



# levensduurzaamheid

van methodiek tot planvoorstel

van Mourik  
architecten



# Levensduurzaamheid

in gesprek met marktpartijen

**Volgens architecten van Mourik is een efficiënt en effectief ontwerp de basis voor een duurzaam gebouw. Wij deden daarom de studie 'Levensduurzaamheid' waarin een ontwerpmethode is ontwikkeld met als doel om het materiaalgebruik in een ontwerp optimaal af te stemmen op de te verwachten levensduur en gebruik. De realisatie van een duurzaam gebouw kost op die manier niet veel meer, maar levert wel meer toekomstwaarde op. Met deze methodiek worden gangbare theorieën aangevuld met een strategische ontwerpmethode die ontwerpkeuzes voor opdrachtgever en ontwerper bespreekbaar maakt.**

## what's in it for me?

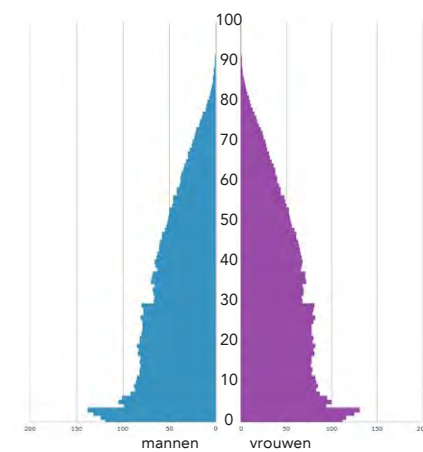
De methode "Levensduurzaamheid", aangevuld met een advies en uitgewerkt plan voor drie woontorens in De Raden (Den Haag), hebben wij voorgelegd aan een aantal marktpartijen die als opdrachtgever actief zijn in de bouwsector. De boventoon van alle gesprekken was ronduit positief, echter steeds vanuit een kritisch perspectief gericht op de vraag, "What's in it for me?".

Twee onderwerpen bleken steeds terug te keren. Ten eerste, de methode plaatst de opgave in een lange termijn perspectief. Ten tweede, door te denken in scenario's worden al vroeg in het ontwerpproces mogelijke risico's vastgesteld. De ontwerpmethode helpt de opdracht te relativeren en specificeren in dialoog met opdrachtgevers. Samen met hen zoeken we naar een optimum in toegevoegde waarde voor mens, milieu en vastgoedwaarde.

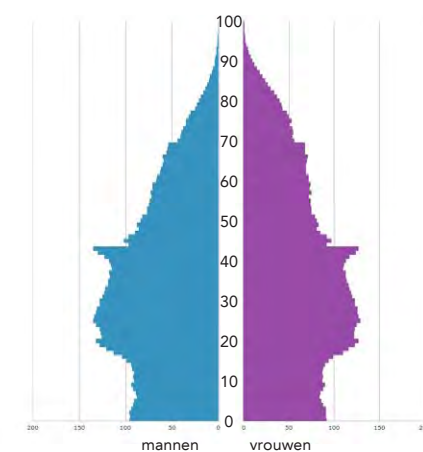
## woningbouwvereniging

De tijden zijn onzeker geworden en daarmee de vanzelfsprekendheid tot het afzetten van een koop, of huurwoning. Het is echter van groot belang om de woningmarkt te bezien op de middellange en lange termijn, om daarmee de toekomstwaarde van het vastgoed te kunnen behouden. De bevolkingspiramide van het CBS laat zien hoe het aantal senioren de komende decennia drastisch toeneemt en daarmee ook de behoefte aan gelijkvloerse woningen en woningen die bruikbaar blijven indien er sprake is van zorgafhankelijkheid. In het plan voor de drie torens in De Raden voor woningbouwvereniging Vestia, dat in het derde deel van dit rapport wordt gepresenteerd, zijn de plattegronden aanpasbaar en kunnen afgestemd worden op diverse doelgroepen. Dit betekent enerzijds een toename aan comfort en woonkwaliteit en anderzijds een behoud van vastgoedwaarde. Mocht Vestia over enkele decennia het vastgoed willen verkopen, dan zal blijken dat aanpasbaarheid van de plattegrond een meerwaarde betekent voor Vestia en de toekomstige koper. Voor Vestia was dit voldoende aanleiding om het advies voor de drie torens daadwerkelijk om te zetten in een reële bouwopgave.

leeftijdsofbouw bevolking NL in 1950



leeftijdsofbouw bevolking NL in 1990





### verhuurder in de vrije markt

Voor de verhuurder in de vrije markt geldt in grote lijnen hetzelfde als voor de woningbouwvereniging, echter is deze partij meer gericht op het optimaliseren van de woonkwaliteit en daarmee met het formuleren van de toegevoegde waarde ten opzichte van een standaard product. In dit segment was Amvest Projectontwikkeling een van onze gesprekspartners. Zij reageerden positief op de methodiek en het ontwerp voor de drie torens in De Raden waarin de potentiële huurder kan kiezen voor kwantiteit of kwaliteit: extra vierkante meters, slaapkamer, of toilet. Deze flexibiliteit beantwoordt aan de behoeften van de veranderende markt, die steeds meer wordt gestuurd door de vraag van de gebruiker dan door het aanbod. De scheiding van een permanent casco en tijdelijke aanpasbare inbouw doet misschien denken aan het concept 'Solids', echter is flexibiliteit in het geval van "Levensduurzaamheid" geen doel op zichzelf, maar een gevolg van de ontwerpmethodode.

### zorgaanbieder

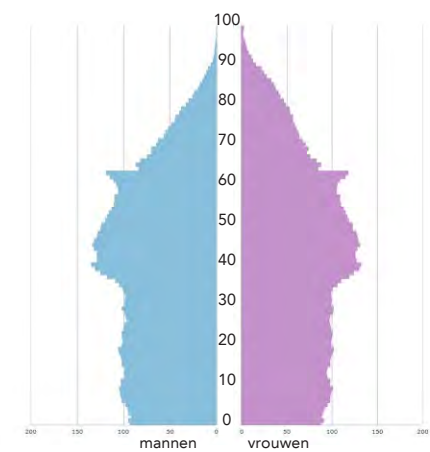
Er is geen vastgoedbeheerder in Nederland te bedenken, die zo sterk afhankelijk is van politieke regelgeving, subsidiering en een veranderende samenleving, dan de zorgaanbieders. De privatisering maakt dat er nieuwe allianties ontstaan en een andere benadering van vastgoed. Uit ons gesprek met de zorgaanbieder OsiraGroep blijkt dat het lange termijn denken, gericht op behoud van vastgoedwaarde, definitief haar intrede doet. Dit is zeker niet vreemd, gezien het feit dat momenteel een groot deel van het vastgoed in de zorg ter discussie staat, omdat het ooit ontworpen is voor een specifieke doelgroep. Het ontwerp voor de drie torens in De

Raden biedt deze toekomstwaarde wel. Op de begane grond kan een collectieve ontmoetingsruimte worden ingepast en de verdieping kan worden heringericht als eenheid met zorgwoningen en een collectieve ruimte, maar zelfs ook als kantoorverdieping. Voor de zorgaanbieders vormt flexibiliteit het sleutelwoord. De methode "Levensduurzaamheid" zorgt voor een gebouw waarin materiaal efficiënt en effectief wordt toegepast. Materiaalgebruik wordt afgestemd op de te verwachten levensduur en mate van flexibiliteit. Een flexibel gebouw is op deze manier bruikbaar zoals het bedoeld is.

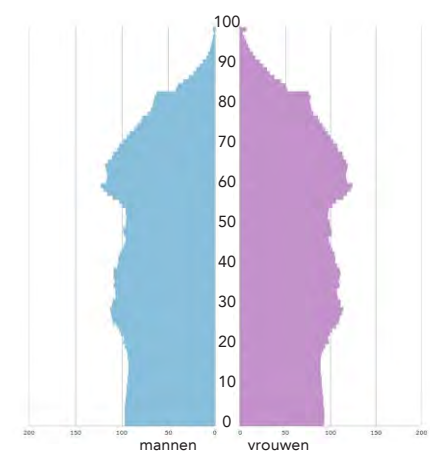
### ontwikkelaar

Wat voor de andere partijen geldt, is ook voor de ontwikkelaar realiteit geworden. De risico's zijn toegenomen en het geld is duurder geworden. Waar de andere partijen het voordeel zagen in het nadenken op de lange termijn, bleek in een gesprek met onder andere Bouwfonds Ontwikkeling de aanpasbaarheid en flexibiliteit op de korte termijn het meest interessant, om zodoende optimaal in te kunnen spelen op de moeilijk te voorspellen afzetmarkt.

leeftijdsopbouw bevolking NL in 2010



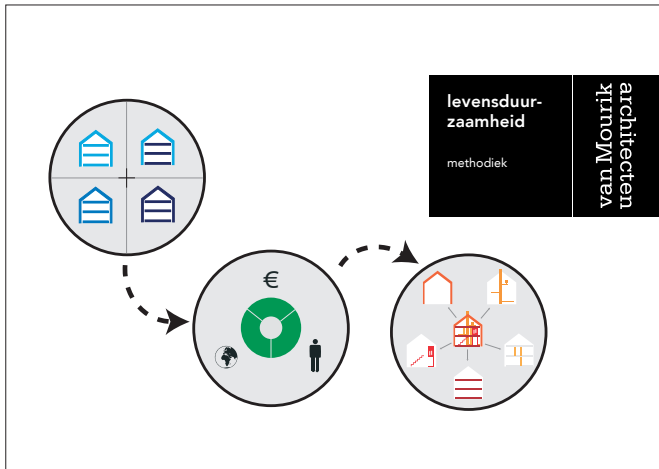
leeftijdsopbouw bevolking NL in 2030





# levensduurzaamheid

van methodiek tot planvoorstel



methodiek  
p. 09



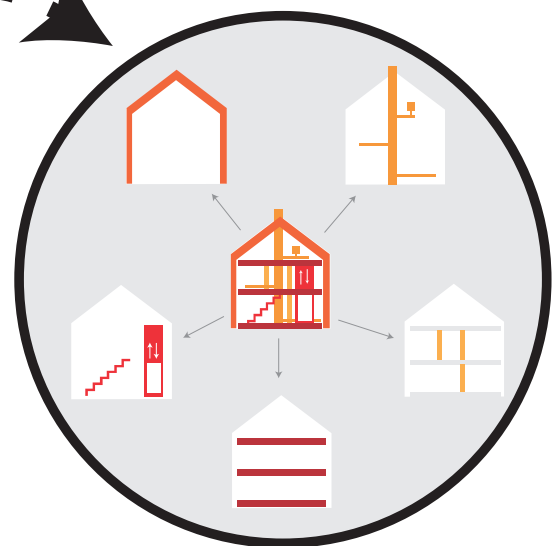
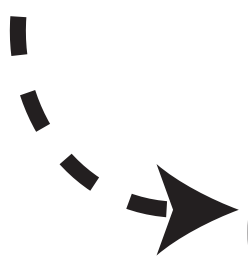
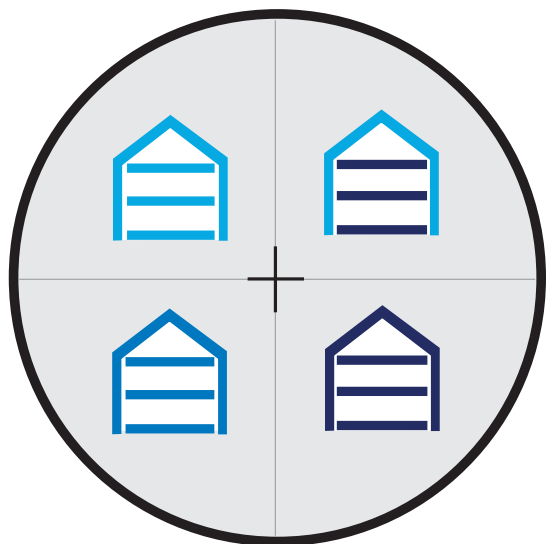
advies voor 3 torens  
p. 69



ontwerp voor 3 torens  
p. 89







levensduur-  
zaamheid

methodiek

van Mourik  
architecten

# inhoud

<b>voorwoord</b>	<b>11</b>
<b>1. inleiding</b>	<b>12</b>
<b>2. levensduurzaam ontwerpen</b>	<b>16</b>
<b>3. externe krachten</b>	<b>20</b>
<b>4. levensduur</b>	<b>22</b>
<b>5. flexibiliteit</b>	<b>26</b>
<b>6. afwegingskader</b>	<b>30</b>
<b>7. methodiek</b>	<b>34</b>
<b>8. scenario's</b>	<b>36</b>
8.1 specifiek korte termijn	38
8.2 flexibel korte termijn	39
8.3 specifiek lange termijn	40
8.4 flexibel lange termijn	41
<b>9. strategieën</b>	<b>42</b>
9.1 specifiek korte termijn	44
9.2 flexibel korte termijn	47
9.3 specifiek lange termijn	50
9.4 flexibel lange termijn	53
<b>10. spelregels bij het ontwerp</b>	<b>56</b>
<b>11. conclusies</b>	<b>59</b>
<b>bijlage. Werken Op Land, VU Amsterdam</b>	<b>60</b>
<b>aanbevolen literatuur en websites</b>	<b>66</b>
<b>colofon</b>	<b>67</b>

## voorwoord

Het roer moet om. Wij kunnen ons met z'n allen niet meer permitteren om toe te kijken hoe wij onze omgeving en onze voorraden verkwanselen. Wellicht waren wij de meest bevoorrechte generatie die ooit op deze aarde geleefd heeft en wellicht zijn wij de generatie die het meest kapot heeft gemaakt. Het gemak waarmee wij bouwen zonder daarvoor rekenschap te hoeven afleggen is voorbij. Wij zullen onze verantwoordelijkheid moeten nemen, zodat de milieubelasting binnen de perken blijft.

Natuurlijk beseffen wij ons dat duurzaamheid ondertussen een nietszeggend modewoord is en dat menig iemand het thema vooral op de agenda zet ter versterking van de PR-machine. Wij denken dat we het onderwerp voor onszelf moeten definiëren, ons daarbij moeten richten op elementen die voor architecten van belang zijn en het onderwerp daarmee wel degelijk serieus moeten nemen.

Van huis uit is architecten van Mourik een bureau dat duurzaamheid hoog in het vaandel heeft staan, zij het in eerste instantie binnen een andere context. Duurzaamheid, in de traditie van het bureau, is gericht op het idee dat een gebouw goed gedetailleerd moet zijn, functioneel in overeenstemming met het gebruik van de ruimte en rekening houdt met het onderhoud en het beheer van het gebouw. Een gebouw mag wel ouder worden, maar mag niet verarmen, luidt het motto.

Om binnen deze traditie verder te komen hebben wij een tijd geleden besloten om grondig onderzoek te doen naar duurzaamheid (vanuit milieuperspectief) en hebben daarvoor iemand vrij gemaakt. De basis ligt bij een grondig literatuuronderzoek. Dit laat zien dat er al veel bestudeerd is, maar dat de bevindingen hieruit soms moeilijk toegankelijk zijn. Daar-

naast blijkt dat veel onderzoeken gefocust zijn op een specifiek onderdeel, waardoor een bruikbare ontwerpmethodiek of strategie ontbreekt.

Dit onderzoek is in eerste instantie gedaan om de interne discussie te entameren en uiteindelijk onze ontwerptraditie te versterken. Vervolgens willen wij middels deze bevindingen een serieuze gesprekspartner zijn voor onze opdrachtgevers. Wij hebben ons tot doel gesteld om breed te kijken en vooral om de factor tijd te betrekken in het onderzoek, hetgeen uiteindelijk geleid heeft tot de titel "Levensduurzaamheid".

Een (levens)duurzaam gebouw is efficiënt en effectief. Oftewel, bepaal de verwachte levensduur van een gebouw en stel de vraag wat de consequentie hiervan is met het oog op de veranderingen die kunnen en mogen optreden in de loop van deze periode. Stem hier de ontwerpstrategie op af en kies zorgvuldig de materialen, die ofwel demontabel en herbruikbaar zijn, of vernieuwbaar vanuit oneindige bronnen. Bouw niet voor de eeuwigheid indien de kans groot is dat het tijdelijke van een overweldigende invloed zal zijn.

Piet.R.J. Grouls AvB

# 1. inleiding

Duurzaamheid is een onderwerp waar architecten zich meer mee bezig zouden moeten houden. Gebouwen nemen 40 % van het totale energiegebruik voor hun rekening. Door anders na te denken over het ontwerp van gebouwen kan dit aanzienlijk teruggedrongen worden. Dit onderzoek wil hierover de discussie binnen het bureau en met opdrachtgevers opstarten.

## duurzaam ontwerpen is slim ontwerpen

Duurzaam ontwerpen hebben we gedefinieerd als slim ontwerpen. Hieronder verstaan we ruimtelijke oplossingen die efficiënt en effectief zijn. Efficiënt wat betreft kosten, ruimte, materiaal- en energiegebruik. Effectief ten aanzien van economie, milieu en gebruikswaarde.<sup>1</sup>

Norman Foster introduceerde de driehoeken, die op pagina 5 afgebeeld staan. Ze laten zien dat de meeste winst te behalen valt met een goed ontwerp. Techniek kost veel geld en levert relatief weinig op. Door een gebouw slim te oriënteren kan optimaal gebruik gemaakt worden van zonne-energie, zonder dat de bouwkosten stijgen. Veel kosten zitten vaak in dure technieken die achteraf op een gebouw worden geplakt om het gebouw nog een beetje 'duurzaam' te maken.

Volgens ons kan er op 4 thema's meer efficiëntie en effectiviteit behaald worden. In dit onderzoek gaan we in op de eerste twee thema's.

1. Levensduur van gebouw.
2. Materiaalgebruik.
3. Energie (electra, gas) en water
4. Binnenmilieu (gezondheid/ comfort)

## levensduurzaamheid

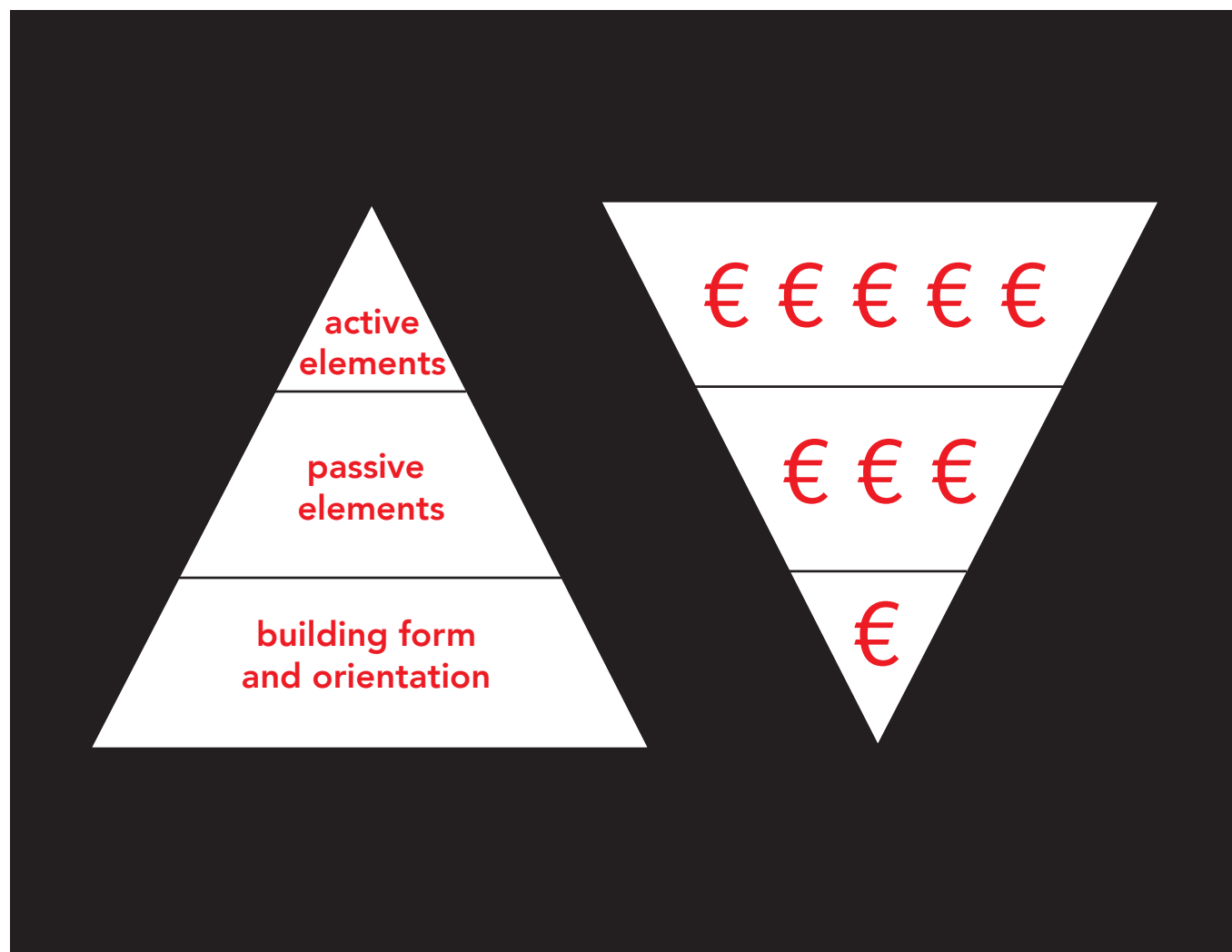
Levensduurzaamheid = levensduur + duurzaamheid. Levensduurzaam ontwerpen is een vorm van slim ontwerpen. We doelen hiermee niet alleen op het verlengen van de levensduur, maar op het bewust omgaan van levensduur en flexibiliteit van gebouw en bouwelementen. Te vaak is nog te zien dat gebouwen met een korte levensduur opgebouwd zijn uit materialen met een lange technische levensduur (zonder dat het hergebruikt kan worden). Wanneer gebouwen gesloopt worden, wordt veel afval geproduceerd, dat voor een groot deel van de milieubelasting verantwoordelijk is. Hoe kan het materiaalgebruik beter afgestemd worden op de levensduur, zodat efficiënt en effectief omgegaan wordt met materiaal?

## methodiek

Het resultaat van dit onderzoek is een methodiek dat leidt tot een betere afstemming tussen levensduur en flexibiliteit van gebouw en bouwelementen. Hierin worden verschillende duurzaamheidsscenario's voor gebouwen benoemd en hieruit volgen duurzaamheidsstrategieën voor bouwelementen. Deze kunnen gebruikt worden als kader tijdens het ontwerpproces. Oplossingen voor de scenario's en strategieën worden afgewogen binnen economie, milieu en gebruikswaarde. Bij elk scenario zal het accent van het duurzaamheidseffect op een andere plaats binnen het afwegingskader liggen.

De methodiek kan gebruikt worden als communicatiemiddel binnen het bureau en met opdrachtgevers. Het is een middel om een opgave te duiden binnen een kader, zowel op het schaalniveau van het gebouw als van een bouwdeel. Het

1. Deze begrippen moeten niet verward worden met de begrippen 'eco-efficiency' en 'eco-effectiviteit', die aan de orde komen in het boek 'Cradle to cradle' door Braungart & Mc Donough (2003). Eco-efficiency gaat in dit boek uit van een efficiënt gebruik van beperkt beschikbare stoffen: minder uitstoot en het gebruik van schaarse of schadelijke stoffen beperken. Het is daardoor 'minder slecht'. 'Eco-effectiviteit' wordt tegenover eco-efficiency gezet, dat streeft naar het maximaliseren van positieve effecten. De auteurs richten zich daarbij op kringloopontwerpen, waarbij materialen en producten nooit als afval verdwijnen, maar altijd blijven circuleren.



Slim ontwerp: kosten laag, baten hoog. (bron: presentatie N. Foster)

kan in verschillende fasen van het ontwerpproces toegepast worden: bij het definiëren van de opgave (waarbij vragen gesteld kunnen worden als: hoe lang is de levensduur van het gebouw, in hoeverre is het flexibel, etc...) en bij keuzes ten aanzien van bouwelementen tijdens het ontwerpproces (waarbij vragen gesteld kunnen worden als: hoe lang gaat de constructie mee, hoe vergankelijk is de inbouw, etc...).

## **afbakening**

In dit onderzoek wordt ingegaan op de afstemming van levensduur en flexibiliteit met gebouw en bouwelementen. Aan de levensduur wordt tevens het thema milieubelasting gekoppeld. We gaan in op milieubelasting door bouw materiaal en niet door energiezuinigheid, waar in eerste instantie vaak aan gedacht wordt wanneer het over duurzaamheid gaat.

We richten ons in dit onderzoek met nadruk op de generieke pretentieloze gebouwen. Dit zijn niet de specifieke gebouwen, maar de bulk van de gebouwen: woningbouw, kantoren, scholen, winkels.

## **opbouw**

Opbouw van onderzoek is als volgt. In de hoofdstukken 1 tot en met 6 wordt ingezoomd op thema's als levensduur, flexibiliteit, afwegingskader. Vanaf hoofdstuk 7 wordt ingegaan op de methodiek, waarin scenario's en strategieën uiteen worden gezet. Het boekje eindigt met spelregels en conclusies.



1. WOL gebouw, VU Amsterdam. Architecten van Mourik, voorstel voor uitwerking ontwerp 2009, niet gerealiseerd. Voorbeeld van het scenario flexibel korte termijn (levensduur < 15 jaar). Zie Bijlage

2. Politie Haaglanden, Den Haag. Architecten van Mourik, ontwerp 2009. De begane grond is een voorbeeld van het scenario specifiek lange termijn. Het volume van baksteen is een voorbeeld van het scenario flexibel lange termijn.

