2006).

2.4 Duurzame hoogbouw

De laatste jaren is er ook voor duurzame hoogbouw steeds meer interesse. Zo zijn er wereldwijd voorbeelden van torens die zo duurzaam mogelijk worden neergezet. In veel van deze gevallen zijn dit prestigieuze projecten met geen of weinig winst, niet erg interessant om op grote schaal te realiseren.

Een voorbeeld van prestigieus Nederlands voorbeeld zijn de twee kantoor torens bij Nieuwegein. Deze kantoor torens hebben alle denkbare nieuwe mogelijkheden op het gebied van duurzame technologie en progressieve energie besparingsmaatregelen. Verder werden deze gebouwen gebouwd van uitsluitend hoog kwalitatieve en duurzame materialen.



Letterlijk alle onderdelen van het gebouw dragen bij aan het bereiken van het doel, het realiseren van een “zero-emission” kantoor. Dit wordt ondermeer bereikt door energie besparingen in de isolatie, ingenieuze licht systemen, speciale liften met energie terugwin functie, thermisch actief beton en automatische zonwering.

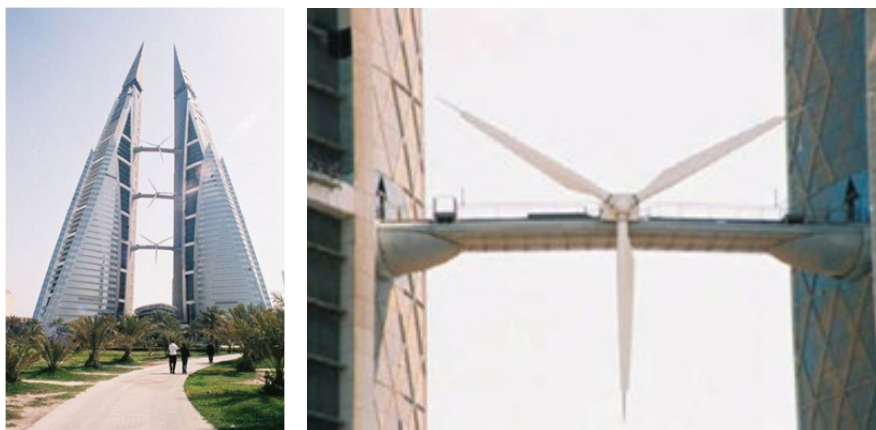
Het gebouw genereert zijn eigen energie door biobrandstof, zonnepanelen (PV) en kleine wind turbines. Het gebouw wordt verwarmd en gekoeld door een warmtepomp en door warmte en koude opslag. Al deze middelen zorgen ervoor dat dit gebouw volledig voorziet in zijn eigen energie gebruik en wordt de lat voor duurzaam ontwikkelen weer hoger gelegd (evelop).

Figuur 54: duurzame torens Nieuwegein (evelop, website)

Een ander voorbeeld is een toren die momenteel gebouwd wordt in Dubai. Het Bahrain World Trade Center bestaat uit twee torens en is een van de grootste gebouwen van Bahrein. Het gebouw staat in de hoofdstad Manamah. De torens zijn elk 240 meter hoog en hebben elk 50 verdiepingen. Het is ook 's werelds eerste wolkenkrabber waarin windturbines zijn geïntegreerd. Mede hierdoor heeft het project verschillende onderscheidingen gekregen voor duurzaamheid.

Doordat dit gebouw windturbines heeft worden de twee torens verbonden door drie bruggen. Elk van deze bruggen bevat 1 windturbine met een diameter van 29 meter. Deze turbines zijn gericht naar het noorden, de richting waar normaal gesproken de wind van de Perzische Golf vandaan komt. De torens zijn in de vorm van een zeil gebouwd waardoor de wind tussen de twee gebouwen door wordt "geperst" zodat de wind maximaal benut wordt. Dit wordt bevestigd door windtunneltests, die aantonen dat het gebouw een S-vormige stroom creëert en dit garandeert dat elke wind onder een hoek van 45° aan elke kant van de centrale as waardoor de wind loodrecht op de turbines komt. Dit is een significante verbetering waardoor het opwekken van elektriciteit beter is gegarandeerd. Er wordt verwacht dat deze turbines tussen de 11 en 15% van het totale stroomverbruik van de toren voor hun rekening nemen, of ongeveer 1,1 tot 1,3 GWu. Dit staat gelijk aan het verbruik van 300 huishoudens. De turbines zijn voor

het eerst gelijktijdig ingeschakeld op 8 april 2008. Verwacht wordt dat ze 50% van de tijd operationeel zijn.



Figuur 55: Het Bahrain World Trade Center (bahrainwtc, website)

Hoogbouw van de toekomst, Klimaathype gaat letterlijk de hoogte in Burj al-Taqa: uniek in de wereld

Ondanks dat er in steden als Chicago, New York en Parijs al verschillende milieuvriendelijke wolkenkrabbers zijn, durven Peter Mösle (DS-Plan) en Gerber te stellen dat deze toren uniek in de wereld is: de combinatie zoals Gerber en DS-Plan hebben ontwikkeld is zeer, zeer zeldzaam te noemen aldus beide heren.

De Burj al-Taqa is, tot op dit moment, de enige wolkenkrabber ter wereld die zelf voorziet in haar totale energiebehoefte.

Mösle durft er nog een schepje bovenop te doen: volgens hem zijn de huidige milieuvriendelijke wolkenkrabbers - die verschillende milieuprijzen gewonnen hebben - net zo verspillend als hun voorgangers.

Burj al-Taqa: de energietoren

De wolkenkrabber van 322 meter hoog zal, zoals gezegd, zichzelf helemaal voorzien in haar energiebehoefte en is voorzien van de meest ingenieuze systemen om het energieverbruik zo laag mogelijk te houden (MetaEffecient). Hiervoor is Gerber te rade gegaan bij het ingenieursbureau DS-Plan uit Stuttgart dat zorgde voor de technische invulling van het concept. Gerbers bureau zorgde voor de architectuur en ook de inpassing van alle technische snufjes die DS-Plan had bedacht.

Het opwekken van de energie zal gebeuren door een windturbine met een diameter van 60 meter op het dak van de toren, terwijl zonnepanelen voor het overige deel zullen zorgen: 15.000 vierkante meter bevinden zich op



Figuur 56: de Burj al-Taqa toren (sync, webside)

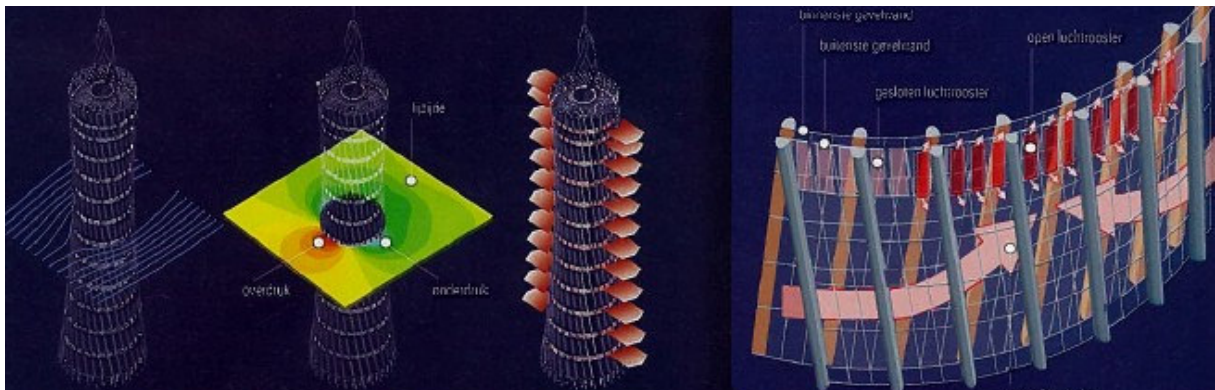
het dak, terwijl een eiland van 17.000 vierkante meter zonnepanelen in de zee ligt om te zorgen voor eventuele additionele energie.

Maar wat als er teveel energie wordt geproduceerd? Indien dit zo is, wordt deze gebruikt voor het produceren van waterstof door middel van elektrolyse van water. Het waterstof wordt vervolgens opgeslagen in grote tanks die 's nachts zorgen voor het functioneren van alle systemen in de torens – 's nachts is er in ieder geval geen zon, wat voor een dip in de stroomtoevoer zorgt. Overigens schijnt de zon niet alleen op de panelen: grote spiegels op het gebouw zorgen voor een 'kegel' van zonlicht die door het midden van het gebouw gestuurd wordt en zo de meeste ruimtes van daglicht voorziet: hierdoor heeft men overdag weer geen verlichting meer nodig.

Koeling: geen overbodige luxe

Hier ziet men duidelijk de cilindrische vorm van de toren waardoor er zo min mogelijk zon op de ruiten komt

Het grootste probleem dat getackeld moest worden was de koeling van de toren: een constructie van glas - wat de Burj al-Taqa in feite is - zal vaak werken als een broeikas, vooral in het Midden-Oosten waar - in de zomer - temperaturen van 50 graden Celsius geen uitzondering zijn. Tel daarbij op dat als in een (glazen) kantoorgebouw in Duitsland de temperatuur al kan oplopen tot zo'n 40 graden - zo blijkt uit onderzoek van het Darmstad Institut Wohnen und Umwelt), dit in het Midden-Oosten een veelvoud ervan moet zijn. Gerber probeert dit - wederom met hulp van DS-Plan - op de volgende manier te ondervangen:

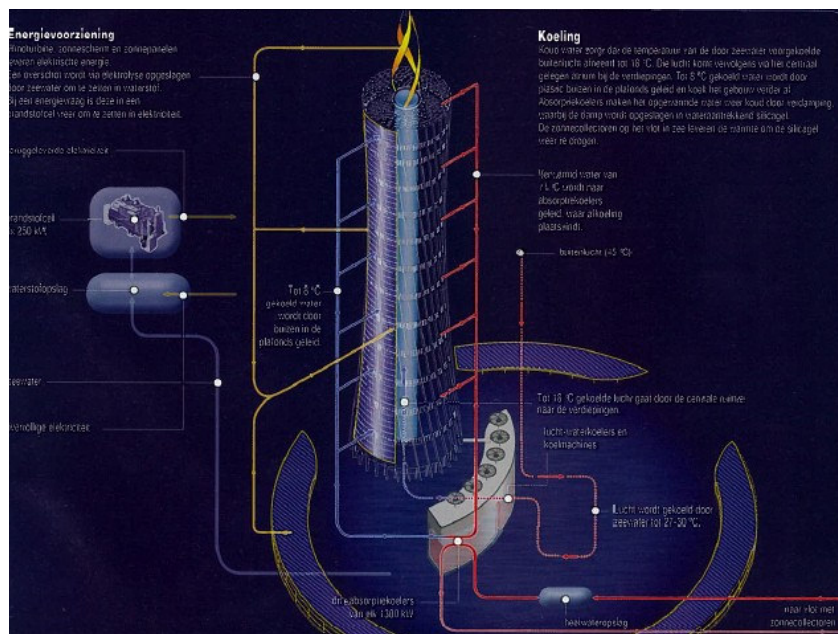


Figuur 57: technische uitleg gevel Burj al-Taqa toren (Kivi Niria, TECHNO!, 2008)

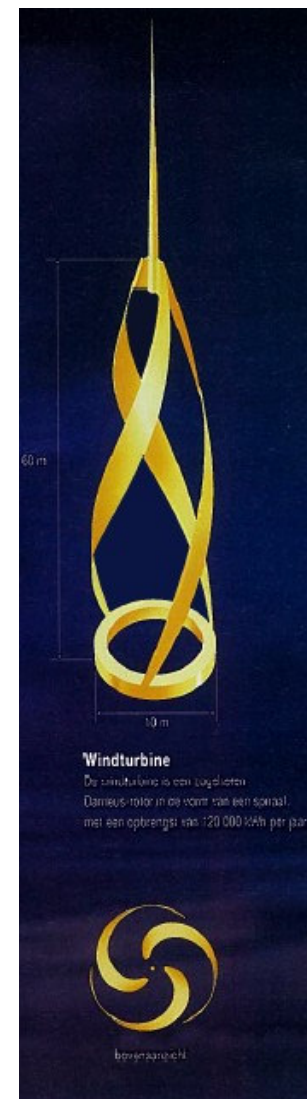
- Cilindrische vorm van het gebouw: door de cilindrische vorm van het gebouw staat zo min mogelijk oppervlakte in de zon. Een beschermend zonneschild houdt zoveel mogelijk rechtstreeks zonlicht tegen.
- Nieuwe generatie vacuümglas: vacuümglas is niet helemaal nieuw, maar bij Burj al-Taqa maakt men voor de gevel gebruik van een nieuwe generatie van dit soort glas dat pas in 2008 op de markt zal komen. Dit glas houdt tweederde van de hitte tegen: dus besparing op energie die de airco anders zou gebruiken.
- Oude Perzische technieken: honderden jaren geleden hadden veel rijke kooplieden een luchttoeren op het huis staan: hierdoor kwam koude lucht naar binnen die de warme lucht

wegdrukte. Gerber past dit principe ook toe: door de negatieve druk die ontstaat door het breken van de wind zal de gebruikte lucht naar buiten worden gezogen via een soort luchtsleuven in de gevel.

- Koeling door zeewater: de bedoeling bij het hiervoor genoemde systeem is dat er koele verse lucht in het gebouw wordt gepompt. Deze lucht wordt voorgekoeld door zeewater tot een comfortabele 18 graden Celsius. Transparante buizen zullen de frisse lucht in de verschillende atriums verspreiden en vanuit daar gaat zij door naar de gangen en kantoren. De buizen zullen verstopt worden achter een soort hangende tuinen, een principe dat vaak toegepast wordt als men een lelijk onderdeel van een gebouw wil verbloemen. Tegelijkertijd zorgt het ondergrondse koelgedeelte voor de koeling van het water in de leidingen die onder elke vloer doorlopen: een soort vloerkoeling in plaats van -verwarming. Overigens zal het systeem geen hinderende luchtstromen genereren, zoals bij sommige airco's wel het geval is.



Figuur 58: technische uitleg gevel Burj al-Taqa toren (Kivi Niria, TECHNO!, 2008)



2.5 Verschillende meet methodieken

Er zijn verschillende visies op de inhoud van het begrip duurzaam bouwen. En er is geen eenduidige methode om de ambities van duurzaam bouwen te formuleren en te beoordelen. Dat maakt de complexe toepassing van duurzaam bouwen niet eenvoudiger. In dit hoofdstuk zal er worden ingegaan op de beoordelingsmethode van milieubelasting.

Ontwikkeling van beoordelingen in Nederland

Als een van de eerste landen die milieubeleid invoerde, kan Nederland goed als voorbeeld worden gebruikt voor de ontwikkeling van milieubeoordelingen (Dobbelsteen, 2006).

Achtergrond

Op het moment dat de begrippen duurzaamheid en duurzaam bouwen werden geïntroduceerd, was maar een klein percentage van de bouwwereld (architecten, ontwikkelaars,...), meestal gedreven door idealisme, bezig met wat milieubewust bouwen kan worden genoemd. Zij werkten aan checklists of voorkeurslijsten voor een milieu vriendelijkere manier van bouwen. Voorbeelden hiervan zijn de DCBA-checklist, ontwikkeld door BOOM, en de checklist duurzame woningbouw en renovatie, ontwikkeld door de SEV.

In de jaren negentig werden door allerlei verschillende instanties eigen checklists gemaakt, wat tot verwarring leidde.

De Nederlandse overheid nam daarom het initiatief een algemene lijst te ontwikkelen. Dit zijn de pakketten 'duurzaam bouwen', opgesteld in overeenstemming met partijen uit de bouwindustrie.

Soms werden checklists gekoppeld aan scoresystemen. Dit gebeurde ook met de nationale pakketten, waarmee een controle-instrument werd verkregen voor groenfinanciering van duurzame projecten. Checklistscores waren gebaseerd op redenering.

Eerste rekenpoging

Vanwege de aanwezigheid van verschillende subjectieve lijsten ontstond er een behoefte aan een meer gekwantificeerde benadering van milieu maatregelen. De eerste formules waren zo ingewikkeld en toch incompleet, dat er na de introductie niets meer mee gedaan is.

In de vroege jaren negentig werd begonnen met de inventarisatie van de milieu effecten van bouwmaterialen, wat resulteerde in een inventarisatie lijst in telefoonboek formaat, de indicatieve lijst milieu-effecten van bouwmaterialen (de Jong, 1991). Om scores te krijgen waren milieucriteria gekoppeld aan weegfactoren. Deze methode ontwikkeld door adviesbureau NIBE en het score systeem gebaseerd op acht milieucriteria werd tussen 1992 en 1995 gebruikt in de bouwpraktijk.

De milieuprestatienorm en ander richtlijnen

De voorgaande ontwikkelingen hadden vooral betrekking op de kwantificering van milieu effecten van bouwmaterialen. Er was altijd al meer ervaring geweest met de energiegebruik van gebouwen. Tot 1992 bevatte het bouwbesluit een eis voor de warmte weerstand van de gevel van een gebouw. Hier ontstond kritiek op, omdat de isolatiewaarde niet per definitie het energieverbruik voorspelt; daarvoor zijn meer parameters verantwoordelijk. Dit was de reden dat de Energieprestatienorm (EPN) werd ontwikkeld, de eerste norm die geen oplossingen maar de uiteindelijk prestatie verplicht stelde.

LCA methode

In 1992 presenteerde het onderzoekcentrum CML een gestandaardiseerde methode voor de milieutechnische Levenscyclusanalyse (LCA). Deze wordt nu vertegenwoordigd door ISO-normen en is de internationale basis voor milieu beoordelingen, beoordelingsmethode en rekeninstrumenten geworden.

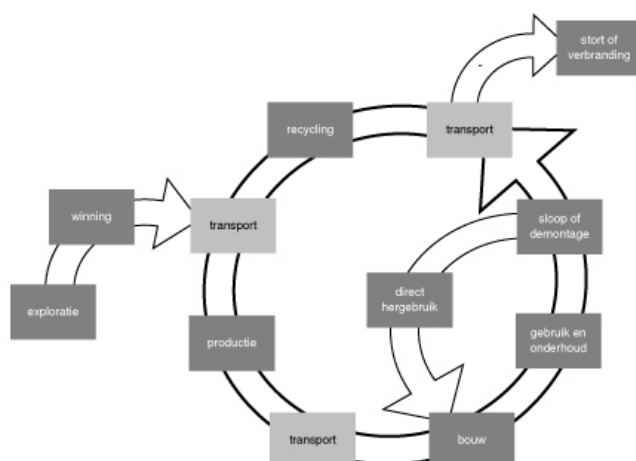
Van wieg tot graf

De levensduur gaat vooraf aan de toepassing van bouwproducten tijdens de bouwfase. Milieu aspecten spelen een rol in elk deel van deze levenscyclus, niet alleen tijdens het ontwerpproces maar ook tijdens de bouw en de gebruiksfase.

Aangezien veel grondstoffen voor bouwproducten in West-Europa niet in de regio gevonden worden, zijn de effecten van winning en eerste productie nauwelijks een reden voor zorg. De impact van deze fasen zijn echter bepalend voor het milieu, vooral wat betreft de aantasting van fragiele ecosystemen en gezondheidsbedreigende procédés tijdens de eerste productieprocessen. Daarom is het belangrijk om in de beoordeling van een bouwproduct de hele levenscyclus mee te nemen: van wieg tot graf.

Levenscyclus van bouwmaterialen

Van wieg tot graf komen de volgende fasen van de materialenkringloop aan bod: exploratie – winning – vervoer naar de fabriek – verwerking tot (half) product – vervoer naar de bouwplaats – realisatie op de bouwplaats – gebruik en onderhoud – renovatie - sloop – en de afvalfase: stort, verbranding, recycling, of direct hergebruik.



Figuur 59: De levenscyclus van bouwmaterialen en -producten (Dobbelsteen, 2006)

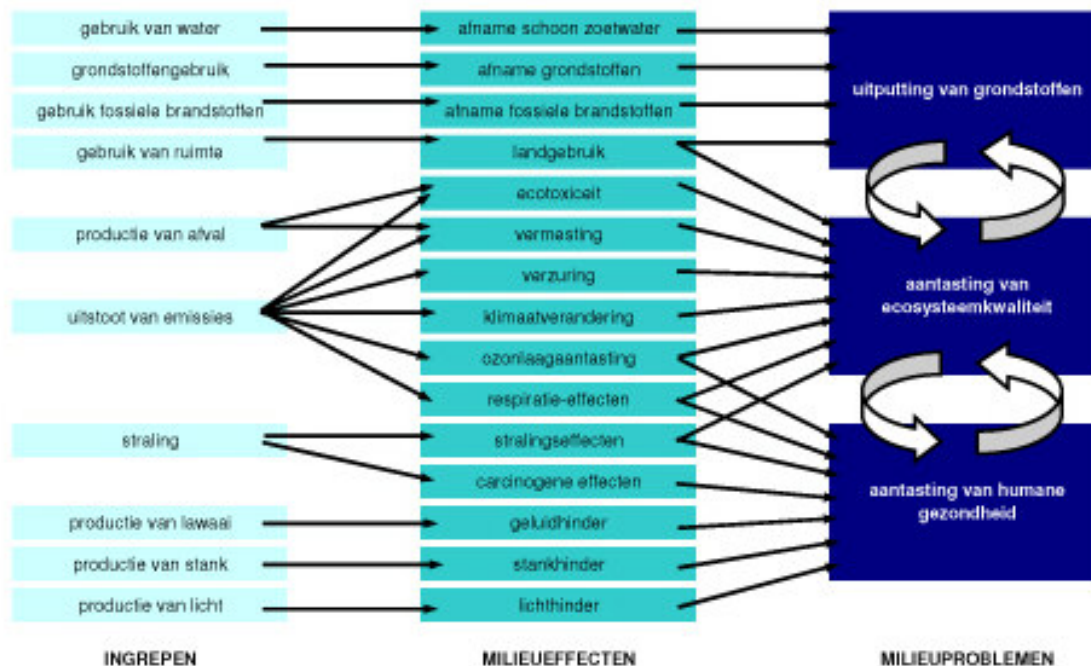
Met betrekking tot de productkringloop komt het concept van duurzaamheid in beeld als de ingrepen worden opgesomd die het milieu beïnvloeden, de onderstaande tabel geeft de belangrijkste ingrepen tijdens de productkringloop aan.

	Ingereep
Winning	Exploratie Ontgravingen en kap Energie- en watergebruik Productie van geluid, licht, emissie en afval Arbeidsomstandigheden
Transport	Energiegebruik Materiaalgebruik voor transportwegen Productie van geluid, licht en emissies Lekken en ongelukken (botsingen)
Verwerking	Energie- en watergebruik Productie van geluid, licht, emissie en afval Arbeidsomstandigheden
Bouw en renovatie	Energie- en watergebruik Productie van geluid, licht, emissie en afval Arbeidsomstandigheden
Gebruik en onderhoud	Energie- en watergebruik Productie van geluid, licht, emissie en afval
Sloop	Energie- en watergebruik Productie van geluid, licht, emissie en afval Arbeidsomstandigheden Stort of verbranding

Tabel 1. Levenscyclus van bouwmaterialen en de belangrijkste ingrepen (Dobbelsteen, 2006).