## 2. levensduurzaam ontwerpen

Veel naoorlogse wijken, worden nu na 40 jaar gebruik alweer gesloopt. Een van de problemen is dat deze woningen niet flexibel zijn. De wooneenheden kunnen door het bouwsysteem, vaak tunnelbouw, niet uitgebreid worden en aangepast worden aan de wensen. Daarnaast willen mensen niet wonen in een anonieme meergezinswoning, maar bij voorkeur in een eengezinswoning met een tuin. De flatgebouwen worden daarom vaak gesloopt en vervangen door eengezinswoningen die wel voldoen aan de wensen. De technische levensduur van het gebouw blijkt in dit geval echter vele malen langer te zijn dan de economische en functionele levensduur. Het kost veel energie om deze degelijke constructies af te breken en het bouwafval te verwerken.

### snelle veranderingen

Door maatschappelijke veranderingen in een gebied worden steeds andere eisen aan gebouwen gesteld. Onder maatschappelijke veranderingen verstaan we sociaal-economische veranderingen in het gebied en veranderingen in beleid en regelgeving. Het Bouwbesluit is een voorbeeld van snelle verandering van de regelgeving, dat sinds 1996 van een EPC 1,4 is aangescherpt tot een EPC van 0,8 in 2006. Verandering in regelgeving stimuleert innovaties op het gebied van technologie, die vervolgens de norm worden in gebouwen. Dubbelglas was de norm, nu bestaat er al driedubbel glas dat over een aantal jaren waarschijnlijk de norm zal zijn. Naast de maatschappelijke dynamiek is er veel dynamiek in het verhuisgedrag binnen de kantoren en woningbouwsector. Ondernemingen verhuizen na 5 tot 30 jaar. Dit verhuisgedrag is mede afhankelijk van de huurcontracten die de onderneming met

de beheerder afsluit. In de woningbouw verhuizen huurders al na 7 jaar. Bewoners maken een wooncarrière door, waarbij wensen in de verschillende levensfasen steeds weer anders zijn. Ook zijn de doelgroepen van bewoners steeds diverser geworden (de Vreeze 1999).

### hoge milieubelasting door bouwmaterialen

De milieubelasting wordt de eerste decennia van de levensduur bij zowel woningen als kantoren voor het grootste deel bepaald door bouwmaterialen (SEV 2004, Dobbelsteen 2004). Dit aandeel van de milieukosten is groter dan dat van het energiegebruik. Na 20-30 jaar zijn deze gelijk en daarna wordt de milieubelasting met name bepaald door het energieverbruik. Bij de bouwmaterialen neemt de draagconstructie 60- 70% van de milieubelasting voor haar rekening (standaard kantoorgebouw). Bij kantoorgebouwen komt deze hoge milieubelasting door vele transformaties binnen het gebouw. Wanneer niet bewust met materiaal wordt omgesprongen, kan dit voor een hoge milieubelasting door bouwmaterialen zorgen. Andy van den Dobbelsteen, die hier een promotieonderzoek aan heeft geweid (Dobbelsteen 2004), pleit hierom voor een bewuste keuze voor ofwel kantoorgebouwen die lang meegaan en veel overmaat hebben, ofwel een korte levensduur hebben en demontabel zijn.

### aanpasbare gebouwen in het verleden

In het verleden hebben er al verschillende onderzoeken naar aanpasbare woningen plaatsgevonden. Hierbij kan onderscheid gemaakt worden tussen gebouwen met een lange

levensduur die aanpasbaar zijn en demontabele gebouwen. In de jaren '60 heeft Habraken de basis gelegd voor het concept drager en inbouw. Met de drager bedoelde hij de gemeenschappelijke structuur, die de vorm en de relatie met publieke ruimte bepaalt. De inbouw was de individuele invulling, die door de bewoner werd bepaald. Bouwelementen werden los van elkaar gehouden. Hieruit volgde in de jaren '80 het Open Bouwen, dat als doel had om dit concept van drager en inbouw in projecten te realiseren. Het Solid concept, waar Bijdendijk succes mee boekt, is een hedendaagse variant waarbij ook een permanente 'tijdloze' structuur losgehouden wordt van de inbouw. In de Solids is functiemenging mogelijk en de grootte van de eenheden zijn door de gebruiker te bepalen. Hij onderscheidt zich met dit concept door hier het thema 'dierbaarheid' aan te koppelen. Volgens hem hebben gebouwen hierdoor een grotere overlevingskans. De demontabele gebouwen hebben een basis liggen bij het IFD bouwen (industrieel flexibel en demontabel). Mogelijkheden voor verandering binnen het gebouw wordt zoveel mogelijk gerealiseerd door ze samen te stellen uit industrieel vervaardigde en te demonteren bouwcomponenten. Omdat de gebouwen door hun flexibiliteit beter aan kunnen sluiten op wensen en eisen van de gebruiker, kan de levensduur van het gehele gebouw verlengd worden. Binnen het IFD programma zijn tussen 1999 - 2005 verschillende demonstratieprojecten gerealiseerd. Slimbouwen is tot slot een verbijzondering van IFD. Hierbij wordt het fysiek en organisatorisch ontkoppelen van leidingen (installaties) gezien als de sleutel tot een efficiënter en dus economischer bouwproces. Daarnaast streeft het naar een zo slank mogelijk gebouw, om het materiaal zoveel mogelijk te beperken.





1. Sloop van naoorlogs flatgebouw. Bouwtechnische levensduur is langer dan functionele levensduur.
2. Gebouwen met een lange levensduur die veel veranderingen op kunnen nemen: voorbeeld zijn de grachtenpanden (gebouwen van enkele eeuwen oud, die eindeloos hergebruikt en herbestemd kunnen worden).
3. Gebouwen die veranderingen vóór zijn en na korte tijd afgebroken kunnen worden: voorbeeld is Villa Zebra (kindermuseum dat 5 jaar in het Museumpark te Rotterdam en daarna elders opnieuw opgebouwd werd).

## levensduurzaam ontwerpen

Wij denken dat de oplossing niet eenduidig is en richten ons daarom niet alleen op één concept, maar een methodiek waarin flexibiliteit en levensduur van gebouwen per opgave afgestemd worden. Het optimaliseren van de afstemming tussen levensduur van gebouw, bouwelementen en materiaalgebruik kan de milieubelasting door bouwmaterialen aanzienlijk terugdringen. Materialen met een lange levensduur worden gebruikt waar dat ook werkelijk van toepassing is. En demontabele componenten of materialen met een korte levensduur worden gebruikt wanneer de levensduur van het gebouw kort is.

De snelle veranderingen vragen om meer flexibiliteit in gebouwen. Daarbij kan onderscheid gemaakt worden tussen gebouwen met een korte levensduur, zoals Villa Zebra, ofwel met een lange levensduur, zoals de grachtenpanden. De eerste gebouwen kunnen eenvoudig gedemonteerd worden als ze niet meer aan de eisen voldoen, de tweede moeten zich steeds aan kunnen passen aan nieuwe functies en eisen ten aanzien van esthetiek en techniek.

Hergebruik beperkt de milieubelasting, aangezien dit het gebruik van nieuwe grondstoffen voorkomt. Hergebruik van gebouwconstructies is niet alleen weinig milieubelastend, andere redenen om gebouwen met een lange levensduur flexibel te ontwerpen zijn om leegstand te voorkomen en de woningvoorraad op peil te houden.

Wanneer de technische en economische levensduur langer is dan de functionele levensduur kan er sprake zijn van leegstand (er is een restwaarde). Op dit moment staat er 5,9 miljoen m<sup>2</sup> kantoorruimte leeg in Nederland, 12% van de totale

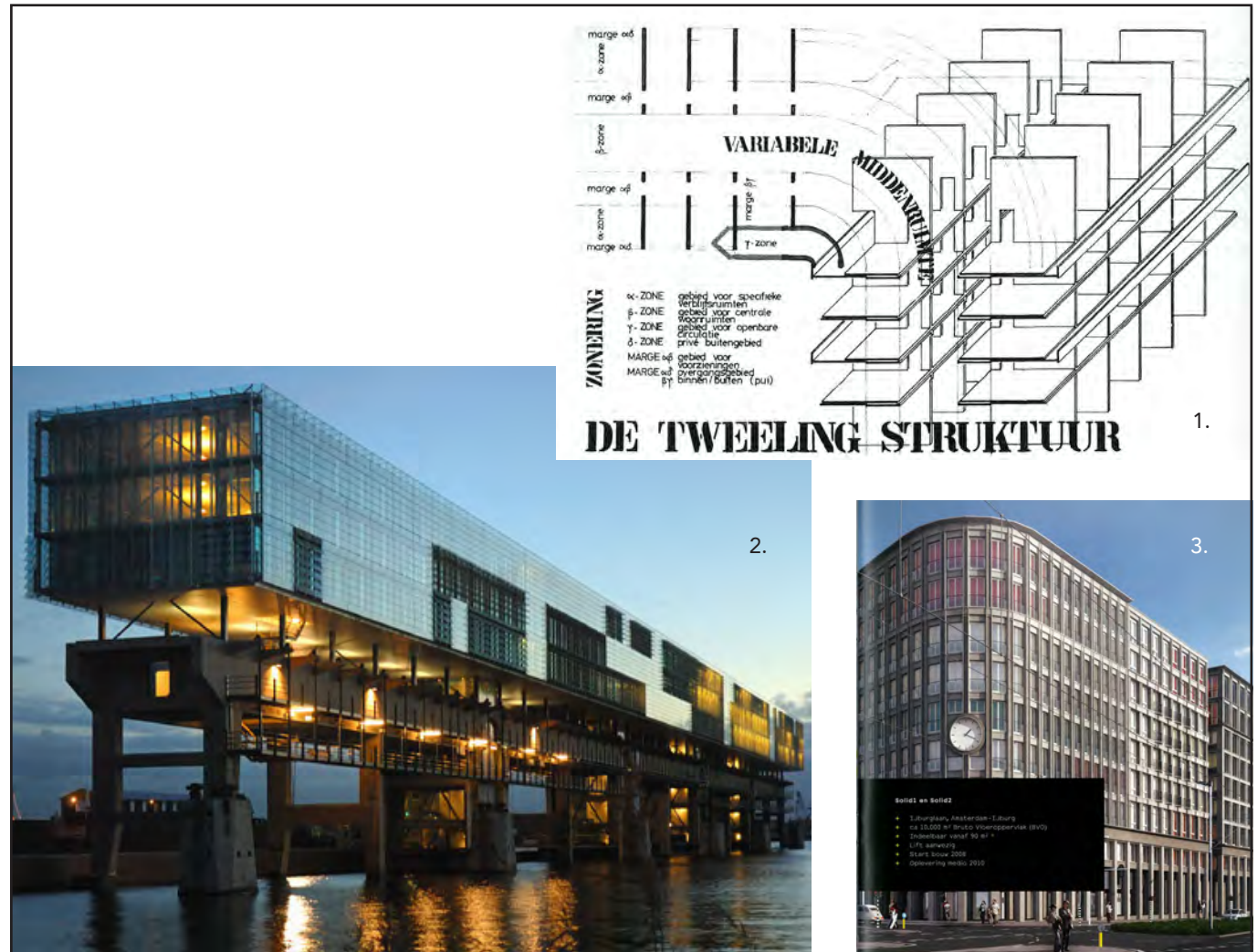
voorraad (DTZ Zadelhoff, 2008). Flexibiliteit kan het risico op leegstand verlagen. Van der Voordt noemt in 'Transformatie van kantoorgebouwen' naast flexibiliteit ook locatie, identiteit, technische kwaliteit en energie-prestatie als beoordelingsaspect voor leegstandsrisico van een kantoorgebouw. Hoewel flexibiliteit vele voordelen heeft, is er nog weinig uitwisseling tussen functies, zoals transformatie van kantoor naar woonfunctie. Als redenen worden genoemd: verschil in verkoopprijs per vierkante meter, regelgeving, risico (koudwatervrees, omdat het nog niet vaak is gedaan) en de complexiteit (wat betreft proces en technisch) van de opgave ten opzichte van sloop-nieuwbouw.

Een lange levensduur en flexibiliteit in de woningbouw is op dit moment zelfs een maatschappelijke noodzaak. Het duurt circa 100 jaar om alle bestaande woningen te vervangen door nieuwbouw (Senternovem, infoblad IFD). Woningen die nu worden gebouwd zullen dus ruim 100 jaar moeten blijven staan om de woningvoorraad op peil te houden. Levensloopbestendige woningen hebben in die zin een grotere overlevingskans, aangezien deze woningen geschikt zijn voor meerdere doelgroepen.

### enkele feiten

- 40% van de energieconsumptie en CO<sub>2</sub>-emissie wordt veroorzaakt door de bouwsector.
- 25% van het wegtransport is door bouwsector
- 35% van de nationale afvalberg is bouw & sloopafval.
- 30% van alle bouw & sloopafval wordt gegenereerd in de nieuwbouw.
- Van bouw & sloopafval bestaat 40% uit beton, 25% metselwerk, 25% asfalt, 10% diversen.
- Tot levensduur van 20 (kantoren) -30 jaar (woningen) maakt bouw materiaal een groter deel uit van de milieubelasting van het gebouw dan energiegebruik.
- 60-70% van de milieubelasting door bouwmaterialen wordt veroorzaakt door de constructie.
- 10% faalkosten tijdens bouwproces (in industrie is dit 1%)
- < 40% effectieve tijdsbesteding tijdens bouwproces

bronnen: Slimbouwen, Senternovem



1. Open Bouwen: modulaire coordinatie. Afstemming van plaats en maat van ruimte- en bouwdeelen.
2. Slimbouwen: lichte, flexibele en slanke gebouwen. Voorbeeld is het Kraanspoor van OTH.
3. Solids: Monumentale gebouwen met veel interne flexibi-  
liteit.

### 3. externe krachten

Vaak moeten gebouwen zich tijdens de gebruiksfasen aan kunnen passen als gevolg van verschillende krachten die van buiten op een gebouw spelen (zie afbeelding hiernaast). Op elke locatie werken andere krachten. De reacties die we onderscheiden zijn: aanpassing van het uiterlijk (dit kan de gevel of het interieur zijn, met als doel dat mensen het gebouw blijven waarderen), aanpassen van techniek (hiermee wordt de inpassing van nieuwe energieconcepten, of communicatiemiddelen bedoeld), herbestemming (aanpassen aan nieuwe functie), hergebruik (aanpassen aan nieuwe gebruiker, zelfde functie). Deze reacties kunnen de levensduur van het gebouw verlengen (functionele levensduur, esthetische levensduur, installatietechnische levensduur). Door de externe krachten te onderzoeken, die inwerken op een bepaalde locatie, kan bepaald worden wat de levensduur van een gebouw kan zijn, in hoeverre het gebouw flexibel moet zijn en welke functies het gebouw op zou moeten kunnen nemen. Door dit mee te nemen in het ontwerp voorkomt dat verassingen in het gebruik. Keuze voor scenario's hangen af van de locatie, opdrachtgever, budget, etc. We noemen hieronder enkele externe krachten die denkbaar zijn in verschillende situaties.

Wanneer de locatie zeer instabiel is, zou het gebouw eenvoudig te demonteren moeten zijn. De levensduur van de locatie is maatgevend voor de levensduur van een gebouw. Sommige locaties zijn zeer dynamisch en worden binnen enkele decennia geherstructureerd (plek functioneert niet/ herbestemming locatie/ aanleg snelweg). Demontabele gebouwen kunnen eenvoudig afgebroken worden.

Door verandering in de fysieke context kan het gebouw aan-

trekkelijk worden voor een andere functie. Onder verandering in de fysieke context verstaan we verandering van voorzieningen, infrastructuur (bereikbaarheid) en/ of morfologie. De verbetering van de bereikbaarheid kan als gevolg hebben dat het aantrekkelijker wordt om kantoren in het gebouw onder te brengen ipv woningen.

Ook door een verandering van de druk op de locatie kan het gebouw aantrekkelijk worden voor herbestemming. Wanneer de druk (en de prijs) op de locatie hoger wordt, kan het ineens interessant worden om de functie in het gebouw te veranderen van wonen naar werken (herbestemming) en de dichtheid binnen het gebouw te verhogen.

Of door een verandering in sociale structuur kan het gebouw aantrekkelijk worden voor een andere functie. Onder sociale verandering valt de verandering van sociale structuur in een wijk (bevolkingssamenstelling), de demografische verandering. Door de verandering in de sociale structuur kunnen er andere wensen aan een woning gesteld worden. Schoolwoningen spelen bijvoorbeeld in op de demografische dynamiek in nieuwbouw wijken. Hier wonen in het begin voornamelijk jonge gezinnen met kinderen. De eerste decennia zijn er veel scholen nodig. Wanneer de wijk verouderd en het aantal jongeren daalt, zal de vraag naar scholen dalen. De schoolwoning kan dan fungeren als woning.

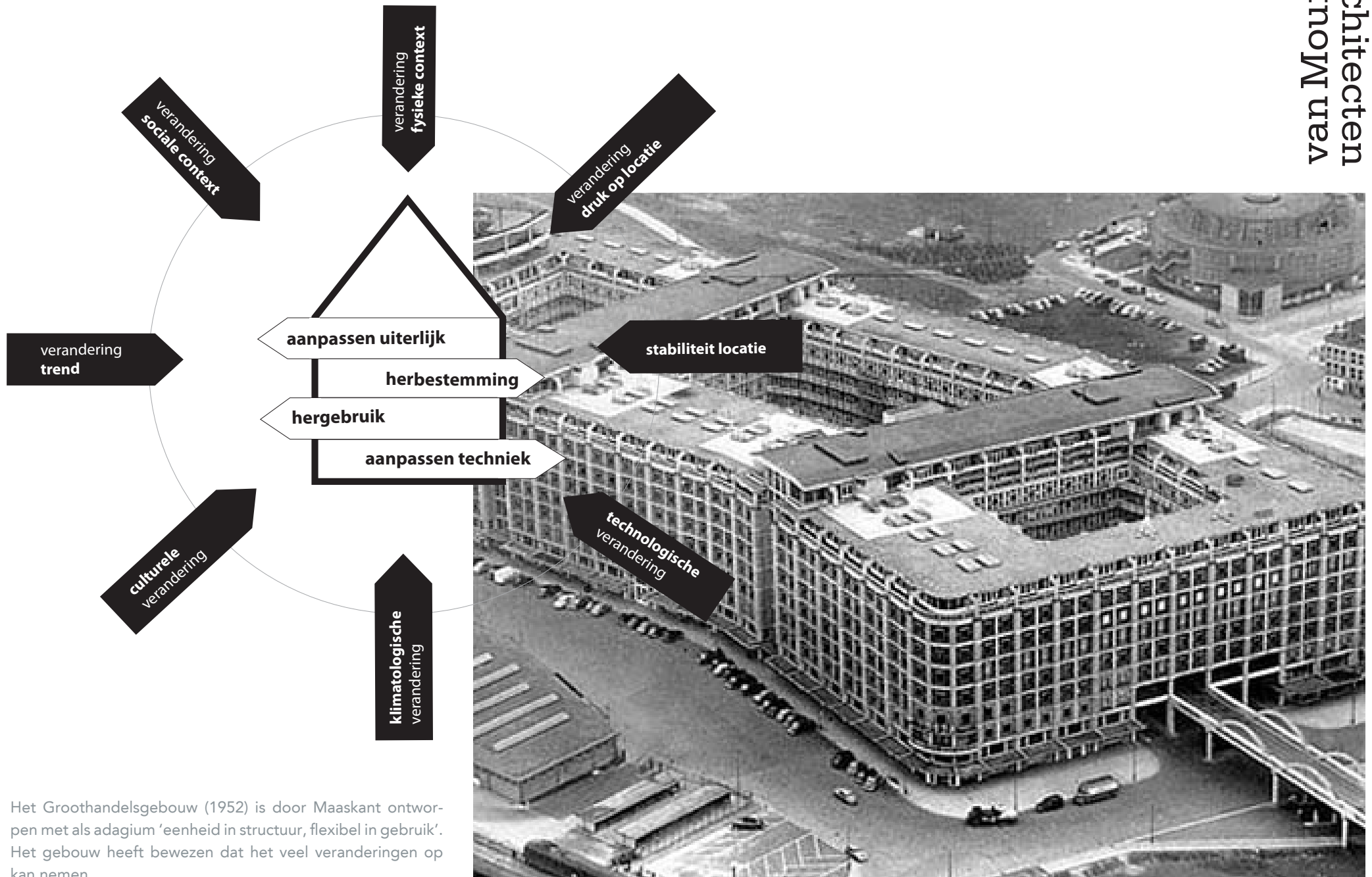
Ook door een culturele verandering kan het gebouw aantrekkelijk worden voor een ander doelgroep. De culturele veranderingen gaan over de veranderingen in leefwijze (wat betreft bijvoorbeeld woningtype, vrijetijdsbesteding, werk, inkomen,

vriendenkring, gezondheid) in een cultuur. In onze multiculturele samenleving is dat steeds diverser. Wanneer een woongebouw, waar eerst hindoestaanse gezinnen woonden, wordt bewoond door moslims, worden er andere eisen aan de plattegrond gesteld.

Door verandering van trend kunnen er andere eisen gesteld worden aan de gevel of inrichting van het gebouw. De architectuurtrend verandert snel: na 5 - 10 jaar willen kantoren een ander imago of nieuwe kantoorconcepten dienen zich aan die nieuwe organisatievormen faciliteren (F. Duffy 1997). Er kan gekozen worden om het gebouw steeds aan te passen of om het een tijdloos eigen imago te geven.

Door klimatologische veranderingen worden er andere eisen gesteld aan de installaties of gevel. Dit houdt in: opwarming van de aarde, stijging van waterspiegel, toenemende rivierafvoer. Door temperatuurstijging zal in de toekomst meer koeling nodig zijn in gebouwen.

Door technologische veranderingen worden er andere eisen gesteld aan de installatietechniek. Door het krimpen van de watervoorraad en voorraad fossiele brandstoffen worden er nieuwe eisen aan gebouwen gesteld tav energie. Hierdoor komen nieuwe installaties op de markt, die snel de norm worden.



Het Groothandelsgebouw (1952) is door Maaskant ontworpen met als adagium 'eenheid in structuur, flexibel in gebruik'. Het gebouw heeft bewezen dat het veel veranderingen op kan nemen.

# 4. levensduur

## levensduur gebouw

Er wordt onderscheid gemaakt tussen verschillende levensduren, die verschillen qua lengte en cyclus.

- **Bouwtechnische levensduur (BT).** Dit is de constructie en gaat het het langste mee. De bouwtechnische levensduur is langer dan economische levensduur.
- **Economische levensduur (Ec).** Dit is de periode dat het gebouw financieel rendabel is: dat de opbrengsten (huur etc.) groter zijn dan de kosten (dit zijn oa. tussentijdse investeringen om installatietechnische, functionele en esthetische levensduur te verlengen). De cyclus hangt af van de eigenaar van het gebouw, de markt en de locatie.
- **Functionele levensduur (Fu).** Dit is de periode dat het gebouw aan de functie voldoet. Deze kan verlengd worden wanneer het gebouw aangepast wordt aan nieuwe gebruiker of nieuwe functie (hergebruik, herbestemming). Dit kunnen grote ingrepen zijn, waarbij zelfs de ontsluiting aangepast moet worden, of slechts de inbouw. De cyclus hangt af van de functie en gebruiker.
- **Installatietechnische levensduur (IT).** Dit is de periode dat het gebouw voldoet aan de installatietechnische eisen. In de tijdslijn is te zien dat de technische ontwikkelingen en verandering van regelgeving snel gaan. Deze cyclus is kort apparaten kennen een snelle ontwikkeling en hebben een steeds hoger rendement. De infrastructuur gaat langer mee. De installatietechnische levensduur kan verlengd worden door het mogelijk te maken dat de installaties vervangen kunnen worden. Hierdoor kan tegemoet gekomen worden aan de veranderende eisen

ten aanzien van comfort en energiezuinigheid.

- **Esthetische levensduur (Es).** Dit is de periode dat het uiterlijk van het gebouw aan de wensen en eisen voldoet. Zeker voor het interieur, of inrichting, is dit vaak bijzonder kort. De tijdslijn geeft een indruk van de snelle ontwikkeling van de architectuurtrends. Door een niet-trendgevoelig interieur of exterieur kan de cyclus mogelijk langer worden.

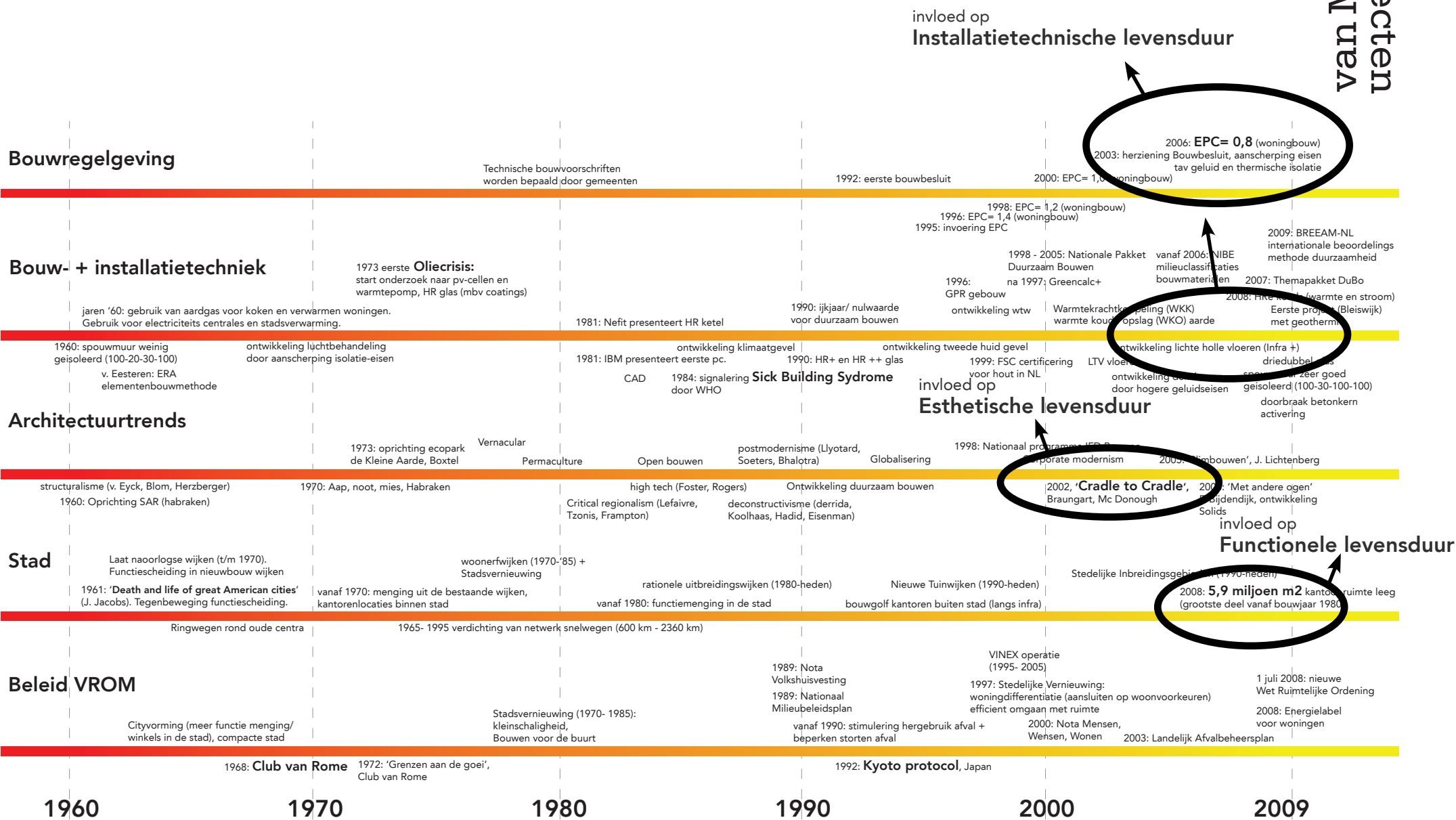
Door een gebouw meer flexibel te maken kan het gebouw aangepast en de levensduur dus verlengd worden. In de tijdslijn is te zien dat ontwikkelingen snel gaan. Deze snelle ontwikkelingen hebben invloed op de levensduur van het gebouw. De vraag is echter of de levensduur door middel van aanpassingen steeds verlengd of dat het gebouw gedemonteerd moet kunnen worden wanneer een levensduur beëindigd is. Een voorbeeld van gebouw dat aangepast is, is de Universiteit Twente van Architecten van Mourik. Na 40 jaar waren technische, esthetische en functionele levensduur beëindigd. Tussen 2004- 2006 is de gevel aangepast aan nieuwe technische eisen en esthetische wensen. Ook de installaties, inbouw en indeling van de ruimte is aangepast. Hierdoor kon de levensduur van het gebouw verlengd worden.

## levenscycli van de bouwelementen

Een gebouw bestaat uit verschillende bouwelementen, die elk weer een eigen cyclus kennen. We maken onderscheid tussen constructie, ontsluiting, huid, installaties, inbouw (B. Leupen (2002) noemt deze deze bouwelementen: constructie, ontsluiting, huid, dienende elementen, enscenering).

- Onder constructie wordt verstaan: de dragende wanden,

Tijdslijn waarin snelle ontwikkelingen te zien zijn. Deze ontwikkelingen hebben invloed op de levensduur van het gebouw.

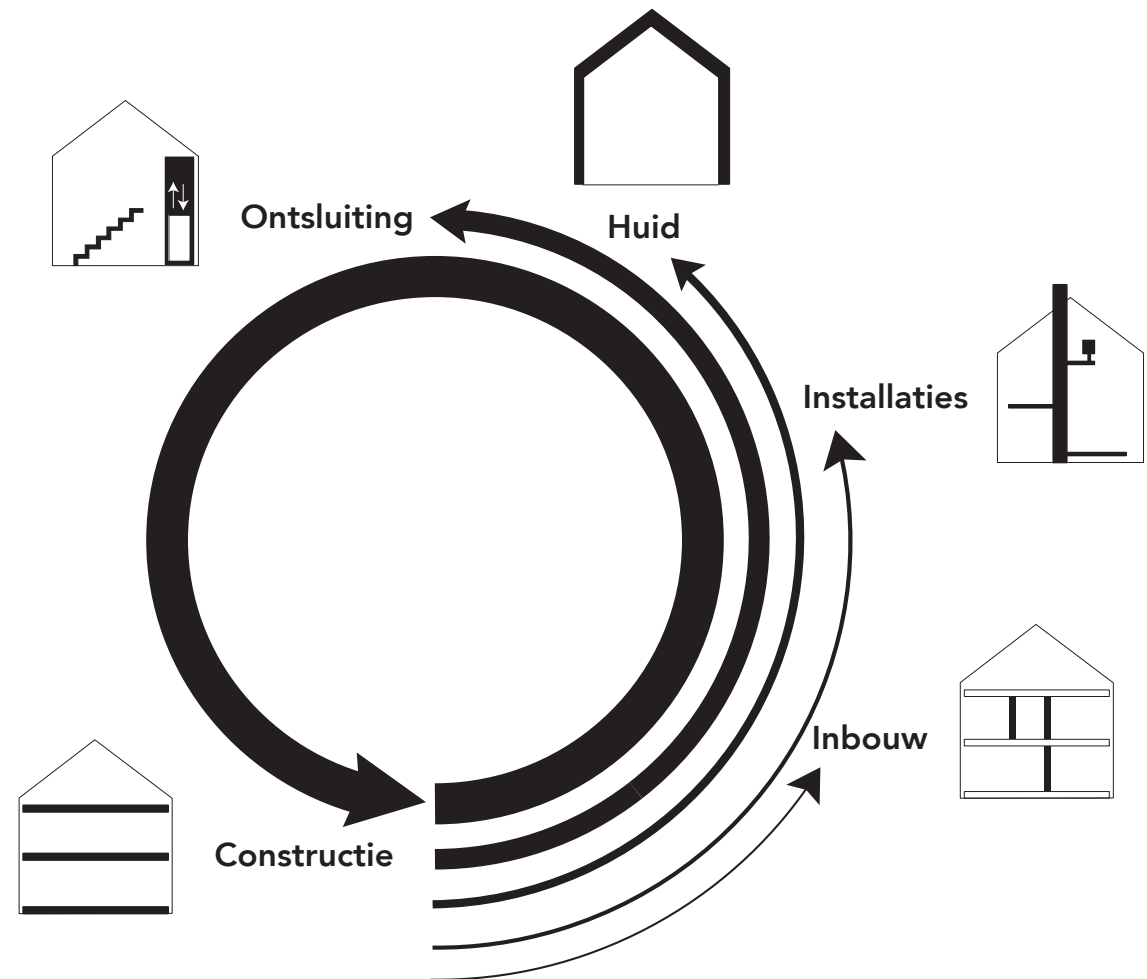


constructieve vloeren, kolommen, balken en spanten, fundering. De constructie gaat het langste mee en bepaalt de bouwtechnische levensduur van het gebouw.

- De ontsluiting bestaat uit noodtrappen, trappen, liften, gangen, galerijen. Deze worden incidenteel aangepast.
- De huid wordt gevormd door de gevel en het dak. Deze levenscyclus kan variëren. De gevel kan samen met de constructie permanent zijn, zoals bij de Solids. Het kan ook aangepast worden tijdens de totale levensduur van het gebouw, zoals bij Zuidhorst (UT).
- De installaties bestaan uit horizontale en verticale kabels en leidingen, eindpunten (stopcontacten, wifi aansluiting, ventilator, etc.), apparaten (cv, luchtbehandeling, etc.) en de technische ruimte. Deze is zeer veranderlijk en bepaalt de installatietechnische levensduur.
- De inbouw is de bekleding, binnenvloeren, wanden, plafonds. De levenscyclus van dit bouwelement is het meest vergankelijk.

Wanneer een gebouw flexibel is en bouwelementen eenvoudig aangepast kunnen worden, zullen de levenscycli van de bouwelementen uiteen lopen. De inbouw wel tien keer aangepast worden, om de esthetische levensduur te verlengen, tijdens de levensduur van de constructie (zie het schema hiernaast).

Een materiaal wordt efficiënt gebruikt wanneer het afgestemd is op de tijd dat het bouwelement benut wordt. Wanneer de inbouw slechts 3 jaar mee hoeft te gaan, kan ervoor gekozen worden om materiaal toe te passen dat ook een levensduur heeft van 3 jaar, of een materiaal of wandelement dat herbruikbaar is.

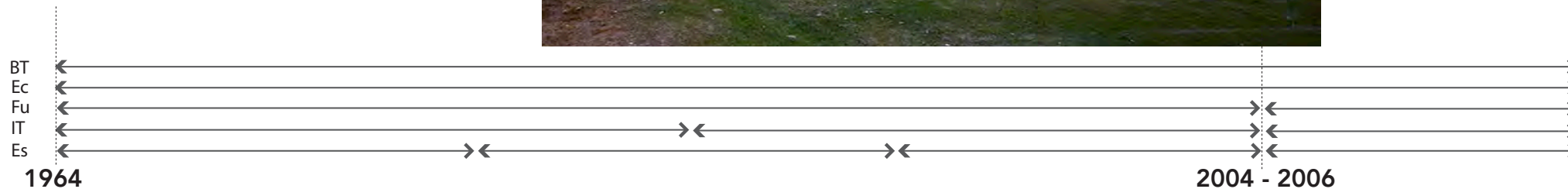




architecten van Mourik, Universiteit Twente, Enschede (Zuidhorst).  
Eigen ontwerp uit 1964, aangepast tussen 2004-2006.



Situatie in 2000.



## 5. flexibiliteit

Om de levensduur van een gebouw te kunnen verlengen kan ervoor gekozen worden om het gebouw flexibel te maken. Een gebouw kan in dat geval aangepast worden aan nieuwe wensen en eisen (aanpassen aan trend, en comforteis, herbestemming, hergebruik). Wat is flexibiliteit, welke aanpassingen kunnen gedaan worden binnen een gebouw? Een andere optie is om ervoor te kiezen om veranderingen te negeren en het ontwerp van het gebouw specifiek te maken.

### **aanpasbaarheid gebouw: flexibiliteit, overmaat, diversiteit**

Het meest optimaal is wanneer de levensduur van een gebouw even lang is als de bouwtechnische levensduur. Zoals gezegd zou het gebouw aanpasbaar moeten zijn wanneer de levensduur van het gebouw lang is, zodat het aangepast kan worden aan nieuwe wensen en eisen: aan nieuwe functies, of eisen ten aanzien van de esthetiek en energiezuinigheid (en comfort). De aanpasbaarheid neemt toe naarmate het gebouw meer flexibel is, meer overmaat heeft, en diversiteit in zich heeft (BNA publicatie). Onder flexibiliteit verstaan we dat het gebouw eenvoudig kan veranderen, zonder hele ingrijpende verbouwingen. Overmaat is het ruim dimensioneren van de sterkte van de constructie, of stramienmaat. Diversiteit is de tegenpool van flexibiliteit, aangezien hierbij diverse ruimten worden gemaakt, zodat gebruikers binnen het gebouw een plek kunnen vinden, die aan hun wensen voldoet. De ruimten zijn dan niet aanpasbaar aan de wensen en eisen (te vergroten of verkleinen), maar statisch.

### **aanpassen door: verbouwing, uitbreidbaarheid en polyvalentie**

Hoe kan een gebouw zich aanpassen aan eisen ten aanzien van esthetiek en comfort (en energiezuinigheid), herbestemming, hergebruik? We maken onderscheid tussen verschillende typen aanpassingen: uitbouwen, verbouwen en polyvalent gebruik (Leupen, 2002).

Veranderbaarheid door verbouwing: Interne verbouwingen, variërend van het verplaatsen van een deur of het verwijderen of verplaatsen van een wand tot aan het herzien van de hele (woning) indeling.

Uitbreidbaarheid: Uitbreiden/ inbreiden van het (woon) oppervlak zonder ruimtelijke gevolgen voor omliggende woningen (onafhankelijke uitbreidbaarheid) of met gevolgen voor belendende woningen (afhankelijke uitbreidbaarheid). Het gaat hier om uitbouwen naar voren, achteren, opzij of naar boven. Deels kunnen dergelijke uitbreidingen plaatsvinden zonder uitbreiding van de fundering (op het dak of ten koste van loggia of dakterras). Uitbouwen op begane grond niveau zal echter een extra fundering vergen.

Polyvalentie: Meerdere gebruiksmogelijkheden van de ruimten zonder bouwkundige aanpassingen of hooguit het veranderen van de indeling middels draaideuren, schuifdeuren en schuifwanden. Het gaat hier om een continu proces. veranderingen kunnen jaarlijks, dagelijks of zelfs ieder moment plaatsvinden. (overdag een andere functie dan 's avonds)

### **flexibiliteit op schaalniveau gebouw, eenheid, ruimte**

Flexibiliteit kan op verschillende schaalniveaus plaatsvinden: gebouw, eenheid en ruimte De meest flexibele oplossing is aanpasbaarheid op het schaalniveau van het gebouw. In dat geval kan een gebouw aangepast worden aan een nieuwe functie. De gehele gevel kan bijvoorbeeld vervangen worden en de ontsluiting kan aangepast worden.

Minder flexibel is aanpasbaarheid op het schaalniveau van de eenheid. De wooneenheid of kantooreenheid krijgt een nieuwe gebruiker en wordt daarop aangepast. Dit kan bijvoorbeeld door de installaties te vervangen of de inbouw te vernieuwen. Behalve flexibiliteit zal overmaat van de eenheid de aanpasbaarheid vergroten. Wanneer er geen mogelijkheden zijn voor samenvoeging van eenheden, moet de maat groot genoeg zijn om aan wensen in de toekomst te voldoen. Ook diversiteit van eenheden binnen het gebouw bevordert de aanpasbaarheid: de gebruiker kan verplaatsen binnen het gebouw, het gebouw verandert niet, maar is statisch. Slimme oplossingen zitten dan in slimme stramien maten, waarbinnen meerdere functies een plaats kunnen vinden.

Aanpasbaarheid op het schaalniveau van de ruimte is het minst flexibel. Dit betreft kleine aanpassingen, zoals het verplaatsen van een wandcontactdoos, het opdelen van een ruimte.



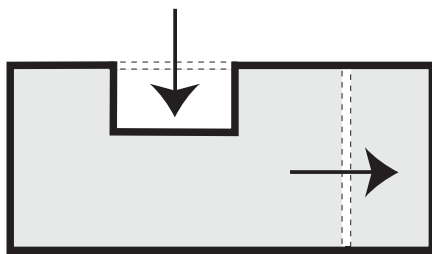
overmaat (alles past)



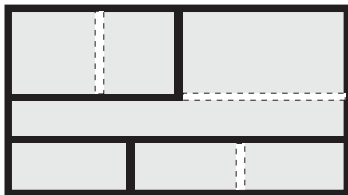
flexibiliteit (gebouw past zich aan)



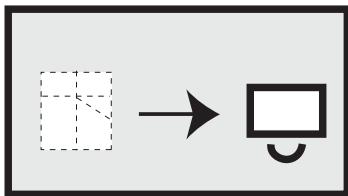
diversiteit (voor elk wat wils)



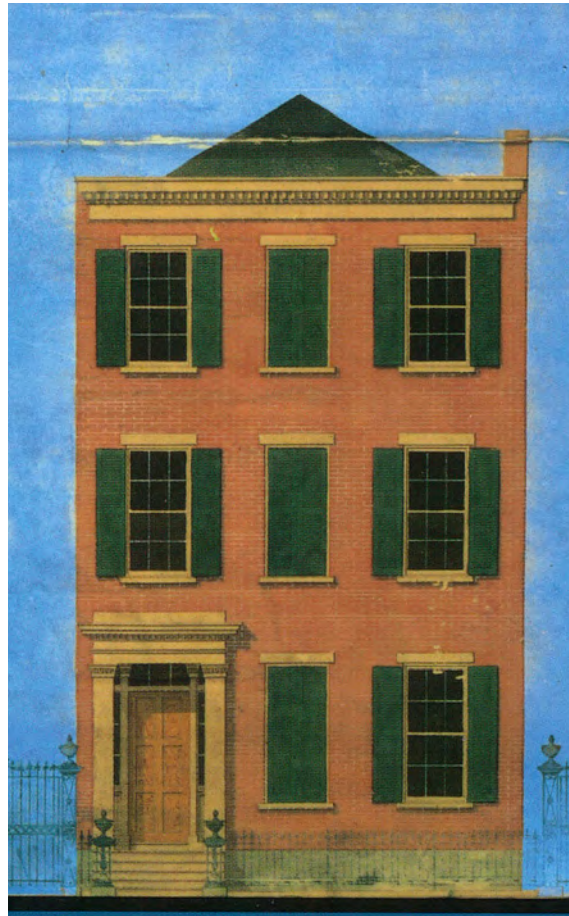
Uitbouwen



Verbouwen



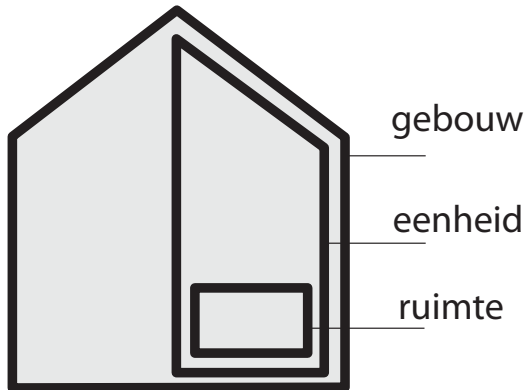
Polyvalent gebruik



Situatie 1857



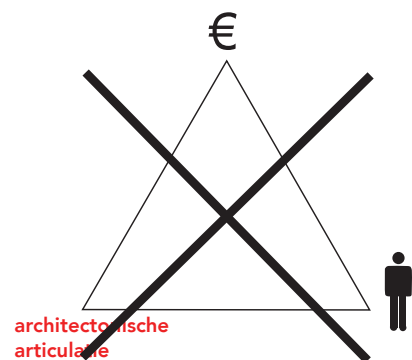
Situatie 1993: aan drie zijden is gebouw uitgebouwd.  
Bron: 'How buildings learn' S. Brand



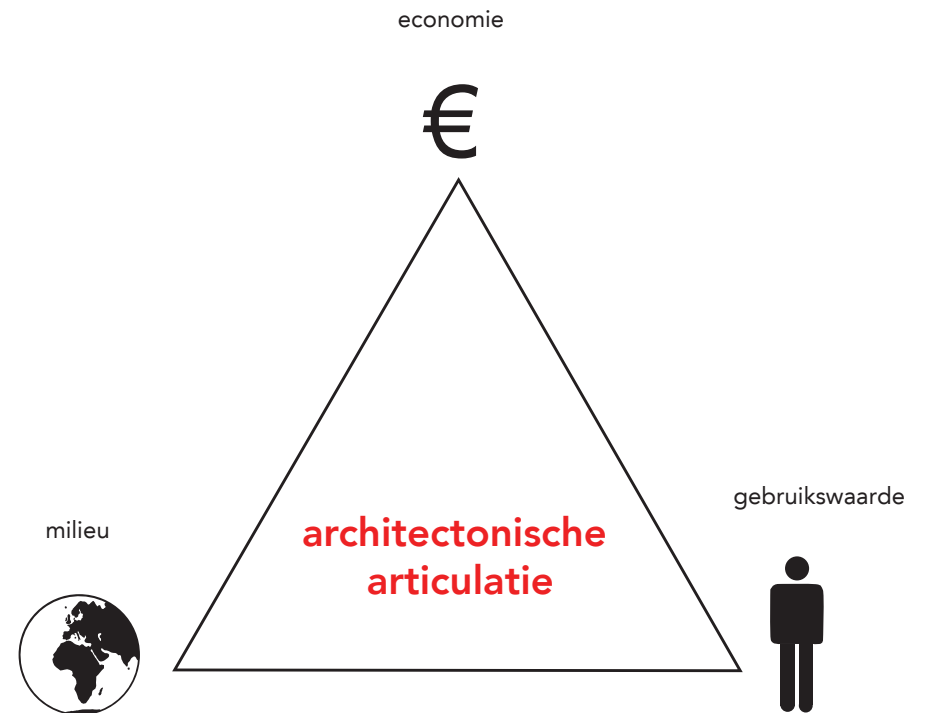
## 6. afwegingskader

Vaak worden afwegingen ten aanzien van de architectonische articulatie gemaakt tussen economie en gebruikswaarde. Het is een doel op zich. Effectieve oplossingen voor de architectonische articulatie zijn geen doel, maar een resultaat van een afweging tussen economie, milieu en gebruikswaarde. Waar deze zich bevindt binnen het driehoek hangt van de opgave af, daarover later meer in de hoofdstukken over de methodiek. De ene keer kan de oplossing meer op gebruikswaarde gericht zijn, een andere keer bevindt de oplossing zich tussen milieu en economie. Deze driehoek is een variant op: people, planet, prosperity, aan de hand waarvan vaak duurzame afwegingen gemaakt worden.

Dit afwegingskader kan gebruikt worden om vragen te stellen bij diverse ontwerpkeuzes: is de oplossing met name gericht op gebruikswaarde, hoe verhoudt de oplossing zich tot milieubelasting?



Traditionele afweging.  
Architectonische articulatie als doel.



architecten van Mourik afwegingskader.  
Architectonische articulatie als gevolg.



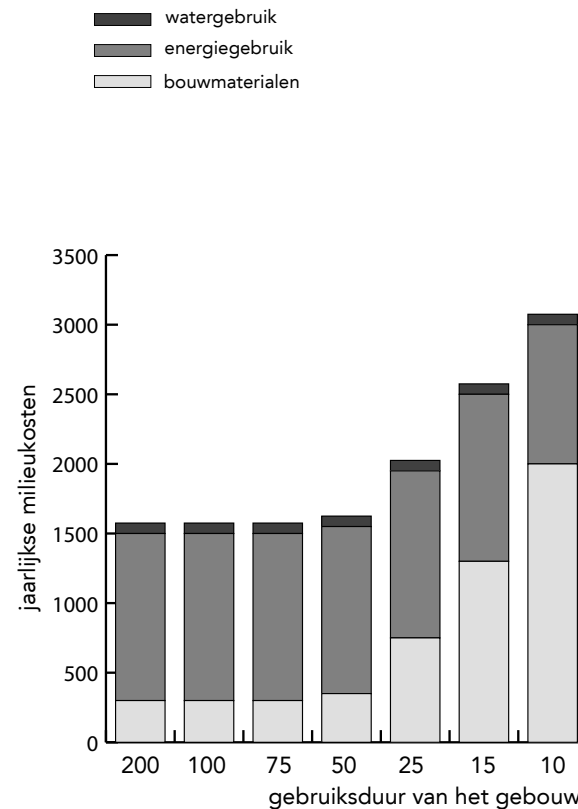
## milieu

Bij het hoekpunt 'milieu' staat het milieu centraal. Hieronder wordt verstaan: niet levende elementen (zoals aarde, water, fossiele brandstoffen, grondstoffen), ecosysteem (flora fauna), hemelkoepel (lucht, licht, warmte) staan centraal. De focus ligt met name op milieu bij gebouwen en bouwelementen die een korte levensduur hebben. In de grafiek hiernaast is te zien dat bij kantoren die een korte levensduur hebben de milieubelasting door bouwmaterialen groter is dan door energiegebruik. Bij een levensduur van 25 jaar wordt het energiegebruik groter. We richten ons in dit onderzoek op de milieubelasting door bouwmaterialen.

Wanneer het accent op milieu ligt, wordt gericht op:

1. Voorkomen van uitputting van grondstoffen. Streven naar kringlopen van materiaal en afval.
2. Voorkomen van uitputting eindige energiebronnen. Door energiegebruik (en CO2 uitstoot) te beperken worden ook gebruikskosten lager. Wanneer het gebouw energie produceert is er zelfs financiële winst te behalen.
3. Voorkomen van uitputting watervoorraad. Ook hierdoor kunnen gebruikskosten verlaagd worden. Streven naar grijswatersysteem.
4. Voorkomen van aantasting van menselijke gezondheid. (smog, geluid, stank).
5. Voorkomen van aantasting van ecosystemen (klimaatverandering, erosie, ..).

Milieukosten van kantoorgebouwen.  
bron: promotieonderzoek A. v.d. Dobbelsesteen.



Universiteit Twente (Zuidhorst), 1964, aangepast in 2006. Door bewust om te gaan met materialen tijdens aanpassingen blijft de milieubelasting beperkt. In dit geval is voor demontabele binnenwanden en goed bereikbare installaties gekozen, die eenvoudig verplaatst en vervangen kunnen worden.



## economie

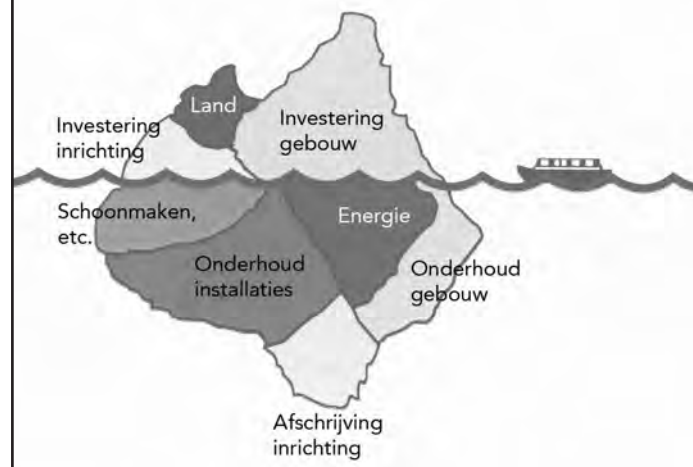
In het hoekpunt 'economie' staan de kosten en opbrengsten centraal. Zowel bij gebouwen met een korte levensduur als lange levensduur kan de focus op economie liggen. Bij gebouwen met een korte levensduur is het wenselijk om de bouwkosten te beperken, bij gebouwen met een lange levensduur is het voordelig om de toekomstige gebruikskosten en leegstandrisico te verlagen. In het beeld hiernaast is de verhouding te zien tussen investerings- en gebruikskosten. Vaak worden alleen de investeringskosten meegenomen. Soms kunnen hogere investeringen leiden tot lagere gebruikskosten (omgekeerde ijsberg). Dit is met name aantrekkelijk voor flexibele gebouwen met een lange levensduur, waarbij de gebruikskosten zwaar wegen. Het is dus interessant om beide mee te nemen in de afweging.