Figuur 60: Samenhang tussen ingrepen, effecten en uiteindelijke milieuproblemen (Dobbelsteen, 2006).

Een belangrijk onderscheid moet worden gemaakt tussen echte milieuproblemen en de ingrepen of gebeurtenissen die ertoe leiden – met mogelijke effecten tussendoor. Ingrepen en effecten betekenen niet direct aantasting van het milieu; het echte milieuprobleem is feitelijk het laatste, fatale effect in de keten. In het onderstaande figuur wordt de samenhang tussen ingrepen, effecten en uiteindelijke milieuproblemen weergegeven.

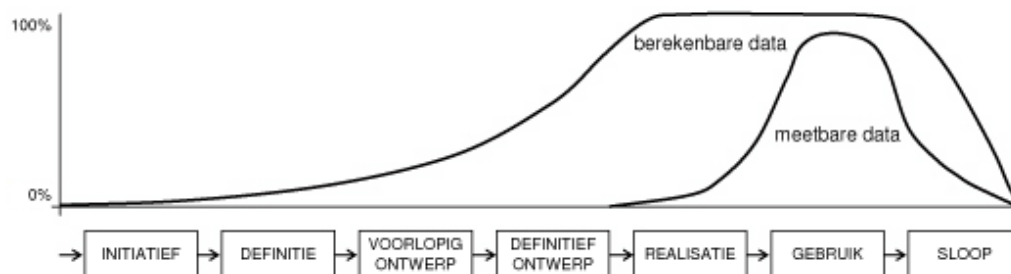


Nauwkeurigheid

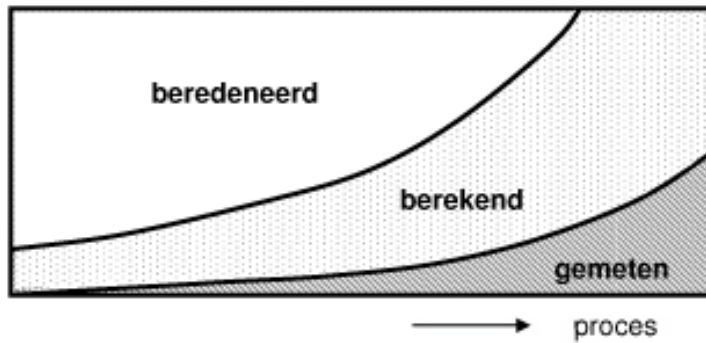
Gegevens zijn nauwkeuriger als het bouwproces al een stuk op weg is. Aangezien het gebouwontwerp gedetailleerder wordt naarmate het proces vordert, is het mogelijk om nauwkeuriger beoordelingen van de milieueffecten te maken na de realisatie (zie fig58).

Verschillende gradaties van nauwkeurigheid kunnen worden bereikt bij de beoordeling van milieueffecten.

- De meest nauwkeurige beoordeling is gebaseerd op gemeten waarden
- Karakteristieken zijn niet altijd te meten, in dat geval zij berekende waarden op basis van geaccepteerde rekenmethode het meest nauwkeurig.
- Voor bepaalde milieucriteria bestaan geen uitgekristaliseerde rekenmethoden, laat staan gemeten waarden. In dat geval is alleen een beredeneerd oordeel mogelijk.



Figuur 61: De beschikbaarheid van gemeten en berekende gegevens tijdens het bouwproces (Dobbelsteen, 2006).



Figuur 62: potentieel gebruik van gemeten, berekende of beredeneerde waarde tijdens het bouwproces (Dobbelsteen, 2006).

De levenscyclusanalyse methodiek

Het effect van gemaakte plannen ten behoeve van het milieu kunnen worden beoordeeld door middel van milieueffectrapportages (MER's). De LCA of LCB is de algemene erkende basis voor de kwantitatieve beoordeling van producten. In een LCA worden in principe alle milieueffecten geanalyseerd die tijdens de levenscyclus van een (bouw) product optreden.

In een LCA worden drie basis stappen gezet:

1. de bepaling van de functionele eenheid en de procesboom van een product
2. de inventarisatie van milieu effecten
3. evaluatie van de uitkomsten

2.6 Milieumeetmethoden

De meest uitgebreide groep van instrumenten zijn tools die vooral zijn ontworpen om het ontwerpproces van een gebouw of stedenbouwkundig plan te ondersteunen. De meeste van deze tools zijn momenteel gebaseerd op de standaard LCA-methodiek. In dit onderzoek komen vier duurzaamheidsmeet instrumenten aan bod, te weten; energie label, greencalc+, Breeam en de EVR methode. Deze vier instrumenten zullen hier besproken worden.

Energie Label

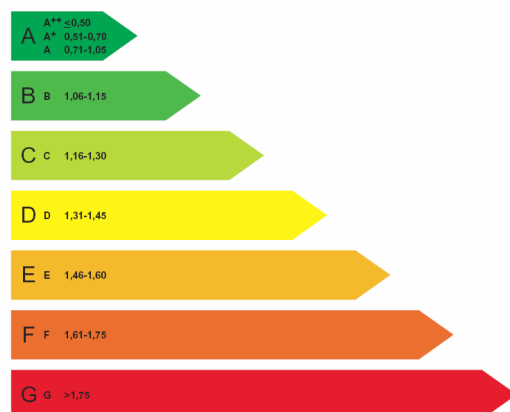
Duurzaam omgaan met energie betekent aan de ene kant het opwekken van schone energie uit hernieuwbare bronnen. Aan de andere kant is het van belang om energie te besparen.

Vanaf 1 januari 2008 moet bij bouw, verkoop en verhuur van een gebouw op het moment van transactie een energielabel (energieprestatiecertificaat) aanwezig zijn. Het energielabel is gebouwgebonden en geeft, op basis van een berekening, informatie over de hoeveelheid energie die bij gestandaardiseerd gebruik van dat gebouw nodig is. Het betreft gebouwgebonden energiegebruik voor verwarming, warmwatervoorziening, verlichting, ventilatie en koeling. Het energielabel is maximaal tien jaar geldig.

In een oogopslag is te zien hoe energiezuinig een gebouw is. De energieprestatie van het gebouw wordt weergegeven in een energie-index en in een gestandaardiseerde energieklassering (A t/m G en kleuren). Zeer energiezuinige gebouwen hebben een A en zijn heldergroen, zeer onzuinige panden hebben een G en zijn felrood. Dit is te vergelijken met de energielabels die in de witgoedsector worden gehanteerd (bijvoorbeeld bij koelkasten).

Daarnaast geeft het energielabel bij bestaande bouw een lijstje met mogelijke maatregelen die de energieprestatie van het gebouw kunnen verbeteren. (Voorbeeld certificaat is in de bijlage opgenomen)

De prestatiewaarde wordt bepaald door de EPC-waarde van een gebouw. Deze waarde geeft aan in welke categorie dit gebouw valt.



Figuur 63: energielabel plus verdeling categorieën (VROM)

De Energieprestatiecoëfficiënt is een index die de energetische efficiëntie van nieuwbouw aangeeft, en wordt bepaald door berekeningen vastgelegd in NEN normen 2916 (utiliteitsbouw). Voor kantoren geldt sinds 2006 een eis van 1.5, maar wordt per 1 januari 2009 aangescherpt naar 1.1 (NEN 2916). De EPC-berekening is opgenomen in het bouwbesluit, en sinds 1995 is het verplicht deze bij een bouwaanvraag in te dienen.

GreenCalc+

GreenCalc+ is een softwarepakket dat DGMR in opdracht van de stichting Sureac heeft ontwikkeld. In de Stichting Sureac participeren de Rijksgebouwendienst, Nuon, NIBE en DGMR. Het rekenmodel geeft inzicht in diverse aspecten van de milieubelasting van een bouwproject voor zowel nieuwbouw als bestaande bouw.

GreenCalc+ is de opvolger van het in 1997 geïntroduceerde programma GreenCalc. Het programma heeft een grondige herziening ondergaan. Zo is het nu mogelijk om niet alleen kantoorgebouwen, maar ook woningen, scholen, gezondheidscentra, winkels en zelfs hele wijken te beschouwen.

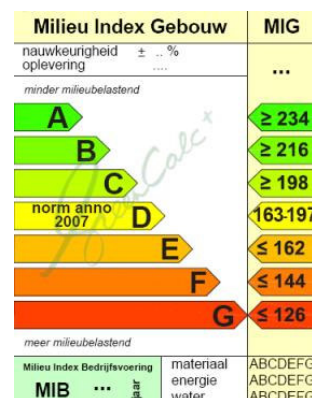
In de GreenCalc+methodiek worden gebouwen en wijken beoordeeld op vier duurzaamheidsaspecten: materiaalgebruik, energiegebruik, watergebruik en mobiliteit. Van ieder aspect wordt de milieuschade die het gebouw gedurende zijn levensduur veroorzaakt berekend met behulp van een levenscyclusmethode (LCA). Dit resulteert in de milieubelasting per aspect. Deze milieubelastingen kunnen opgeteld worden tot de totale milieubelasting van het gebouw.

Vervolgens wordt de totale milieubelasting van het gebouw vergeleken met die van een referentiegebouw. In het referentiegebouw wordt uitgegaan van materialen en installaties die gangbaar waren in 1990. Deze vergelijking leidt tot de milieu-index.

Een huidig duurzaam gebouw heeft een milieu-index die ligt tussen 150 en 300, een gebouw uit 1990 heeft een milieu-index van 100. Hoe hoger de index, hoe duurzamer het gebouw.

De milieu-index kan gebruikt worden om de milieuambitie van een project in één getal vast te leggen als onderdeel van het Programma van Eisen. Hierdoor heeft een architect ontwerpvrijheid in de keuze van de maatregelen.

Tijdens het ontwerptraject en de bouw kan vervolgens bij iedere ontwerpkeuze bekeken worden of nog voldaan wordt aan de vooraf gestelde milieuambitie. (dgmr.nl)



Figuur 64: GreenCalc+ categorieën (Greencalc, website)

Bepaling Milieu-index

Twee stappen om de milieu-index te bepalen:

- Vergelijking maken van het ontwerp met een referentie uit het jaar 1990
- Milieu-index = milieu kosten referentie / milieukosten ontwerp * 100

Milieukosten

De verborgen milieukosten in GreenCalc⁺ zijn duurzaamheidsindicatoren op bouwdeel en gebouwniveau. GreenCalc⁺ geeft een maat voor de milieubelasting, die de feitelijke belasting van een gebouw relateert aan een duurzaamheidsstandaard. Deze verborgen milieukosten meten de afstand tussen de huidige milieubelasting en de duurzame milieubelasting van dat gebouw (of bouwdeel). Deze afstand wordt uitgedrukt in geld in de vorm van preventiekosten. Een duurzame milieubelasting betekent hier een milieubelasting die tot in het oneindige kan worden volgehouden zonder significant nadelige effecten voor de gezondheid van de mens, voor de biodiversiteit en voor het Life Support Systeem.

Materiaalmodule

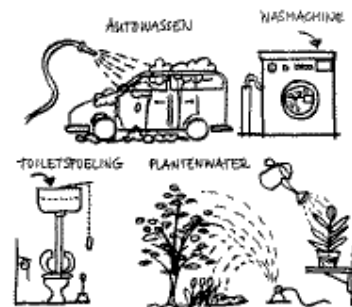
Voor het bepalen van de milieubelasting ten aanzien van materiaalgebruik van een gebouw wordt gebruikgemaakt van LCA studies (LCA = levenscyclusanalyse). Om deze gegevens beschikbaar te krijgen maakt GreenCalc⁺ gebruik van het TWIN²⁰⁰² model zoals dat door het Nederlands Instituut voor Bouwbiologie en Ecologie (NIBE) is ontwikkeld. Naast kwantitatieve gegevens, verkregen uit LCA-studies, worden in dit model ook niet-quantificeerbare gegevens verwerkt om een volledige beoordeling van bouwproducten, bouwdeelen en gebouwen, mogelijk te maken. Zo wordt in dit model naast meetbare gegevens als emissies van stoffen ook de kwalitatieve aspecten gezondheid, hinder en aantasting meegenomen. Hiermee is dit model op dit moment het meest volledige instrument om een objectieve beoordeling te maken van de milieukwaliteiten van bouwproducten.

Energiemodule

De energiemodule is ontwikkeld door DGMR Raadgevende Ingenieurs en gebaseerd op de NEN 2916:2004 en de NEN 5128:2004, EPA-W en EPA-U, waarmee ook de Energie Prestatie Norm voor woning- en utiliteitsbouw wordt berekend. De energiemodule op gebouwniveau is bedoeld om de milieueffecten van het energiegebruik van zowel bestaande als nieuwbouw gebouwen, per jaar en gedurende de levensduur, vast te stellen. De module heeft als extra mogelijkheid correcties op de energiegebruikvoorspellingen te doen (in [kWh/jaar] voor elektriciteit, [m³ aeq/jaar] voor aardgas equivalenten, en in [GJ/jaar] voor warmte). Het energiegebruik wordt berekend over een gebruiksjaar van het gebouw. Het gaat meestal om een prognose op basis van ontwerpgegevens. Het aardgas-, warmte- en elektriciteitsverbruik wordt op basis van LCA's omgerekend naar milieueffecten.

Watermodule

De GreenCalc⁺ methodiek voor het bepalen van het waterverbruik van woningen is gebaseerd op de WPN (Water Prestatie Norm) NEN 6922. Deze norm is erop gericht het waterverbruik (gebouwgebonden, kwantitatief) terug te dringen. Uit deze rekenmethode volgt de WPC (Water Prestatie Coëfficiënt), een verhoudingsgetal van het waterverbruik van een woning en het normverbruik van een woning. In de NEN 6922 wordt echter geen



Figuur65: watermodule (Greencalc, Dobbelsteen, website)

onderscheid gemaakt tussen drinkwater en "ander" water. Deze methode is hierop aangevuld met maatregelen zoals het gebruik van hemelwater en composttoiletten.

De GreenCalc+ methodiek voor het bepalen van het waterverbruik van utiliteitsgebouwen is gebaseerd op de bepalingmethode van de 'Water Prestatie Normering', die door bureau Opmaat en Boom is ontwikkeld in opdracht van de gemeente Utrecht. Besparingen op het drinkwaterverbruik kunnen plaatsvinden door waterbesparende toiletten, kranen en douches. En tevens door voor de toiletspoeling en de besproeiing van de groenvoorzieningen drinkwater te vervangen door regenwater. Het drinkwaterverbruik wordt op basis van LCA's omgerekend naar milieueffecten.

Mobiliteitsmodule

Mobiliteit speelt zich binnen GreenCalc+ voor een groot deel af op wijkniveau en wordt bepaald door het stedenbouwkundige plan en door de daadwerkelijke bewoners van die wijk. Bij kantoren ligt dat iets anders. Daar kan de eigenaar en de gebruiker nog enige extra invloed uitoefenen op de mobiliteit, bijvoorbeeld door het aantal parkeerplaatsen en bedrijfsregelingen voor woon-werkverkeer. De rekenmethodiek van de mobiliteitsmodule in GreenCalc+ is gebaseerd op de rekenmethodiek van het bestaande softwareprogramma VPL-KISS. VPL staat voor 'VerkeersPrestatie op Locatie' en is ontwikkeld door Novem met steun van Economische Zaken. Omdat de VPL-KISS rekenmethodiek alleen geschikt is voor woningen is door DGMR Raadgevende Ingenieurs BV onderzoek gedaan naar een geschikte rekenmethodiek voor utiliteitsbouw. Door DGMR is, op basis van onderzoeken van MuConsult en DHV, een rekenmethodiek ter bepaling van de mobiliteit van utiliteitsgebouwen opgesteld en geïntegreerd met de rekenmethodiek voor woningen.

BREEAM

BREEAM is een kwalitatieve software tool en ontwikkeld door het Centre for Sustainable Construction of Britisch BRE. De afkorting staat voor Building Research Establishment Environmental Assessment Method. BREEAM is ooit geïntroduceerd om het duurzaam bouwen te stimuleren maar wordt tegenwoordig vaak gebruikt om kantoorgebouwen te analyseren en te verbeteren. Naar aanleiding van een aantal criteria kan een score aan een gebouw worden toegekend. (BREEAM, 2007; Dobbelsteen, 2004, p. 87).

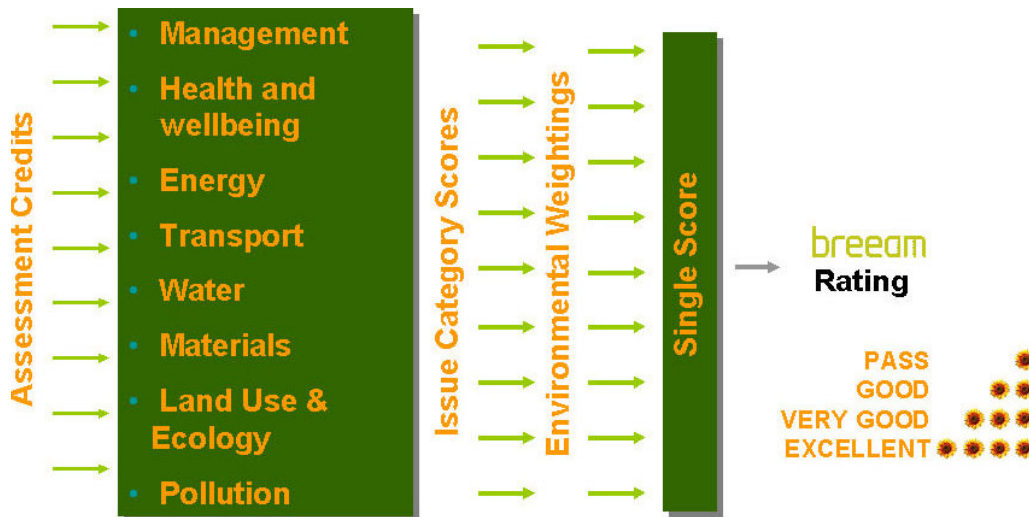
BREEAM is een beoordelingsmethode om de milieubelasting van gebouwen te bepalen. Het bevat een standaard voor een duurzaam gebouw en het geeft aan welk prestatieniveau een gebouw heeft. BREEAM wordt gebruikt om gebouwen te analyseren en te verbeteren, zowel voor het ontwerpen van nieuwe gebouwen als voor het beoordelen van bestaande gebouwen.

BREEAM maakt gebruik van een kwalitatieve weging; als totaalscore krijgt een gebouw een waardering als **pass, good, very good en excellent**.

Internationaal wordt BREEAM gezien als een van de beste programma's om gebouwprestaties op het gebied van duurzaamheid aan te geven. Op de World Sustainable Building Conference in Tokio (2005) werd BREEAM uitgeroepen tot het beste programma op dit gebied. LEED kan worden gezien als het Amerikaanse equivalent van BREEAM. (een vergelijking tussen BREEAM en LEED is te vinden in de Bijlage van dit rapport).

BREEAM is ook door de Dutch Green Council uitgekozen tot het te gebruiken instrument voor de meting van duurzaamheid van gebouwen.

BREEAM beoordeelt het ontwerp van een gebouw op 8 verschillende duurzaamheidsaspecten (de zogenaamde pakketten). Deze worden onderverdeeld in subcategorieën, waarna deze categorieën gewogen en voorzien van een score worden.



Figuur 66: BREEAM process (Breeam, website)

De Dutch Green Building Council

De Dutch Green Building Council (DGBC) is een onafhankelijke organisatie, die een duurzaamheidslabel aan het ontwikkelen is voor Nederlandse gebouwen en gebieden. Een stichting, die certificaten gaat verstrekken aan opdrachtgevers die de mate van duurzaamheid van hun gebouw of gebied hebben laten beoordelen volgens vooraf gestelde criteria. De council wil gaan toetsen op basis van BREEAM. De oprichting van de stichting komt voort uit een toenemende vraag naar toetsing van duurzame ontwikkeling en is een initiatief vanuit de markt. Niet alleen binnen Nederland, maar juist ook internationaal.

De DGBC is momenteel bezig met de ontwikkeling van een instrument dat gebaseerd is op BREEAM maar afgestemd op de Nederlandse markt en waar mogelijk GreenCalc+, EPC en GPR geïmplementeerd voor de kwantificeerbare zaken.

EVR-methode

Om de milieubelasting van bouwprojecten vast te stellen, worden verschillende methoden toegepast. De LCA biedt een systematische aanpak voor het meten van de uitputting van natuurlijke bronnen en van de uitstoot van (schadelijke) stoffen die gemoeid zijn met producten, processen en diensten. De traditionele LCA wordt echter vaak als te gecompliceerd en te specialistisch gezien om als instrument bij planontwikkeling te kunnen dienen. Alleen milieuperts zijn in staat een LCA te interpreteren, maar zelfs hun complexe beslissingen zijn niet eenvoudig over te brengen aan de belanghebbenden in de projecten. In de literatuur kunnen dan ook verschillende methoden gevonden worden, die proberen de – met een LCA vastgestelde – milieubelasting van een gebouw uit te drukken in een enkelvoudige indicator. Eén ervan is de methode van de Eco-kosten/Waarde Ratio (in het Engels Eco-costs/Value Ratio genoemd, afgekort: EVR).

De EVR is een bepalingsmethode, gebaseerd op de LCA, die de milieubelasting van een product uitdrukt in 'eco-kosten'. Die 'eco-kosten' zijn gedefinieerd als de kosten van (op dit moment werkelijk beschikbare) technische maatregelen, die vervuiling en uitputting van grondstoffen (ten gevolge van dat product) tegengaan tot een niveau dat voldoende is om de samenleving duurzaam te maken. In de praktische uitwerking is dat niveau gelijkgesteld aan de in het Kyoto-verdrag afgesproken emissie-niveaus etc.

De ratio, het verhoudingsgetal E/V, vergelijkt de 'eco-kosten' met de waarde van het product. Een lage EVR geeft aan dat het product geschikt is voor gebruik in een toekomstige duurzame samenleving. Een hoge EVR geeft aan dat er in de toekomst voor zo'n product waarschijnlijk geen markt is. Als door tussenkomst van de overheid de kosten van de milieubezwaren worden doorberekend aan de eindgebruiker, gaan de 'eco-kosten' immers deel uitmaken van de 'echte kosten' van zo'n product. Die 'echte kosten' krijgen op dat moment een minder gunstige verhouding tot de waarde van het product. (een uitgebreide uitleg van de EVR-methode is terug te vinden in de bijlage)

3. Onderzoeksmethode

In dit hoofdstuk wordt het schematisch onderzoeksdesign dat in hoofdstuk 1 is behandeld vertaald naar een praktisch onderzoek. De verschillende referentie projecten die in dit onderzoek gebruikt zijn worden gepresenteerd. Verder worden in dit hoofdstuk de verschillende instrumenten en methode die in dit onderzoek zijn toegepast op de referentie gebouwen stuk voor stuk uitgelegd. Bij deze uitleg wordt ingegaan op de vraag waarom dit instrument of methode gebruikt is en wat de te verwachte uitkomsten zijn.