Wanneer het accent op economie ligt, wordt gericht op:

1. Beperking van bouwkosten.
2. Verlaging van gebruikskosten. Dit zijn energiekosten, kosten voor beheer/ onderhoud, tussentijdse aanpassingen aan nieuwe functie, techniek, trend. Extra inkomsten zijn te halen uit verkoop van energie bij een energieproducerend gebouw.
3. Leegstandsrisico verlagen, door het gebouw bruikbaar te maken voor meerdere segmenten van de markt wordt het risico op leegstand verlaagd.
4. Verhoging van markt- of verkoopwaarde van het gebouw.

Investering - exploitatiekosten.

bron: presentatie N. Foster



Universiteit Twente (Zuidhorst), 1964, aangepast in 2006. Voor flexibele gebouwen met een lange levensduur, waar dit gebouw een voorbeeld van is, is het aantrekkelijk om de toekomstige gebruikskosten (energie, beheer en onderhoud, etc.) te beperken.





## gebruikswaarde

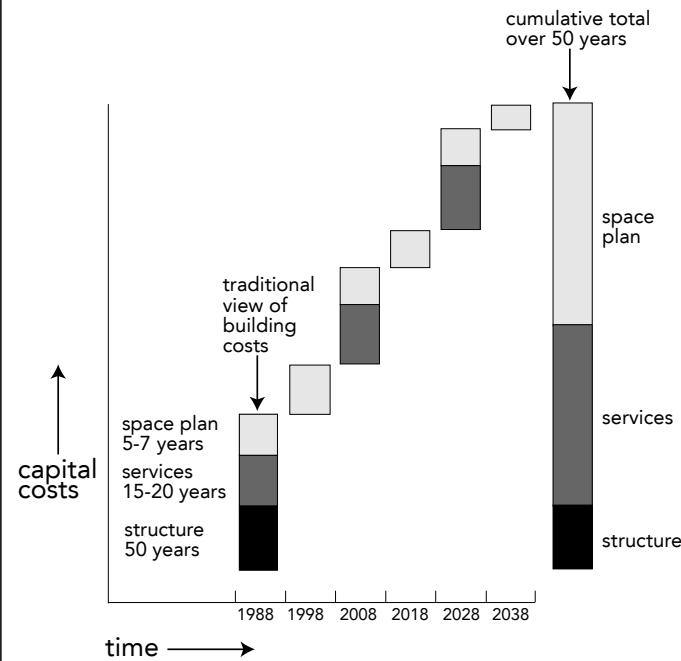
Bij het hoekpunt 'gebruikswaarde' staat de mens centraal. Hieronder verstaan we zowel de gebruiker als de omgeving waarin het gebouw staat. Bij gebouwen met een lange levensduur zal de focus liggen op gebruikswaarde, om hun overlevingskansen te vergroten (wat 'dierbaarheid' wordt genoemd bij de Solids). De constructie moet zo lang mogelijk gebruikt kunnen worden, zodat sloop voorkomen wordt. In de grafiek hiernaast is te zien dat een investering in een permanente structuur in het begin hoog lijkt, maar wanneer deze geschikt is om vaak aan te passen op den duur wegvalt.

Wanneer het accent op gebruikswaarde ligt, wordt gericht op:

1. Verhogen functionaliteit
2. Vergroten belevingswaarde
3. Vergroten van flexibiliteit (verlengen functionele levensduur).
4. Vergroten van identiteit binnen zijn omgeving.
5. Beperking van beheer, onderhoud van gebouw

Diagram van kosten in de tijd.

bron: F. Duffy en A. Henney, 'The changing city', Londen, 1989

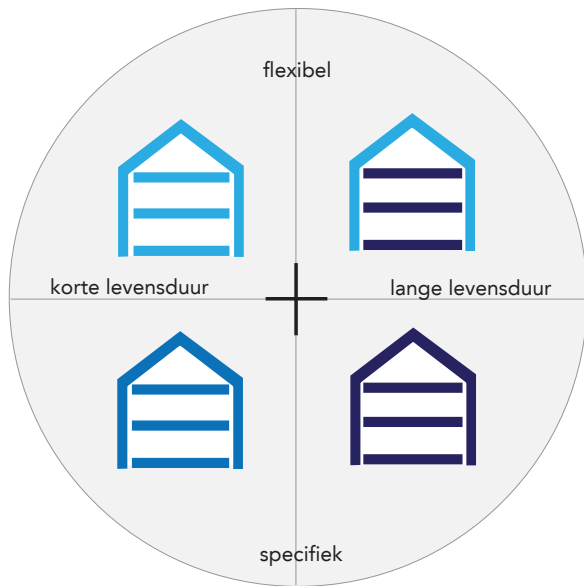


Universiteit Twente (Zuidhorst), 1964, aangepast in 2006. De constructie is behouden, terwijl de inrichting en installaties geheel zijn aangepast. Wanneer alle kosten meegeenomen worden, vallen de kosten van de constructie weg tegenover de kosten voor aanpassingen. De investering in een goede permanente structuur, die veel flexibiliteit in zich heeft, verdient zich op de lange termijn terug.

## 7. methodiek

Het doel van dit onderzoek is om tot een methodiek te komen die leidt tot efficiënte en effectieve keuzes. De methodiek bestaat uit drie stappen: ten eerste wordt het scenario vastgesteld, vervolgens wordt de positie binnen het afwegingskader bepaald en tot slot de strategie per bouwelement om tot een ontwerp te komen. Essentieel in de methodiek is het afwegingskader, waar de focus van het project bepaald wordt.

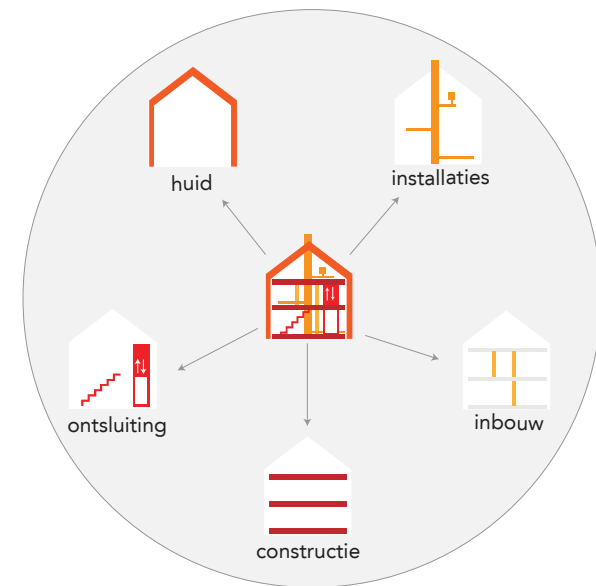
Wat houden deze drie stappen in? De scenario's worden bepaald door de verwachte levensduur en mate van flexibiliteit van een gebouw te onderzoeken. Wanneer een gebouw flexibel is en veel veranderingen op kan nemen, kan de levensduur steeds weer verlengd worden. Wanneer een gebouw specifiek is, is flexibiliteit niet aan de orde. Het afwegingskader wordt bepaald door de thema's milieubelasting, gebruikswaarde, economie. De architectonische articulatie is een resultaat van een afweging: bij de ene opgave is deze gericht op milieu, bij een andere ligt dit meer tussen economie en gebruikswaarde in. De strategieën worden per bouwelement (constructie, ontsluiting, huid, installaties en inbouw) bepaald. Deze bouwelementen hebben elk een eigen levenscyclus die per scenario anders is. Wanneer het gebouw flexibel is, zullen de levenscycli sterk uiteen lopen. De inbouw kan vele keren worden aangepast binnen de levensduur van de constructie. Hierbij spelen verbindingen een cruciale rol in het ontwerp. Bij een specifiek gebouw zijn de levenscycli allemaal even lang als de gehele levensduur.



1. scenario



2. zwaartepunt



3. strategie

## 8. scenario's

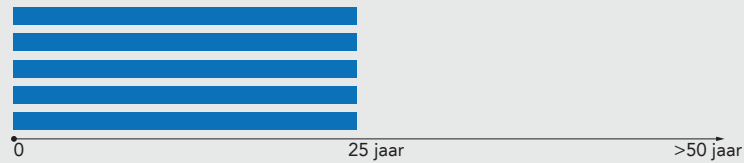
De scenario's zijn uiteen gezet tussen de assen levensduur en mate van flexibiliteit. Het verschil tussen een korte en lange levensduur is 25 jaar. Enerzijds omdat dit de grens is dat bouw materiaal minder zwaar gaat wegen dan energiekosten. Anderzijds omdat dit vaak het kritische moment is bij een gebouw: flink aanpassen van gevel en installaties, of sloop? Daarnaast is specifiek tegenover flexibel gezet. Een gebouw is specifiek voor een functie ontworpen of flexibel. De keuze is onafhankelijk van de soort functie: een winkel kan ontworpen worden als een flexibel gebouw, zoals de H&M, of als een specifiek gebouw, zoals de Prada winkels. In het schema hiernaast zijn de verschillen in eigenschappen, wat betreft levensduur en flexibiliteit, tussen de scenario's in beeld gebracht. De scenario's met veel flexibiliteit kunnen meerdere cycli hebben aangezien ze aangepast kunnen worden. Door deze aanpassingen kan de levensduur verlengd worden. De vraag welk scenario van toepassing is staat bij de definiering van de opdracht centraal. De keuze voor een scenario hangt onder andere af van de locatie, opdrachtgever, soort functie, en budget.



specifiek korte termijn



esthetische levensduur  
installatietechnische levensduur  
functionele levensduur  
economische levensduur  
bouwtechnische levensduur



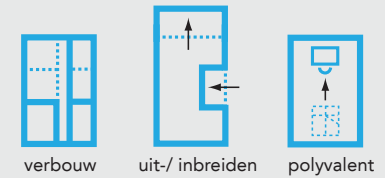
geen flexibiliteit



flexibel korte termijn



esthetische levensduur  
installatietechnische levensduur  
functionele levensduur  
economische levensduur  
bouwtechnische levensduur



specifiek lange termijn



esthetische levensduur  
installatietechnische levensduur  
functionele levensduur  
economische levensduur  
bouwtechnische levensduur



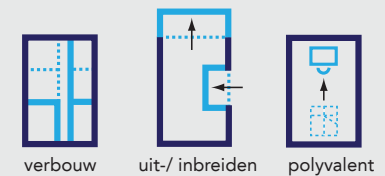
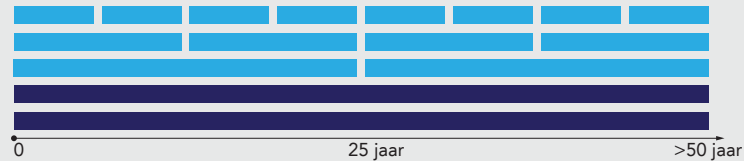
geen flexibiliteit



flexibel lange termijn



esthetische levensduur  
installatietechnische levensduur  
functionele levensduur  
economische levensduur  
bouwtechnische levensduur



## 8.1 specifiek korte termijn

De levensduur van dit scenario is korter dan 25 jaar. Het is specifiek voor een functie ontworpen: er kunnen daarnaast weinig aanpassingen plaatsvinden om de levensduur te verlengen. Als de levensduur voorbij is, wordt het gebouw afgebroken. Dit scenario kan worden toegepast wanneer een gebouw op een plek staat waar vaak veranderingen optreden, een functie dat om weinig flexibiliteit vraagt, weinig budget is en de opdrachtgever wil dat in geval van een verandering (veel functiewisseling/ instabiele markt) het gebouw afgebroken kan worden. Ook kan het toegepast worden in het geval van een eenmalig evenement of voor specifieke tijdelijke gebouwen zoals clubhuizen.

Het zwaartepunt binnen het afwegingskader ligt bij de beperking van de milieubelasting en bouwkosten: gezien de korte levensduur is dat het meest effectief. Deze gebouwen zijn slank en licht om het materiaalgebruik en energiegebruik (tijdens het bouwproces en het transport) te beperken. Het gebouw wordt na zijn gebruiksduur afgebroken en het grootste deel van de materialen wordt verbrand (waarbij energie vrijkomt), gerecycled of gecomposteerd. We noemen deze gebouwen ook wel wegwerp gebouwen.



1. Lacaton Vassal, Latapie House, Floirac, Frankrijk. Woning van eenvoudig en recyclebaar materiaal.
2. XX Architecten, eigen kantoor, Delft. constructie van hout, kartonnen installatie kanalen. Levensduur materialen = gebruiksduur (20 jaar).
3. BAR architecten van Mourik, Duimdrop (speelgoeduitleenpunt), 35 verschillende locaties. Staalconstructie ingevuld met houten beplating. Buitenste laag bestaat uit persroosters.

## 8.2 flexibel korte termijn

De levensduur van dit scenario is korter dan 25 jaar. Het is ontworpen als een flexibele structuur. Het kan eenvoudig aangepast worden aan nieuwe wensen en eisen, als er een nieuwe gebruiker in het gebouw trekt. Ook kan het na zijn levensduur eenvoudig afgebroken worden. Dit scenario is denkbaar op plekken waar veel dynamiek is, een functie waarbij flexibiliteit wenselijk is en vaak veranderingen optreden, of voor opdrachtgevers/ investeerders die slechts een korte periode kunnen overzien. Het scenario is bijvoorbeeld geschikt voor functies als kantoren, tijdelijke studentenwoningen of scholen. Ook voor gebouwen voor terugkerende evenementen, of strandpaviljoens.

Het zwaartepunt binnen het afwegingskader ligt bij de beperking van de milieubelasting en verhogen van het gebruiksgemak. Deze gebouwen zijn demontabel, flexibel, bestaan uit industrieel vervaardigde bouwcomponenten, slank en licht (beperking materiaal en energiegebruik voor transport en bouwproces). Lichte gebouwen zullen in de toekomst aantrekkelijker worden door toename van transportkosten als gevolg van het huidige beleid, waarbij 'de vervuiler betaalt'. Lichte geprefabriceerde systemen hebben daarnaast voordelen voor kleine bouwplaatsen, en zijn zeer geschikt voor binnenstedelijke gebieden. Tijdens de levensduur van het gebouw kunnen ruimten verbouwd worden en eenheden worden uitgebreid. Wanneer het gebouw wordt afgebroken (oftewel gedemonteerd) kan een groot deel van de bouwelementen hergebruikt worden (element ergens anders opnieuw gebruiken). Vele nieuwe configuraties zijn daarbij denkbaar.



1. W. Sobek, huis R 128, Stuttgart, Duitsland, 2000. Geheel demontabele woning. Licht en minimaal materiaalgebruik.
2. Architecten van Mourik, WOL, VU Amsterdam, ontwerp 2009. Niet gerealiseerd. Zie bijlage.
3. Korteknie Stuhlmacher, de Kamers, Vathorst, 2007. Het gebouw is 'op de groei' ontworpen. Het bestaat uit houten kubusvormige volumes. Er is eenvoudig door te bouwen op dit systeem.

## 8.3 specifiek lange termijn

Bij dit scenario heeft het gebouw een levensduur die langer is dan 25 jaar. Het ontwerp is specifiek. Het gebouw hoeft niet aangepast te kunnen worden. Na zijn levensduur wordt het gesloopt. Dit scenario kan worden toegepast op stabiele locaties, voor specifieke functies die niet aan verandering onderhevig zijn en voor opdrachtgevers die een lange tijd vooruit kijken en een hoog budget hebben. Voorbeelden zijn de winkels van Prada of een specifieke woning zoals een villa.

Het zwaartepunt binnen het afwegingskader ligt bij het verhogen van de gebruikswaarde en het verlagen van de gebruikskosten. Mensen moeten het gebouw gaan waarderen, waardoor de overlevingskans wordt vergroot. In tegenstelling tot de flexibele gebouwen voor lange termijn, passen deze gebouwen zich niet aan aan de gebruiker, maar de gebruiker voegt zich naar het gebouw. Ook het beperken van de gebruikskosten is effectief, zoals het beperken van onderhoud en energieverbruik. Hiervan kan gedurende de gehele levensduur van geprofiteerd worden. De flexibiliteit blijft beperkt tot het aanpassen van installaties, kozijnen en eventueel een inbouw wand. Door enige overmaat of diversiteit is het nog bruikbaar voor andere functies. Een goed voorbeeld is Villa Rotonda, dat zich niet aanpast aan de gebruiker, maar andersom.



1. Duiker, Openluchtschool, Amsterdam, 1932. Specifiek ontwerp: form follows function. Minimaal ontworpen: kolommen op hogere verdiepingen slanker dan op begane grond. Nog steeds in gebruik als school.

2. Dominicaner kerk, Maastricht, eind 13de eeuw. In 2006 verbouwd door Merckx & Girod, tot boekhandel. Door een flinke overmaat is de kerk voor vele doeleinden te gebruiken.

3. Neutelings Riedijk, Minnaert gebouw Universiteit Utrecht, 1997. Slim koelsysteem: er wordt gebruik gemaakt van zwaar gebouw en in een bassin wordt regenwater opgevangen en van daaruit rondgepompt.



## 8.4 flexibel lange termijn

Gebouwen hebben in scenario een levensduur die langer is dan 25 jaar. Dit scenario kan de meeste veranderingen opnemen: niet alleen kunnen panelen, inbouw of installaties eenvoudig vervangen worden, ook kan herbestemming plaatsvinden. De gebouwen bestaan uit een permanente structuur en tijdelijke (demontabele of wegwerp) elementen, dat het mogelijk maakt om het gebouw relatief eenvoudig aan te kunnen passen aan de wensen en eisen van de (nieuwe) gebruiker. Dit scenario is bijvoorbeeld van toepassing op stabiele locaties, voor functies die aan verandering onderhevig zijn en voor opdrachtgevers die een lange tijd vooruit kunnen kijken en willen investeren in een goede permanente structuur, zoals woningbouwcoöperaties, overheid of instellingen als ziekenhuizen of universiteiten. Ook voor kantoorgebouwen kan het van toepassing zijn. Verhuurkantoren hebben vaak weinig identiteit, omdat ze voor elk kantoor geschikt moeten kunnen zijn en de verhuisfrequentie hoog is. Door dit scenario toe te passen, kan een deel van de gevel vrij indeelbaar worden gemaakt, waarbij de gebruiker zijn identiteit kan tonen. Ook de inrichting kan zonder hoge kosten en milieubelasting aangepast worden. Hierdoor wordt, zonder grote investeringen, de kans op leegstand beperkt.

Aangezien in dit scenario de voorgaande scenario's samenkomen ligt ook het zwaartepunt binnen het afwegingskader bij alle drie de thema's. Door te investeren in een goede permanente structuur, met veel flexibiliteit, wordt de overlevingskans vergroot. De tijdelijke bouwelementen hebben een lage milieubelasting.



1. Yositaka UTIDA, Shu-Ko-Sha Architectural and Urban Design Studio, Next 21, Osaka, Japan, 1994. Permanent betonskelet, met flexibel houten gevelsysteem.

2. architecten van Mourik, Universiteit Twente (Zuidhorst) Enschede, 1964. Aanpassing van gevel, installatietechniek en inbouw in 2006.

3. Cepezed, Westraven, Utrecht, begin jaren '70. Aangepast in 2007. Hergebruik van oude constructie en uitbouw in de plint.

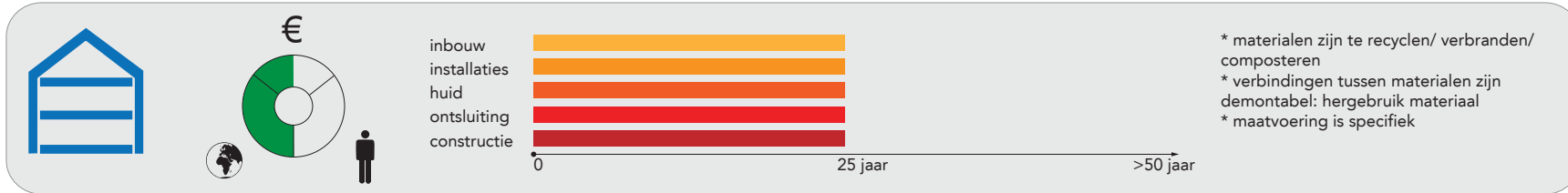
## 9. strategieën

Wanneer een duurzaamheidsscenario is vastgesteld voor het gebouw en daarmee de opgave is gedefinieerd, wordt de focus binnen het afwegingskader vastgesteld. Vervolgens kan per bouwelement de strategie bepaald worden. Binnen een gebouw wordt onderscheid gemaakt tussen de bouwelementen: constructie, ontsluiting, huid, installaties, en inbouw. De bouwelementen hebben elk een eigen levensduur: de inbouw gaat korter mee dan de constructie en ontsluiting. Door de juiste materialen toe te passen voor bouwelementen wordt efficiënt en effectief gebruik gemaakt van het bouw-materiaal.

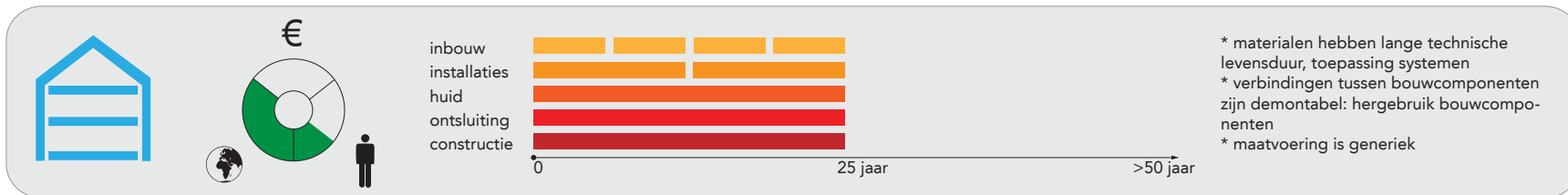
Bij de strategieën wordt gestreefd naar hergebruik. Hergebruik kan op verschillende niveaus plaatsvinden: hergebruik van het gebouw (constructie wordt aangepast voor een nieuwe gebruiker), hergebruik van de bouwelementen (gehele product of component wordt geheel hergebruikt) en recycling (hergebruik van het materiaal door bijvoorbeeld omsmelting). Voor succesvol hergebruik is het van belang om tijdens het ontwerp na te denken over demontage. Met hergebruik van de constructie is de meeste winst te behalen wat betreft milieubelasting. Dit voorkomt het neerzetten van een nieuwe constructie, die voor 60-70% verantwoordelijk is voor de milieubelasting door bouwmaterialen. Ook in de 'Trias Ecologica', ofwel de drie-stappen -strategie, is dit stap 1.

1. Voorkom onnodig gebruik (hergebruik het gebouw, materiaalgebruik minimaliseren)
2. Gebruik eindeloze bronnen (zoals hout, vlas, ...)
3. Gebruik eindige bronnen effectief (slank construeren, gebruik secundaire grondstoffen, gebruik sloop of kringloop materiaal, maak constructies demontabel, prefab onderdelen)

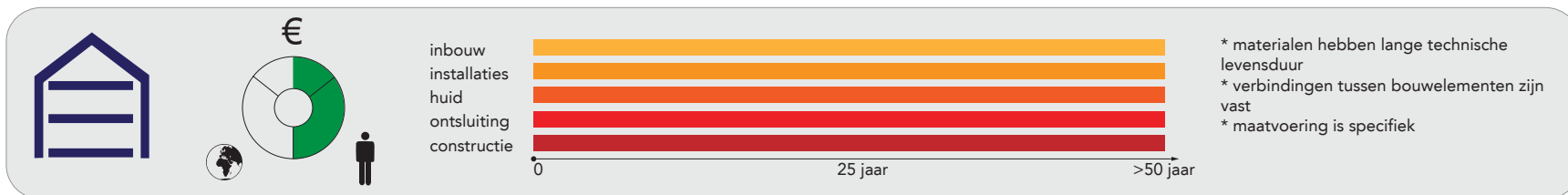
specifiek korte termijn



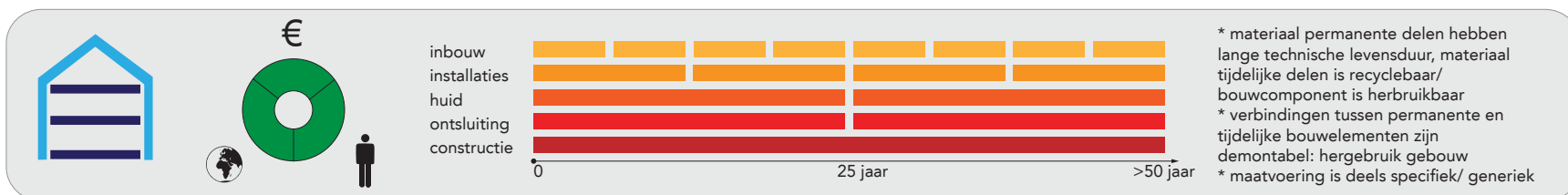
flexibel korte termijn



specifiek lange termijn



flexibel lange termijn



## 9.1 specifiek korte termijn

- Streven naar hergebruik van materiaal: tijdens ontwerpproces nadenken over demontage van elementen en recycling van materiaal.
- Bouwmethodiek: specifieke elementen, efficiënt (overspanning - dimensionering), eenvoudig op te bouwen en af te breken.
- Maatvoering: specifiek
- Materiaal: vernieuwbaar, licht, composteerbaar, recyclebaar, verbrandbaar
- Ontsluiting: eenvoudig te monteren en demonteerbaar.
- Ontsloten eenheden: specifiek
- Gevelsysteem: specifiek voor de opgave. Binnenklimaat reguleren met huid.
- Installaties: zoveel mogelijk beperken ivm korte levensduur
- Verticale infrastructuur installaties: meerdere verticale stijgpunten, of centrale schacht.
- Horizontale infrastructuur installaties: simpel en goedkoop. Weinig milieubelastend.
- Begin- en eindpunten van installaties: eenvoudige installaties.
- Verbindingen tussen bouwelementen/ materialen: demontabel, droge verbindingen. Materialen kunnen los van elkaar gerecycled worden.

Deze gebouwen zijn opgebouwd uit bouwelementen met een korte levensduur (< 25 jaar) en die weinig flexibel zijn. De bouwelementen worden niet vaak aangepast: de inrichting en installaties worden hooguit één keer aangepast of vervangen. Het is effectief om de oplossingen te richten op beperking van milieubelasting en bouwkosten. Als de levensduur van het gebouw en bouwelementen beëindigd is, worden de bouwelementen verbrand, gerecycled of gecomposteerd. De materialen zijn zonder veel emissies te vernietigen of te recycleren. Goede recycling begint bij het ontwerp stellen afvalverwerkers (SBR congres Recyclebaar Bouwen, mei 2009). Door tijdens het ontwerpproces al rekening te houden met demontage is de kans op een kwalitatief goede recycling het grootste. De beste kwaliteit is te behalen met recycling van zuiver materiaal, geen gemengd afval. De materialen zijn daarnaast licht, zodat energie voor productie, transport, bouw en demontage beperkt blijft. Demontabele verbindingen zorgen ervoor dat de materialen van elkaar gescheiden en onafhankelijk van elkaar gerecycled kunnen worden. Om kosten te beperken zal de huid het binnenklimaat zoveel mogelijk moeten reguleren (bijvoorbeeld juiste oriëntatie van raamopeningen), om veel dure installaties te voorkomen.

### constructie

**Bouwsysteem:** Hoewel flexibiliteit bij deze strategie geen vereiste is, heeft toch een lichte en slanke skeletconstructie de voorkeur om het materiaalgebruik te beperken. Een nadeel van een lichte constructie is dat het een laag accumulerend vermogen heeft en daarom vaak meer installaties nodig heeft voor koeling en verwarming.

**Materiaalkeuze:** Voorkeur gaat uit naar lichte vernieuwbare



Voorbeeld constructie: Singapore biennale pavilion. Shigeru Ban. Constructie van kartonnen kokers, verbinding van staal.

(oneindige) materialen, die composteerbaar of verbrand kunnen worden. Voorbeelden zijn FSC hout, bamboe, karton, leem, strobalen. Ook recyclebare kunststoffen zijn geschikt. Om een goede keuze te maken ten aanzien van milieubelasting kan het deel 'Draagconstructies' van het NIBE Basiswerk worden toegepast.

### ontsluiting

Ontsluiting: Een ontsluitingsprincipe dat eenvoudig te monteren en demonteren is aan het gebouw, is de ladder of een galerijconstructie, zoals steigers aan een gebouw.

Materiaal: Vernieuwbare grondstoffen zijn hout of bamboe. Uit het NIBE Basiswerk deel 'Gevels en daken' blijkt dat een trap van Europees vuren hout (duurzame bosbouw) of meranti (duurzame bosbouw) het milieu weinig belasten.

### huid

Gevelsysteem: Een gevelconstructie met beplating is licht en eenvoudig te verwijderen. Hoeveelheid installaties zou beperkt moeten worden om kosten te beperken voor de korte levensduur. De gevel neemt functies van de installaties over (zoals passief verwarmen door grote ramen op het zuiden en kleine op het noorden, koelen door gebruik te maken van grasdak of regenwater, ventilatie door gebruik te maken van een 'schoorsteen effect').

Materiaal. Voor de beplating zijn oneindige bronnen geschikt, zoals hout, bamboe, textiel of recyclebare kunststoffen. Verduurzaamd hout is slecht te verwerken en daarom af te raden om te gebruiken. Het verduurzamen van hout is nu sterk in ontwikkeling. Als isolatiemateriaal kan schapenwol of vlasplaten worden gebruikt. Kozijnen zijn bij voorkeur van FSC hout.

Om een goede keuze te maken ten aanzien van milieubelasting kan het deel 'Gevels en daken' van het NIBE Basiswerk worden toegepast.



Voorbeeld ontsluiting: houten ladder.

Voorbeeld huid: gevel bekleding van hergebruikt hout.



## installaties

Infrastructuur: Verticale leidingen kunnen worden ondergebracht in schachten op specifieke plekken, waarbij de schachten van een milieuvriendelijk materiaal zijn gemaakt (bijvoorbeeld karton, zoals bij kantoor XX Architecten). Horizontale leidingen zijn goed bereikbaar, ze zijn compact en van een materiaal dat te verbranden of recycelen is (zoals karton).

Apparaten en technische ruimte: deze hebben een kortere levensduur en zijn eenvoudig te vervangen. In deze strategie worden apparaten zoveel mogelijk beperkt om kosten te besparen.

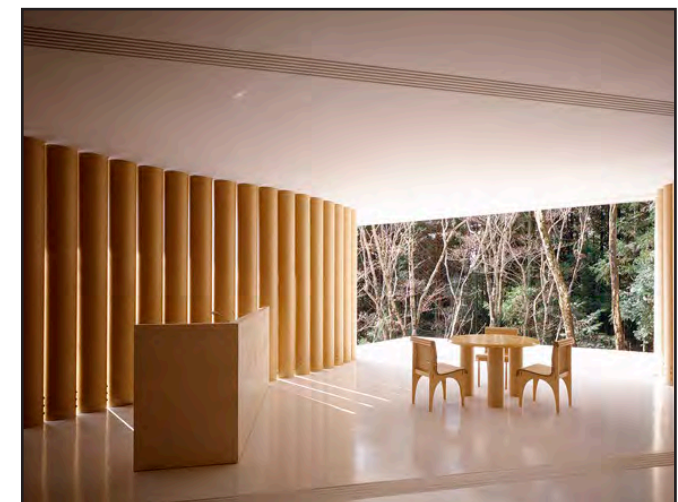
## inbouw

Materiaal: Vaak worden voor elementwanden gipskartonwanden gebruikt. Hoewel gips uitstekend recyclebaar is, worden gipskartonwanden door NIBE negatief beoordeeld: ze zitten in milieuklasse 4 en 5, terwijl 3 acceptabel is. Een betere optie met vergelijkbare bouwkosten, maar minder hoge milieukosten blijkt een elementwand van spaanplaat of MDF te zijn. Andere opties zijn scheidingswanden van textiel, kurk of karton. Voor vloeren is tapijt een afbreekbaar product (Shaw heeft bijvoorbeeld C2C gecertificeerd tapijt dat na de gebruiksduur teruggenomen wordt om te recycelen). Ook wordt er geëxperimenteerd met hergebruik van materiaal: zo bestaan er tegels van vliegtuigbanden, opgebouwd uit rubber + jute. Om een goede keuze te maken ten aanzien van milieubelasting kan het deel 'Afwerkingen' of 'Dragconstructies' van het NIBE Basiswerk worden toegepast.

Verbinding: Demontabel, zodat materialen van elkaar los te maken zijn, zodat ze gerecycled kunnen worden. Bij voorkeur geen lijmverbindingen.



Voorbeeld installaties: kantoor XX Architecten, Delft. Installatiekanalen van kartonnen kokers.



Voorbeeld inbouw: Paper house, Yamanashi. Shigeru Ban. S-vormige Inbouwwand van kartonnen kokers.

## 9.2 flexibel korte termijn

- Streven naar hergebruik van bouwelementen (tijdens ontwerpproces al nadenken over demontage van elementen)
- Bouwmethodiek: systemen, demontabel, flexibel, compact, licht, efficiënt (verhouding tussen overspanning - dimensionering)
- Maatvoering: generiek, afhankelijk van systeem
- Materiaal: maatvast, demontabel, licht, lange technische levensduur
- Ontsluiting: eenvoudig te monteren, verplaatsen en demonteren.
- Ontsloten eenheden: vrij indeelbare ruimten.
- Gevelsysteem: flexibel, demontabel, uitbreidbaar. Binnenklimaat reguleren met huid.
- Installaties: minimaal ivm korte levensduur
- Verticale infrastructuur installaties: meerdere verticale stijgpunten, of goed bereikbare centrale schacht(en).
- Horizontale infrastructuur installaties: goed bereikbaar, vrije indeling vloer mogelijk.
- Begin- en eindpunten installaties: eenvoudige installaties, eindpunten eenvoudig te verplaatsen.
- Verbindingen tussen bouwelementen: demontabel, droge verbindingen. Systemen kunnen hergebruikt worden.

Deze gebouwen zijn opgebouwd uit bouwelementen die een korte levensduur (< 25 jaar) hebben en zeer flexibel zijn. De bouwelementen zijn lichte systemen en demontabel: ze kunnen daarom eenvoudig verplaatst, vervangen en eenheden uitgebreid worden. Systemen besparen niet alleen tijd tijdens het bouwproces, maar het maakt aanpassingen tijdens de gebruiksfase ook eenvoudig. De systemen zijn her te gebruiken. De technische levensduur van de materialen is langer dan de gebruiksduur: de materialen kunnen elders nog een levenscyclus tegemoet. Het hangt van de opgave af op welk schaalniveau het gebouw flexibel is: het kan zijn dat tussenvloeren eenvoudig aangebracht moeten kunnen worden om eenheden op te splitsen, of dat er slechts inbouwwanden verplaatst moeten kunnen worden. Aangezien alle bouwelementen eenvoudig aangepast kunnen worden, hebben ze een verschillende levensduur. De constructie gaat het langste mee en bepaalt de levensduur van het gebouw, terwijl de inbouw in die tijd wel in een aantal verschillende opstellingen kan staan. Ook gevelpanelen kunnen eenvoudig vervangen worden en de infrastructuur van de installaties kan verplaatst worden. Installaties (apparaten en infrastructuur) worden zoveel mogelijk beperkt door de korte levensduur. Het binnenklimaat wordt zoveel mogelijk door de gevel gereguleerd (natuurlijke ventilatie, de plaats van de raamopeningen afhankelijk van de orientatie). Bij Slimbouwen, dat een voorbeeld is van dit scenario, ligt de nadruk op de integratie van installaties in het bouwproces: op ontkoppelen en organiseren van de grote hoeveelheid kabels en leidingen. De oplossingen zijn gericht op beperking van milieubelasting en vergroten van gebruikswaarde en gebruiksgemak. Voorbeelden zijn te vinden bij Slimbouwen, waar gestreeft wordt naar lichte en



Voorbeeld constructie: Citizin M Hotel, Amsterdam. Concrete Architecten. Hotel is opgebouwd uit Modcon units, die de hotelkamers vormen.

efficiënte gebouwen.

## constructie

Bouwmethodiek: Bij flexibiliteit op het schaalniveau van het gebouw is een kolomstructuur of zijn wanden met openingen een optie. Vloeren met mogelijkheid voor sparingen (uitbreiden), of sparingen met mogelijkheid om deze te dichten (inbreiden). Bij flexibiliteit op schaalniveau eenheid- of ruimte kunnen woon- of kantooreenheden gesloten eenheden zijn (denk aan systemen die bestaan uit units, zoals van de Meeuw of Modcon). Hoogte kan gewonnen worden door toepassing van holle vloeren, zoals Infra+ (Slimline) of Holcom-vloer, waar leidingen in opgenomen kunnen worden. Leidingen kunnen dan eenvoudig gerepareerd of vervangen worden. Ook maakt dit de plattegrond vrij indeelbaar. De maatvoering is in deze strategie afhankelijk van systeemmaten.

Materiaalkeuze: Hout is maatvast, licht en heeft een lagere milieubelasting dan staal en beton. Ook hergebruik van staalprofielen is een goede optie. Op dit moment worden 49% van de profielen balkstaal hergebruikt (MRPI blad). Ook wordt wereldwijd 45% van het staal gerecycled: laagwaardig schroot wordt hoogwaardig staal. Recycling kost 45% minder energie dan dan het vervaardigen van nieuw staal uit ijzererts. Lichte constructies besparen energie tijdens het bouwproces, maar een keerzijde is dat lichte constructies minder accumulerend vermogen hebben (er zijn meer installaties nodig). Om een goede keuze te maken ten aanzien van milieubelasting kan het deel 'Draagconstructies' van het NIBE Basiswerk worden toegepast.

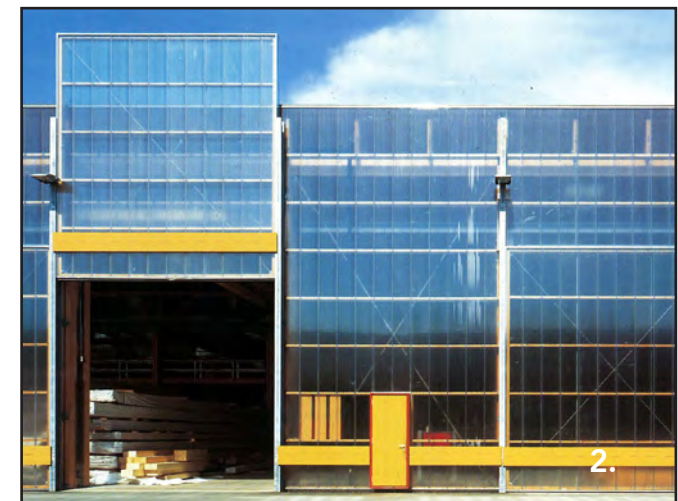
## ontsluiting

Ontsluiting: Een galerij ontsluiting, op basis van een systeem, is eenvoudig aan een gebouw te plaatsen is. Deze is eventueel ook her te gebruiken, zeker als het onderdeel uitmaakt van een systeem. Een galerijontsluiting maakt de ruimte aan de galerij vrij indeelbaar. Een corridor ontsluiting zorgt ook voor een flexibele indeling: ruimten aan beide zijden van de corridor zijn vrij indeelbaar.

Materiaal: Zowel staal, hout als beton zijn maatvast. Voorkeur gaat daarbij uit naar hout, bij noodtrappen naar prefab staal of beton. Uit het NIBE Basiswerk deel 'Gevels en daken' blijkt dat zowel een prefab beton trap en zeker een staaltrap met meranti treden hoge milieukosten met zich meebrengen.

## huid

Gevelsysteem. Bij een gevel met een gevelconstructie en prefab sandwichpanelen zijn de panelen eenvoudig te vervangen, uitbreidingen binnen de gevelconstructie zijn mogelijk, buitenruimten zijn te maken. Een andere optie is een tweede huid gevel, waarbij een tweede huid dient om wind en geluid te weren. Aangezien de laag los gekoppeld is van de thermische schil is deze relatief eenvoudig te vervangen en aan te passen aan een nieuwe gebruiker. Bij een klimaatgevel, waarbij de buitenste schil de thermische schil is, is dit niet mogelijk. Ook bestaan er gevelelementen waarin installaties zijn opgenomen: het element is, net als een apparaat, aan de hoofdleiding infrastructuur in de vloer te koppelen. De maatvoering is in deze strategie afhankelijk van de systeemmaten. Ook bij deze strategie worden functies van de installaties zoveel mogelijk overgenomen door de gevel, om dure installaties te voorkomen (positie van raamopeningen, passieve





zonne-energie voor verwarmen, regenwater voor koelen, natuurlijke ventilatie).

**Materiaal:** Bij voorkeur hout, maar dit vraagt veel onderhoud (afhankelijk in hoeverre het hout verduurzaamd is). Beplating van steenachtige materialen hebben een hogere milieubelasting dan hout, maar hebben ook een lange technische levensduur (en is ook her te gebruiken) en vraagt minder onderhoud. Voor raam- en deurkozijnen zijn houten kozijnen de minst milieubelastende optie. Om een goede keuze te maken ten aanzien van milieubelasting kan het deel 'Gevels en daken' van het NIBE Basiswerk worden toegepast.

### installaties

**Infrastructuur:** De verticale leidingen kunnen in schachten ondergebracht zijn, waarbij meerdere kleine schachten de voorkeur heeft aangezien dit kleinere leidingdiameters mogelijk maakt en dit het leidingennetwerk overzichtelijk houdt. De horizontale leidingen kunnen in een holle vloer (of wand) geïntegreerd worden, waarbij een goede bereikbaarheid een voorwaarde is. Het gebouw blijft op die manier slank en de verdiepingshoogte beperkt. In de ondervloer kan ook betonkernactivering worden opgenomen (zie Wol-gebouw in bijlage). De topvloer kan eenvoudig weggenomen worden, zodat eindpunten verplaatst kunnen worden. Hierdoor ontstaat een vrij indeelbare vloer. Flexibiliteit wordt vergroot door het maken van een rasterplan met een fijne rastermaat. Binnen dit raster kan CO2 of temperatuur gemeten worden. Op die manier zijn eenheden eenvoudig op te delen en samen te voegen.

**Apparaten en technische ruimte:** Bij een demontabel gebouw moeten de apparaten, zoals de verwarmingsketel, luchtbe-

handelingunit, airco, goed bereikbaar zijn en eenvoudig te vervangen.

### inbouw

**Materiaal:** Systemen van glas en staal zijn maatvast. Door NIBE worden elementwanden op basis van hout (duurzame bosbouw) het beste beoordeeld. Rubber of stenen vloer-tegels zijn eenvoudig te vervangen en verwijderen. Gyproc Cable Stud wand biedt mogelijkheden om eindpunten van installaties te verplaatsen. Om een goede keuze te maken ten aanzien van milieubelasting kan het deel 'Afwerkingen' of 'Draagconstructies' van het NIBE Basiswerk worden toegepast.

**Verbindingen:** Demontabel, zodat systemen eenvoudig los te maken zijn van de gevel of constructie. Droge verbindingen hebben daarom de voorkeur (bijvoorbeeld stripjes).

1. Voorbeeld ontsluiting: Centre Pompidou, Parijs. R. Rogers & R. Piano

2. Voorbeeld huid: fabriekshal, Bobingen. Florian Nagler Architekten

3. Voorbeeld: Installaties: Kantoor, Nantes. Lacaton Vassal

4. Voorbeeld inbouw: interieur Pharostoren, Hoofddorp. Architecten van Mourik



3.



4.

## 9.3 specifiek lange termijn

- Bouwmethodiek: specifiek, zoveel mogelijk overmaat en diversiteit
- Maatvoering: specifiek
- Materiaal: lange technische levensduur, mag zwaar zijn.
- Ontsluiting: permanente liftschachten en trappen met veel overmaat en indentiteit.
- Ontsloten eenheden: specifiek.
- Gevelsysteem: specifiek voor opgave, extra hoge isolatie en geluidwaarde, veel identiteit.
- Installaties: hoogwaardig.
- Verticale infrastructuur installaties: permanente schacht, veel overmaat.
- Horizontale infrastructuur installaties: goed bereikbaar
- Begin- en eindpunten installaties: apparaten zijn eenvoudig te vervangen.
- Verbindingen tussen bouwelementen: permanente verbinding.

Deze gebouwen bestaan uit bouwelementen die een levensduur hebben die langer is dan 25 jaar en specifiek voor een opgave ontworpen zijn. Het gebouw is een comfortabel maatpak. Bij gebouwen met een lange levensduur is oriëntatie bepalend voor een energiezuinig gebouw. De bouwelementen worden niet vaak aangepast, de levensduur van de verschillende bouwelementen zijn nagenoeg gelijk. De oplossingen voor de bouwelementen zijn gericht op het vergroten van de gebruikswaarde en beperken van gebruikskosten. De technische levensduur van de materialen is lang, er is overmaat in de constructie (stramien en sterkte) en diversiteit in ruimten. De installaties zijn hoogwaardig en kunnen worden vervangen (beperking gebruikskosten). De huid voorziet in een goede thermische en geluidwerende schil, die de huidige isolatie- en geluidseisen overstijgen en daardoor lang zullen voldoen. De bouwelementen zorgen samen voor veel identiteit en belevingswaarde, zodat mensen het gebouw gaan waarderen en het gebouw daardoor een grote overlevingskans heeft.

### constructie

**Bouwsysteem:** Het bouwsysteem wordt met name bepaald door het programma van eisen. Vloeren die voldoen aan hogere geluids en isolatie-eisen zijn alvast voorbereid op de toekomstige eisen.

**Materiaalkeuze:** Voorwaarde is een lange technische levensduur, zoals staal en beton. Beide zijn recyclebaar. Bij beton wordt puingranulaat steeds vaker hergebruikt, dat de hoeveelheid nieuwe grondstoffen beperkt. Cement is in beton nog de zwakke schakel: de milieubelasting hiervan is hoog.



Voorbeeld constructie: Prada winkel, Tokyo, Herzog & de Meuron.

## ontsluiting

Ontsluiting: Door overmaat van entree, liftschachten, trappenhuizen en gangen wordt overlevingskans vergroot, maar ook door identiteit te geven aan ontsluiting en de aansluiting van de routing met de omgeving.

Materiaal: beton en staal hebben een lange technische levensduur.

## huid

Gevelsysteem: Behalve de kozijnen is de gehele gevel permanent. Toekomstige aanpassingen in een permanente gevel zijn ingrijpend en kostbaar, daarom moet de kwaliteit goed zijn: goede oriëntatie, openingen op juiste plaats (ten aanzien van daglichttoetreding en passieve zonne-energie). Door de isolatiewaarde van de gevel hoger te maken dan de minimale eisen, zal deze een lange tijd voldoen.

Materiaal: voorwaarde is een zeer lange technische levensduur. Voor de gevel kan steenachtig materiaal zoals baksteen (milieuklasse 3, leemsteen metselwerk is echter beter volgens NIBE), natuursteen, of lei toegepast worden. Kozijnen zijn bij voorkeur van FSC hout. Kozijnen van Accoya hout hebben een lange levensduur (80 jaar onderhoudsvrij).

Voorbeeld ontsluiting: Palais Garnier, Parijs.

Voorbeeld huid: kerk, Ronchamp. Le Corbusier.



## installaties

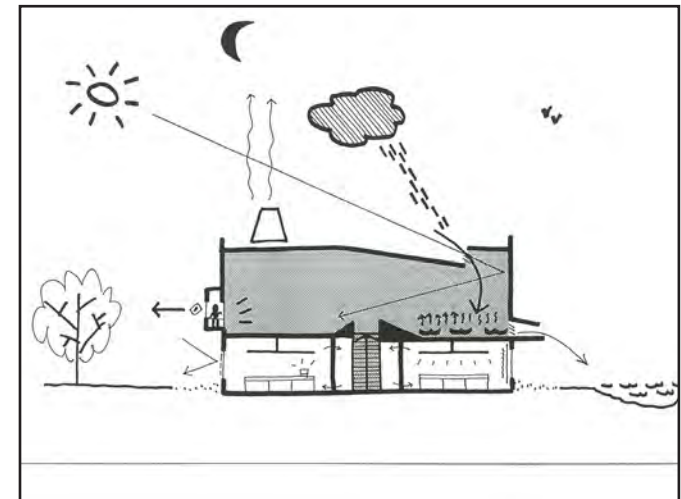
Infrastructuur: Enige overmaat in schachten is aan te bevelen om in de toekomst installaties aan te kunnen passen, om te voldoen aan mogelijke nieuwe energie- en comforteisen. Horizontale leidingen bereikbaar houden.

Apparaten en technische ruimte. Kiezen voor zuinige apparaten die vervangen kunnen worden.

## inbouw

Materiaal: Kalkzandsteen is voor een massieve niet-dragende wand een milieuvriendelijke optie, baksteen of glasblokken worden als scheidingswand negatief beoordeeld (milieuklasse 5 = te hoog volgens NIBE).

Verbinding: Vaste verbinding



Voorbeeld installaties: Minnaert gebouw, Utrecht. Neutelings Riedijk.

Voorbeeld inbouw: Sonsbeek Paviljoen, Arnhem. A. van Eyck.



## 9.4 flexibel lange termijn

- Streven naar hergebruik van de constructie (permanente bouwelementen)
- Bouwmethodiek: maximale flexibiliteit, overmaat (in sterkte en stramienmaten)
- Maatvoering: generiek, afhankelijk van functionele bandbreedte.
- Materiaal: combinatie van tijdelijk en permanent. Constructie is permanent.
- Ontsluiting: combinatie van tijdelijk en permanent.
- Ontsloten eenheden: meerdere kleine vrij indeelbare units ipv één grote.
- Gevelsysteem: deels tijdelijk, deels permanent. Flexibel.
- Installaties: hoogwaardig
- Verticale infrastructuur installaties: combinatie permanent en tijdelijk.
- Horizontale infrastructuur installaties: combinatie permanent en tijdelijk.
- Begin- en eindpunten installaties: combinatie permanent en tijdelijk.
- Verbindingen tussen bouwelementen: tijdelijk en permanent los van elkaar houden. Van tevoren nadenken over sloop/ demontage.

Deze gebouwen zijn opgebouwd uit bouwelementen die deels een korte (< 25 jaar) en deels een lange levensduur (> 25 jaar) hebben en samen zeer flexibel zijn. De tijdelijke bouwelementen zijn aanpasbaar, terwijl de permanente structuur blijft staan. Deze gebouwen zijn het meest flexibel van alle scenario's, aangezien deze tijdens hun levensduur verschillende aanpassingen op moeten kunnen nemen. Eenheden moeten samengevoegd of opgesplitst kunnen worden, installaties (apparaten en infrastructuur) moeten zonder al te hoge kosten vervangen kunnen worden. De levensduur van de bouwelementen loopt door deze flexibiliteit erg uiteen. De inbouw kan wel tien keer aangepast worden tijdens de levensduur van de constructie. Welke bouwelementen permanent en welke tijdelijk zijn hangt van de opgave af. Het kan zijn dat de gevel permanent is, samen met constructie en ontsluiting, zoals bij de Solids. Het kan ook zijn dat de gevel bestaat uit een permanente gevel structuur en demontabele gevelpanelen, zoals bij de Zuidhorst, van Universiteit Twente. De oplossingen voor de permanente structuur is gericht op vergroten van gebruikswaarde en beperken van gebruikskosten. De overlevingskans voor de permanente structuur wordt, naast de flexibiliteit, vergroot door veel identiteit, goede ontsluiting en bouwtechnische kwaliteit, overmaat van stramienmaten en verdiepingshoogte, extra zware vloerbelasting, goede oriëntatie en energiezuinigheid (lage gebruikskosten) (Flex, Senternovem). De oplossingen voor de tijdelijke structuur zijn gericht op beperken van milieubelasting en kosten.