3.1 Onderzoeksopzet

Om uiteindelijk antwoord te kunnen geven op de vraagstelling en te voldoen aan de doelstelling die in hoofdstuk 1 is opgesteld, moet worden onderzocht wat de bouwkosten zijn van bepaalde hoogbouw projecten en wat de duurzaamheid van deze hoogbouw projecten is.

Het doel van het onderzoek is het verschaffen van inzicht in de kosten die belangrijk zijn voor de bepaling van de bouwkosten van duurzame hoogbouw, om op basis daarvan een bijdrage te kunnen leveren aan het huidige instrumentarium en de bepaling van de (financiële) haalbaarheid van hoogbouw.

Als secundaire doelstelling moet antwoord worden gegeven op prijsstijgingen in de bouwkosten tengevolge van verduurzaming van hoogbouw.

De vraagstelling die bij deze doelstelling past is, hoe kan de kennis over duurzame hoogbouwprojecten toenemen omtrent de bouwkosten en haalbaarheid? En hoe is deze duurzaamheid van hoogbouwprojecten te meten en/of te berekenen?

Het onderzoek is gestart met een literatuur onderzoek. In deze literatuurstudie zijn drie belangrijke zaken uitgediept. Dit zijn binnenstedelijk problematiek op stedelijk inrichtingsniveau, hoogbouw en duurzaam ontwikkelen. Deze drie punten zijn onderzocht en beschreven in het vorige hoofdstuk het theoretisch kader wat dient als wetenschappelijke onderbouwing van het onderzoek.

Het vervolg van het onderzoek bestaat uit een referentie onderzoek. In dit referentie onderzoek worden referentieprojecten getoetst aan verschillende milieumeetmethode, waarna conclusies kunnen worden getrokken.

Het eerste deel van dit onderzoek bestaat uit het selecteren van de milieumeetmethoden. Bij het selecteren is gelet op :

- frequentie van gebruik in Nederland,
- verschillende partijen die de methode gebruiken,
- specifieke kenmerken van de methode.

De methoden die zijn gekozen zijn het Energie Label, GreenCalc+, BREEAM en de EVR-methode.

De te onderzoeken referentie gebouwen zijn drie gebouwen die worden ontwikkeld door afstudeerbedrijf Multi vastgoed. Bij de keuze van de referentie gebouwen is gelet op:

- hoger dan zestig meter en lager dan honderd meter
- kantoor functie
- 1 van de cases moet een stalen draagconstructie hebben
- locatie in één van de grote steden van Nederland

De volgende stap in het onderzoek, nadat de meetmethoden en de referenties bepaalt zijn, is de referenties toetsen aan de verschillende milieumeetmethoden.

De drie referentie gebouwen zijn gemeten vanuit een basis die voor alle drie de gebouwen gelijk is. Voor deze basis is de Technische Omschrijving (TO) van Multi vastgoed gehanteerd. De referenties zijn alle drie vanuit hetzelfde vertrek punt getoetst aan de vier milieumeetmethoden.

3.2 Milieumeetmethoden

Energie label

Het energie Label is in dit onderzoek opgenomen als één van de milieumeet instrumenten om de drie referentie projecten op hun duurzaamheid te toetsen. De keuze voor het Energie Label wordt ingegeven doordat het label vanaf 1 januari 2009 verplicht wordt voor nieuwbouw van kantoren.

Het Energie Label is tevens gekozen omdat dit het systeem is waarin de Nederlandse overheid de Europese MG-circulaire van 3 oktober 2007 over de implementatie van de Europese richtlijn Energieprestatie van gebouwen vertaald. Het wordt gezien als hét geaccepteerde instrument van de Nederlandse overheid.

Voor de drie referentie projecten is een EPC berekening gemaakt. In deze berekening wordt de energie prestatie van het gebouw berekend (de volledige berekening Grotius toren is te vinden in de bijlage). In deze berekening wordt gekeken naar bouwfysische gegevens en de installaties.

Binnen de bouwfysische gegevens wordt er specifiek gekeken naar:

- vloer, wand en plafond (RC waard)
- glas (U-waarde)
- infiltratie (luchtdoorlatendheid)

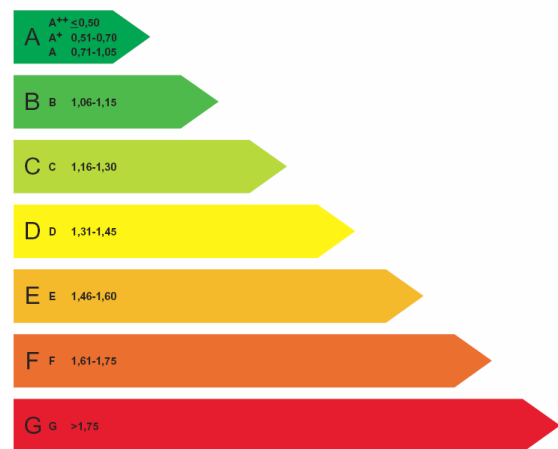
En binnen de installaties wordt er gerekend aan:

- Verlichting (W/m^2)
- Ventilatie (m^3/h)
- Koeling
- Verwarming
- Warmteterugwinning
- Warm tapwater

De uiteindelijke EPC wordt verkregen door de $Q_{pres;tot}$ (MJ) / $Q_{pres;toelaatbaar}$ (MJ) (zie bijlage)

Verwachting

De verwachte resultaten bestaan uit een EPC-waarde waarmee de referentie gebouwen kunnen worden vergeleken op energie verbruik met dat van andere gebouwen. De EPC houdt alleen rekening met het energie verbruik van het bepaalde gebouw en zal dus geen indicator kunnen zijn voor de bouwkosten of andere duurzaamheids aspecten. Dit zorgt er voor dat het nut van de uitkomsten van het Energie label beperkt blijft tot het kunnen aangeven welke onderdelen meer energie verbruiken dan andere en het plaatsen van de gebouwen op de energie meetlat die de Nederlandse overheid voor gebouwen heeft bedacht.



Figuur 67: Energie Label (vrom, webside)

GreenCalc+

In dit onderzoek is GreenCalc+ het tweede instrument waarmee de referentie gebouwen worden getoetst op hun duurzaamheid. Primair wordt gekozen voor GreenCalc+ omdat het een Nederlandse meet methode is en omdat deze methode op bouwkunde van de Tu Delft (onderzoekslocatie) gebruikt wordt.

Tevens werd er gaande weg dit onderzoek duidelijk dat veel Nederlandse gebouwen al in GreenCalc+ zijn gezet, hetgeen vergelijkingen gemakkelijk maakt. Verder werd duidelijk dat het programma zeer compleet is.

Voor de drie referentie gebouwen is de duurzaamheid in GreenCalc+ uitgedrukt in één getal, de milieu-index. Hierbij wordt het gebouw beoordeeld op de aspecten energieverbruik, watergebruik, materiaalgebruik en mobiliteit. GreenCalc+ geeft een zeer compleet en integraal overzicht van de duurzaamheid.

Verwachting

Het milieu-Index cijfer geeft een vergelijking weer van de drie gekozen referentie gebouwen (met standaard gebruiker) met een automatisch gegenereerd referentiegebouw. Dit geeft de kwaliteit van het gebouw onafhankelijk van de gebruiker weer. Door de integrale benadering is het mogelijk de milieueffecten van bouwkundige en installatietechnische maatregelen in het gebouw te vergelijken en tegen elkaar af te wegen. Hierdoor kan een optimaal pakket van maatregelen worden vastgesteld, en behoort het gebruik van voorgeschreven maatregellijsten tot het verleden. Iedere afzonderlijke maatregel wordt in GreenCalc+ op zijn daadwerkelijke duurzaamheid beoordeeld!

Milieu Index Gebouw	MIG
nauwkeurigheid ± .. % oplevering	...
minder milieubelastend	
A	≥ 234
B	≥ 216
C	≥ 198
norm anno 2007 D	163-197
E	≤ 162
F	≤ 144
G	≤ 126
meer milieubelastend	
Milieu Index Bedrijfsvoering	ABCDEFG
MIB ...	ABCDEFG
materiaal	ABCDEFG
energie	ABCDEFG
water	ABCDEFG

Figuur68: GreenCalc+ (greencalc, webside)

BREEAM

BREEAM is het derde instrumenten dat wordt gebruikt in dit onderzoek om de kennis van duurzame hoogbouw te vergroten. De milieu beoordelingsmethode BREEAM is gekozen op grond van twee belangrijke redenen. Ten eerste is het praktische gedeelte van dit onderzoek verricht vastgoed ontwikkelaar Multi-vastgoed. Deze ontwikkelaar heeft besloten om al haar gebouwen te voorzien van een BREEAM waardering. Ten tweede is gekozen voor Breeam omdat de DBGC (Dutch Green Building Council) besloten heeft om in de toekomst te werken met BREEAM. De DBGC is in Nederland toonaangevend in adviseren van duurzaam bouwen.

Voor de referentie gebouwen wordt de duurzaamheid in BREEAM uitgedrukt in één getal dat door BREEAM wordt vertaald naar een waardering. Bij deze waardering wordt het gebouw beoordeeld op acht verschillende aspecten; management, energie, gezondheid en welzijn, vervuiling, transport, landgebruik en ecologie, water, materialen en afval.

Verwachting

Doordat er naar een breed scala duurzaamheidsaspecten wordt gekeken kan duidelijk aangegeven worden waar de betreffende referentie gebouwen goed en slecht score. Zo is er snel duidelijk waar de betreffende gebouwen verbeteringen behoeven. Het BREEAM programma is een internationaal (Engels)programma en biedt dus de mogelijkheid om de referentie gebouwen uit verschillende landen met elkaar te vergelijken.

Rating	Min. Benodigde Score
	D & P
Fail	< 25
Pass	25
Good	40
Very Good	55

EVR

De keuze voor het gebruik van de EVR-methode in dit onderzoek komt door eigen interesse in deze methodiek. Deze interesse ontstond na een presentatie van de heer Vogtländer op de faculteit bouwkunde aan de TU Delft. Deze presentatie was de inleidende presentatie van de promotie presentatie van Tim de Jonge.

De Ekokosten waarde ratio (EWR) is een bepalingsmethode, gebaseerd op de LCA, die de milieubelasting van een product uitdrukt in 'ecokosten'. Die 'ecokosten' zijn gedefinieerd als de kosten van (op dit moment werkelijk beschikbare) technische maatregelen, die vervuiling en uitputting van grondstoffen (ten gevolge van dat product) tegengaan tot een niveau dat voldoende is om de samenleving duurzaam te maken. In de praktische uitwerking is dat niveau gelijkgesteld aan de in het Kyoto-verdrag afgesproken emissieniveaus etc.

In het model van de EWR is de waarde van een product het bedrag waarvoor een product of dienst kan worden verhandeld in een open markt. De waarde van een product wordt bepaald door de verkoopprijs in de handelsketen en de 'billijke prijs' op de consumentenmarkt (de Jong, 2005)

De ratio, het verhoudingsgetal E/V, vergelijkt de ecokosten met de waarde van het product. Een lage EWR geeft aan dat het product geschikt is voor gebruik in een toekomstige duurzame samenleving. Een hoge EWR geeft aan dat er voor zo'n product waarschijnlijk geen markt is (Vogtländer, 2001)

Deze EWR heeft als theoretisch raamwerk gediend om een beslissingsondersteunend hulpmiddel op te zetten dat informatie verschaft over de milieulast van projecten, gerelateerd aan de ontwerpeigenschappen. Begin 2005 is het proefschrift 'Cost effectiveness of sustainable housing investments' van Tim de Jonge gepubliceerd (de Jong, 2005). Dit onderzoek gaat over de duurzaamheid van de bouw en het gebruik van gebouwen in de Nederlandse huisvestingssector. Het onderzoek is gerelateerd aan het model van de Ekokosten Ratio (Vogtländer, 2001). Het behandelt de toepasbaarheid van het model als hulpmiddel in ontwerp- en besluitvormingsprocessen. Dit model wordt de Winket referentie Methode genoemd (WMR).

In dit onderzoek zijn de referentie gebouwen begroot in kubus kalk op basis van de Winket Referentie Methode. Het resultaat is dat er een alle gebouwen een EVR hebben. De methode is gebaseert op een elementen begroting en behandelt dan ook stapsgewijs alle onderdelen van het gebouw.

Verwachting

Elk referentie gebouw is begroot in de Winket referentie methode waardoor er een bouwkosten prijs totaal en per element berekend worden. Hiernaast worden de ecokosten totaal en per element begroot. Hierdoor kunnen de gebouwen makkelijk vergeleken worden met elkaar en met andere gebouwen. Een

ander voordeel is dat gebouwen vergeleken kunnen worden met alle andere objecten die een waarde en een ecokosten hebben.

Naast deze vergelijking met elkaar en met twee standaard kantoren (uit de Winket referentie methode) is voor de Grotiustoren bekeken wat verschillende ingrepen op het gebied van materiaal, onderhoud en energie doen met de lasten van het kantoor en met de EVR.

Hieruit kunnen wellicht interessante conclusies worden getrokken.

Construction costs and eco-costs per m² GFA		Construction costs indexed tender	Construction costs reflex estimate	Eco costs reflex estimate	EVR in %
1 new construction	warehouse	517	584	308	53
2 new construction	office 'luxurious'	973	962	333	35
3 new construction	office 'standard'	963	966	379	39
4 new construction	detached house N	1,061	967	366	38
5 new construction	detached house Z	1,491	1,516	506	33
6 new construction	terraced town houses 'small'	641	662	293	44
7 new construction	terraced town houses 'large'	810	799	343	43
8 new construction	conservatory houses	747	799	328	41
9 new construction	apartments	863	897	345	38
10 refurbishment skin	terraced houses	191	202	40	20
11 refurbishment interior	terraced houses	79	84	13	15
12 refurbishment + lift	staircase access flats	462	480	118	25
13 refurbishment + lift	tower block flats	383	378	94	25
14 extensive renovation + lift	tower block flats	644	664	150	23

Construction costs and eco-costs per m² UFA		Construction costs indexed tender	Construction costs reflex estimate	Eco costs reflex estimate	EVR in %
1 new construction	warehouse	584	661	348	53
2 new construction	office 'luxurious'	1,283	1,269	440	35
3 new construction	office 'standard'	1,143	1,146	449	39
4 new construction	detached house N	1,776	1,617	613	38
5 new construction	detached house Z	1,832	1,862	621	33
6 new construction	terraced town houses 'small'	740	765	338	44
7 new construction	terraced town houses 'large'	962	949	407	43
8 new construction	conservatory houses	992	1,062	436	41
9 new construction	apartments	1,060	1,103	424	38
10 refurbishment skin	terraced houses	320	338	67	20
11 refurbishment interior	terraced houses	121	129	19	15
12 refurbishment + lift	staircase access flats	672	698	171	25
13 refurbishment + lift	tower block flats	598	590	146	25
14 extensive renovation + lift	tower block flats	985	1,016	230	23

Figuur 69 : EVR waarden (de Jonge, 2005)

Samengevat

Alle kenmerken van de verschillende meetmethode die hierboven zijn besproken zijn verzameld in de tabel hieronder.

	management	energie	gezondheid en welzijn	vervuiling	transport	landgebruik en ecologie	water	materialen en afval	eco-kosten / milieukosten	bouwkosten	Weergave	methode	Gebruiker	schaal	groeimogelijkheden	tijdsduur (complexiteit)	nut
Energie Label	+										EPC	reken	Overheid	A - G	-	uitbesteden	-
GreenCalc+	+							+	+	+	Milieu-index	reken	NL	100 - ...	++	-	+
BREEAM	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	milieu cijfer	checklist	internationaal	5 groepen	-	+	+/-
EVR-methode								+	+	+	EVR	reken	TU-Winket	1-100%	+	-	+

3.3 Referentiegebouwen

Grotius toren

De Grotius toren is een van de projecten die al langere tijd bij Multi-vastgoed op de plank ligt. Na 10 jaar ontwikkeltijd is de start van de bouw in het laatste kwartaal van dit jaar.

De Grotiustoren maakt de ontwikkeling van de Grotiusplaats af. In het stedenbouwkundig masterplan van prof. Joan Busquets voor de Grotiusplaats fungeert de Grotiustoren samen met het Paleis van Justitie als poort naar de stad.



Figuur 70: zicht vanaf Malieveld (Multi vastgoed)

De Grotiustoren is een ontwerp van het internationaal bekende Nederlandse architectenbureau Cie.

Het ontwerp geeft invulling aan de randen van het plein en de gedistingeerde diagonaal die geïntroduceerd wordt om de 2 pleindelen aan beide zijden van de Utrechtsebaan visueel met elkaar te verbinden. Het gebouw is een samenstelling van twee torens met ieder een eigen richting, die met elkaar verbonden zijn door een lichte glasachtige constructie. In de toren kunnen mooie grote vloeren gerealiseerd worden, waarbij verschillende indelingsvarianten mogelijk zijn.

Als tweelingbroer van het Paleis van Justitie is de hoogste toren bedacht in een natuurstenen gevelbekleding. De lage toren staat direct aan de straat en reageert in zijn materialisatie op de omliggende bebouwing: een donker gemêleerde gevelsteen zorgt voor een stedelijk beeld.



Figuur 71: zicht vanaf Malieveld (Multi vastgoed)

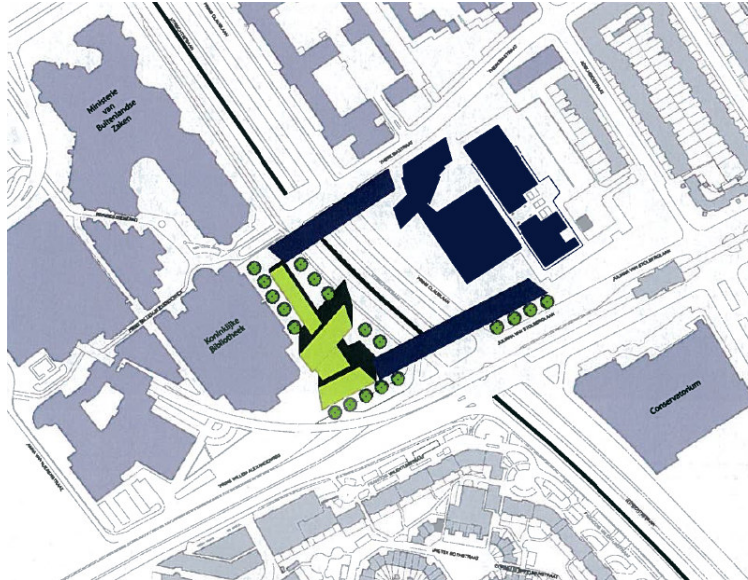
De materiaalkeuze samen met de hoogte van de toren maken het gebouw een zeer markante verschijning en zeer goed herkenbaar. Deze herkenbaarheid wordt voortgezet wanneer men dichterbij het gebouw komt en het gebouw betreedt.

Locatie

Het project wordt gerealiseerd op de hoek van de Juliana van Stolberglaan en de Prins Clauslaan in Den Haag, gelegen naast de Koninklijke Bibliotheek. Het project maakt deel uit van de totaal ontwikkeling Grotiusplaats. Eerder gerealiseerde gebouwen binnen het project zijn de Bruggebouwen West en Oost en het Paleis van Justitie.

De Grotiusplaats ligt deels naast en deels bovenop de Utrechtsebaan. Het verbindt twee stadsdelen door middel van een plein, deels overhellend over de Utrechtsebaan.

De automobilisten rijden de Grotiusplaats echter zeker niet ongemerkt voorbij. Van veraf wijst de karakteristieke afgeschuinde toren van het Paleis van Justitie hen de weg.



Figuur 72: zicht vanaf Malieveld (Multi vastgoed)

Dichterbij gekomen duiken ze onder de twee bruggebouwen door, die er aan iedere zijde anders uitzien. De Grotiusplaats ligt vrijwel direct gelegen aan de afslag "Centrum" van de A12 / Utrechtsebaan. De auto bereikbaarheid is hierdoor optimaal.

Onder de Grotiusplaats wordt een parkeergarage gerealiseerd. Deze garage kan circa 300 auto's herbergen.

Alle vormen van openbaar vervoer zijn voorhanden. Het Centraal Station ligt op slechts 300 meter afstand. Op het station komen regionale, nationale en internationale verbindingen bij elkaar hetgeen de locatie een uitstekende bereikbaarheid geeft. De trein zorgt voor de nationale aansluiting. Met de HSL zijn snelle internationale aansluitingen naar o.a. Brussel en Parijs mogelijk. De bussen, trams en de RandstadRail zorgen voor de regionale verbindingen. Deze hebben hun eigen station.

Projectinformatie

Het project bestaat uit 30.000 m² kantoorgebouw en een 2 laagsparkeergarage ten behoeve van ca. 300 parkeerplaatsen.

Het kantoorgebouw bestaat uit een natuursteen toren van 22 verdiepingen en een metselwerk toren van 17 verdiepingen, deze worden verbonden door een transparant middengebed van 17 verdiepingen hoog en een gekoppelde transparante laagbouw van 3 verdiepingen.

Natuursteen tot 86 m

Metstelwerk tot 65 m

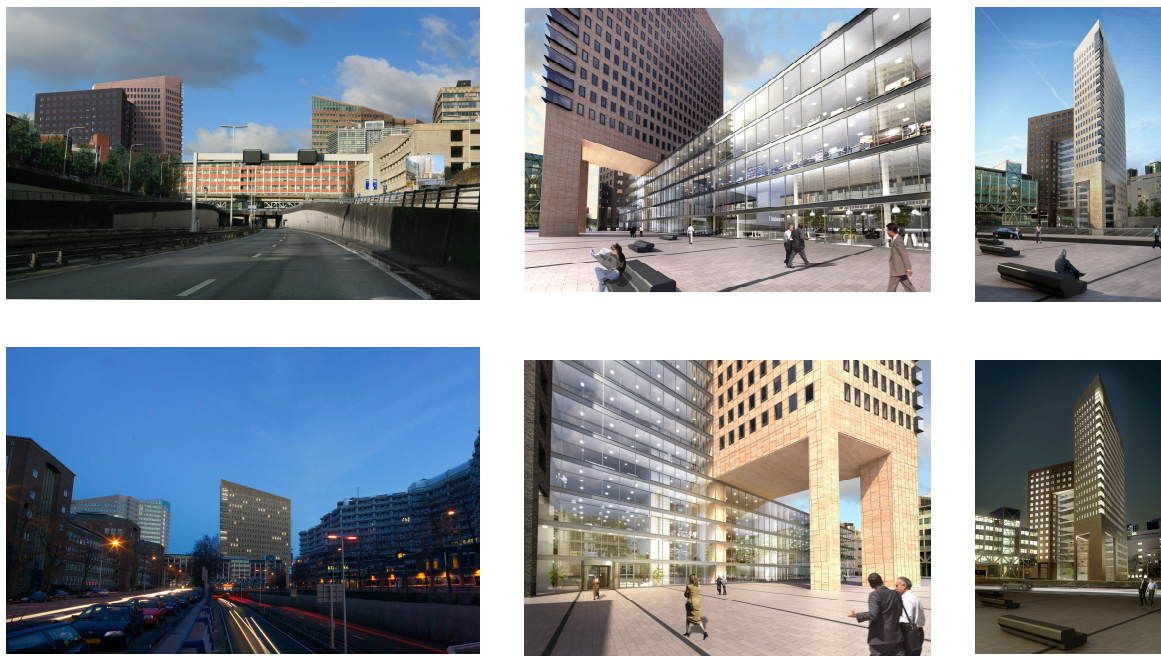
Beide torens zijn betonconstructies, kanaalplaatvloeren die gedragen worden door prefab betonnen spouwbladen, de kernen worden gerealiseerd in beton, evenals de laagbouw. De 22 verdiepingen hoge toren wordt tot en met de 6e verdieping in het werk gestort, verder met prefab elementen afgebouwd. De 17 verdieping hoge toren wordt tot en met de 4e verdieping in het werk gestort en verder met prefab elementen gebouwd. Ten behoeve van de parkeergarage worden er damwanden geplaatst, in het werkgestorte wanden en breedplaatvloeren.

Door de grote oppervlakte van de vloeren zijn er vele mogelijkheden. De stramienmaat van 1.80 meter in combinatie met de dieptemaat van 14.40 meter biedt de ruimte voor zeer veel verschillende kantoorindelingen.

Duurzaamheid

De Grotiustoren is vanuit het TO van Multi vastgoed verder ontwikkeld, dit houdt in dat het duurzaamheidsniveau van de toren minimaal al op de basis van Multi vastgoed zit. Deze basis is boven gemiddeld in Nederland.

Bij de Grotiustoren is naast de basis veel aandacht voor energie zuinigheid. Zo zijn er allerlei energie besparende maatregelen toegepast, waaronder bijvoorbeeld een WKO installatie. Verder zijn enkele waterbesparende maatregelen toegepast en is het scheiden van afval tijdens bouw en gebruik een belangrijk punt. Materiaal is zoveel mogelijk duurzaam gekozen en in de bouw zijn afvalmaterialen gebruikt.



Figuur 73: compilatie Grotiustoren (Multi vastgoed)

Koningin Julianaplein

Zeer prestigieus gebouw zowel voor Multi-vastgoed als voor de gemeente Den-Haag. Het gebouw is ontworpen door OMA en moet het nieuwe gezicht worden van het centraal station gezien vanuit de kant van het Malieveld. Het gebouw voorziet in kantoren, winkels en woningen. En zal de grote parkeerproblemen voor auto's en stalling van fietsen in de station omgeving grotendeels moeten oplossen.

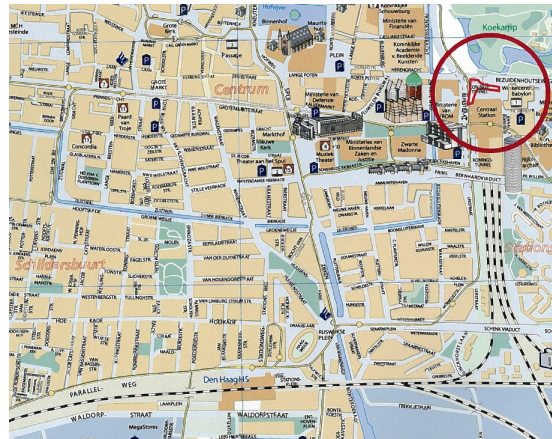


Figuur 74: zicht vanaf Malieveld (Multi vastgoed)

Architect, ontwikkelaar en gemeente verwachten met dit gebouw Den-Haag verder op de architectonische kaart van Nederland/Europa/wereld te zetten.

Locatie

Het project is gesitueerd aan het Koningin Julianaplein in Den-Haag, tegenover het park van Den-Haag “het Malieveld”. Het project ligt dicht bij de Utrechtseban, de hoofd toegangsroute van Den-Haag. Aan het Koningin Julianaplein bevindt zich het centraal station van Den-Haag en is een groot tram en bus station. Verder liggen om het plein meerdere gebouwen die een overheid functie hebben.



Figuur 75: locatie KJ-plein (Multi vastgoed)

Het gebouw

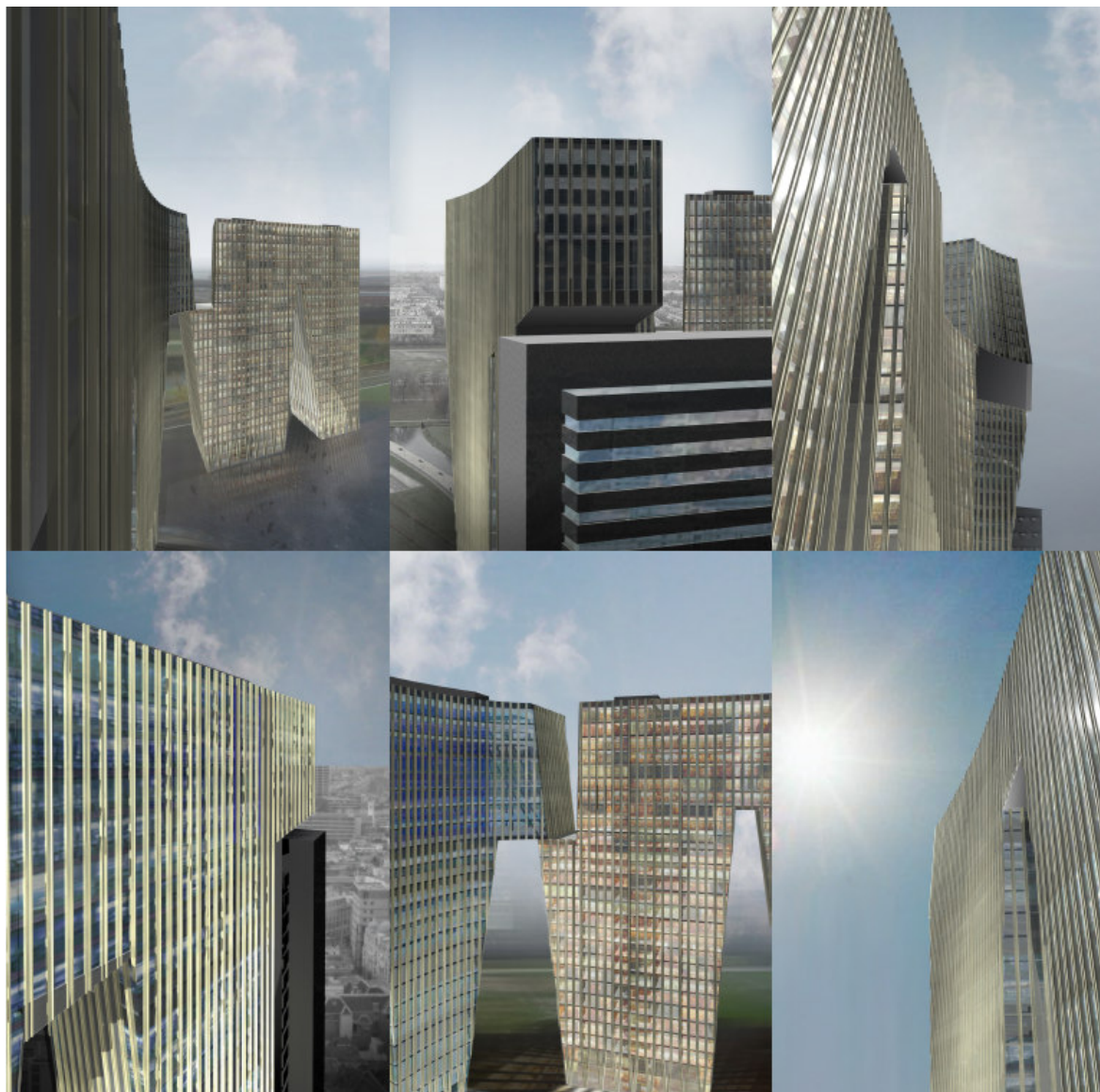
Het gebouw bestaat uit vier poten die samen lijken op een M. Het gebouw is in vier functies verdeeld, kanoor, woon, winkel en parkeer functie. De vleugel die over het Malieveld kijkt herbergt de woon functie en telt 172 woningen. De andere vleugel, degene parallel aan de rijnsstraat herbergt 43.344 m² kantoor oppervlak. Het gebouw heeft op de lagere verdiepingen aan het plein winkels, met een totaaloppervlakte van 5.200 m².

Project informatie

Het project herbergt 43.344 m² kantoorgebouw en beslaat 77.870 m² BVO. De vier torens zijn even hoog en hebben een doorlopend plat dak.

Het kantoorgebouw is 97 m hoog en bestaat uit 27 verdiepingen. Alle gevels hebben dezelfde bekleding met een open gevel met veel glas in aluminium profielen.

Het gebouw heeft een betonconstructie, die bestaat uit twee betonnen kernen met daaraan kanaalplaatvloeren die gedragen worden door prefab betonnen spouwbladen.



Figuur 76: vogelvluicht perspectieven (Multi vastgoed)

Duurzaamheid

KJ-plein is ook vanuit het TO van Multi vastgoed verder ontwikkeld, dit houdt in dat het duurzaamheidsniveau van de toren minimaal al op de basis van Multi vastgoed zit. Deze basis is boven gemiddeld in Nederland.

Bij KJ-plein is naast de basis veel aandacht voor energie zuinigheid. Zo zijn er allerlei energie besparende maatregelen toegepast, waaronder bijvoorbeeld een WKO installatie. Verder zijn enkele waterbesparende maatregelen toegepast en is het scheiden van afval tijdens bouw en gebruik een belangrijk punt. Materiaal is zoveel mogelijk duurzaam gekozen en in de bouw zijn afvalmaterialen gebruikt.

Hoog aan de Maas

De exclusieve kantoor-toren maakt deel uit van een totaalplan 'herontwikkeling Nederlandse Bank'. Het hart daarvan is het voormalige kantoor van de Nederlandsche Bank. Het gebied rond het historische pand ondergaat nu een volledige renovatie.



Figuur 77: Hoog aan de Maas, aanzicht vanaf de Maas (Multi vastgoed)

Locatie

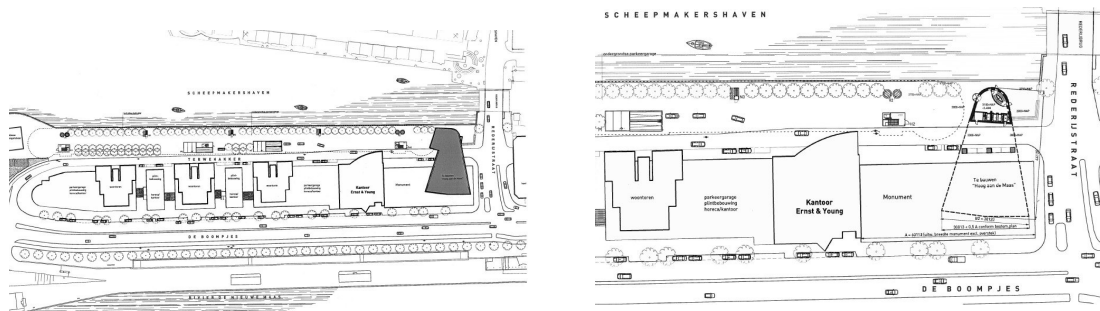
Het project is gesitueerd aan de Boompjes in Rotterdam op de grens van stad en water. Dat garandeert een blijvend vrij uitzicht over de Maas en de Erasmus- en Willemsbrug. En op loopafstand van stadscentrum.

Het project is zeer goed te bereiken met de auto en staat in goede verbinding met de A15, A16 en de A20. Verder is een trein, metro, tram en bus station op loop afstand.

Er is een keur aan recreatie mogelijkheden in de buurt, zoals theater, musea, winkel en eet gelegenheden, allemaal op loop afstand.



Figuur 78: plattegrond (Multi vastgoed)



Figuur 79: Locatie (Multi vastgoed)

Het gebouw

Het gebouw wordt boven het gebouw van de Nederlandse bank gebouwd. Aan de achterkant van de Nederlandse bankgebouw wordt op een klein oppervlakte een betonnen kern (backbone) opgetrokken waaraan de kantoor verdiepingen bevestigd worden. De kantoren bestaan uit stalen kolommen en liggers en wordt ondersteund door een zeer grote stalen draagconstructie.

Het gebouw bestaat uit twaalf kantoorlagen waarin twaalf kantoor units zitten die afzonderlijk te huur zijn.



Figuur 80: draagconstructie HadM (Multi vastgoed)

Project informatie

Hoog aan de Maas bestaat uit twaalf kantoor verdiepingen met een totaal oppervlak van 12.736 m².

Het kantoorgebouw is 74 m hoog en bestaat uit 22 verdiepingen. De gevels aan de voorkant (Maaskant) zijn open met veel glas in aluminium profielen. De achter- en zijkant van het gebouw zijn veel dichte.

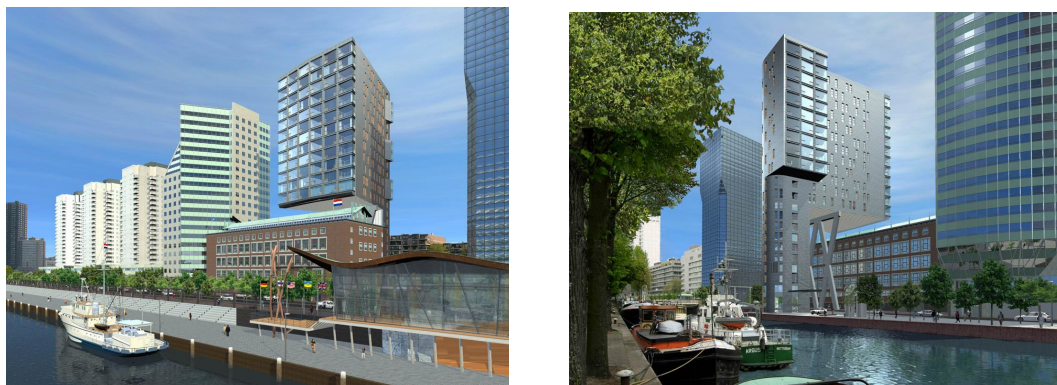
Het gebouw heeft een betonnen backbone en een stalen kantoorgedeelte.

Duurzaamheid

Hoog aan de Maas is ook vanuit het TO van Multi vastgoed verder ontwikkeld, dit houdt in dat het duurzaamheidsniveau van de toren minimaal al op de basis van Multi vastgoed zit. Deze basis is boven gemiddeld in Nederland.

Hoog aan de Maas is qua technische installatie weinig bijzonder en overeenkomend met het gehanteerde TO. Alleen qua verlichting, aanwezigheids detectie en zuinige lampen, is Hoog aan de

Maas verbeterd tov het TO. Ook op de andere vlakken van duurzaamheid is het ontwerp vrij gelijk met het beschreven TO.



Figuur 81: Hoog aan de Maas aanzichten (Multi vastgoed)

Samenvatting referentiegebouwen

De verschillende referentie gebouwen voldoen alle drie aan de eisen die gesteld worden. De tabel hieronder geeft de hoofdkenmerken van de drie referentie gebouwen weer. De gebouwen staan in Den Haag en Rotterdam en staan dus in één van de grote steden van Nederland. De bouwhoogtes vallen tussen de 60m en 100m, hiermee zijn de referentie gebouwen een goede reflectie van de gemiddelde hoogbouwhoogte van Nederland. Alle referentie gebouwen bevatten een kantoorfunctie. De laatste eis was dat de draagconstructies niet allemaal van beton zijn, ook aan deze eis wordt voldaan omdat Hoog aan de Maas een stalen draagconstructie heeft.

Een verder voordeel van deze drie referentie gebouwen is dat de gebouwen veel diversiteit vertonen in oppervlakte en in vorm. Dit is voordelig omdat er wellicht nu op meerdere vlakken conclusies kunnen worden getrokken op te weten aangaande bouwkosten, duurzaamheid en haalbaarheid.

	Locatie	Bouwhoogte	aantal verdiepingen	Draagcon - structie	m ² kantoren	BVO
Grotiustoren	Den Haag	86m	22	Beton	36670 m ²	39929m ²
KJ-plein	Den Haag	97m	27	Beton	43344 m ²	73439 m ²
Hoog aan de Maas	Rotterdam	72m	20	Staal	12736 m ²	12736 m ²

3.4 Verschillende methoden voor bouwkosten bepaling

Om een goed beeld te kunnen krijgen van de duurzaamheid van een gebouw moet de waarde van een gebouw bekend zijn. Omdat de bouwkosten enkel berekend wordt bij de Winket referentie methode zijn er een aantal andere methoden toegevoegd om een objectievere prijs te krijgen voor de bouwkosten. Dit is gedaan nadat uitkomsten vanuit de winket referentie methode sterk verschilden met de bouwkosten die Multi vastgoed had berekend.

Het onderzoek is uitgevoerd bij Multi vastgoed. Hierdoor zijn de prijzen van aannemers waarmee Multi vastgoed in onderhandeling is voor de bouw van deze projecten als één van de drie controle getallen meegenomen. Deze bouwkosten liggen waarschijnlijk vrij hoog, dit komt omdat aannemers niet direct hun laagste prijs openbaren. Het voordeel van deze eenheids prijzen is dat aannemers zeer actief muteren in de markt.

De tweede methode die is gekozen voor de berekening van de bouwkosten van de verschillende referentie gebouwen is de methode van Multi vastgoed zelf. Deze methode is een elementen begroting waarbij de gehanteerde eenheidsprijzen gebaseerd zijn op aannemersprijzen, referenties van eerder gebouwde projecten en informatie van Arcades.

Deze methode is uiteraard door Multi vastgoed zelf gebruikt om tot een “redelijke” bouwkostensom te komen. Twee van de berekeningen zijn opgenomen in de bijlagen.

Waarschijnlijk is dit de eerlijkste benadering, dus de beste referentie voor de bouwkosten.

Als laatste methode om de bouwkosten objectief te berekenen is gebruik gemaakt van het reken model van Sander van Oss uit 2007. Moeilijkheid hierbij is dat het model opgebouwd is voor een rechte toren zonder veel bijzondere vormen. Uitwerking van deze methode kan terug gevonden worden in de bijlagen.

Met deze verschillende uitkomsten van de bouwkosten kan een werkelijke prijs worden bedacht en een waarde. Hiermee kan een wellicht een redelijker beeld worden geschapen tussen de verhouding ecokosten en waarde van het gebouw.

Verder kan er wellicht doormiddel van meerdere rekenmethode te onderzoeken meer kennis worden vergaard over de bouwkosten van hoogbouw.



4. Dataverzameling en analyse

In dit hoofdstuk komen data verwerking en de data analyse aan bod. De data die afkomstig zijn van de referentie analyses en de gesprekken met adviserende experts zijn divers. Om structuur aan te brengen in de grote hoeveelheid data en uitkomsten is er structureel te werk gegaan. Uit het theoretisch kader is gebleken, dat er veel verschillende methoden bestaan om duurzaamheid en bouwkosten te bepalen en te berekenen in een vroeg stadium van het ontwikkelproces. In dit hoofdstuk zijn de methoden die , besproken in de vorige hoofdstukken toegepast op de referentie gebouwen.

Dit hoofdstuk begint met een korte beschrijving van kengetallen, informatie die uit gesprekken met adviserende experts komt en de implementatie ervan.

Hierna worden alle milieu meetmethoden stuk voor stuk toegepast op de drie referentie gebouwen. Deze uitkomsten worden uitgebreid behandeld en geanalyseerd. Als laatste in dit hoofdstuk is er aandacht voor de verschillende methode van bouwkosten bepaling.

Kengetallen

Ontwikkelaars rekenen met kengetallen afkomstig van zowel interne als externe referentieprojecten. Bij niet standaard ontwikkelingen gebruiken ontwikkelaars het boerenverstand om risicofactoren te kunnen identificeren en hier wat mogelijke kosten betreft op in te springen. In een iets latere fase kan de input van de architect ook een rol spelen. Kostendeskundigen rekenen in de vroege fasen ook met referentieprojecten, waaruit ze kengetallen destilleren. Er is wel ervaring nodig om de juiste kengetallen op een juiste manier te gebruiken. De algemene uitvoeringskosten worden op eenzelfde manier bepaald. Bouwkosten van standaard bouwprojecten zijn beter te ramen in de vroege fasen aangezien er meer standaardkengetallen bekend zijn dan van duurzame bouwprojecten. Daarbij komt dat er bij duurzame hoogbouw projecten nog meer moet worden gekeken naar de eventuele risico's.

De bepaling van de bouwkosten van duurzame hoogbouw geschiedt in de vroege fasen van het bouwproces aan de hand van kengetallen die afkomstig zijn van referentieprojecten. Alle betrokkenen werken op deze manier, die hetzelfde is als bij ieder ander bouwproject. Doordat hoogbouwprojecten specifieke projecten zijn, zijn er minder kengetallen bekend waardoor de bepaling van de bouwkosten minder makkelijk is dan de bepaling van de bouwkosten van standaard kantoor gebouwen.

Implementatie

Zowel uit literatuur als uit de praktijk blijkt dat er in de vroege fasen van het ontwikkel- en bouwproces gerekend wordt met kengetallen. Rekenen met kengetallen is de beste manier voor het bepalen van de bouwkosten voor ontwikkelaars.

Kengetallen worden in dit onderzoek gebruikt bij de verschillende methoden voor het bepalen van de juiste bouwprijs. Ook in het gedeelte waar met de EVR methode waar in verschillende fasen verduurzaming wordt toegepast, wordt gewerkt met kengetallen.

4.1 Energielabel

Om het energie label aan de referentie gebouwen toe te kunnen kennen, moet de EPC (energieprestatie coëfficiënt) van de gebouwen berekend worden. Deze EPC berekening is voor alle drie gebouwen gemaakt door raadgevend ingenieurbureau Hori. De uitkomsten staan in de tabel hieronder.

	EPC-waarde	Energielabel
Grotius toren	0.89	A
KJ-Plein	1.05	A
Hoog aan de Maas	1.39	D

De geheel EPC-berekening van de Grotiustoren staat in de bijlagen. De uitkomsten van deze berekening staan in de tabel hieronder.

RESULTATEN - ENERGIEPRESTATIEGEGEVENS

Verwarming	Qprim;verw	6786381 MJ
Ventilatoren	Qprim;vent	1698092 MJ
Warmtapwater	Qprim;tap	552550 MJ
Pompen	Qprim;pomp	640677 MJ
Koeling	Qprim;koel	346396 MJ
Bevochtiging	Qprim;bev	483865 MJ
Verlichting	Qprim;vl	5925046 MJ
Comp. PV-cellen	Qprim;pv	0 MJ
Comp. WK	Qprim;comp;WK	0 MJ
	Qpres;woon	0 MJ
		----- +
Totaal	Qpres;tot	16433008 MJ
	Qpres;toel	18306076 MJ
Qpres;tot / Qpres;toel	=	0,898

Figuur 82 : EPC berekening Grotiustoren

In de EPC berekening wordt de energieprestatie gemeten ten behoeve van de verwarming, ventilatoren, tapwater, pompen, koeling, bevochtiging en verlichting. Verder wordt er naar de bouwkundige transmissie, koudebruggen, infiltratie en thermische capaciteit gekeken.