Voorbeeld constructie: Nautilus, Ysvis, Scheveningen. Archipel Ontwerpers. Constructie maakt optoppen mogelijk.

## constructie

Bouwsysteem: Bij aanpasbaarheid op schaalniveau gebouw is een kolomstructuur of wanden met openingen (horizontaal opdelen en samenvoegen mogelijk) een mogelijkheid. Ook vloeren met mogelijkheid voor sparingen (verticaal samenvoegen) of sparingen in vloeren met mogelijkheid om ze te dichten (verticaal opdelen). Een open en vrij indeelbare gevel maakt de constructie ook flexibeler tav de gevelindeling.

Bij aanpasbaarheid op schaalniveau eenheid of ruimte is een tunnelconstructie met overmaat een optie. Ook moet er voldoende verdiepingshoogte zijn, waar veel functies in ondergebracht kunnen worden. Toepassing van een holle vloer (bijv. Slimline of Holcon) bevordert de aanpasbaarheid, hierdoor is hoogte te winnen en een vrije indeling van de plattegrond mogelijk. Ook kan gedacht worden aan een dubbelhoge verdieping in combinatie met een demontabele tussenvloer. Een argument tegen extra verdiepingshoogte is dat er extra gestookt moet worden. Wanneer het gebouw goed georiënteerd is, kunnen deze kosten misschien tegen elkaar weggestreepd worden. Ook overdimensioneren van fundering en dak vergroot de aanpasbaarheid, omdat dit optopen later mogelijk maakt. Vloeren zijn dan berekend op extra hoge vloerlasten (en extra hoge isolatie- en geluidseisen).

Materiaalkeuze: Een materiaal dat maatvast is en een lange technische levensduur heeft zoals beton, staal. Met staal kan een flexibele constructie gerealiseerd worden, die niet alleen lang her te gebruiken is, maar de constructiedelen kunnen na de levensduur van het gebouw elders ook weer hergebruikt worden.

## ontsluiting

Ontsluiting: Bij flexibiliteit op het schaalniveau van het gebouw kan een galerij een goede oplossing zijn. Alle ruimten blijven vrij indeelbaar. Ontsluiting vanuit de kern zorgt ook voor vrij indeelbare ruimten, waarbij de gevels vrij blijven. Een corridor ontsluiting is een combinatie van beide: vrij indeelbare gevels en ruimten. Overmaat van entree, liftschachten, trappenhuis en gangen vergroten de overlevingskans van de permanente structuur. Beperking van de afstanden tussen liftschachten en trappenhuis, zorgen ervoor dat eenheden klein blijven en daardoor eenvoudig opgedeeld en samengevoegd kunnen worden. Door veel aandacht te besteden aan de identiteit van de ontsluiting wordt de waardering voor het gebouw vergroot en daarmee de overlevingskans van het permanente deel.

Materiaal: Voor permanente structuur: zie specifiek lange termijn. Voor tijdelijke elementen: zie strategieën voor korte termijn

## huid

Gevelsysteem: Deels permanent, deels tijdelijk en variabel. Een deel van de gevelconstructie kan bestaan uit een neutrale permanente structuur en tijdelijke (systeem) elementen. De tijdelijke panelen zijn te vervangen afhankelijk van de gebruiker, trend, of energie-eisen. Binnen de vrij indeelbare gevel is ruimte voor speling in de grootte van raamopeningen en mogelijkheid voor het aanbrengen of weghalen van balkons, aanpassen van entreepartij. Dit vergroot de functionele vrijheid. Een goede permanente gevelstructuur is cruciaal: toekomstige aanpassingen hierin zijn ingrijpend en kostbaar. Bij aanpasbaarheid van de gevel op het schaalniveau van het



gebouw kan de tweede huid gevel worden toegepast. De thermische schil is vast, de gehele tweede huid is te vervangen en aan te passen aan een nieuwe gebruiker of trend.

Materiaal: Voor permanent deel zie strategie specifiek lange termijn. Voor tijdelijke elementen zie strategieën korte termijn.

### installaties

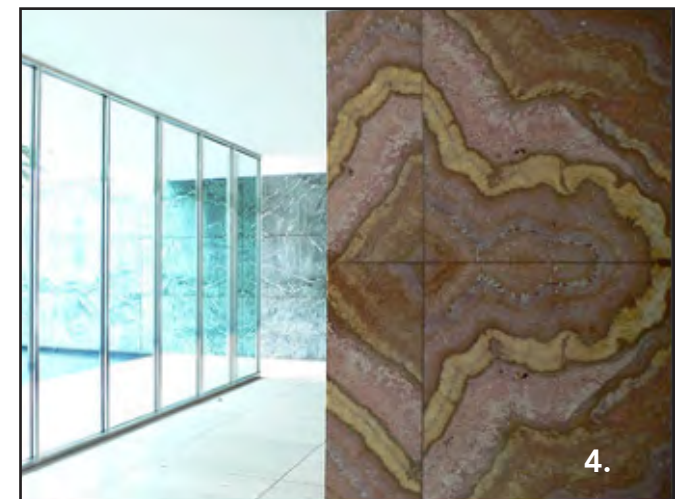
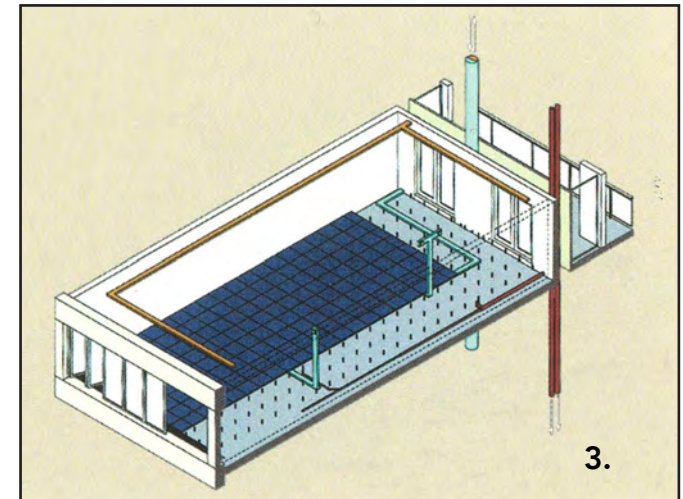
Infrastructuur: Overmaat van de schacht is belangrijk: er is dan mogelijkheid voor uitbreiding van de verticale leidingen. Zeker wanneer de schacht ook een constructieve functie heeft is overmaat van belang. Het gebouw zou anders gesloopt moeten worden als de installatietechnische levensduur voorbij is. Meerdere kleine schachten, oftewel het verkleinen van de eenheden, vergroot de aanpasbaarheid (net als bij de trappenhuizen). Hierdoor kan ook de grote hoeveelheid aan leidingen en kabels georganiseerd worden. Bovendien kunnen horizontale en verticale leidingen dan dunner uitgevoerd worden. Horizontale leidingen kunnen onder het plafond van een massieve vloer worden aangebracht of in een holle vloer. Betonkernactivering is een combinatie van beide: hierbij zijn leidingen wel in een betonvloer geïntegreerd. Dit levert een vrij indeelbare vloer op en scheelt hoogte.

Apparaten en technische ruimte: Bij een lange gebruiksduur streven naar hoogwaardige installaties (lage gebruikskosten) en mogelijkheden voor (relatief eenvoudige) aanpassingen: aanpassen van werktuigbouwkundige installaties vraagt hoge kosten (zeker bij functieverandering).

### inbouw

Materiaal: Voor permanente inbouw zie strategie specifiek lange termijn. Voor tijdelijke inbouw zie strategieën korte termijn.

Verbinding: Demontabel, permanente en tijdelijke inbouw moet los van elkaar gehouden worden. Op die manier kunnen tijdelijke elementen eenvoudig aangepast worden.



1. Voorbeeld ontsluiting: Universiteit Twente, Zuidhorst gebouw. avM. Liftschacht is permanent, de trap is demontabel.

2. Voorbeeld huid: Yositika UTIDA, Shu-Ko-Sha Architectural and Urban Design Studio, Next 21, Osaka, Japan. Gevelconstructie is permanent, gevelelementen zijn tijdelijk.

3. Voorbeeld: Installaties: Oostelijk handelskade, Amsterdam. DKV Architecten. Schachten zijn permanent, horizontale infra is tijdelijk en aan te passen.

4. Voorbeeld inbouw: Barcelona Paviljoen, Barcelona. Mies van der Rohe. Combinatie van permanente en 'demontabele' inbouw.

# 10. spelregels bij het ontwerp

## 1. scenario: bepaal de levensduur van het gebouw en mate van flexibiliteit.

Hiermee wordt de opgave bepaald. Welke scenario's zijn mogelijk in de toekomst, welke aanpassingen moet het gebouw op kunnen nemen (herbestemming, hergebruik, aanpassing aan nieuwe wensen en eisen ten aanzien van gebruikswaarde, energie of esthetiek)? Kan het gebouw aangepast worden door verbouw, uitbouw of polyvalent gebruik van de ruimte? Op welk schaalniveau kunnen aanpassingen worden gedaan?

## 2. zwaartepunt binnen afwegingskader

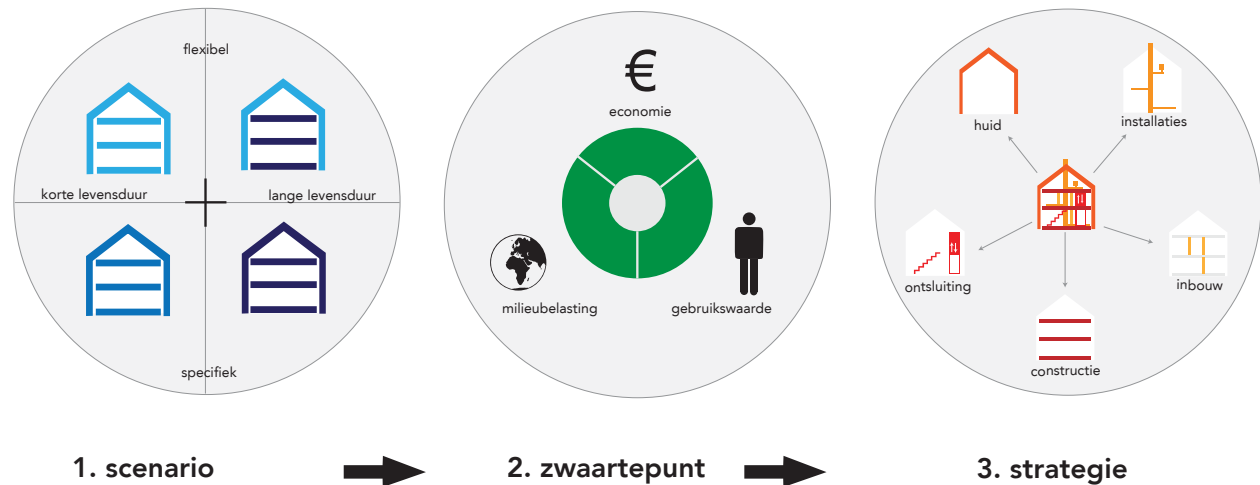
Wanneer het gebouw of bouwelement een korte levensduur heeft: het effect van de oplossingen zal met name gericht moeten zijn op de milieubelasting. Wanneer het langer dan 25 jaar meegaat: richten op gebruikswaarde.

## 3. strategie: bepaal de levensduur en mate van flexibiliteit van de bouwelementen.

Wat zijn consequenties van de keuze voor het scenario voor de bouwelementen? Op welk niveau is er sprake van hergebruik?

## 4. zorg voor demontabele verbindingen.

Het loskoppelen van bouwelementen (met verschillende levensduren) en materialen binnen componenten bevordert de flexibiliteit. Dit gebeurt vaak niet. Bekende voorbeelden zijn het instorten van leidingen in de betonvloer, toepassing van een dragende gevel. Door toepassing van demontabele verbindingen kan de levensduur van elementen verlengd worden. Materialen kunnen eenvoudig gerepareerd, her-





steld, vervangen of hergebruikt worden.

### 5. communiceer de verschillende toekomstige opstellingen met de gebruikers (bv handleiding).

Anders is het gebouw flexibel ontworpen en weet de gebruiker niet dat het flexibel is! In de handleiding kan opgenomen worden welke aanpassingen mogelijk zijn (bijvoorbeeld het aanbrengen van balkons, ruimte voor reclameborden, optoppen, verplaatsen van wanden) en functies mogelijk zijn binnen het gebouw (mogelijkheid voor functiewisseling van school naar woningen), hoe het gebouw gesloopt of gedemonteerd moet worden, beheer, etc...

### 6. gebruik NIBE's Basiswerk bij de materiaal keuze.

Een bewuste keuze voor materiaal kan gemaakt worden aan de hand van het Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten van NIBE. Hierin worden materialen met elkaar vergeleken op het gebied van milieubelasting. Milieubelastingen worden bepaald middels de Levenscyclusanalyse (LCA). De LCA is een methode om de milieubelasting van een materiaal of product van 'wieg tot graf' te berekenen, waarbij alle levensfasen van dat materiaal of product worden meegewogen: winning van grondstoffen, transport, productieproces, toepassing, gebruik, verwijdering en hergebruik. Ook in internationale kring en voor rekenprogramma's als Greencalc+ en BREEAM wordt deze methode toegepast. Deze benadering is anders dan Cradle to cradle (van wieg tot wieg). Hierbij wordt gestreefd naar eco-effectiviteit. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen de technische en biologische kring-

loop. Wanneer een materiaal recyclebaar is wil het nog niet zeggen dat de milieubelasting laag is (voorbeeld is beton of staal).

In het Basiswerk staat voorin het boek een overzicht met alle categorieën, die in het boek aan bod komen. Hierin worden milieukosten en bouwkosten van producten met elkaar vergeleken. De materialen worden beoordeeld en een milieuklasse toegekend, waarbij klasse 1 de beste keuze is en klasse 7 de meest slechte keuze. NIBE vindt klasse 3 de grens voor wat aanvaardbaar is. Spaanplaat blijkt met milieuklasse 1c bijvoorbeeld erg goed te scoren. De functionele eenheid geeft een beschrijving van de waarden waar alle producten aan moeten voldoen in de vergelijking (bijvoorbeeld een bepaalde isolatiewaarde). Opvallend is dat in de beoordeling benodigd gewicht van het materiaal onder andere tegenover milieubelasting wordt gezet. Hierdoor worden materialen als PVC kozijnen, resol-schuim en folies door hun efficiency onverwacht goed beoordeeld.



per categorie

**Classificatietabel** Milieuclassificatie Bouw **A4-45b** *nibe*

**Verlaagde plafonds**

**Functionele eenheid**  
Een vierkante meter verlaagd plafond inclusief bevestiging. Het verlaagd plafond is toegepast op een ideale vlakke ondergrond.  
Er is uitgegaan van een profiellengte van 2,5 m per functionele eenheid.

Pagina	Product	V. milieukosten	Milieuklasse
210	Schroten (vuren - db) (incl. regelwerk)	€ 0,48	1a
212	Spaanplaat (100% afvalhout) (incl. regelwerk)	€ 0,67	1c
214	Steenwollegels (incl. profielen)	€ 1,11	2c
216	Schroten (vuren - sb) (incl. regelwerk)	€ 1,60	3b
218	Houtwolmagnesiumplaten (incl. regelwerk)	€ 2,11	3c
220	Roepjesplaten (incl. regelwerk)	€ 2,52	4a

db Het hout is afkomstig uit duurzaam beheerde bossen  
sb Het hout is afkomstig uit bossen, waarbij geen sprake is van duurzaam beheer

De bouwkosteninformatie is beschikbaar gesteld door Archidat Bouwkosten, www.archidat.nl

32 NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten deel 3 © NIBE Research bv

per product

**Milieu-informatie** Verlaagde plafonds **A4-45b** *nibe*

**Spaanplaat (100% afvalhout) (incl. regelwerk)**

**NIBE Milieuklasse:**  
**1c**

**Omschrijving functionele eenheid**  
Spaanplaat toegepast als verlaagd plafond inclusief regelwerk. Het regelwerk worden gemaakt van vurenhout uit duurzaam beheerde productiebossen.  
Het soortelijk gewicht van spaanplaat is ca. 600 kg/m<sup>3</sup>. Er wordt uitgegaan van 1 m<sup>2</sup> plafondafwerking met een plaatdikte van 12 mm (7,2 kg houtwolmagnesium) en 2,5 meter regelwerk.

**Opvallende milieu-eigenschappen**  
Spaanplaat uit afvalhout met vuren profielen uit duurzaam beheerde bossen valt in milieuklasse 1c, het is daarmee na vuren Schroten uit duurzame bosbouw de beste milieukeuze. Profielen van vurenhout zonder boskeur leveren een milieuklasse van 2a op, aluminium profielen een milieuklasse van 5a en stalen profielen milieuklasse 4a. De milieubelasting van spaanplaat met duurzame houten profielen wordt voor 85% veroorzaakt door verontreiniging, waarvan 27% broeikasgas-, 10% verzurings- en 42% vermistingsemissies. Landschapsaantasting heeft nog een aandeel van 11% in de milieubelasting wat nog lager is dan bij de Schroten uit duurzame bosbouw.

**Milieucriteria (per functionele eenheid)**

Emissies:			
- broeikasemissie	1,71E+00	kg CO <sub>2</sub> eq	
- ozonlaag aantasting	1,86E-07	kg CFC-11 eq	
- humane toxiciteit	1,91E-01	kg 1,4-DB eq	
- aquatische toxiciteit (zoet)	2,56E-02	kg 1,4-DB eq	
- terrestrische toxiciteit	5,87E-03	kg 1,4-DB eq	
- fotochem. oxidantvorming	4,02E-03	kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq	
- verzuring	2,11E-02	kg SO <sub>2</sub> eq	
- eutrofiëring	4,21E-03	kg PO <sub>4</sub> eq	

**Uitputting:**

- biotische grondstoffen	4,75E-02	mbp
- abiotische grondstoffen	1,06E-05	mbp
- energiedragers	1,85E-01	mbp

**Landgebruik** 8,63E-01 PDF.m<sup>2</sup>/j

**Hinder ten gevolge van:**

- stank	8,36E-03	OTV m <sup>3</sup>
- geluid door wegtransport	2,82E-06	DALY
- geluid door productie	5,61E+00	mbp
- licht	1,72E-01	mbp
- kans op calamiteiten	1,72E-01	mbp

**Producteigenschappen**

Massa per FE	7,20	kg
Levensduur	50	jaar
Afvalsoort (nootproduct)	5	% stort
	95	% verbranding
	0	% recycling

**Materialen (Verborgen milieukosten per FE)**

Spaanplaat (100% afval)	86%
Vuren profielen	34%

**Milieuprofiel (Verborgen milieukosten per FE)**

**Milieumaten**

312 NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten deel 3 © NIBE Research bv

**Verlaagde plafonds** **A4-45b** *nibe* **Gezondheidsinformatie**

**Spaanplaat (100% afvalhout) (incl. regelwerk)**

	Fysische agentia	Chemische agentia	Biologische agentia	Ergonomie	Veiligheid	Per fase
Grondstoffase	o	-/o	nvt	o	-/o	o
Productiefase	o	-	nvt	o	-	o
Constructiefase	o	-/o	o	-	-/o	o
Sloop/afvalfase	o	o	nvt	o	o	o

Per criterium: o = geen invloed bekend en/of verwacht, - = positieve gezondheidseffecten, negatieve gezondheidseffecten, nvt = niet van toepassing in deze fase

**Grondstoffase**  
**Chemische agentia**  
Deze spaanplaat variant bestaat voor het merendeel uit houtafval. Hierin zitten kunnen gezondheidseffecten ontstaan, wanneer medewerkers met houtstof in aanraking komen (zie ook de productiefase). Daarnaast worden kleine hoeveelheden olie en aardgas gebruikt ten behoeve van ureumformaldehydelijm. Aardolie bevat stoffen die ten dele giftig en/of kankerwekkend zijn. Uit recent onderzoek [WHO 2004] blijkt dat formaldehyde neuskeelholtekanker kan veroorzaken en er sterke aanwijzingen zijn voor het veroorzaken van neus(bij)holtekanker en leukemie.

**Veiligheid**  
Wiring van aardolie en aardgas (ten behoeve van de ureumformaldehydelijm) is niet geheel zonder risico's gezien de kans op branden en explosies. Vergelijken met andere branches kent de aardolie- en aardgaswinning een matig ongevallenrisico. Naast ongevallen op het werk speelt, tijdens het winnen en transporteren van aardolie, de kans op lekkages van transportleidingen of opslagtanks een rol. Deze lekkages kunnen het drinkwater bijvoorbeeld verontreinigen.

**Productiefase**  
**Chemische agentia**  
Bij het boren, zagen, frezen, schaven en schuren van hout kan stofhinder voorkomen. Houtstof kan irritatie van huid en slijmvliezen veroorzaken zoals eczeem, (contact)dermatitis (chronische) neusslijmvlies- en oogirritatiesontsteking. Daarnaast kan houtstof leiden tot allergische reacties, astma en neuskeuter. Langdurige blootstelling aan houtstof kan huidontsteking, oogirritatiesontsteking, neusverhoudingsverschillen en contactdermatitis (astma) veroorzaken. Tijdens het productieproces van fenolformaldehyde wordt er gewerkt met formaldehyde en fenol. Werknemers kunnen met deze stoffen in aanraking komen. Met name formaldehyde kan op de werkplek in hoge concentraties voorkomen. Uit recent onderzoek [WHO 2004] blijkt dat formaldehyde neuskeelholtekanker kan veroorzaken en er sterke aanwijzingen zijn voor het veroorzaken van neus(bij)holtekanker en leukemie.

**Veiligheid**  
Voor de verwerking van hout tot houtproducten bestaat een scala aan voorscriften voor afscherming, bescherming en veiligheid. Deze zijn gericht op opslag, transport, afzuijing en ventilatie, vermiddelen, calamiteiten, brand, EHBO en arbeidsomstandigheden.

Bij de productie van ureumformaldehyde wordt gewerkt met formaldehyde en ureum. Tijdens het werken met deze stoffen moet aan strenge veiligheidsmaatregelen worden voldaan.

**Constructiefase**  
**Chemische agentia**  
Bij het boren, zagen en schuren van spaanplaat kan stofhinder voorkomen en daarnaast kan formaldehyde vrijkomen. Zie voor de gezondheidsrisico's de productiefase.

**Ergonomie**  
De monteur-afbouw verricht lichamelijk zwaar inspannend werk en ondervindt daarbij veel hinder van lawaai, trillingen en stof. Vooral lage rug-, nek- en schouderdachten komen in dit beroep meer voor dan in de overige CAO-beroepen.

**Veiligheid**  
Bescherming tegen stof is in sommige gevallen (bijvoorbeeld zaagwerkzaamheden) aan te bevelen.

**Gebruiksfase**  
**Chemische agentia**  
Spaanplaat bevat circa 10% ureumformaldehyde. In de gebruiksfase kan formaldehyde vrijkomen. Zie voor de gezondheidsrisico's de productiefase. Ook kunnen (met name na aanbrengen) overgevoelheidsreacties voorkomen. In dit geval wordt aangeraden extra te ventileren.

**Sloop/afvalfase**  
Geen invloeden bekend en/of verwacht.

© NIBE Research bv / NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten deel 3 213

# 11. conclusies

## 1. in tegenstelling tot duurzaamheidsmaatregelen zorgt een duurzaamheidsmethodiek voor een oplossing op maat: een juist gebouw op de juiste plek.

Tot nu toe zijn door de overheid wel maatregelen als handreiking geboden (Nationale Pakketten) maar deze worden als duurzame maatregel op het gebouw geplakt. Duurzaam bouwen zou eigenlijk vanaf het begin in het ontwerpproces worden meegenomen. Deze methodiek helpt het gesprek over levensduurzaamheid met ontwerpers en opdrachtgevers structureren en werkt toe naar een oplossing die specifiek is per situatie.

## 2. levensduurzaam ontwerpen = efficiënt en effectief ontwerpen.

Er wordt optimaal gebruik gemaakt van het materiaal en het streeft naar een meerwaarde ten aanzien van gebruikswaarde, kosten, milieubelasting.

## 3. door tijdgerelateerd te ontwerpen wordt er bewust voor gekozen om constante veranderingen op te nemen of te negeren.

Afhankelijk van de situatie wordt gekozen voor een gebouw met een korte of lange levensduur en een flexibel of specifiek ontwerp.

## 4. de milieubelasting kan drastisch worden beperkt door de keuze van bouwmaterialen af te stemmen op de levensduur van het bouwelement.

De materialen worden optimaal benut, er worden daardoor minder grondstoffen gevraagd en minder afval geproduceerd.

## 5. een afweging is niet altijd hetzelfde: deze hangt af van het scenario.

Door oplossingen met een bepaalde levensduur en flexibiliteit te plaatsen binnen het afwegingskader, kunnen vragen worden gesteld die kunnen helpen bij het maken van de afweging. Door afwegingskader toe te passen bij keuzes wordt niet alleen kosten meegenomen in afweging, maar ook de milieubelasting.

## 6. 40 % van de totale energiekosten komen door de bouw. 35 % van de nationale afvalberg is bouw en sloopafval. 12% van de totale kantoorruimte staat leeg. Nog veel te optimaliseren in de bouwsector!!

De toekomstige opgaven liggen niet alleen bij nieuwbouw, ook aanpassingen binnen bestaande bouw is een interessante opgave.