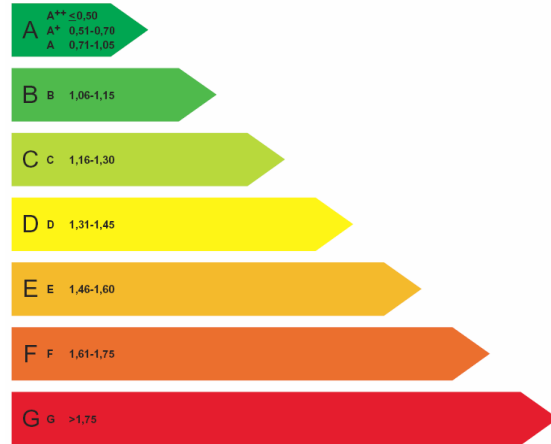
Om tot een EPC waarde te komen moeten de totale energieprestaties van de verschillende elementen bij elkaar worden opgeteld. Dit is de $Q_{pres;tot}$ (prestatie totaal). Deze waarde moet daarna worden gedeeld door de toelaatbare waarde van deze installatie ($Q_{pres;toel}$).

De waarde komt uit op 0.898. Deze waarde komt in de Energie label meter uit op een label A. (zie figuur83) Het is dus een erg energie zuinig gebouw berekend met behulp van het Energie Label.

De uitkomsten in de tabel geven een duidelijk beeld van waar minder gunstig energie verbruik is in de Grotiustoren. Duidelijk is te zien dat de verwarming en de verlichting de grootste waardes hebben.

Hier zou dus de grootste energie besparingen gemaakt kunnen worden.

De twee andere referentie projecten zijn eveneens berekend door raadgevend ingenieursbureau Hori, maar niet toegevoegd. De uitkomsten van deze berekeningen voor deze gebouwen zijn 1.05 voor



Figuur 83 : Energie Label (VROM, webside)

het KJ plein, waarmee dit gebouw prima scoort en een A Label verdient. Hoog aan de Maas scoort beduidend minder goed. Dit gebouw met een EPC van 1.39 krijgt een D Label. De verklaring voor deze score is waarschijnlijk dat er geen warmte terugwinning is en ook geen daglichtregeling.

Alle drie de referentie gebouwen worden na 1 januari 2009 gebouwd en opgeleverd en zullen dus moeten voldoen aan de nieuwe EPC-eis van 1.1 volgens Nen 2916. Deze eis verplicht ontwikkelaars de energie consumptie van gebouwen te minimaliseren en slimme en handige oplossingen te gebruiken om aan deze eis in de toekomst te voldoen.

Hoog aan de Maas voldoet niet aan deze eis. Er zullen de nodige aanpassingen doorgevoerd moeten worden voordat het bouwbesluit goed gekeurd wordt.

4.2 BREEAM

De internationale milieu meetmethode BREEAM is voorgaand aan het onderzoek naar de drie referentie gebouwen getoetst aan de Multi-Vastgoed standaard. Deze standaard is gebaseerd op Technisch Omschrijving (TO) en het bouwbesluit 2003.

De score die dit standaard gebouw oplevert is “ Pass” , maar heeft maar een kleine verbetering nodig om de score “ Good” te halen.

Multi-Vastgoed heeft zichzelf als standaard tot een BREEAM “ Good” scoren verplicht. Deze score wordt niet gehaald door alleen het TO en het bouwbesluit te volgen. Er zullen dus aanpassingen moeten worden verricht om aan deze eis te voldoen.

Rating	Min. Benodigde Score
	D & P
Fail	< 25
Pass	25
Good	40
Very Good	55

Multi-standaard

In het figuur hieronder is te zien waar het Multi-standaard gebouw goed scoort en waar minder. Het Multi-standaard gebouw is geen bestaand gebouw, maar een mogelijk gebouw wat de kenmerken bezit van het TO en het bouwbesluit. De standaard presteert erg goed op gezondheid en welzijn, dit is te verklaren door de onderdelen die standaard in het bouwbesluit en het TO van Multi-Vastgoed en punten scoren in BREEAM. Voorbeelden hiervan zijn uitzicht, natuurlijke ventilatie en preventie van besmetting met legionella. Andere voorbeelden zijn transport en water. Voor transport is de locatie van de ontwikkeling erg belangrijk. Veel water maatregelen zijn al in het Nederlandse bouwbesluit opgenomen.

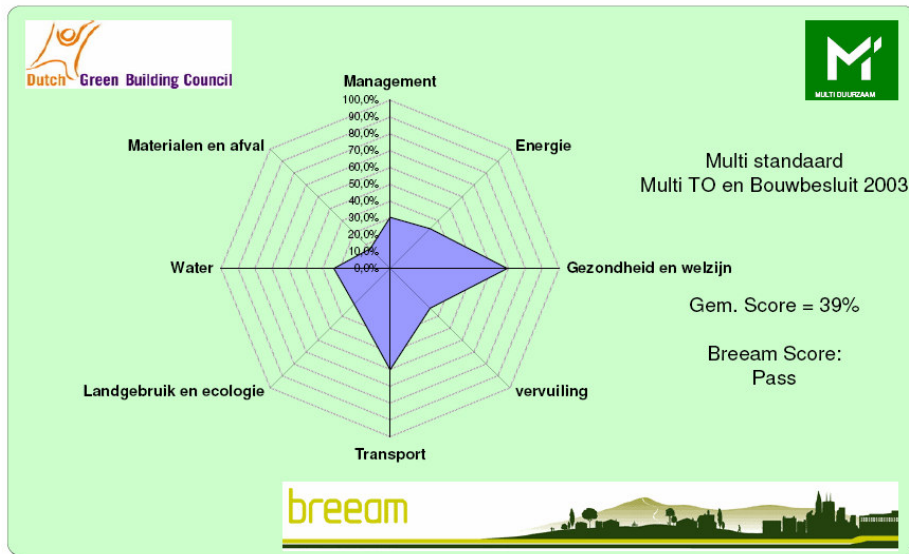
De onderdelen Management en energie scoren redelijk omdat hiervoor binnen Multi-Vastgoed veel aandacht is.

Voor de onderdelen materiaal en afval, landgebruik en ecologie en vervuiling zijn verbeteringen mogelijk. Hier wordt door Multi vastgoed uitsluitend de verplichte middelen gehanteerd.

	Max. aantal punten	behaald aantal punten	Percentage	We. Fac.	Percentage
Management	14,33	4,34	30,3%	0,144325	4,4%
Energie	13,63	4,55	33,4%	0,137275	4,6%
Gezondheid en welzijn	15,00	10	69,2%	0,151093	10,5%
vervuiling	15,00	5	33,3%	0,151073	5,0%
Transport	11,37	6,83	60,1%	0,114513	6,9%
Landgebruik en ecologie	15,00	4,5	30,0%	0,151073	4,5%
Water	4,99	1,66	33,3%	0,050257	1,7%
Materialen en afval	9,97	1,66	16,6%	0,100413	1,7%

score

39



Figuur 84 : uitkomsten BREEAM Multi standaard

Grotiustoren

De Grotiustoren scoort erg goed, namelijk een “Very Good”. Het figuur hieronder geeft een goed beeld van het referentie project Grotiustoren en toont een goed verdeelde grafiek met de twee terug kerende uitschieters, gezondheid en welzijn en transport. De grootste winst ten opzichte van de standaard liggen bij energie en materiaal en afval.

Voor energie besparing is een warmte/koude opslag bedacht, als mede een daglicht regeling.

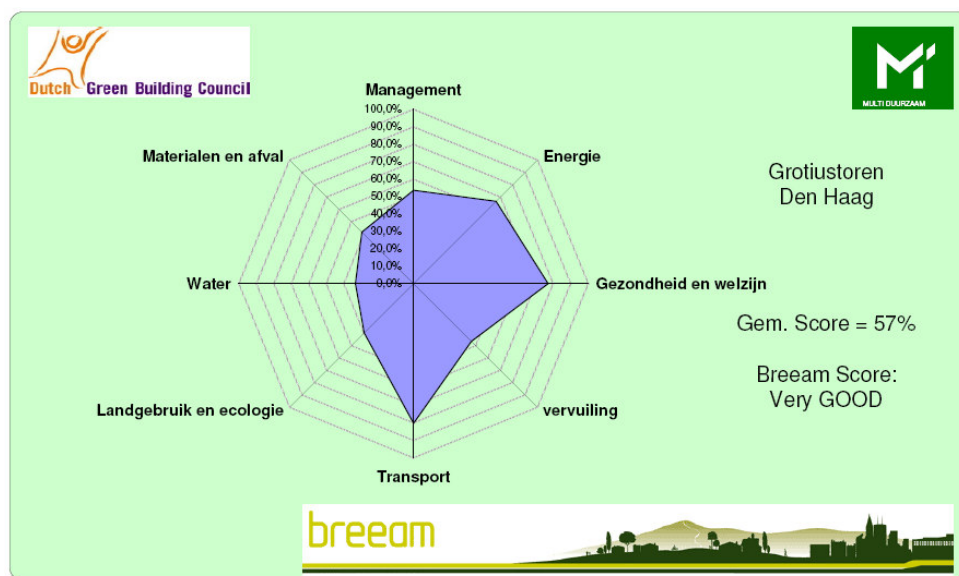
De goede prestatie op het onderdeel Materiaal en afval is te verklaren doordat al het bouw en huis afval gescheiden wordt en dat er tijdens de bouw recycle- en duurzame bouwproducten worden gebruikt.

De Grotiustoren behaalt een score van 57, hetgeen een Very Good score betekend, dit ligt ruim boven de Multi-Vastgoed norm.

	Max. aantal punten	behaald aantal punten	Percentage	We. Fac.	Percentage
Management	14,33	7,67	53,5%	0,144325	7,7%
Energie	13,63	9,09	66,7%	0,137275	9,2%
Gezondheid en welzijn	15,00	12	76,9%	0,151093	11,6%
vervuiling	15,00	7	46,7%	0,151073	7,1%
Transport	11,37	9,1	80,0%	0,114513	9,2%
Landgebruik en ecologie	15,00	6	40,0%	0,151073	6,0%
Water	4,99	1,66	33,3%	0,050257	1,7%
Materialen en afval	9,97	4,16	41,7%	0,100413	4,2%

Score

57



Figuur 85 : uitkomsten BREEAM Grotiusstoren

KJ-Plein

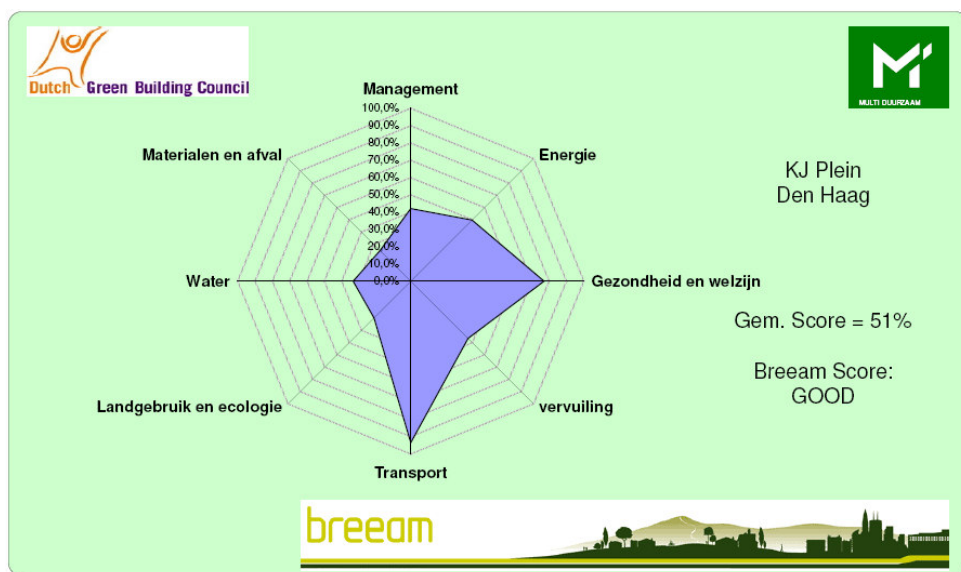
Ook het KJ plein scoort goed. De score van 51 resulteert in een “ Good”. De grafiek in het figuur hieronder laat een minder gelijkmatig verdeelde vlek zien. Dit betekent dat de verschillen ten opzichte van de des betreffende onderdelen groter zijn dan bij de Grotiusstoren. Een voorbeeld is de uitschieter van Transport. Hier wordt standaard al erg hoog gescoord. Het KJ plein scoort nog beter door de zeer goede ligging in de stad Den Haag. Het project scoort relatief laag op het management onderdeel, dit komt doordat er geen milieu rapportages gemaakt worden.

Het KJ plein krijgt ook met de Multi-Vastgoed doelstelling een voldoende.

	Max. aantal punten	behaald aantal punten	Percentage	We. Fac.	Percentage
Management	14,33	6,01	41,9%	0,14432471	6,1%
Energie	13,63	6,82	50,0%	0,13727465	6,9%
Gezondheid en welzijn	15,00	12	76,9%	0,15109276	11,6%
vervuiling	15,00	7	46,7%	0,15107262	7,1%
Transport	11,37	10,61	93,3%	0,11451304	10,7%
Landgebruik en ecologie	15,00	4,5	30,0%	0,15107262	4,5%
Water	4,99	1,66	33,3%	0,05025682	1,7%
Materialen en afval	9,97	2,49	25,0%	0,10041293	2,5%

Score

51



Figuur 86 : uitkomsten BREEAM KJ plein

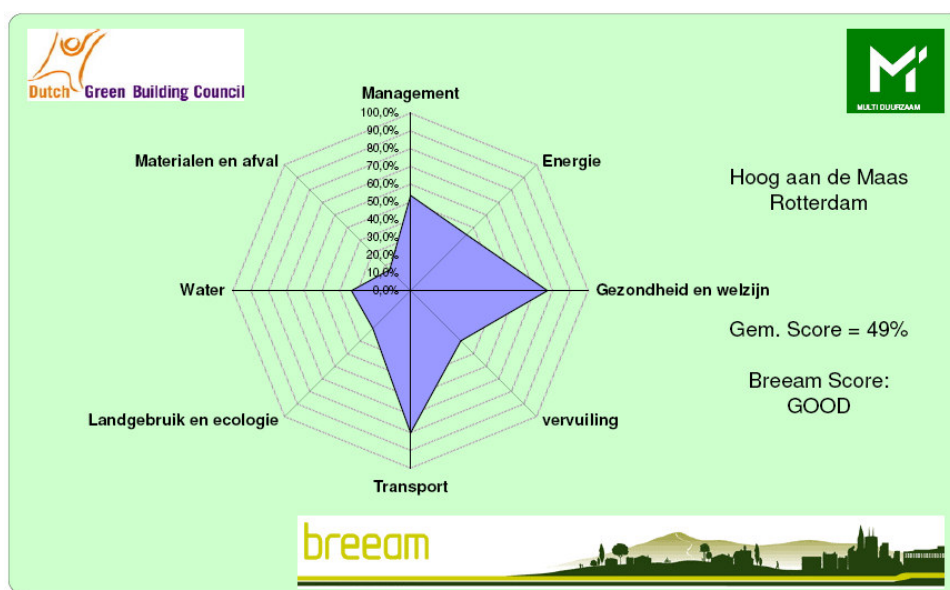
Hoog aan de Maas

Het gebouw Hoog aan de Maas scoort het laagst van de drie referentie gebouwen. De score van 49 haalt een “Good” in BREEAM. De vlek in de grafiek hieronder is nog wisselvalliger dan bij de vorige twee. De scores zijn te vergelijken met de standaard, maar verschillen op management en transport. De hogere score bij transport is wederom te verklaren door de goede ligging in de stad Rotterdam. De hoge score in management is te verklaren door de milieurapporten die moeten worden bijgehouden inn opdracht van de gemeente Rotterdam. De tegen vallende score op materiaal en afval is volledig te verklaren doordat er geen recycleproducten gebruikt worden en dat alleen bij hout op een duurzaamheidskeurmerk wordt gelet.

	Max. aantal punten	behaald aantal punten	Percentage	We. Fac.	Percentage
Management	14,33	7,67	53,5%	0,144325	7,7%
Energie	13,63	6,06	44,5%	0,137275	6,1%
Gezondheid en welzijn	15,00	12	76,9%	0,151093	11,6%
vervuiling	15,00	6	40,0%	0,151073	6,0%
Transport	11,37	9,1	80,0%	0,114513	9,2%
Landgebruik en ecologie	15,00	4,5	30,0%	0,151073	4,5%
Water	4,99	1,66	33,3%	0,050257	1,7%
Materialen en afval	9,97	1,66	16,6%	0,100413	1,7%

Score

49



Figuur 87 : uitkomsten BREEAM Hoog aan de Maas

Voor de volledige BREEAM berekening van de drie referentie gebouwen wordt verwezen naar de bijlagen.

De scores liggen erg hoog, dit is te verklaren doordat BREEAM een Engelse milieumeetmethode is. In deze Engelse methode zijn scores te behalen die in Nederland geen punten zouden moeten opleveren doordat deze punten vanzelfsprekend zijn. Een goed voorbeeld hiervan is het puntje fietsenstalling. Een ander verklaring voor de hoge score is dat het programma enigszins verouderd is. Hierdoor halen de technische verbeteringen de scores in. Dit lijkt weer tot een krapte op de meetlaan van BREEAM, omdat alle nieuwe gebouwen steeds dicht tegen de top aankomen. Een groot nadeel van dit programma is dat het programma geen grote groei mogelijkheden heeft in de huidige vorm.

Kosten stijging per m² om een scoringsniveau binnen BREEAM te stijgen

Het onderzoek dat hiernaar gedaan is, is verricht op de standaard. Steeds vaker stellen gemeenten de eis dat de bouwprojecten aan een bepaalde milieu score moeten voldoen. De vraag die hierdoor bij de ontwikkelende partijen ontstaat is: wat zijn de kostenconsequenties van bepaalde maatregelen om deze scores te halen?

Dit onderzoek heeft de kostenconsequenties (prijspeil augustus 2007) bepaald bij het behalen van een een Breeam Good en een Breem Very Good score voor het hierboven beschreven "standaard" kantoorgebouw.

Voor de standaard is allereerst de basisscore bepaald (zie figuur 84). Vervolgens zijn de mogelijkheden onderzocht om van de Pass situatie een Good en een Very Good score te maken. Alle meetresultaten zijn bijgevoegd in de bijlage.

Management (M)

Om management naar Good te tillen moet er een verbetering van 10% behaald worden.

Deze verbetering kan op verschillende punten gemaakt:

1. In M4 (zie BREEAM model) kan deze stijging gerealiseerd worden. Deze kosten worden meestal doorberekend naar de aannemer. Dit zou betekenen dat er geen meerkosten zijn voor de ontwikkelaar.
2. Een andere mogelijkheid is om dit bij M11 te realiseren. *'Waar voor de gebruikers en een 'niet technische' gebouwmanager een gebruikershandleiding aanwezig is over de werking van de installaties en de milieubelasting van het gebouw.'* Zo'n handleiding kost een ontwikkelaar ongeveer €10.000.

Om tot een score van very good te komen moet er een stijging van minimaal 25% gehaald worden.

Deze verbetering kan worden gerealiseerd door:

Behalve de twee punten die hierboven beschreven staan, moet ook het tweede gedeelte van M1 gerealiseerd worden. *'Waar aanvullend aangetoond is dat seizoensgebonden inregeling van de installaties wordt uitgevoerd tijdens het eerste jaar van ingebruikname van het gebouw.'* Deze mogelijkheid kost ongeveer €15.000.

Energie (E)

Om het punt energie naar een Good level te krijgen, zal er 7.5% verbetering nodig zijn. Dit komt overeen met ongeveer 0.9 punt.

De makkelijkste en goedkoopste manier is het glas te verbeteren en de verlichting van 11W/m² naar 8W/m² te reduceren. Dit resulteert in meerkosten van €8,-/ m²bvo op de bouwsom .

Om naar een very good status te gaan moet er bij dit onderdeel 21.5% bij. Dit percentage komt neer op 3 punten.

De meerkosten van deze upgradering liggen tussen de €55/ m² bvo op de bouwsom en €88/ m² bvo op de bouwsom. Deze worden gemaakt als er wordt gekozen voor warmteopwekking dmv warmtepomp in de grond.

Er kan als laatste ook gekozen worden om E2, E3 en E4 te realiseren. Deze 3 punten zijn bij elkaar 2.28 punten waard en kosten bij elkaar €246.000. Dit is een bedrag wat niet per vierkante meter wordt berekend. Deze ingrepen worden pas interessant bij kantoren boven de 4000 m².

Gezondheid en Welzijn (HW)

Geen toevoegingen nodig, omdat dit gebouw al op het beoogde level zit om een score van zowel Good als wel een Very Good score te halen.

Vervuiling (P)

Vervuiling heeft 6.5% nodig om naar een Good level gebracht te worden, dit betekend dat er in BREEAM 1.5 punt meer gehaald moet worden. Deze verhoging in punten is erg lastig te berekenen vanwege gebrek aan kengetallen.

Een upgradering naar very good betekent een meerscore van 15%. Dit houdt in dat er drie punten meer moet worden gescoord. Het is erg moeilijk om hier de meerkosten van te berekenen. Dit omdat kosten hiervoor moeilijk in te schatten zijn. Mogelijkheid voor post onverzien.

Transport (T)

Geen toevoegingen nodig, omdat dit gebouw al op het beoogde level zit om een score van zowel Good als wel een Very Good score te halen.

Landgebruik en ecologie (LE)

Voor een score verhoging naar Good is 1.5 punt noodzakelijk. De makkelijkste manier om dit te realiseren is een ecooloog in te huren om advies te geven over de bescherming en verbetering van de ecologische waarden en aan te geven waar de aanbevelingen uitgevoerd zijn. Deze maatregel kost 45000 euro en is snel uit te voeren.

Er zijn meerdere mogelijkheden om dit onderdeel naar very good te upgraden. Bijvoorbeeld het standaard kantoor te bouwen op gebruikte/vervuilde grond (zie model). Hierdoor zal LE2 genoeg punten opleveren voor een very good status.

Een andere oplossing is LE5 uitbreiden. Dit begint bij €30.000.

Water (W)

Ook voor water is er 15% verbetering nodig om een Good status te krijgen. Dit betekend ruim 0,75 punt erbij. Een goede mogelijkheid is een begroend dak van sedum. Deze ingreep kost €53,-/ m² bvo op de bouwsom maar levert 0.83 punten op.

Voor een stap naar Very good zijn er wederom 15 punten extra nodig. Deze kunnen verkregen worden door vele kleine verbeteringen zoals het aanleggen van een irrigatie systeem (0.38 punt) hetgeen

50000 euro extra kost en kranen met volumestroom begrenzers installeren. Deze kosten €8,-/ m² bvo op de bouwsom en levert 0.38 punten op.

Een andere manier is een grijswater circuit aanleggen, maar dit kost vele malen meer geld.

Materiaal en afval (MW)

De beste methode om naar een Good level te komen is om te zorgen dat de hoofdbouwdelen een A label hebben volgens de 'Green Guide to Specification'. Dit levert per onderdeel 0.83 punt op. Deze score levert dan in totaal 3.32 punten en zal naar schatting ongeveer €15,-/ m² bvo kosten.

Om vervolgens vanuit de behaalde Good score te klimmen naar de very good status zal er een stijging van 5%, dat zijn 0.49 punten in het model, nodig zijn.

De goedkoopste manier is om het binnenblad te bouwen van kalkzandsteen ipv prefab beton. Kosten €10,-/ m² bvo op de bouwsom en levert 0.83 punten op, dus ruimschoots voldoende.

Meerkosten GPR Referentie kantoor	Score (%)	Good (score 40%) Bandbreedte / m ²	Very Good (score 55%) Bandbreedte / m ²
management	30,3%	€0 - €15.000	€25.000
Energie	33,4%	€8	€55-€88
Gezondheid en welzijn	69,2%	€0	€0
vervuiling	33.3%	?	?
Transport	60.1%	€0	€0
Landgebruik en ecologie	30,0%	€45000	€75.000
Water	33.3%	€33	€58
Materiaal en afval	16.6%	€15	€25
Totaal	Meerkosten per m²bvo (minimaal)	€100	€270

Figuur 88 : Minimale meerkosten die nodig zijn om gewenste score te halen.

Op meerdere vlakken voldoet de standaard al aan de eisen die BREEAM stelt. Dit komt doordat veel punten als standaard punten zijn opgenomen in het Nederlands bouwbesluit en dat veel punten als standaard zijn opgenomen in de Multi-vastgoed TO.

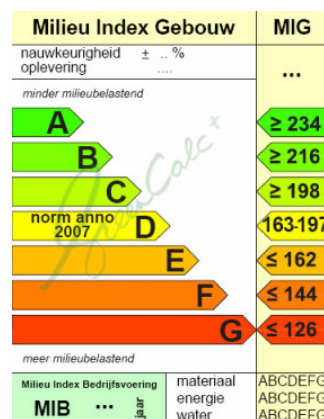
Het verduurzamingsproces van BREEAM Pass naar BREEAM Good kost minimaal €100,-/ m² bvo extra. Op een kantoor van €1000,-/ m², wat een redelijk gemiddelde is, zou dit een stijging van 10% betekenen.

Het verduurzamingsproces van BREEAM Good naar BREEAM Very Good kost minimaal €270,-/ m² bvo extra. Op een kantoor van €1000,-/ m², zou dit een stijging van 27% betekenen.

4.3 GreenCalc+

De referentie projecten zijn stuk voor stuk gemodelleerd in GreenCalc+ waarvan de volledige uitwerking terug te vinden is in de bijlagen.

Zoals in de figuur hiernaast zichtbaar is moet de score hoger liggen dan 163. Dit is de norm die in 1997 is gesteld.



Figuur 89 : GreenCalc+ (greencalc, website)

Grotiustoren Den Haag

De Grotiustoren scoort een milieu index van het gebouw in GreenCal+ van 176. Dit is een waarde die midden in de norm van 1997 valt, dus OK. De score is niet erg hoog. Opvallend is dat het onderdeel materiaal hoog scoort ten opzichte van andere onderdelen.

Grotius nieuw				
	Milieukosten per jaar		Milieu Index Bedrijfsv.	Milieu Index Gebouw
	Ontw.	Ref.		
Materiaal	€ 39549,-	€ 27084,-	68	236
Energie	€ 79111,-	€ 162401,-	205	170
Water	€ 751,-	€ 1082,-	144	144
Totaal	€ 119411,-	€ 190567,-	160	176

Figuur 90 : uitkomsten GreenCalc+ Grotiustoren

KJ plein

Het KJ plein heeft nagenoeg de zelfde uitkomst als de Grotiustoren. Ook dit referentie gebouw scoort een milieu index van het gebouw in GreenCal+ van 176. Deze 176 is net iets anders opgebouwd dan de Grotiustoren die hierboven besproken is. Het KJ plein scoort op energie en water nagenoegen hetzelfde, maar heeft een hogere score op het onderdeel materiaal. Het is moeilijk te verklaren waarom de scores toch gelijk zijn. Wellicht omdat de milieukosten per jaar van de Grotiustoren lager zijn dan die van het KJ plein hoewel dit jaarprijzen zijn en geen m²prijzen.

KJ-plein				
	Milieukosten per jaar		Milieu Index Bedrijfsv.	Milieu Index Gebouw
	Ontw.	Ref.		
Materiaal	€ 53365,-	€ 60771,-	114	254
Energie	€ 115367,-	€ 416523,-	361	169
Water	€ 1878,-	€ 2704,-	144	144
Totaal	€ 170610,-	€ 479998,-	281	176

Figuur 91: uitkomsten GreenCalc+ KJ plein

Hoog aan de Maas Rotterdam

Hoog aan de Maas scoort een milieu index van het gebouw in GreenCal+ van 195. Het opvallende bij dit gebouw is dat de score voor materiaal het laagst van de drie is maar wel de hoogste score bereikt. De andere onderdelen scoren wel een stuk beter dan de twee voorgaande referenties.

Hoog aan de Maas, Rotterdam				
	Milieukosten per jaar		Milieu Index Bedrijfsv.	Milieu Index Gebouw
	Ontw.	Ref.		
Materiaal	€ 12339,-	€ 3582,-	29	201
Energie	€ 31870,-	€ 4151,-	13	195
Water	€ 2,-	€ 3,-	119	119
Totaal	€ 44211,-	€ 7736,-	17	195

Figuur 92 : uitkomsten GreenCalc+ Hoog aan de Maas

Voor alle drie de referenties geldt dat ze binnen de norm van 1997 vallen. Dit betekent dat ze binnen de methode een Label D krijgen. Dit is een niet al te hoge beoordeling en verteld dan ook dat dit standaard gebouwen zijn met weinig spannende en baanbrekende milieu verbeter oplossingen.

Het grote voordeel van GreenCalc+ is dat het een vrij eenvoudig te hanteren instrument is en dat het kan blijven doorgroeien in de milieu index, er zit geen plafond zoals bij BREEAM.

4.4 EVR

Om de referentie gebouwen op een goede manier in Kubus kalk te zetten (Kubus kalk is het elementen begrotingsprogramma waarmee de Winket referentie methode werkt) moeten er juiste referentie projecten gevonden worden.

De Winket referentie methode bevat twee nieuwbouw kantoorgebouwen die als referentie kunnen dienen. Het gaat hier om twee tamelijk kleine standaard kantoren respectievelijk gelegen in Zevenbergen en Etten Leur. Deze twee gebouwen hebben een verschillende draagconstructie. De een is opgebouwd uit een betonnen skelet en de ander uit een stalen.

Deze dienen als Winketreferentie voor de te onderzoeken gebouwen in dit onderzoek.

Hieronder zijn de uitkomsten van de twee Winket referentie projecten.

Het eerste kantoor is het kantoor uit Etten Leur. Dit kantoor heeft een betonnen draagconstructie en zal daarom als basis dienen van de referentie projecten Grotiustoren en KJ plein.

In de figuur hieronder is te zien dat de EVR voor deze referentie uitkomt op 39%. Dit is precies het landelijk gemiddelde voor standaard kantoren, zie hoofdstuk 3. Verder is te zien dat de onderdelen fundering en skelet slecht scoren. Dit betekent dat deze onderdelen weinig duurzaam zijn.

				Bouwkosten		Ecokosten	EVR
2A	Fundering	220 m2	119	26.155	107	23.533	90%
2B	Skelet	398 m2	163	64.704	105	41.915	65%
2C	Daken	265 m2	93	24.694	28	7.469	30%
2D	Gevels	494 m2	176	87.055	43	21.431	25%
2E	Binnenwanden	398 m2	76	30.171	22	8.652	29%
2F	Vloeren	398 m2	46	18.457	11	4.327	23%
2G	Trappen, hellingen en balustrades	398 m2	46	18.455	14	5.680	31%
2H	Plafonds	398 m2	31	12.247	12	4.634	38%
3A	Installatie werktuigbouwkundig	398 m2	54	21.469	11	4.273	20%
3B	Installatie elektrotechnisch	398 m2	52	20.703	15	5.785	28%
3C	Installatie lift/transport	- m2	-	-	-	-	-
4A	Vaste inrichtingen	398 m2	25	9.900	8	3.159	32%
5A	Terrein	727 m2	34	24.798	30	21.692	-
6A	Directe bouwkosten/diversen	398 m2	6	2.577	1	494	19%
	Totaal elementenbegroting directe bouwkosten			361.385		153.044	42%
	Totaal algemene bouw(plaats)kosten			33.807		5.983	18%
				395.192		159.027	40%
	Algemene bedrijfskosten (bouwbedrijf)			27.663		3.873	14%
				422.855		162.900	39%
	Winst en risico (bouwbedrijf)			16.914		6.516	39%
	Bouwkosten exclusief BTW			439.770		169.416	39%
	Bouwkosten per m2 BVO	73.439 m2	6		2		39%

Figuur 93: uitkomsten EVR methode referentiekantoor Etten Leur

De tweede referentie is het kantoor uit Zevenbergen. Dit kantoor heeft een stalen draagconstructie en zal worden vergeleken met de referentie Hoog aan de Maas. De EVR van deze referentie is 34% en zit op het niveau van een gemiddeld luxe kantoor. Ook hier zijn de fundering en het skelet de grote vervuilers, maar de waarden liggen opvallend lager dan die van de referentie hierboven.

Dit zou kunnen betekenen dat een stalen draagconstructie duurzamer is dan een betonnen.

				Bouwkosten		Ecokosten		EVR
2A	Fundering	286	m2	157	44.930	138	39.380	88%
2B	Skelet	772	m2	224	173.039	131	101.435	59%
2C	Daken	360	m2	183	65.896	42	14.952	23%
2D	Gevels	700	m2	304	212.878	76	53.046	25%
2E	Binnenwanden	772	m2	65	50.021	20	15.532	31%
2F	Vloeren	772	m2	16	12.109	6	4.547	38%
2G	Trappen, hellingen en balustrades	772	m2	27	20.757	10	8.016	39%
2H	Plafonds	772	m2	35	27.403	19	14.342	52%
3A	Installatie werktuigbouwkundig	772	m2	58	44.783	9	6.856	15%
3B	Installatie elektrotechnisch	772	m2	44	34.009	12	8.992	26%
3C	Installatie lift/transport	-	m2	-	-	-	-	-
4A	Vaste inrichtingen	772	m2	11	8.111	2	1.494	18%
5A	Terrein	652	m2	9	6.149	5	3.081	-
6A	Directe bouwkosten/diversen	772	m2	6	4.999	1	958	19%
Totaal elementenbegroting directe bouwkosten					705.084		272.631	39%
Totaal algemene bouw(plaats)kosten					55.238		8.802	16%
Algemene bedrijfskosten (bouwbedrijf)					760.322		281.433	37%
					53.223		7.451	14%
Winst en risico (bouwbedrijf)					813.545		288.884	36%
Bouwkosten exclusief BTW					32.542		-	0%
					846.086		288.884	34%
Bouwkosten per m2 BVO				73.439	m2	12	4	34%

Figuur 94 : uitkomsten EVR methode referentiekantoor Zevenbergen

Grotiustoren

De elementen begroting van de Grotiustoren is opgebouwd vanuit het kantoor uit Etten Leur. Hierdoor staan essentiële instelling die met betonbouw te maken hebben al goed en zal verder alleen de hoeveelheden veranderd moeten worden. Natuurlijk zijn alle soorten beton veranderd naar de juiste sterktes en zijn de in het werk gestorte elementen en kalkzandsteen elementen veranderd naar prefab elementen.

De EVR is 44, wat vrij hoog is als er gekeken wordt naar het gemiddelde standaard kantoor. In de conclusies zal worden gekeken of deze uitkomst meevalt voor hoogbouw projecten.

Ook in deze EVR berekening zijn de fundering en het skelet de grote uitschieters, naast deze twee uitschieters is er een nieuwe hoge score en dat zijn de trappen, hellingen en balustrades. Ook het onderdeel plafond is hoog en blijkt dus een niet erg duurzaam onderdeel te zijn.

De ecokosten van fundering zijn hoger dan de traditionele kosten van de fundering. Dat betekent, dat

				Bouwkosten		Ecokosten		EVR
2A	Fundering	1.531	m2	740	1.133.658	910	1.393.730	123%
2B	Skelet	39.929	m2	235	9.392.369	230	9.201.072	98%
2C	Daken	1.950	m2	103	200.578	31	61.310	31%
2D	Gevels	21.115	m2	244	5.153.122	55	1.161.906	23%
2E	Binnenwanden	39.929	m2	61	2.452.920	15	604.128	25%
2F	Vloeren	39.929	m2	28	1.112.625	7	264.051	24%
2G	Trappen, hellingen en balustrades	39.929	m2	16	652.831	6	243.612	37%
2H	Plafonds	39.929	m2	30	1.210.360	11	457.974	38%
3A	Installatie werktuigbouwkundig	39.929	m2	161	6.432.823	39	1.561.745	24%
3B	Installatie elektrotechnisch	39.929	m2	64	2.538.967	16	655.182	26%
3C	Installatie lift/transport	39.929	m2	15	616.186	3	129.358	21%
4A	Vaste inrichtingen	39.929	m2	25	993.172	8	316.927	32%
5A	Terrein	-	m2	-	-	-	-	-
6A	Directe bouwkosten/diversen	39.929	m2	6	258.564	1	49.532	19%
Totaal elementenbegroting directe bouwkosten					32.148.175		16.100.527	50%
Totaal algemene bouw(plaats)kosten					2.598.227		495.905	19%
Algemene bedrijfskosten (bouwbedrijf)					34.746.402		16.596.432	48%
					2.444.912		383.378	16%
Winst en risico (bouwbedrijf)					37.191.314		16.979.810	46%
Bouwkosten exclusief BTW					1.494.889		-	0%
					38.686.203		16.979.810	43,89%
Bouwkosten per m2 BVO				39.929	m2	969	425	44%

Figuur 95 : uitkomst EVR methode Grotiustoren

de kosten die je zou moeten maken om de uitstoot e.d. (winning en transport) van beton (de productie, transport en gebruik van) te compenseren hoger zijn dan wat je voor beton betaalt. Die extra kosten worden in het “pollution prevention” model, dat ten grondslag ligt aan de EVR, berekend op basis van de kosten van de productie van beton.

Kj plein

Ook de elementen begroting van KJ plein is begroot op basis van het kantoor in Etten Leur.

					Bouwkosten		Ecokosten	EVR	
2A	Fundering	2.816	m2	519	1.461.322		486	1.367.785	94%
2B	Skelet	73.439	m2	363	26.624.320		302	22.207.170	83%
2C	Daken	4.241	m2	122	518.163		38	159.440	31%
2D	Gevels	38.835	m2	800	31.064.520		222	8.616.584	28%
2E	Binnenwanden	73.439	m2	61	4.511.509		15	1.111.136	25%
2F	Vloeren	73.439	m2	28	2.046.385		7	485.652	24%
2G	Trappen, hellingen en balustrades	73.439	m2	21	1.533.451		8	615.472	40%
2H	Plafonds	73.439	m2	30	2.226.142		11	842.324	38%
3A	Installatie werktuigbouwkundig	73.439	m2	162	11.883.304		39	2.878.450	24%
3B	Installatie elektrotechnisch	73.439	m2	64	4.669.769		16	1.205.036	26%
3C	Installatie lift/transport	73.439	m2	30	2.228.827		6	467.905	21%
4A	Vaste inrichtingen	73.439	m2	25	1.826.681		8	582.905	32%
5A	Terrein	-	m2	-	-		-	-	-
6A	Directe bouwkosten/diversen	73.439	m2	6	475.562		1	91.101	19%
	Totaal elementenbegroting directe bouwkosten				91.069.955			40.630.960	45%
	Totaal algemene bouw(plaats)kosten				8.378.329			1.654.332	20%
					99.448.284			42.285.292	43%
	Algemene bedrijfskosten (bouwbedrijf)				6.961.380			975.000	14%
					106.409.664			43.260.292	41%
	Winst en risico (bouwbedrijf)				4.256.387			-	0%
	Bouwkosten exclusief BTW				110.666.050			43.260.292	39%
	Bouwkosten per m2 BVO	73.439	m2		1.507			589	39%

Figuur 96: uitkomst EVR methode KJ plein

Grote veranderingen tov de Grotiustoren zijn er niet, behalve dat de EVR lager ligt. Dit is voornamelijk te verklaren aan de hoeveelheid beton die meegenomen is in de begroting. Deze ligt namelijk lager omdat een deel van de fundering moeilijk in te schatten is, doordat deze bestaat uit een tunnel waar in toekomst de tram doorheen moet gaan.

Hoog aan de Maas

Voor de berekening van Hoog aan de Maas is de andere Winket referentie gebruikt, de staal variant.

				Bouwkosten		Ecokosten	EVR	
2A	Fundering	488	m2	519	253.427	486	237.205	94%
2B	Skelet	12.736	m2	645	8.211.262	310	3.943.815	48%
2C	Daken	735	m2	122	89.861	38	27.651	31%
2D	Gevels	6.735	m2	800	5.387.297	222	1.494.312	28%
2E	Binnenwanden	12.736	m2	61	782.399	15	192.696	25%
2F	Vloeren	12.736	m2	28	354.890	7	84.223	24%
2G	Trappen, hellingen en balustrades	12.736	m2	21	265.935	8	106.737	40%
2H	Plafonds	12.736	m2	30	386.064	11	146.078	38%
3A	Installatie werktuigbouwkundig	12.736	m2	162	2.060.836	39	499.189	24%
3B	Installatie elektrotechnisch	12.736	m2	64	809.845	16	208.981	26%
3C	Installatie lift/transport	12.736	m2	30	386.529	6	81.145	21%
4A	Vaste inrichtingen	12.736	m2	25	316.788	8	101.089	32%
5A	Terrein		m2	34		30		
6A	Directe bouwkosten/diversen	12.736	m2	6	82.473	1	15.799	19%
	Totaal elementenbegroting directe bouwkosten				19.387.606		7.138.920	37%
	Totaal algemene bouw(plaats)kosten				1.558.764		573.969	37%
					20.946.370		7.712.889	37%
	Algemene bedrijfskosten (bouwbedrijf)				1.466.246		539.902	37%
					22.412.616		8.252.791	37%
	Winst en risico (bouwbedrijf)				896.505		-	0%
	Bouwkosten exclusief BTW				23.309.121		8.252.791	25%
	Bouwkosten per m2 BVO	12.736	m2		1.830		648	35%

Figuur 97 : uitkomst EVR methode Hoog aan de Maas

Deze begroting geeft een opvallende uitkomst. Namelijk een EVR, van 35%, die stukken lager ligt dan de EVR van de twee referentie gebouwen hierboven. Dit is vooral te verklaren door de veel lagere EVR van het skelet. Hiermee is aannemelijk gemaakt dat een stalen skelet duurzamer is dan één van beton.

Om duurzame ontwerpmogelijkheden te vertalen in verandering van EVR en de gebruikslasten van een kantoor is het volgende onderzoek gedaan.

Het onderzoek is gedaan voor de Grotiustoren en dus niet voor een staal variant. Omdat er met vaste percentages als kengetallen is gewerkt zouden er geen verschillen zijn met de staal variant. De kengetallen zijn afkomstig uit het promotie werk van Tim de Jonge.

Het figuur hieronder is opgebouwd uit vijf kolommen. In de eerste kolom staan de inmiddels bekende gegevens van de Grotiustoren. In de tweede, derde en vierde kolom is er steeds een onderdeel veranderd om het ontwerp te verduurzamen. In de laatste kolom is het totaal van de drie veranderingen opgenomen.

	Grotiustoren	Optie 1 Materiaal	Optie 2 onderhoud	Optie 3 Energie	Totaal
Kosten					
grond	€ 532.387	€ 532.387	€ 532.387	€ 532.387	€ 532.387
bouw	€ 38.665.796	10% ↑ € 42.532.376	10% ↑ € 42.532.376	16% ↑ € 44.852.323	16% ↑ € 57.844.031
bijkomend	€ 9.666.449	€ 10.633.094	€ 10.633.094	€ 11.213.081	€ 14.461.008
gebouw	€ 48.864.632	53697856,17	€ 53.697.856	€ 56.597.791	72837425,19
onderhoud	€ 14.973.375	€ 14.973.375	25% ↓ € 11.230.031	10% ↑ € 16.470.713	15% ↓ € 12.727.369
energie	€ 15.991.565	€ 15.991.565	€ 15.991.565	25% ↓ € 11.993.673	25% ↓ € 11.993.673
lasten	€ 79.829.571	€ 84.662.796	€ 80.919.452	€ 85.062.177	€ 97.558.467
EcoKosten					
grond	-	-	-	-	-
bouw	€ 16.979.810	↓ € 13.113.230	9% ↑ € 18.507.993	16% ↑ € 19.696.580	16% ↑ € 17.527.981
bijkomend	€ 2.886.568	€ 2.229.249	€ 3.146.359	€ 3.348.419	€ 2.979.757
gebouw	€ 19.866.378	€ 15.342.480	€ 21.654.352	€ 23.044.998	€ 20.507.738
onderhoud	€ 4.042.811	€ 4.042.811	25% ↓ € 3.032.108	17,5% ↑ € 4.750.303	€ 3.739.600
energie	€ 22.759.530	€ 22.759.530	€ 22.759.530	40% ↓ € 13.655.718	40% ↓ € 13.655.718
lasten	€ 46.668.719	€ 42.144.821	€ 47.445.990	€ 41.451.019	€ 37.903.056
EVR	58%	50%	59%	49%	39%
Prijspeil 1-1-2008, excl. BTW, onderhoud en energie, kengetallen T. de Jonge, 2005					

Figuur 98: verandering van EVR en de gebruikslasten van een kantoor

Een opvallend punt zijn de ecokosten van de energie. Deze zijn hoger dan de werkelijke kosten. Dit is te verklaren doordat de ecokosten van energie hoger zijn dan de traditionele kosten. Dat betekent, dat de kosten die je zou moeten maken om de uitstoot te compenseren hoger zijn dan wat je voor aardgas of "gewone" stroom betaalt. Die extra kosten worden in het "pollution prevention" model, dat ten grondslag ligt aan de EVR, berekend op basis van de kosten van het opwekken van elektrische energie met behulp van windmolens op zee. Dat is namelijk de meest vergaande maatregel die nodig is om de Kyoto-afspraken t.a.v. het bedoelde energiegebruik te kunnen bereiken. (de Jonge, 2005)

De inspanning op het gebied van duurzaam bouwen kunnen onderscheiden worden in drie verschillende benaderingen: het toepassen van milieuvriendelijke materialen, het terugdringen van onderhoud en het verbeteren van de energieprestatie van kantoren.

De berekeningen worden hier gepresenteerd in de vorm van een woonlastenanalyse waarin de waarden van de belangrijkste kosten soorten waaruit kantoorlasten bestaan, zijn weergegeven. In de tabel zien we de verwervingskosten, de onderhoudskosten en de energie kosten. De verwervingskosten van de kantoren zijn conform de NEN 2631 onderverdeeld in grondkosten, bouwkosten en bijkomende kosten. De energie kosten zijn opgebouwd door verwarming, luchtbehandeling, warm water en verlichting zoals deze bij bovengenoemde EPC berekeningen worden gehanteerd. De energiekosten ten behoeve van gebruikers zoals computers zijn meegerekend.