# bijlage. Werken Op Land, VU Amsterdam

## voorbeeld scenario flexibel korte termijn

Werken Op Land (WOL), VU Amsterdam

Levensduur < 15 jaar

Voorontwerp: op ten noort blijdenstein architecten

Voorstel voor uitwerking ontwerp, architecten van Mourik

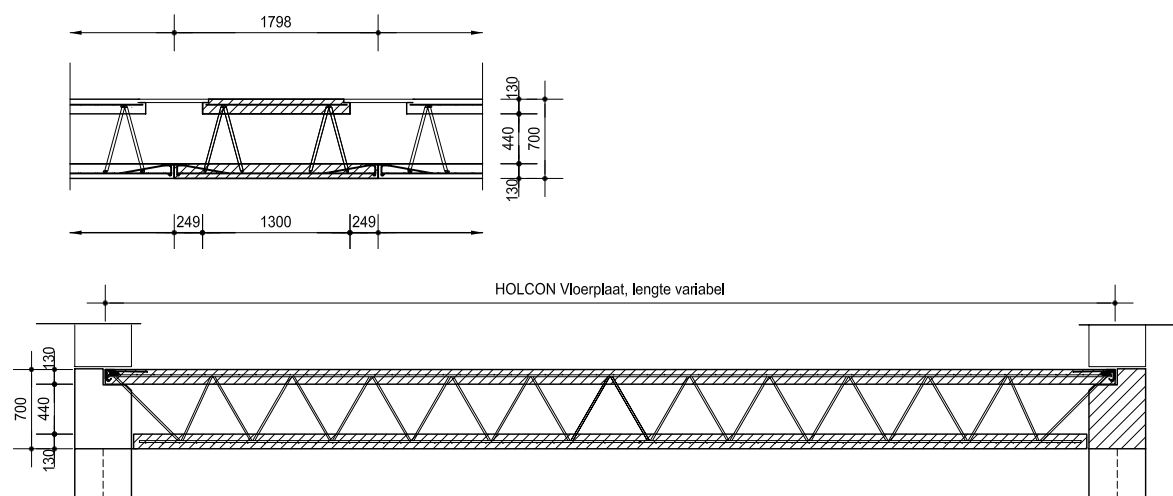
## bouwsysteem

Binnen de uitgangspunten van het voorontwerp van op ten noort blijdenstein architecten en adviseurs is gezocht naar de mogelijkheden om het ontwerp uit te werken in een bouwsysteem dat de volgende eigenschappen heeft:

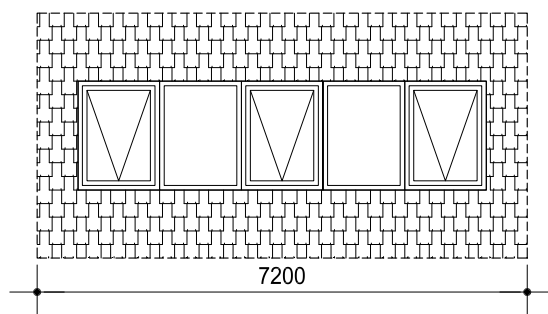
- Het in economische zin concurrerend kunnen bouwen
- Het kunnen bouwen in een zeer korte bouwtijd
- De ruwbouw dient een hoog afwerkingniveau te hebben, zodat de afbouw tot het strikt noodzakelijke beperkt kan blijven
- De voorgestelde functionaliteit in het voorontwerp mag niet worden belemmerd
- De flexibiliteit in de voorbereidingsfase met name in de keuze van indelingsvarianten en na realisatie in het kunnen wijzigen van indelingen moet eenvoudig mogelijk zijn
- Het bouwsysteem dient qua duurzaamheid in te spelen op de beoogde beperkte gebruikperiode en zal derhalve gedemonteerd moeten kunnen worden en her te gebruiken.

Het voorgestelde Holcon prefab betonsysteem biedt ten aanzien van bovenstaande criteria aantrekkelijke mogelijkheden. Het Holcon systeem is concurrerend met de door op ten noort blijdenstein voorgestelde bouwwijze met kanaalpla-

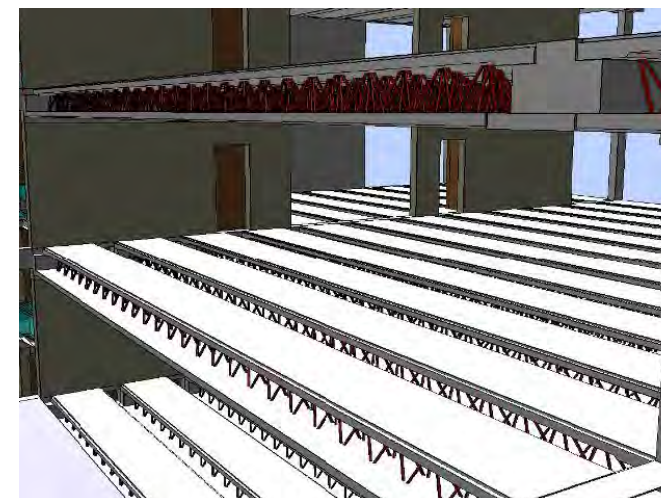
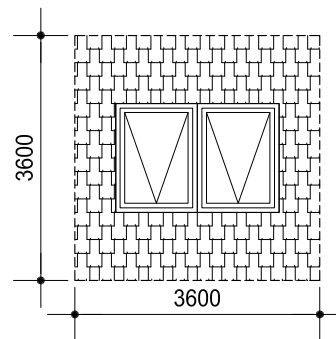




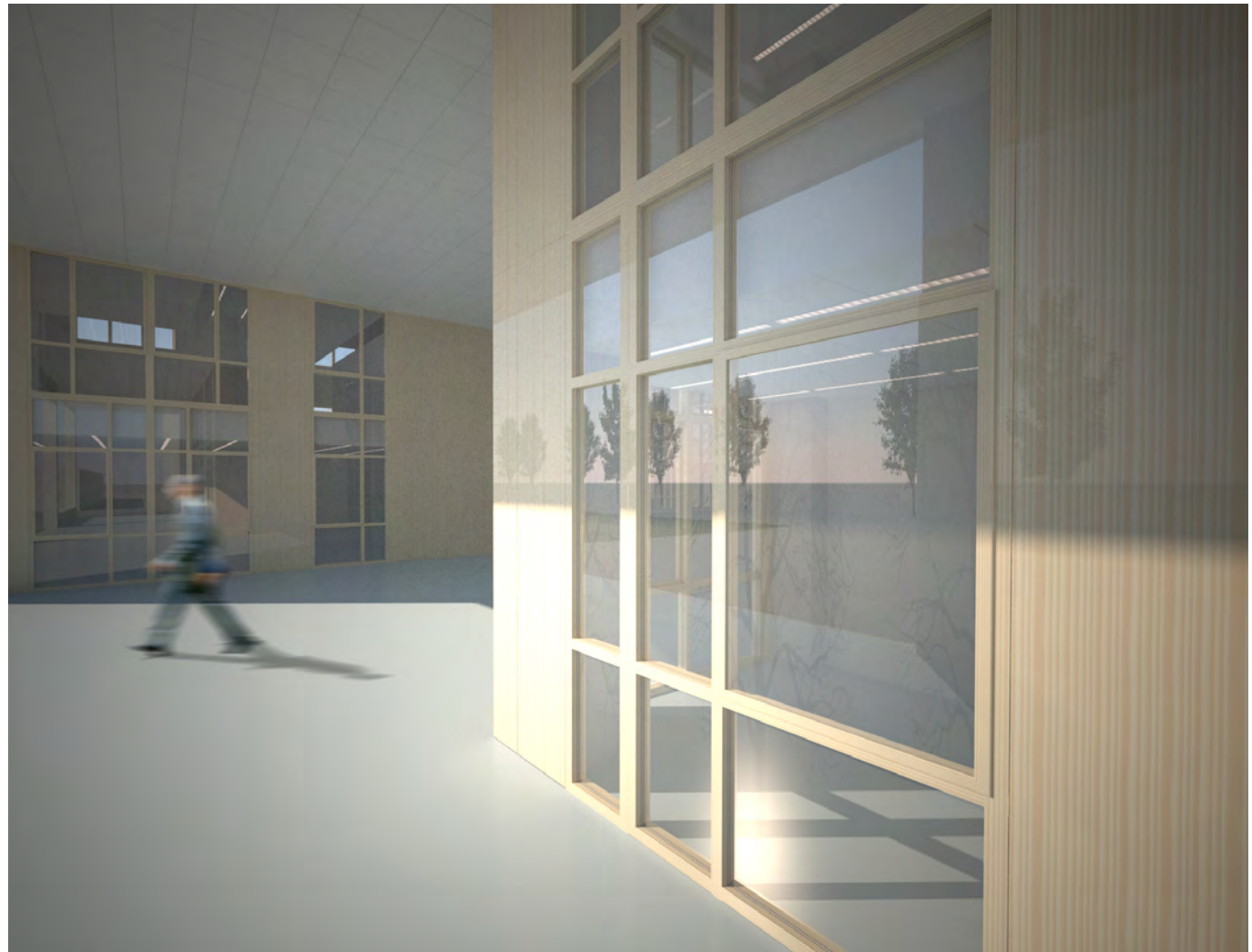
doorsnede HOLCON vloerplaat (boven dwarsdoorsnede, onder langdoorsnede)



buitengevels



ten en dragende prefab gevelelementen. Het gehele plan is opgebouwd met standaard Holcon prefab elementen, te produceren met bestaande standaard systeembekistingen, waardoor op zeer korte termijn geleverd kan worden. Het Holconstelsel is gebaseerd op droge verbindingen, waardoor de ruwbouw zeer snel gemonteerd kan worden. Stabiliteit wordt verkregen door ter plaatse gelaste verbindingen aan de prefab elementen die bij afbraak kunnen worden doorgeslepen. Door de opbouw van de vloerelementen met een onder en bovenzijde is zowel de onderzijde als de bovenzijde van de vloer optimaal vlak en schoon uit de kist, tijdrovende dekvoeren zijn er niet. Het geïntegreerde systeem van holle kolommen en holle vloeren voorkomt kanalen in de ruimten en daarmee sparringen in binnenwanden en is daarmee volledig installatie onafhankelijk. Doordat de Holconvloeren een buizen systeem bevat in zones voor koeling c.q. verwarming, is het mogelijk bij herindeling van de ruimten de vloerverwarming/koeling zeer eenvoudig op die ruimten aan te passen en de regelapparatuur daar weer op af te stemmen. Het Holcon systeem maakt grote overspanningen mogelijk, waardoor ook de gevraagde 18 meter overspanning kolomvrij kan worden uitgevoerd. Het Holcon systeem heeft met vloerelementen van 1.80 meter breed een 1.80 meter stramien. De kolomstructuur is op 7.20 meter en 3.60 meter getekend, zodat het voorgestelde 1.20 meter binnenwandstramien kan worden gehandhaafd. De kolomvrije ruimten, de vlakke beton plafonds en de dubbele vloer gekoppeld aan de holle kolommen bieden onbelemmerde mogelijkheden voor het plaatsen van binnenwanden en het inbrengen van de gewenste kanalen en leidingen voor installaties. Dit geldt eveneens voor wijzigingen in indelingen na de realisatie. Omdat de ruwbouw



is opgebouwd met standaard Holcon elementen die droog verbonden zijn kunnen alle elementen na afbraak hergebruikt worden.

### gevels

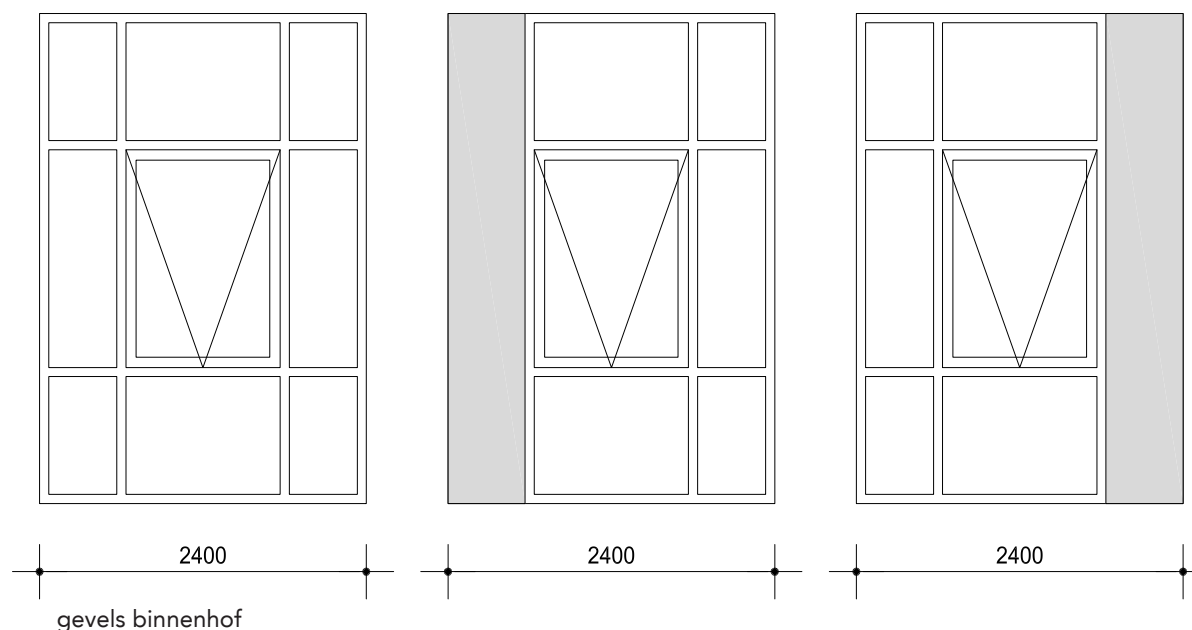
De buitengevels worden voorgesteld op te bouwen uit 7.20 meter en 3.60 meter brede geprefabriceerde houtskeletbouw binnenspouwblad elementen met daarin opgenomen houten kozijnen, vlak gedetailleerd aan de binnenzijde met aansluitingsmogelijkheden voor binnenwanden om de 1.20 meter. Aan de buitenzijde worden de houtskeletbouwelementen bekleed met Leira leisteenplaten in Leuvens verband. Het gevraagde robuuste monolitische karakter van de buitengevel wordt op deze wijze verkregen met lichte materialen die eenvoudig zijn te demonteren, her te gebruiken en garant staan voor een korte bouwtijd. Ter plaatse van hoge geluidsbelasting en zware eisen voor geluidsisolatie wordt de houtskeletbouw gevel verzwaard om in deze geluidsisolatie te voorzien.

De binnenhof gevels bestaan uit houten puien met wisselend geplaatste gesloten houten panelen. Zowel de gevelstijlen als panelen zijn voorgesteld in verduurzaamd vuren dekkend gebeitst gelamineerd hout.

De noodzakelijke zonwering wordt verkregen door de toepassing van zonwerend glas, aangevuld met uitzetschermen als buitenzonwering aan de op het zuiden georiënteerde gevel aan de binnenhof. Alle gevels zijn om de 1.20 meter voorzien van uitzet ramen.

### binnenwanden

Het 1.20 meter stramien van de binnenwanden is 60 centime-



ter verschoven ten opzichte van de draagconstructie, zodat geen afwijkingen bij aansluitingen van binnenwanden op de gevel ontstaan ter plaatse van de kolommen. Bovendien zijn de stroken met te openen vloerdelen bij de kolommen voor bereikbaarheid van de installaties nooit door binnenwanden geblokkeerd. Voor de verplaatsbare binnenwanden is een systeem voorgesteld op basis van Brakel wanden, waarin met een beperkt aantal elementen gesloten, transparante en te openen delen kunnen worden opgebouwd. De binnenwanden worden direct aan de betonvloer en -plafond bevestigd.

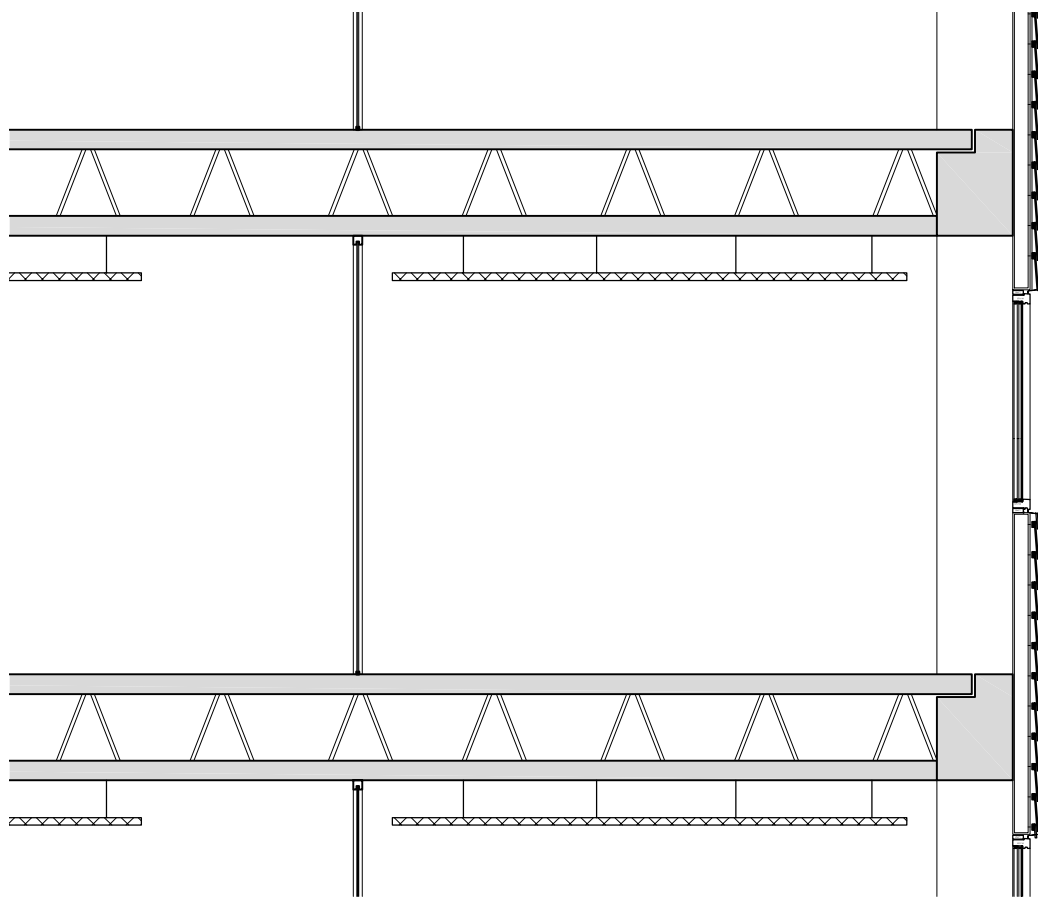
### **(levens)duurzaamheid**

In de diverse keuzen die genomen zijn bij de ruwbouw, het inbouwpakket en het materiaalgebruik zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd

- Maximale flexibiliteit door consequente toepassing van identieke elementen (binnenwandenelementen, plafond elementen, armaturen, tapijttegels)
- Toepassen van her te gebruiken elementen (Holcon prefab betonelementen, binnenwanden, plafond eilanden), gemakkelijk te scheiden elementen (binnenwanden, plafondeilanden), her te gebruiken materialen (recyclebare tapijttegels), om te smelten elementen (strekkenmetaal van plafondeilanden en de stalen binnenwanden) en te composteren elementen die in de omlooptijd van het gebruik opnieuw groeien (wol als absorptie in de plafondelementen, hout van de houtskeletbouwelementen en de gevels van de binnenhof)



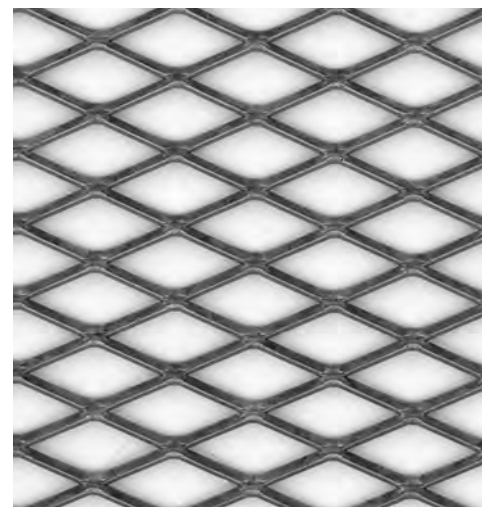




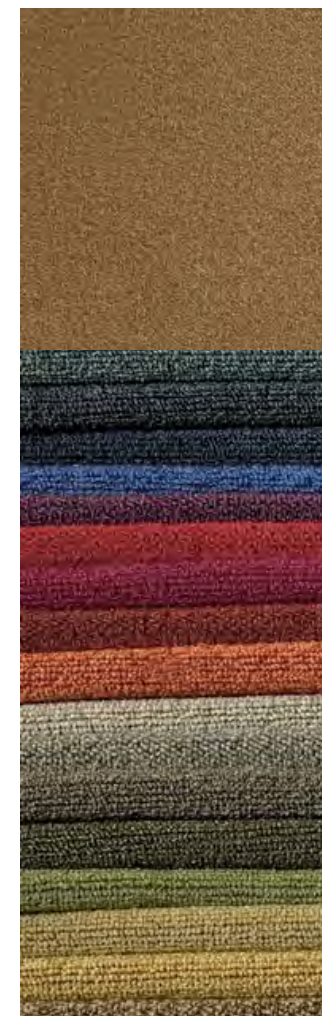
doorsnede plafond



akoestische isolatie van wol



strekmetaal plafond



C2C vloerbedekking

# aanbevolen literatuur en websites

## literatuur

Hinte, E. v. et. Al. (2003), Smart Architecture, Rotterdam: 010 uitgeverij  
Leupen, B. (2002), Kader en generieke ruimte, Rotterdam: 010 uitgeverij  
Stouten et. Al. (2000), Nieuwe stedelijke woonvormen, Rotterdam: Wyt Offset  
Vreeze, N. (1999), Levensloopbestendige woningen, VROM  
Voordt, T. v.d. (2007), Transformatie van kantoorgebouwen, Rotterdam: 010 Publishers  
Till, J., Schneider, T. (2006), Flexible Housing: the means to the end, Architectural Research Quarterly, vol 9 no 3/4 pp287-296 (paper)  
BOOM (2001), DCBA kwartet duurzaam bouwen, Boxtel: Aeneas  
Bijlsma, L. et. Al. (2008), Transformatie van woonwijken, Rotterdam: NAI uitgeverij  
Foster, N. (2003), Architecture and sustainability, essay  
Leupen, B. (2005), Time Based Architecture, Rotterdam: uitgeverij 010  
Lichtenberg J. (2005), Slimbouwen, Boxtel: Aeneas  
Dobbelsteen, Alberts (2001), Milieueffecten van bouwmaterialen, dictaat TU Delft  
van Mourik Vermeulen Architecten (2003), Studie Flex  
Ruimtelab (2001), studie Flex, studie naar veranderbare gebouwen i.o.v. VROM  
Kronenburg, R. (2007), Flexible, London: Laurence King Publishing  
Geraedts, R. (2001), Upgrading the flexibility of buildings. paper voor World Building Congress, Wellington, New Zealand

land  
Bijlending, F. (2006), Met andere ogen, Amsterdam  
GAG (2009), Green Architecture Guide, Supplement Volume # 18  
Beukers, van Hinte (2001), Lightness, Rotterdam: 010 Publishers  
Keuning W. (2008), ICT maakt duurzaam bouwen mogelijk, de Volkskrant 05-07-2008  
BNA, Standpunt vitale architectuur, een strategie tot duurzaam bouwen  
Vollaard, P. (2007), Prototype, het werk van cepezed, Rotterdam: 010 Publishers  
Brand, S. (1994), How buildings learn, Viking Penguin, Middlesex  
Rakhorst, A. (2008), De winst van duurzaam bouwen, Heeswijk: Search Knowledge BV  
Duffy, F. (1997), The new office, London: Conran Octopus Limited  
SEV (2004), Bouwen met tijd, Rotterdam  
SEV (2002 + 2004), Demonstratieprojecten IFD bouwen, Rotterdam  
Melet, E. (1999), Duurzame architectuur, Rotterdam: NAI Publishers  
NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten deel 1-3, Bussum: NIBE Publishing  
Dobbelsteen (2004), The sustainable office, An exploration of the potential for factor 20 environmental improvement of office accommodation

## websites

duurzaamheid:  
SenterNovem: [www.duurzaambouwen.senternovem.nl](http://www.duurzaambouwen.senternovem.nl) (hele goede infobladen!!)  
IVAM, Interfacultaire Vakgroep Milieukunde: [www.ivam.uva.nl](http://www.ivam.uva.nl) (onderzoek en advies voor voor duurzame gebouwen en materiaal, onafhankelijk onderdeel van UvA)  
Forum met experts: [www.duurzaamgebouwd.nl](http://www.duurzaamgebouwd.nl)

beoordeling van materialen:  
Greencalc: [www.greencalc.com](http://www.greencalc.com) (toetsing van materialen gebaseerd op LCA, ook energie, water, mobiliteit is meegenomen. Voor gebouwen.)  
GPR Gebouw: [www.gprgebouw.nl](http://www.gprgebouw.nl) (toetsing van materialen gebaseerd op LCA, ook energie, gezondheid, gebruikskwaliteit, toekomstwaarde. Voor gebouwen)  
DGBC, Dutch Green Building Council: [www.wiki.dgbc.nl](http://www.wiki.dgbc.nl) (wiki met daarin de criteria die BREEAM gebruikt op basis waarvan 'duurzame gebouwen' getoetst worden. Ook biedt DGBC vanaf eind 2009 een materialen database aan, voor leden. Samenwerking met o.a. NIBE, Greencalc.)  
MRPI, Milieu Relevante Product Informatie: [www.mrpi.nl](http://www.mrpi.nl) (toetsing van materialen gebaseerd op LCA. Voor producten.)

flexibele gebouwconcepten:  
Solids: [www.solids.nl](http://www.solids.nl)  
Slimbouwen: [www.slimbouwen.nl](http://www.slimbouwen.nl)  
Open Bouwen: [www.open-building.org](http://www.open-building.org)  
Transformatiewijzer voor kantoren (door SEV Realisatie en SBR): volgt. Joly heeft bijdrage geleverd aan de proeftuin.