In de tabel zijn behalve de “gewone”kosten ook de ecokosten van de verschillende kostensoorten opgenomen verder is de EVR uitgerekend. Beide begrippen zijn toegelicht in het theoretisch kader (hoofdstuk 2).

Milieu vriendelijke materialen

In de tweede kolom van de tabel (Optie 1) zien we de levenscycluskosten waarin de effecten van het gebruik van milieuvriendelijke materialen is weergegeven.

In deze kolom zien we een toename van de bouwkosten ten gevolge van het toepassen van milieuvriendelijke materialen. De ecokosten van de bouw zijn met een bijna zelfde percentage afgenomen. Het toepassen van milieuvriendelijke materialen, waarvan de meerkosten hoger zijn dan de besparing op de ecokosten is niet rationeel.

De maatregel zoals in de tabel te zien is leidt tot een lasten verhoging, waardoor de huur omhoog zal gaan. Theoretisch leidt het toepassen van milieuvriendelijke materialen tot een goed milieu effect; de EVR daalt van 58% naar 50%.

Om in dit geval geen stijging in de lasten te krijgen zullen de bouwkosten niet mogen stijgen. Om dit te bereiken zijn er twee mogelijkheden. Te weten;

1. alleen milieuvriendelijke materialen gebruiken die niet duurder zijn dan andere materialen
2. de meerkosten van milieuvriendelijke materialen compenseren door op andere aspecten van het plan te bezuinigen. Meestal lijkt dit tot een kleiner of eenvoudiger kantoor.

Het milieueffect kan niettemin aanzienlijk zijn. In de tabel gaat de EVR flink omlaag ten opzichte van origineel van de Grotiustoren. Als we als samenleving deze resultaten willen bereiken, zou hier een taak voor de overheid liggen. Die kan bijvoorbeeld een eco-tax op basis van ecokosten van materialen invoeren. Een andere mogelijkheid zou op Europees vlak kunnen liggen.

Onderhoud

In de tweede kolom van de tabel zien we de kostenopstelling met de effecten van de toepassing van onderhoudsarme materialen of constructies.

In de kolom 'Otie 2 onderhoud' zijn de bouwkosten verhoogd met 10% om de onderhoudskosten te zien dalen met 25%.

Het ruilen van onderhoudskosten tegen bouwkosten, zoals in de kolom onderhoud, leidt tot een verhoging van de milieulast, omdat onderhoud in het algemeen lagere ecokosten heeft dan de bouw; er zit meer arbeid in onderhoud.

Om het milieueffect van geringer onderhoud te verbeteren, zijn twee manieren mogelijk:

1. de bouwkosten en de ecokosten niet hoger laten worden dankzij onderhoudsbesparende keuzes
2. Het bespaarde bedrag aan onderhoud hoger laten uitvallen dan de verhoging van de bouwkosten.

De lasten worden lager door de twee bovengenoemde maatregelen. Verder leveren beide maatregel een geringe vermindering van de ecokosten op.

Energiegebruik

Veel bedrijven staan sceptisch tegenover de mogelijkheid van verdere energiebesparing door verlaging van de EPC van kantoren. Het domweg vergroten van isolatiediktes van de gebouwschil zal waarschijnlijk maar een beperkt resultaat hebben.

Maar het drastisch verminderen van het energieverbruik en een gelijktijdige verbetering van het comfort wordt de laatste tijd steeds populairder. Dit concept heeft een comfortabel binnenklimaat, zowel in de zomer als in de winter, met een beperkt verwarmingssysteem en zonder actieve koeling.

In de kolom energie zien we een verhoging van de bouwkosten ten opzichte van de kolom Grotiustoren. Door deze energie besparende maatregelen worden de onderhoudskosten hoger. De energiekosten gaan echter flink omlaag. Toch weegt bij een huidige energieprijs, de besparing op energie niet op tegen de meerkosten. Het milieueffect is echter groot. Niet alleen de ecokosten gaan in absolute zin omlaag, ook –en dat is belangrijker- de EVR daalt aanzienlijk.

Door het lage energiegebruik is het milieueffect goed. Bij een goede marketing zou dit product zichzelf moeten verkopen.

In de laatste kolom zijn de verbeteringen opgeteld en hierin staan dus de totalen.

Duidelijk is te zien dat verbetering in de EVR gepaard gaat met een verhoging in de lasten.

4.5 Analyse

In de tabel hieronder staan alle uitkomsten van de gebruikte milieumeetmethode die gebruikt zijn bij de bepaling van duurzaamheid van de referentie projecten.

	Energie label		GreenCalc+		BREEAM		EVR	
Standaard	E (1,50) >> B (1,1)		163-197 Norm 2007		Pass		39%, Standaard NL	
Grotiustoren	A	1	176	2	Very Good	1	44%	3
KJ-plein	A	1	176	2	Good	2	39%	2
Hoog aan de Maas	D	3	195	1	Good	2	35%	1

Wat direct opvalt is dat er verschillen zijn tussen de uitkomsten van de verschillende meetmethoden. Om deze verschillen te verklaren staat in de tabel hieronder alle verschillende kenmerken en is duidelijk aangegeven waar de zwaartepunten liggen van de verschillende methoden.

	management	energie	gezondheid en welzijn	vervuiling	transport	landgebruik en ecologie	water	materiaal en afval	eco-kosten / milieukosten	bouwkosten	Weergave	methode	Gebruiker	schaal	groeimogelijkheden	tijdsduur (complexiteit)	nut
Energie Label		+									EPC	reken	Overheid	A - G	-	uitbesteden	-
GreenCalc+		+					+	+	+		Milieu-index	reken	NL	100 - ...	++	-	+
BREEAM	+	+	+	+	+	+	+	+	+		milieu cijfer	checklist	internationaal	5 groepen	-	+	+/-
EVR-methode							+	+	+	+	EVR	reken	TU-Winket	1-100%	+	-	+

Kijkend naar de tabel met de uitkomsten valt op dat twee keer de Grotiustoren en twee keer Hoog aan de Maas als meest duurzaam gebouw naar voren komt. De verschillende uitkomsten zijn te verklaren door de verschillende manier van meten en dat bij de meetmethoden de zwaartepunten verschillen.

De Grotiustoren wordt door Energie Label en BREEAM als meest duurzame referentie weergegeven en Hoog aan de Maas wordt door Greencalc+ en door de EVR-methode bestempeld als meest duurzaam. Energie Label en BREEAM hebben hun zwaartepunt van meten bij energie gebruik liggen, Greencalc+ en de EVR-methode hebben volledig of grotendeels hun zwaartepunt bij materiaalgebruik liggen.

Duurzame hoogbouw

Gelet op de gekozen referentie gebouwen kan er worden gesteld dat deze hoogbouw projecten gemiddeld duurzaam zijn. De uitkomsten liggen bijna allemaal binnen de vastgestelde normen van standaard laagbouw kantoren.

Beton : staal

Uit bovenstaande uitkomsten blijkt dat de stalen variant van de referentie gebouwen, Hoog aan de Maas als meest duurzame variant is als er naar de methoden die op materiaalgebruik letten wordt

gekeken. Wel is de stalen variant duurder (zie tabel volgende paragraaf). We kunnen dus stellen dat staal duurzamer is dan beton, maar ook duurder.

Energie gebruik

Kijkend naar het energieverbruik van de verschillende referenties kijken we naar de drie methoden die hier hun zwaartepunt hebben liggen. Energie Label, BREEAM en GreenCalc+.

	EPC		BREEAM		GreenCalc+	
Grotiustoren	0,89	1	66,70%	1	170	3
KJ-plein	1,05	2	50%	2	169	2
Hoog aan de Maas	1,39	3	44,50%	3	195	1

Opvallend is dat de eerste twee methoden, de twee methoden die de Grotiustoren als meest duurzame referentie bestempelde, een gelijksoortig energie score weergeven. Maar dat Greencalc+ ook bij energie verbruik Hoog aan de Maas als beste beoordeeld, terwijl dit de referentie is waaraan de minste energie besparende ingrepen zijn gedaan. De enige verklaring voor dit opmerkelijke verschil zou een foutieve invoering in GreenCalc+ kunnen betekenen. Ook de waarde van de Grotiustoren en KJ/plein verschillen nogal met de andere methoden.

Kosten/m² tov milieuscore

Als er gekeken wordt naar de twee meetmethoden die qua uitkomsten (ecokosten en milieukosten) het meest op elkaar lijken, zien we op het eerste gezicht een zelfde uitkomst, Hoog aan de Maas is de meest duurzame en de Grotiustoren de minst duurzame. Maar als er wordt gekeken naar de milieukosten en de ecokosten per vierkante meter dan zien we wel degelijk verschillen.

	M ²	GreenCalc+			EVR-methode			factor
		Milieukosten/ jaar	Milieukosten/ jaar/m ²		Ecokosten	Ecokosten/m ²		
Grotiustoren	39929	€ 119.411	€ 3	176 3	€ 16.979.810	€ 425	44 3	142
KJ-plein	73439	€ 170.610	€ 2,32	176 3	€ 43.260.292	€ 589	39 2	254
Hoog aan de Maas	12736	€ 44.211	€ 3,47	195 1	€ 8.252.179	€ 648	35 1	187

Twee zaken vallen op; ten eerst dat voor beide methoden Hoog aan de Maas de meest duurzame referentie is, maar dat daarnaast beide gevallen ook de hoogste milieukosten en ecokosten per vierkante meter hebben voor Hoog aan de Maas. Dit betekent:

In Greencalc+ → Milieu-index = milieu kosten referentie / milieukosten ontwerp * 100, als dus de milieukosten per vierkante meter hoog is en de milieu-index ook dan moet de milieu kosten van de referentie uit het jaar 1990 relatief hoog zijn.

Bij de EVR-methode → ecokosten / waarde = ratio, dus als de ecokosten per vierkante meter hoog zijn moet de waarde ook hoog zijn om een lage ratio te scoren. Dit klopt, hierboven hebben we gezien dat staal duur is en waarschijnlijk dus een hogere marktwaarde heeft.

Ten tweede blijken de ecokosten veel hoger per levenscyclus te liggen dan de milieukosten in Greencalc+. De factor zegt hoeveel jaar de milieukosten moet worden betaald om de ecokosten te

krijgen. Deze factor is bij alle drie de referenties hoger dan een werkelijke levenscyclus. Dit betekent dat er meer kosten worden meegenomen in de EVR methode als in GreenCalc+.

Compactheid

Om iets meer te kunnen zeggen over duurzaamheid in relatie met vorm, kan worden gekeken naar de compactheid. Deze wordt berekend door het oppervlakte van de schil te delen door het BVO.

	Schil opp.	BVO	Compactheid
Grotiustoren	25015 m ²	39929m ²	0,626
KJ-plein	45076 m ²	73439 m ²	0,614
Hoog aan de Maas	8205 m ²	12736 m ²	0,64

Uit de tabel blijkt dat de compactheid van de verschillende gebouwen nagenoeg gelijk is, dit zal dus niet veel conclusies opleveren, behalve dat de vaak dicht bij elkaar liggende duurzaamheid van de Grotiustoren en het KJ-plein wellicht ook te maken heeft met de nagenoeg zelfde compactheid.

4.6 Verschillende bouwkostenbepalingsmethoden

Om een goed beeld te kunnen krijgen van de duurzaamheid van een gebouw moet de waarde van een gebouw bekend zijn. Omdat de bouwkosten enkel berekend wordt bij de Winket referentie methode zijn er een aantal andere methoden toegevoegd om een objectievere prijs te krijgen voor de bouwkosten. Dit is gedaan nadat uitkomsten vanuit de winket referentie methode sterk verschilde met de bouwkosten die Multi vastgoed had berekend.

Alles bij elkaar

	Multi		Aannemer		Hoogbouw Model		Kubus Kalk	
Grotiustoren	860 €/m ²	3	1027 €/m ²	3	1225 €/m ²	3	969€/m ²	3
KJ-plein	1614 €/m ²	2	1893 €/m ²	1	1270 €/m ²	2	1507€/m ²	2
Hoog aan de Maas	1767 €/m ²	1	1767€/m ²	2	1373 €/m ²	1	1830€/m ²	1

De bouwkosten die hierboven genoemd staan, zijn op vier verschillende manieren berekend. De eerste bepaling is de bepaling van Multi vastgoed, wat waarschijnlijk een eerlijke bepaling is, dus de beste referentie. De uitkomsten van Kubus Kalk komen redelijk overeen met de uitkomsten van Multi vastgoed, dit betekend dat de bouwkosten bepalingen vanuit de EVR-methode redelijk goed/nauwkeurig is. De bouwkosten som van de aannemers liggen wat hoger dan de bouwkosten bepaling van Multi, dit is te verklaren door de bied tactiek die aannemers hanteren om de beste prijs te krijgen. De vierde methode is een methode die is ontwikkeld door S. van Oss om de bouwkosten van hoogbouw te bepalen. Deze uitkomsten komen nergens overeen met de bouwkosten bepaling van Multi vastgoed. Dit is te verklaren doordat dit model ontwikkeld is op een rechte toren die geen afwijkende vormen heeft, de referentie hoogbouw projecten hebben alle drieafwijkende vormen, dus geen goede vergelijking.



5. Conclusies & Aanbevelingen

5.1 Conclusie

In het eerste hoofdstuk van dit rapport zijn een doelstelling en onderzoeksvragen geformuleerd.

In dit hoofdstuk wordt door middel van conclusies gekeken of er antwoord gegeven kan worden op de onderzoeksvragen. Verder wordt bekeken of met deze conclusies de doelstelling gehaald is. Het doel van het onderzoek is het verschaffen van inzicht in de kosten die belangrijk zijn voor de bepaling van de bouwkosten van duurzame hoogbouw, om op basis daarvan een bijdrage te kunnen leveren aan het huidige instrumentarium en de bepaling van de (financiële) haalbaarheid van hoogbouw.

Als secundaire doelstelling moet antwoord worden gegeven op prijsstijgingen in de bouwkosten tengevolge van verduurzaming van hoogbouw.

Beperkingen van het onderzoek

De beperkingen van dit onderzoek waren ten eerste dat er alleen Nederlandse referenties zijn gebruikt van Multi vastgoed. Hierdoor wordt alleen de situatie binnen Nederland en binnen één organisatie bekeken en zijn conclusies niet algemeen aanneembaar voor de hele vastgoed sector en niet te vergelijken met andere landen.

Ten tweede is er geen vergelijking gemaakt met andere hoogbouw. De referenties zijn niet vergeleken met “gewone” hoogbouw en ook niet met “duurzame” hoogbouw. Dit zorgt voor een vergelijking van de referentie gebouwen met waarden van standaardkantoorgebouwen (laagbouw) die algemeen bekend zijn en dus niet hoe deze referenties zich verhouden in mate van duurzaamheid ten opzichte van andere hoogbouw projecten.

Vergelijking tussen hoogbouw en laagbouw

Uit het literatuuronderzoek en het referentieonderzoek naar duurzame hoogbouw kunnen de volgende zaken geconcludeerd worden als hoogbouw met laagbouw vergeleken wordt.

Grondkosten

De grondkosten worden in Nederland berekend per gebouwde BVO. Hierdoor is de grondprijs voor hoogbouw meestal veel hoger dan voor laagbouw.

Bouwplaatskosten

De bouwplaatskosten zullen stijgen naarmate de bouwhoogte toeneemt. Dit voornamelijk door een complexere bouwplaatsinrichting en duurdere hulpconstructies. Naarmate de bouwhoogte stijgt, zullen de bouwplaatskosten met ongeveer 1,5 procent per verdieping toenemen.

Bouwkosten

De bouwhoogte heeft de grootste invloed op de bouwkosten. De bouwkosten stijgen ongeveer met acht procent per tien verdiepingen. Deze stijging wordt voornamelijk veroorzaakt door een stijging van de installatiekosten en de kosten voor het skelet.

Bijkomende kosten

Het grootste gedeelte van de bijkomende kosten wordt niet of nauwelijks beïnvloed door de bouwhoogte. De financieringskosten zullen stijgen door een langere bouwtijd. Hierbij moet wel worden aangemerkt dat de bouwtijd van een project erg afhankelijk is van de constructiemethode. Ook

zal de premie voor de CAR verzekering stijgen vanwege een groter risico bij het bouwen van een hoogbouwgebouw in plaats van een laagbouwgebouw.

Gebouwvorm

De keuze voor een bepaalde vorm van een gebouw heeft voor laag- en hoogbouw ongeveer hetzelfde effect op de kosten per vierkante meter BVO. In de literatuurstudie is te zien dat de vorm met de hoogste kosten per vierkante meter BVO het kruisvormige gebouw is en het gebouw met de laagste kosten het ronde gebouw is. Het grootste verschil in kosten per vierkante meter BVO tussen deze twee gebouwvormen wordt veroorzaakt door een verschil in geveloppervlak. Doordat de kosten per vierkante meter gevel maar met twee procent per 10 verdiepingen toenemen zit er voor het gekozen prefab geveltype een verschil van ongeveer 100

euro per vierkante meter BVO onafhankelijk van het aantal verdiepingen. Hoe duurder het geveltype hoe groter het verschil tussen de verschillende vormen.

Efficiëntie

De verhouding BVO/VVO van een marktconform kantoorgebouw in Nederland is ongeveer 90 procent. Deze verhouding BVO/VVO neemt met ongeveer 1,5 a 2,5 procent per tien bouwlagen af. Het percentage waarmee de verhouding afneemt is voornamelijk afhankelijk van de verdiepingsgrootte. Deze verhouding wordt ongunstiger bij een stijgende bouwhoogte door een toename van voornamelijk de constructie -en installatieoppervlakte.

Voordeel hoogbouw

Doordat er bij de haalbaarheid van hoogbouw meestal naar de bovengenoemde zaken wordt gekeken, wordt er wellicht nog te vaak gekozen voor een goedkopere oplossing, laagbouw. Maar om een “eerlijker” beeld van de kosten van hoogbouw te krijgen, maar ook om later een goed beeld van de mate van duurzaamheid van hoogbouw te krijgen moeten de volgende zaken worden meegenomen die vaak niet worden meegenomen in de haalbaarheidsberekening.

Gemiddeld langere levensduur

Doordat hoogbouw gemiddeld een langere levensduur heeft dan laagbouw is hoogbouw op dit vlak duurzamer dan laagbouw. Minder bouwproblemen, minder sloop problemen en een langere perioden van afschrijven van de investeringen.

Makkelijke vorm

Doordat hoogbouw vaak een eenvoudige vorm heeft en in ieder geval veel herhalingen van constructieve elementen en gevel elementen bevat, kunnen veel producten prefab gebouwd worden wat veel bouwtijd scheelt. Ook worden grotere hoeveelheden bouwproducten tegelijk op de bouw verwacht, wat de vervoerschade vermindert.

Beter verhuurbaar

Doordat veel bedrijven zich willen profileren kiezen zij vaak voor een kantoor in een hoogbouw. Hierdoor kunnen de huurprijzen omhoog en is de leegstand van hoogbouw (nog beter bij duurzame hoogbouw) lager dan die van laagbouw.

Meer ruimte op maaiveld

Doordat bij hoogbouw de vierkante meters boven elkaar worden gerealiseerd in plaats van naast elkaar is er meer ruimte op het maaiveld. Hierdoor ontstaan er allerlei extra mogelijkheden op het maaiveld. Zoals stedelijk groen, betere vervoersmogelijkheden en meer ruimte voor openbare functies. Deze punten vergroten de kwaliteit van de stad aanzienlijk en moeten daarom niet vergeten meegewogen te worden in de haalbaarheid.

Deze extra waarde wordt hoger naarmate de grond rond de stad een hogere waarde heeft.

Extra ruimte op het maaiveld is door middel van hoogbouw op verschillende vormen te creëren, een goed voorbeeld hiervan is Hoog aan de Maas, waar de kantoortoren boven het oude gebouw van de Nederlandse bank gebouwd is.

Draagvlak voor aanleg grote installaties

Doordat er in één keer veel vierkante meters worden gerealiseerd zijn kosten die aan grote installaties vast zitten beter te verrekenen dan wanneer er gefaseerd deze hoeveelheid vierkante meters gebouwd wordt.

milieubelasting woon-werkverkeer omlaag

De Australiërs Newman en Kenworthy hebben onderzocht dat dat de milieuschade afneemt naarmate de bouwdichtheid toeneemt. (Dobbelsteen & Wilde, 2004)

Waarde van een hoogbouw voor een stad

In de haalbaarheid wordt nog niet de waarde van een hoogbouw in een stad meegenomen. Een stad krijgt een duidelijker karakter en of een landmark met een hoogbouw. Het is nog onduidelijk wat dit waard is.

Uit bovenstaande zaken blijkt dat er wel wordt betaald voor de realisatie van een hoogbouw (grond-, bouw-, en bijkomende kosten), maar niet voor de voordelen van hoogbouw. De stad profiteert van hoogbouw, maar betaald daar niet voor. Als er door overheid en gemeente /grondbedrijf in de toekomst meer rekening gehouden wordt met (duurzame) voordelen van hoogbouw zal hoogbouw wellicht meer rendabel worden.

Meetmethoden

In de tabel hieronder staan alle uitkomsten van de gebruikte milieumeetmethode die gebruikt zijn bij de bepaling van duurzaamheid van de referentie projecten.

	Energie label		GreenCalc+		BREEAM		EVR	
Standaard	E (1,50) >> B (1,1)		163-197 Norm 2007		Pass		39%, Standaard NL	
Grotiustoren	A	1	176	2	Very Good	1	44%	3
KJ-plein	A	1	176	2	Good	2	39%	2
Hoog aan de Maas	D	3	195	1	Good	2	35%	1

Wat direct opvalt is dat er verschillen zijn tussen de uitkomsten van de verschillende meetmethoden. Om deze verschillen te verklaren staat in de tabel hieronder alle verschillende kenmerken en is duidelijk aangegeven waar de zwaartepunten liggen van de verschillende methoden.

	management	energie	gezondheid en welzijn	vervuiling	transport	landgebruik en ecologie	water	materialen en afval	eco-kosten / milieukosten	bouwkosten	Weergave	methode	Gebruiker	schaal	groeimogelijkheden	tijdsduur (complexiteit)	nut
Energie Label		+									EPC	reken	Overheid	A - G	-	uitbesteden	-
GreenCalc+		+					+	+	+		Milieu-index	reken	NL	100 - ...	++	-	+
BREEAM	+	+	+	+	+	+	+	+			milieu cijfer	checklist	internationaal	5 groepen	-	+	+/-
EVR-methode							+	+	+		EVR	reken	TU-Winket	1-100%	+	-	+

Kijkend naar de tabel met de uitkomsten valt op dat twee keer de Grotiustoren en twee keer Hoog aan de Maas als meest duurzaam gebouw naar voren komt. De verschillende uitkomsten zijn te verklaren door de verschillende manier van meten en dat bij de meetmethoden de zwaartepunten verschillen. De Grotiustoren wordt door Energie Label en BREEAM als meest duurzame referentie weergegeven en Hoog aan de Maas wordt door Greencalc+ en door de EVR-methode bestempeld als meest duurzaam. Energie Label en BREEAM hebben hun zwaartepunt van meten bij energie gebruik liggen, Greencalc+ en de EVR-methode hebben volledig of grotendeels hun zwaartepunt bij materiaalgebruik liggen.

Duurzame hoogbouw

Gelet op de gekozen referentie gebouwen kan er worden gesteld dat deze hoogbouw projecten gemiddeld duurzaam zijn. De uitkomsten liggen bijna allemaal binnen de vastgestelde normen van standaard laagbouw kantoren.

Beton : staal

Uit bovenstaande uitkomsten blijkt dat de stalen variant van de referentie gebouwen, Hoog aan de Maas als meest duurzame variant is als er naar de methoden die op materiaalgebruik letten wordt gekeken. Wel is de stalen variant duurder (zie tabel hieronder). We kunnen dus stellen dat staal duurzamer is dan beton, maar ook duurder.

	Multi		Aannemer		Hoogbouw Model		Kubus Kalk	
Grotiustoren	860 €/m ²	3	1027 €/m ²	3	1225 €/m ²	3	969€/m ²	3
KJ-plein	1614 €/m ²	2	1893 €/m ²	1	1270 €/m ²	2	1507€/m ²	2
Hoog aan de Maas	1767 €/m ²	1	1767€/m ²	2	1373 €/m ²	1	1830€/m ²	1

De bouwkosten die hierboven genoemd staan, zijn op vier verschillende manieren berekend. De eerste bepaling is de bepaling van Multi vastgoed, wat waarschijnlijk een eerlijke bepaling is, dus de beste referentie. De uitkomsten van Kubus Kalk komen redelijk overeen met de uitkomsten van Multi vastgoed, dit betekend dat de bouwkosten bepalingen vanuit de EVR-methode redelijk goed/nauwkeurig is. De bouwkosten som van de aannemers liggen wat hoger dan de bouwkosten

bepaling van Multi, dit is te verklaren door de bied tactiek die aannemers hanteren om de beste prijs te krijgen. De vierde methode is een methode die is ontwikkeld door S. van Oss om de bouwkosten van hoogbouw te bepalen. Deze uitkomsten komen nergens overeen met de bouwkosten bepaling van Multi vastgoed. Dit is te verklaren doordat dit model ontwikkeld is op een rechte toren die geen afwijkende vormen heeft, de referentie hoogbouw projecten hebben alle drieafwijkende vormen, dus geen goede vergelijking.

Energie gebruik

Kijkend naar het energiegebruik van de verschillende referenties kijken we naar de drie methoden die hier hun zwaartepunt hebben liggen. Energie Label, BREEAM en GreenCalc+.

	EPC		BREEAM		GreenCalc+	
Grotiustoren	0,89	1	66,70%	1	170	3
KJ-plein	1,05	2	50%	2	169	2
Hoog aan de Maas	1,39	3	44,50%	3	195	1

Opvallend is dat de eerste twee methoden, de twee methoden die de Grotiustoren als meest duurzame referentie bestempelde, een gelijksoortig energie score weergeven. Maar dat Greencalc+~ook bij energie verbruik Hoog aan de Maas als beste beoordeeld, terwijl dit de referentie is waaraan de minste energie besparende ingrepen zijn gedaan. De enige verklaring voor dit opmerkelijke verschil zou een foutieve invoering in GreenCalc+ kunnen betekenen. Ook de waarde van de Grotiustoren en KJ/plein verschillen nogal met de andere methoden.

Kosten/m² tov milieuscore

Als er gekeken wordt naar de twee meetmethoden die qua uitkomsten (ecokosten en milieukosten) het meest op elkaar lijken, zien we op het eerste gezicht een zelfde uitkomst, Hoog aan de Maas is de meest duurzame en de Grotiustoren de minst duurzame. Maar als er wordt gekeken naar de milieukosten en de ecokosten per vierkante meter dan zien we wel degelijk verschillen.

	M²	GreenCalc+			EVR-methode			factor
		Milieukosten/ jaar	Milieukosten/ jaar/m²		Ecokosten	Ecokosten/m²		
Grotiustoren	39929	€ 119.411	€ 3	176 3	€ 16.979.810	€ 425	44 3	142
KJ-plein	73439	€ 170.610	€ 2,32	176 3	€ 43.260.292	€ 589	39 2	254
Hoog aan de Maas	12736	€ 44.211	€ 3,47	195 1	€ 8.252.179	€ 648	35 1	187

Twee zaken vallen op; ten eerst dat voor beide methoden Hoog aan de Maas de meest duurzame referentie is, maar dat daarnaast beide gevallen ook de hoogste milieukosten en ecokosten per vierkante meter hebben voor Hoog aan de Maas. Dit betekend:

In Greencalc+ → Milieu-index = milieu kosten referentie / milieukosten ontwerp * 100, als dus de milieukosten per vierkante meter hoog is en de milieu-index ook dan moet de milieu kosten van de referentie uit het jaar 1990 relatief hoog zijn.

Bij de EVR-methode $\rightarrow$ $\text{ecokosten} / \text{waarde} = \text{ratio}$, dus als de ecokosten per vierkante meter hoog zijn moet de waarde ook hoog zijn om een lage ratio te scoren. Dit klopt, hierboven hebben we gezien dat staal duur is en waarschijnlijk dus een hogere marktwaarde heeft.

Ten tweede blijken de ecokosten veel hoger per levenscycle te liggen dan de milieukosten in Greencalc+. De factor zegt hoeveel jaar de milieukosten moet worden betaald om de ecokosten te krijgen. Deze factor is bij alle drie de referenties hoger dan een werkelijke levenscycle. Dit betekent dat er meer kosten worden meegenomen in de EVR methode als in GreenCalc+.

Compactheid

Om iets meer te kunnen zeggen over duurzaamheid in relatie met vorm, kan worden gekeken naar de compactheid. Deze wordt berekend door het oppervlakte van de schil te delen door het BVO.

	Schil opp.	BVO	Compactheid
Grotiustoren	25015 m ²	39929m ²	0,626
KJ-plein	45076 m ²	73439 m ²	0,614
Hoog aan de Maas	8205 m ²	12736 m ²	0,64

Uit de tabel blijkt dat de compactheid van de verschillende gebouwen nagenoeg gelijk is, dit zal dus niet veel conclusies opleveren, behalve dat de vaak dicht bij elkaar liggende duurzaamheid van de Grotiustoren en het KJ-plein wellicht ook te maken heeft met de nagenoeg zelfde compactheid.

Eén meetmethode

Op dit moment worden al deze zeer uiteenlopende meetmethode naast elkaar gebruikt door verschillende partijen. Zonder goed te weten waar de verschillende methoden voor staan is het moeilijk om over hetzelfde onderwerp te praten. Hierdoor ontstaat veel miscommunicatie.

Een combinatie van de verschillende methode zou een goed eindresultaat generen. De diversiteit en snelheid van de quick scan van BREEAM. De uitgebreide berekening van EPC op het energie vlak en de kwantificeerbaarheid van de EVR-methode en Greencalc+.

De DGBC is bezig om één methode te ontwikkelen waar in Nederland mee gewerkt gaat worden. Deze methode lijkt erg op de hierboven geschetste combinatie van de verschillende meetmethoden. Zij zijn bezig BREEAM te herschrijven naar een Nederlandse variant die gebaseerd is het Nederlandse bouwbesluit, dus beter afgestemd op de Nederlandse markt. Verder proberen zij waar mogelijk rekenmethode te implementeren. Deze rekenmethode komen uit GreenCalc+, EPC en de GPR methode.

Duurzame hoogbouw

Op de vraag hoe duurzaam is hoogbouw nu, kan aan de hand van dit onderzoek een antwoord worden gegeven. Hoogbouw is niet minder duurzaam dan laagbouw. Ook hoogbouw kan zeer ambitieus worden uitgevoerd en hele hoge scores halen in de verschillende milieumeetmethoden, theoretisch een even hoge score halen als een laagbouw. En dan zijn de “duurzame” voordelen van hoogbouw die hiervoor genoemd zijn nog niet meegerekend. Het grote probleem zijn de hoge kosten. Een gemiddeld

duurzame hoogbouw zoals deze drie referenties zijn net haalbaar, maar zullen steeds moeilijker realiseerbaar worden wanneer er verduurzamingsingrepen worden gedaan. Een zelfvoorzienende toren in al haar behoefte die daarbij ook nog CO₂ neutraal is zal voorlopig toekomst muziek blijven. Dit komt doordat de huidige manier van grondberekeningen weinig ruimte bieden aan hoogbouw.

Een andere manier om toch duurzame hoogbouw te bouwen, maar niet alle dure energie zuinige installaties te hoeven implementeren is een duurzame draagconstructie realiseren. De draagconstructie weegt erg zwaar in zowel de bouwkosten als in de milieu- / ecokosten. Als deze voor een zeer lange tijd wordt neergezet en betekent dat alleen de gevel en installatie hoeft worden te vervangen na een bepaalde tijd, wordt er veel milieuwinst geboekt. Zo kan er dus al met een goed ontwerp vrij duurzame hoogbouw worden gebouwd die niet duurder is.

Kosten Duurzame hoogbouw

De kosten van duurzame hoogbouw worden vooral veroorzaakt door de draagconstructie en de installatie. Een mate van verduurzaming impliceert altijd een stijging van de bouwkosten en van de lasten.

Onderdelen die gewone hoogbouw duurzamer maken zijn onder andere a) duurder, zoals duurzame energie besparende installaties b) even duur, zoals makkelijk transformeerbare draagconstructie of c) goedkoper, zoals zeer grote technische installaties, een voorbeeld hiervan is een warmte koude opslag, dan onderdelen die gewone laagbouw duurzamer maken.

Veel grote technische installaties zoals warmte koude opslag verdient zichzelf nooit terug. Andere ingrepen verdienen zich pas na 20 jaar terug zoals een draagconstructie die makkelijk getransformeerd kan worden. Kleine energie besparende installaties zoals aanwezigheid detectoren op de lampen verdienen zich al binnen 7 jaar terug.

5.2 Aanbevelingen

Aanbevelingen kunnen worden gedaan richting de verbetering van duurzame hoogbouw.

Duurzaam bouwen en daarmee duurzame hoogbouw zou meer aandacht van de overheid moeten krijgen. Het ontwikkelen van duurzaam vastgoed wint steeds meer terrein. Toch is het nog vooral een voorhoede van innovatieve projectontwikkelaars, investeerders, bestuurders van woningcorporaties en individuele opdrachtgevers die hun nek uitsteekt. Ze zijn ervan overtuigd geraakt dat ze met duurzaam bouwen een sluitende business case kunnen realiseren. In Nederland ziet de burger de overheid als grootste spiegel. Dus als de overheid zich meer laat gelden, zal de burger en daarmee volgend bedrijven zich meer inlaten met duurzaamheid.

De Overheid zou subsidies kunnen geven aan bedrijven die duurzaam bouwen. Hierdoor worden ontwikkelaars meer gestimuleerd en worden duurzame projecten financieel beter haalbaar. Uiteindelijk zal dit lijden tot grote concurrentie wie het meest duurzaam is. Deze ontwikkeling zal weer lijden tot toename in kennis en uiteindelijk tot een verhoging van de gehele duurzame bouwwereld.

Een volgende mogelijkheid om bedrijven makkelijker in te laten met duurzaam bouwen is het invoeren van een eco-tax. Door de eco- en milieukosten te belasten, wordt de milieuschade van een bepaald product belast. Hiermee wordt het mogelijk meer schadelijke producten hoger te belasten. Zo zou bijvoorbeeld beton een hogere eco-tax kunnen krijgen dan beton.

Meer promotie van de Milieu-investeringsaftrek, met deze fiscale maatregel kan de overheid duurzaam bouwen in Nederland stimuleren. Ondernemers die een duurzaam en energiezuinig kantoorpand laten bouwen, kunnen een flink deel van de investering aftrekken van hun bedrijfswinst.

Het is een extra duwtje in de rug van ondernemers die wel duurzaam willen bouwen, maar afhaken omdat de bouwkosten van een nieuw duurzaam kantoorpand hoger zijn. MIA komt in deze kosten tegemoet. De ondernemer mag een deel van de investeringskosten aftrekken van de fiscale bedrijfswinst. De aftrekpost op de fiscale winst is vijftien procent over maximaal twee miljoen euro (drie ton euro). Door

Een groot probleem is dat ontwikkelaars betrokken blijven bij de ontwikkeling tot aan de oplevering. Dit betekent dat hun financiële plaatje rond moet komen bij de oplevering. Duurzame ingrepen verdienen zich terug in de exploitatie van het gebouw, ontwikkelaars profiteren hier dus weinig van. Oplossingen hiervoor zouden zorgen voor een laagdrempeliger klimaat rondom duurzaam ontwikkelen.

Multi vastgoed zit qua duurzaamheid met haar TO bovengemiddeld in de Nederlandse ontwikkelmarkt. Een mogelijke aanbeveling richting Multi is de ontwikkeling/samenstelling van standaard duurzaamheidspakketten die marktcomfort worden aangeboden aan klanten. Hierbij moet worden gedacht aan standaard pakketten bij elke verduurzamingsstap. Bij deze pakketten is relatief

makkelijk een prijs per vierkante meter te berekenen. Dit kan grote kostenbesparing opleveren, vooral in het voortraject van de ontwikkeling. Uiteraard moeten specifieke projecten per geval blijven worden bekeken.

Mogelijk aanvullend onderzoeken

Uiteraard zijn er in onderzoek afbakeningen gemaakt waardoor niet alle elementen, die eventueel wel van belang zijn, meegenomen kunnen worden in de eindconclusie. De belangrijkste zaken zijn een toepasbare rekenmethode, in dit onderzoek zijn alleen bestaande rekenmethodes toegepast op referentie projecten. Wellicht met de verkregen uitkomsten kan er een nieuwe rekeninstrument worden ontwikkeld

Verder is er niet uitgebreid naar de exploitatie gekeken van duurzame hoogbouw, terwijl duurzame ingrepen meestal op exploitatie moeten worden terug verdiend.

Onderzoek naar rekenmodel voor duurzame hoogbouw

Een geïntegreerd rekenmodel dat zowel de bouwkosten als wel de milieu schade meet in een vroeg stadium van het ontwerp/ontwikkel proces toegespitst op hoogbouw. Dit model zou een combinatie moeten zijn van de te onderzochte methoden en zou voor de berekening van de bouwkosten rekening moeten houden met de meerkosten per stijgende verdieping.

Dit model zou verder een makkelijk te hanteren quick-scan moeten hebben waar snel en overzichtelijk ,per milieu element, de nodige milieu-indicatoren uitkomen.

Exploitatie

Om een totaal exploitatie overzicht van duurzame hoogbouw te creëren, moet er naar meer zaken gekeken worden dan alleen naar de bouwkosten. De grondprijs moet onderzocht worden. Hierin is veel van de niet rendabele voet te compenseren. Een onderzoek naar wat een hoogbouw waard is voor een stad en wat de gemeente dus moet toegeven op de grondprijs is zeer welkom.

Hiernaast zou er naar de opbrengsten van de verduurzaming gekeken moeten worden.

Onderzoek naar de waarde van ruimte besparing op het maaiveld door hoogbouw

Zoals in de conclusie al is aangegeven, is een onderzoek naar de waarde van wat de besparing die hoogbouw op het maaiveld in de stad met zich meebrengt noodzakelijk. Er zijn al enkele studies aan gewijd (de Jong, 2007) maar er is in de bouwwereld weinig over bekend. Integratie van de waarde in een rekenmodel is wenselijk. Deze gegevens zouden uiteindelijk moeten worden meegenomen in de haalbaarheid en exploitatie berekening.

Onderzoek naar de waarde van hoogbouw in een stad

Naast het hierboven beschreven onderzoek naar de waarde van ruimte besparing op het maaiveld door hoogbouw is een onderzoek naar de waarde van een hoogbouw als eyecatcher/ symbool voor de stad wenselijk. Hiernaast zou een onderzoek gedaan moeten worden naar wat de lasten zijn die zowel

gemeente willen betalen om zo'n toren in hun stad te hebben. En wat bedrijven/huizenbezitters willen betalen om in zo'n toren te zitten. Ook hier zijn al de nodige studies aan gewijd, maar ontbreekt ook de kennis in de markt en een implementatie mogelijkheid voor de haalbaarheidsberekeningen.

Literatuurlijst

Boeken

Baarda, D. en de Goede M., 1995, Basisboek methode en technieken, Wolters-Noordhoff, Groningen, Handleiding voor het opzetten en uitvoeren van een onderzoek

Bijleveld S.W. & Gerritse, C., 2006, PARAP/Rgd-tool for budgeting, cost estimating and floor area analysis of office building designs, TU-Delft, Delft,

Braungart, M. en MC Donough, W., 2007, Cradle to Cradle, Search knowledge B.V., Heeswijk

Brundland, G.H., 1987, World Commission on Environment and Development, Our common future, Oxford University press, Oxford

Buisman Blankert, P., 1985, Met je dak in de wolken, hoogbouw in Nederland, hoger dan 80 meter, Faculteit Civiele Techniek TU-Delft, Delft

Coster, E., 1997, Hoogbouw in Nederland 1990-200, Nai Publischer Rotterdam

Dobbelsteen, A. van den en Alberts, K., 2005, Bouwmaterialen, milieu & gezondheid, Weka uitgeverij B.V., Amsterdam

Dobbelsteen, A. van den, 2006, Appels, peren en bananen, Weka uitgeverij B.V., Amsterdam

Duijvestein, 1998, boom/som TUD. Ecologisch bouwen 6.o. Delft, Bouwkunde TUD, 8e druk

Duijvestein, C.A.J., 2001, DCBA-kwartet duurzaam bouwen, Delft, Bouwkunde TUD

Duijvestein, C.A.J., 2006, Het nieuwe ecologisch bouwen, Delft, Bouwkunde TUD

Gerritse, C. 1999, Kosten Kwaliteit, Delftse universitaire pers, Delft

Hal, A. van, 2004, Draaiboek, bouwen met ambitie, Delft, Bouwkunde TUD

Jonge, T. de, 2005, Cost effectiveness of sustainable housing investments, TU Delft – faculteit Bouwkunde, Delft

Kliment, S., 2002, Building type basics for office buildings, John Wiley & sons inc., New York

Koolhaas, R., 1994, Delirious New York, the Monacelli Press, Inc., Broadway New York

Koster, E. 1997, Hoogbouw in Nederland 1990-2000, Nai Publischer, Rotterdam

Rakhorst, A. M., 2007, Duurzaam ontwikkelen.....een wereldkans, Search knowledge B.V.

Rakhorst, A. M., 2008, De winst van duurzaam bouwen, Search knowledge B.V.

Vogtländer, J.G., 2001, the model of the Eco-cost / Value ratio: a new LCA based decision support tool, proefschrift TU Delft, Tan Heck, Delft

Wells, M. 2004, Wolkenkrabbers constructie en ontwerp, Atrium, Rijswijk

Wigmans, G., Management van Gebiedsontwikkeling, publicatiebureau Bouwkunde, Delft

Tijdschriften

B.O.S.S. magazine, 2001, Hoogbouw in Nederland, Van Marken Drukkers Delft, juni

B.O.S.S. magazine, Jong, P. de, 2007, High rise ability, Van Marken Drukkers Delft

PropertyNL, Doets, J., 2006, Tuijntil Giessendam, maart

SustainING, 2008, Schuco, nummer 4

TECHNO!, 2008, augustus/september Energietoren, Kivi Niria

ZO, 2008, Techniplan adviseurs, nummer1

Artikelen

Dobbelsteen, A. van den en Wilde, S. de, 2004, Space use optimisation and sustainability—environmental assessment of space use concepts, Journal of Environmental Management 73

Itard, L.C.M., 2006, Duurzaamheid in woningbouw Onderzoeksinstituut OTB, TU Delft

Jonge, T. de, 2005, Ecosten in bouwprojecten, gepubliceerd in het Tijdschrift voor Bouwkostenkunde & Huisvestingseconomie (TBH), nummer2

Jonge, T. de, 2005, Bouwkosten en ecokosten bij het ontwerp, gepubliceerd in het Tijdschrift voor Bouwkostenkunde & Huisvestingseconomie (TBH) , nummer 3

Jonge, T. de, 2006, LCC voor ontwerpers, gepubliceerd in het Tijdschrift voor Bouwkostenkunde & Huisvestingseconomie (TBH), nummer 2

Jonge, T. de, 2007, Ecosten, een kijke in de keuken, gepubliceerd in het Tijdschrift voor Bouwkostenkunde & Huisvestingseconomie (TBH), nummer 1

Jonge, T. de, 2007, Duurzame woningbouw hoe kan dat, gepubliceerd in het Tijdschrift voor Bouwkostenkunde & Huisvestingseconomie (TBH), nummer 3

Jonge, T. de, 2007, Ecosten en onderhoud, gepubliceerd in het Tijdschrift voor Bouwkostenkunde & Huisvestingseconomie (TBH), nummer 4

Langdon, D. 2002, Cost Model Tall buildings

Langdon, D. 2002, Cost Model Highrise Office Towers

Prins, M. en Ang, G. 2003, Strategies for tall buildings in the Netherlands

Wonen in de Wolken, 2003, Gemeente Amsterdam, Ontwikkelingsbedrijf Gemeente Amsterdam, <http://www.dro.amsterdam.nl>

Afstudeerrapporten

Cauter Visscher, R., 2000, afstudeer rapport TU Delft

Coppes, C., 2002, Flexibiliteit van Hoogbouw, Afstudeerrapport TU Delft, Bouwtechnologie

Lameris, L., 2007, De ambities van duurzaam bouwen, afstudeer rapport TU Delft

Nieuwenhuisen, K. 2005, Leidschenveen de lucht in, Afstudeerrapport TU Delft

Oss, S. van, 2007, hoe hoger hoe duurder, afstudeer rapport TU Delft

Rimmelzwaan, J., 2007, Let prices tell the ecological truth, TU Delft

Websites

<http://www.annemarietakhorst.nl>
<http://www.berenschot.nl>
<http://www.bouwkosten-online.nl>
<http://www.bouwproduct.net>
<http://www.breeam.org>
<http://www.brinkgroep.nl>
<http://www.dtz.nl>
<http://www.duurzangebouwd.nl>
<http://www.duurzaamheid.nl>
<http://www.ecocostsvalue.com>
<http://www.greencalc.com>
<http://www.hoogbouw.nl>
<http://www.hoogbouw.pagina.nl>
<http://www.ikcro.nl>
<http://www.insnet.org/nl/duurzaamheidmonitor/download/smv07.pdf>
<http://www.io.tudelft.nl>
<http://www.Multivastgoed.nl>
<http://www.nederlandsehoogbouw.nl>
<http://www.novem.nl>
<http://www.property.nl>
<http://www.searchenvironment.com>
<http://www.skyscrapercity.nl>
<http://www.sync.nl>
<http://www.web.bk.tudelft.nl/re-h/projects/svinsk>
<http://www.w-e.nl>
<http://www.wikipedia.nl>
<http://www.winket.nl>
<http://www.wolkenkrabbers.nl>
<http://woordenboek.tudelft.nl>
<http://www.vrom.nl>

Presentaties

Knaack, U., 2006, Workshop Highrise, Presentatie, TU-Delft, februari

Nair, S., 2006, The evolution of the skyscraper, Presentatie TU-Delft

Vambersky, J., 2006, Constructions, TU-Delft, februari