# colofon

## **auteurs**

Lotte Zaaijer

Piet Grouls

Klaas van der Molen

## **vormgeving en illustraties**

Lotte Zaaijer

## **architecten van Mourik**

Wassenaarseweg 32, 2596 cj den haag

t. +31 (0) 70 360 68 30

f. +31 (0) 70 356 12 04

post@architectenvanmourik.nl

www.architectenvanmourik.nl





**advies levens-  
duurzaamheid**

De Raden 3a

november 2009

**van Mourik  
architecten**

# inhoud

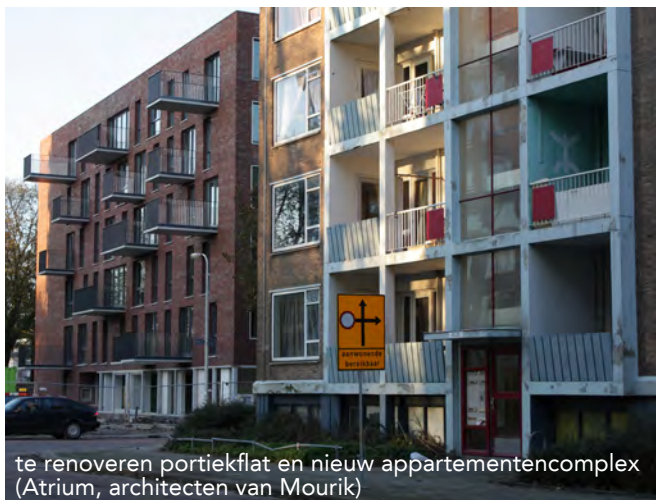
casestudie levensduurzaamheid	71
De Raden Gaan Op Nieuw	72
3 scenario's voor de toekomst	73
flexibel lange termijn	74
strategie	76
constructie & ontsluiting	78
huid	80
installaties	82
inbouw	84
synthese van bouwelementen	85
vergelijking van twee bouwsystemen	86



# casestudie levensduurzaamheid

Hoe kan flexibiliteit in een gebouw vergroot en materiaal efficiënter en effectiever ingezet worden tijdens het ontwerp? Architecten van Mourik heeft hiervoor intern de architectonische en bouwkundige mogelijkheden onderzocht ([www.architectenvanmourik.nl/onderzoek](http://www.architectenvanmourik.nl/onderzoek)). In deze studie wordt het project De Raden 3a als casestudie onderzocht. Doel voor architecten van Mourik is om het onderzoek 'levensduurzaamheid' en de daarbij horende strategie te testen en mogelijk te verscherpen.

Het resultaat is een overtuigend advies voor de opdrachtgever, die een meerwaarde heeft voor het milieu, (eind-)gebruiker en economie. Van alle betrokken partijen zal een gedachteomslag gevraagd worden.



# De Raden Gaan Op Nieuw

## Bouwlust

De Raden is een buurt in de wijk Bouwlust, dat onderdeel vormt van de naoorlogse stadsuitbreiding Den Haag Zuid-west die tussen 1945 en 1965 is ontworpen en gerealiseerd. Het stedenbouwkundig plan voor Bouwlust wordt gekenmerkt door de toepassing van zogenaamde open verkaveling, gepropageerd door de, na vertrek van de Haagse stedenbouwkundige Dudok, ingehuurde Rotterdamse architect Van den Broek. De 'stempels' zijn ingepast in het structuurplan van Dudok dat een buurt met veel ruimte, groen en water opleverde. In de oorspronkelijke opzet van de wijk was een variatie in hoogte door de afwisseling van portiekwoningen, kleine eengezinswoningen, de randen van de wijk werden gemarkeerd door hoogbouw. De woninggrootte van de oorspronkelijke woningvoorraad is 45 – 65 m<sup>2</sup>.

Na de realisatie van de stadsuitbreiding treden er veranderingen op als schaalvergroting, waarbij de buurt niet meer de maat der dingen is, en vergrijzing. Draagkrachtige huishoudens, die er vaak sinds het begin hebben gewoond, trekken weg naar wijken als Loosduinen en Wateringse Veld, minder draagkrachtige huishoudens betrekken de kleine goedkope huurwoningen die in de wijk domineren (in 2005 was 89% van de woningvoorraad in de Venen Oorden en Raden huurwoning). Na 40 jaar wordt het tijd om in te grijpen, om deze ontwikkelingen tegen te gaan.

## plannen voor De Raden

In De Raden zijn binnen het stedenbouwkundige plan van de Nijl architecten vele portiekflats vervangen door eengezinswoningen (tussen de 100- 125 m<sup>2</sup>), seniorenwoningen (85 - 93 m<sup>2</sup>), grote (100 - 130 m<sup>2</sup>) en kleine appartementen (65 -

80 m<sup>2</sup>). Hierdoor ontstaat meer diversiteit in woninggrootte en woningtypen binnen de woningvoorraad. Daarnaast zijn verschillende portiekwoningen gerenoveerd en is de verhouding huur - koop bijgesteld. De kern van de wijk bestaat nog uit goedkope huurwoningen, hieraan zijn woningtypen toegevoegd om meerdere type huishoudens de mogelijkheid te bieden om er te komen wonen en door te stromen binnen de wijk.

## drie duurzame woontorens

Het grootste deel van het plan is inmiddels gerealiseerd. Het plan voor de Raden 3a, waarbij drie woontorens aan de Wezelrade zullen verrijzen, is nog in de ontwerpfase. Volgens architecten van Mourik kan deze laatste toevoeging aan de wijk zich onderscheiden door een hoge mate van flexibiliteit. De woontoren bestaat daarom uit een duurzame constructie met veel ingebouwde flexibiliteit, die duurzaam verankerd is in het stedelijk weefsel. Binnen de permanente constructies zijn vele indelingen mogelijk, waardoor het aan vele woonwensen tegemoet kan komen. De wijk heeft de afgelopen 50 jaar een ontwikkeling gekend, er zijn plannen voor de toekomst, maar hoe zullen deze uitpakken? Welke scenario's zijn denkbaar voor de ontwikkelingen van een woontoren? We noemen er hierna drie.

Met deze studie laat architecten van Mourik zien welke architectonische en bouwkundige maatregelen genomen zouden moeten worden, zodat de woontorens in deze economisch onzekere periode en instabiele buurt in kunnen spelen op veranderende omstandigheden in de toekomst.



gerenoveerde flats en nieuwe gezinswoningen



## 3 scenario's voor de toekomst

### scenario 1 ontwikkeling loopt volgens plan

De appartementen in de woontorens worden binnen korte tijd verkocht aan starters met middeninkomens. Zij stellen hoge eisen aan de kwaliteit van hun woning en vinden deze in de ruime appartementen, met voldoende kamers, zicht op groen en buitenruimte. De bewoners voelen zich thuis in de wijk en zien het volwassen groen, de voorzieningen en de nabijheid van het centrum en strand als een groot voordeel. Wanneer hun levensstijl wijzigt, door de komst van kinderen of ouderdom, zoeken zij opnieuw een plek binnen de wijk. Ze verkopen hun appartement en verhuizen naar een gezinswoning, het seniorencomplex of een kleine comfortabele portiekwoning. Aanpassing van het appartement is niet nodig: de ontwikkeling loopt volgens plan.



nieuwe gezinswoningen en appartementen

### scenario 2 aanpassingen tot op het laatste moment

Al tijdens de bouw loopt de verkoop van de appartementen in de woontoren zeer slecht, er blijkt geen vraag naar te zijn. Heeft de opdrachtgever een probleem? Nee, door de ingebouwde flexibiliteit kan tot op het laatste moment geanticipeerd worden op de situatie. Woningaantallen, afmetingen en indelingen kunnen aangepast worden door de strategische positie van de trappen en liften, constructie en flexibele scheidingswanden. Het gehele gebouw, een verdieping of een wooneenheid kan afgestemd worden op een andere doelgroep (senioren, studenten, zorgwoningen, hotel). De ingebouwde flexibiliteit garandeert een succesvolle verkoop voor de ontwikkelaar en een lange levensduur van het gebouw.



gerenoveerde portiekflat en nieuwe gezinswoningen

### scenario 3 veranderende woonwensen

De woontoren is in eerste instantie eigendom van een woningbouwcorporatie, die de wooneenheden verhuurd. Na enkele decennia wordt besloten om de wooneenheden te verkopen. Om de woningen goed op de markt te zetten, worden de wooneenheden aangepast aan de vraag van dat moment. Door de flexibiliteit van de woning is de verbouw een eenvoudige opgave: de woninggrootte of -indeling kan moeiteloos worden aangepast. De verkoopbaarheid van de wooneenheden is daardoor geen probleem. Ook kan de koper de woningindeling achteraf nog aanpassen door de flexibele inbouw wanden. De flexibiliteit garandeert de verkoopbaarheid voor de eigenaar van de wooneenheid.



nieuw seniorencomplex

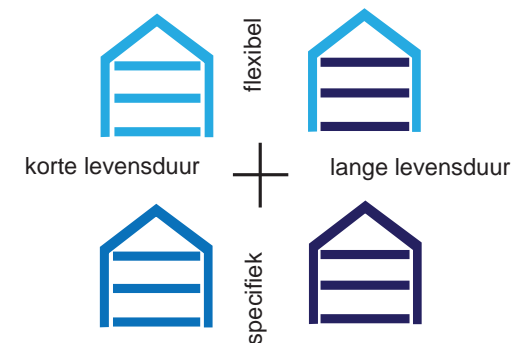
# flexibel lange termijn

Binnen architecten van Mourik wordt de methodiek levensduurzaamheid gehanteerd, die leidt tot duurzaam materiaalgebruik. Materialen worden afgestemd op de verwachte levensduur van bouwelementen en de gewenste flexibiliteit. Gestreefd wordt naar het efficiënt en effectief benutten van materiaal. De methodiek kent drie stappen.

De eerste stap is het vaststellen van het scenario voor een gebouw of bouwdeel, waarbij onderscheid wordt gemaakt tussen vier scenario's die verschillen in de lengte van de verwachte levensduur en de mate van flexibiliteit. In het geval van de woontorens in De Raden streven we naar gebouwen met een lange levensduur en een hoge mate van flexibiliteit om in te kunnen spelen op de hiervoor genoemde situaties. Dit betekent dat een deel van het gebouw permanent is en duurzaam verankerd is in het stedelijk weefsel en een deel van het gebouw is tijdelijk en aanpasbaar. De bouwtechnische levensduur wordt daarbij bepaald door de constructie, die maatgevend is voor de totale levensduur van het gebouw. Deze is langer dan de economische levensduur, de periode dat de waarde van het gebouw groter is dan de kosten. Binnen het woongebouw kan de woninggrootte en -type aangepast worden, waardoor de functionele levensduur verlengd kan worden. De cyclus van de installatietechnische levensduur is redelijk kort: installaties kunnen eenvoudig aangepast worden aan de eisen van de tijd (bijvoorbeeld vloerverwarming ipv een radiator). Tot slot is de esthetische levensduur vaak het kortste, dit betreft de periode dat de woning of het interieur voldoet aan de 'trend'.

In de volgende stap worden de focus en strategieën bepaald hoe het gebouw tegemoet kan komen aan een dergelijke dynamiek en hoe materiaal efficiënt en effectief benut kan worden. Gestreefd wordt naar een woongebouw waarin aanpassingen eenvoudig mogelijk zijn zonder hoge milieubelasting.

1. scenario

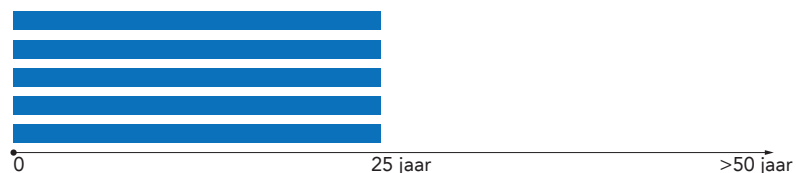


stap 1 in methodiek 'levensduurzaamheid'

specifiek korte termijn



esthetische levensduur  
installatietechnische levensduur  
functionele levensduur  
economische levensduur  
bouwtechnische levensduur

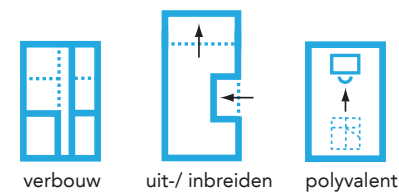


geen flexibiliteit

flexibel korte termijn



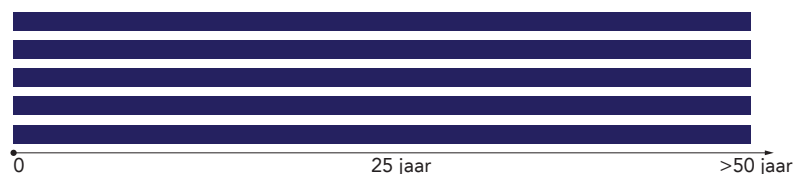
esthetische levensduur  
installatietechnische levensduur  
functionele levensduur  
economische levensduur  
bouwtechnische levensduur



specifiek lange termijn



esthetische levensduur  
installatietechnische levensduur  
functionele levensduur  
economische levensduur  
bouwtechnische levensduur

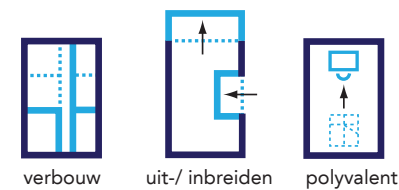


geen flexibiliteit

flexibel lange termijn



esthetische levensduur  
installatietechnische levensduur  
functionele levensduur  
economische levensduur  
bouwtechnische levensduur



verwachte/ wenselijke levensduur per scenario

# strategie

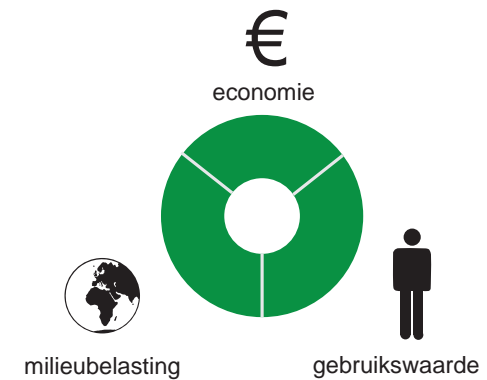
De tweede stap is het bepalen van het zwaartepunt binnen het afwegingskader, dat richting geeft aan ontwerp oplossingen. Bij de woontorens in De Raden, die uit permanente en een tijdelijke bouwelementen bestaan, ligt de focus op zowel economie, milieu als gebruikswaarde. Bij de permanente bouwdelen is het van belang om het zwaartepunt te leggen op een hoge mate van gebruikswaarde en lage gebruikskosten (economie). Door de permanente structuur comfortabel en aanpasbaar te maken wordt de overlevingskans vergroot. Het is daarnaast van belang om te streven naar lage exploitatiekosten (laag energiegebruik, onderhoud, etc), gezien de lange periode dat het effectief is. Bij de tijdelijke bouwdelen is het van belang om het zwaartepunt te leggen op een lage milieubelasting en bouwkosten (economie).

De laatste stap is het bepalen van de strategie per bouwelement (constructie, ontsluiting, huid, installaties, inbouw), dat leidt tot ontwerpkeuzes. Een aanpasbaar gebouw met een lange levensduur bestaat uit permanente bouwdelen, die lang meegaan, en tijdelijke bouwdelen die aanpasbaar zijn. Voor een appartementengebouw zoals in De Raden is behalve de constructie ook de ontsluiting (trappen en liftschachten) permanent. Binnen die permanente structuur zijn vele aanpassingen mogelijk. De overige bouwelementen (huid, installaties, inbouw) zijn, tot op zekere hoogte, aanpasbaar.

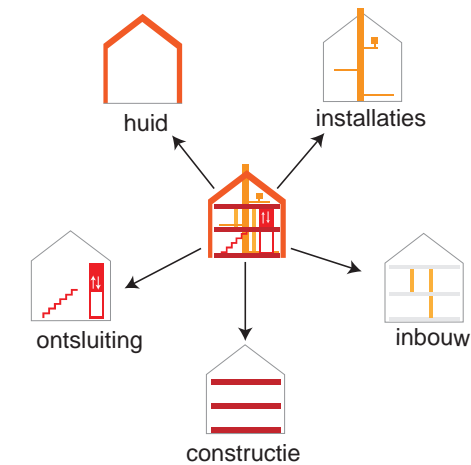
Hierna worden voor de vijf bouwelementen de architectonische en bouwtechnische mogelijkheden onderzocht.



## 2. zwaartepunt

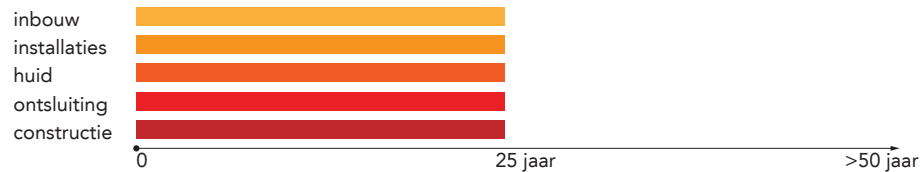
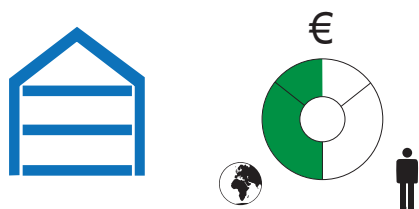


## 3. strategie

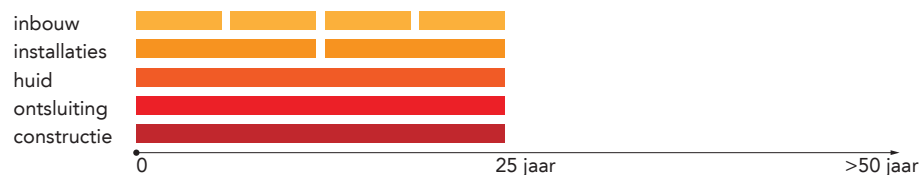


stap 2 en 3 in methodiek 'levensduurzaamheid'  
zie: [www.architectenvanmourik.nl/onderzoek](http://www.architectenvanmourik.nl/onderzoek)

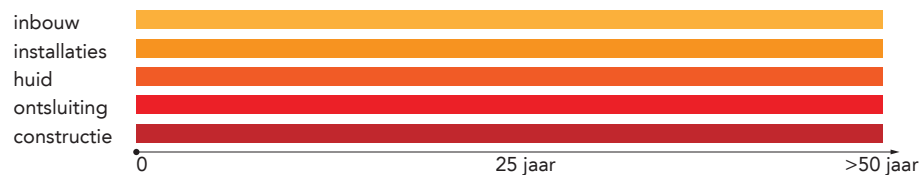
specifiek korte termijn



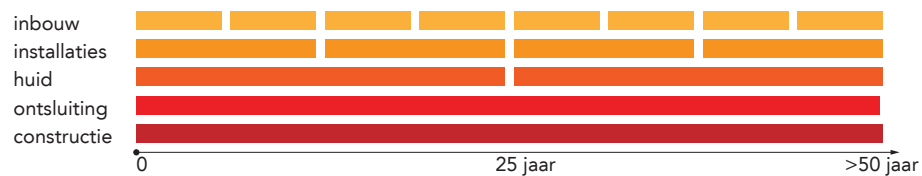
flexibel korte termijn



specifiek lange termijn



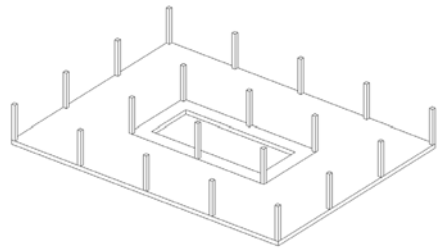
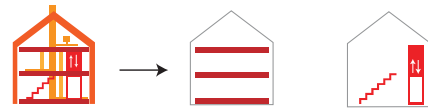
flexibel lange termijn



strategieën en verwachte levenscyclus per bouwelement

# constructie & ontsluiting

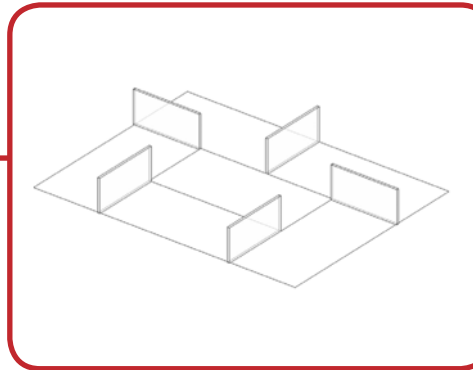
uitgangspunt: permanent



## SKELETCONSTRUCTIE

- ++ optimale flexibiliteit voor verdieping en gevel
- ++ hoge toekomstwaarde
- hoge bouwkosten

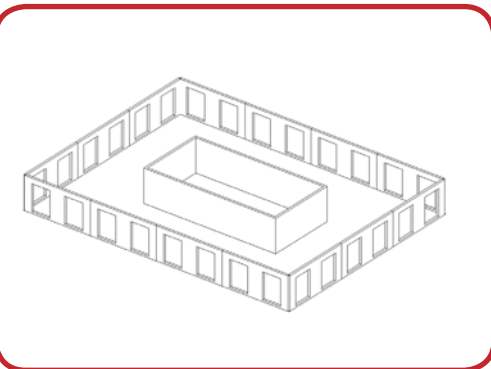
Deze constructie, zowel in beton als staal uitvoerbaar, is bij het bouwen van een woongebouw door de hoge kosten niet voor de hand liggend. De aanpasbaarheid schiet voorbij aan de functie.



## LICHTE WANDSYSTEMEN

- ++ optimale flexibiliteit voor verdieping
- + hoge toekomstwaarde
- hoge bouwkosten

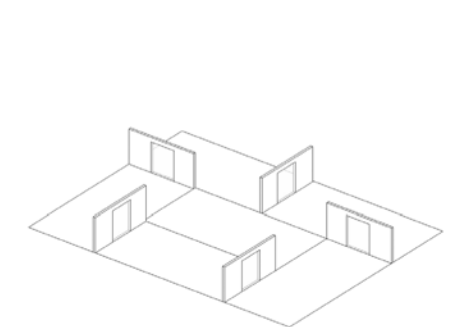
Een metal stud wand (met dikte 255 mm) voldoet ruimschoots aan de geluidseisen en maakt een aanpassing van de woninggrootte mogelijk. Door het tijdelijke karakter van de wand is het van belang dat voor een milieuvriendelijk materialen wordt gekozen.



## RINGCONSTRUCTIE

- + optimale flexibiliteit voor verdieping
- + hoge toekomstwaarde
- +/- gemiddelde bouwkosten

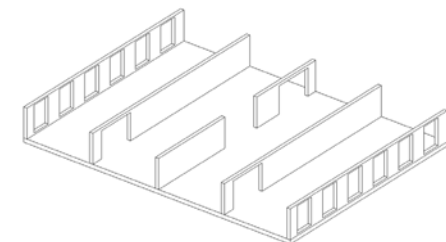
Deze betonconstructie wordt weinig gebruikt in de woningbouw door de hogere bouwkosten dan tunnelbouw. Het maakt tijdens de bouw en gebruiksfase herindeling van de verdieping mogelijk. Woningsscheidende wanden kunnen als lichte demontabele wanden uitgevoerd worden.



## CONSTRUCTIEVE WAND MET OPENINGEN

- + beperkte flexibiliteit voor verdieping
- + hoge toekomstwaarde
- +/- hogere bouwkosten dan 'gesloten wand'

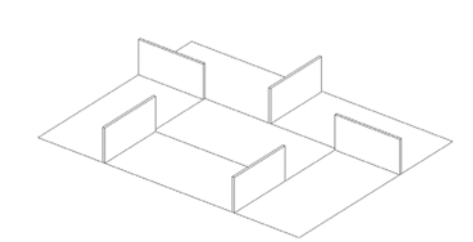
De schijven (met dikte van 250 mm) maken onderdeel uit van de permanente structuur van het gebouw.



## PREFAB SCHIJVEN

- beperkte flexibiliteit voor verdieping
- minimale toekomstwaarde
- + beperkte bouwkosten

Een betonconstructie met zeer beperkte flexibiliteit, maar voor woningbouw zeer geschikt vanwege zijn lage bouwkosten.



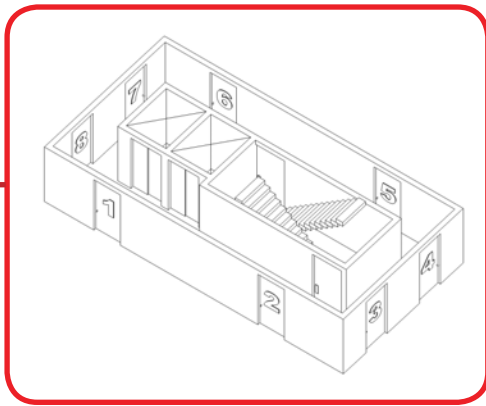
## CONSTRUCTIEVE WAND

- zeer beperkte flexibiliteit voor verdieping
- beperkte toekomstwaarde
- + lage bouwkosten

De schijven (met dikte van 250 mm) maken onderdeel uit van de permanente structuur van het gebouw. De woninggrootte ligt vast.

constructieprincipes

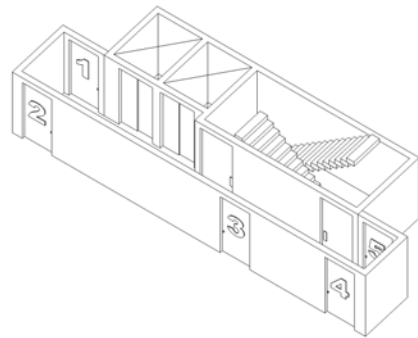
principes woningscheidende wanden



**RINGONTSLUITING**

- + optimale flexibiliteit voor verdieping, maximaal 8 wooneenheden mogelijk
- + hoge toekomstwaarde
- overmaat van ontsluiting, daardoor minder woonoppervlakte

Dit type ontsluiting lijkt zeer geschikt door de vele indelingen die het mogelijk maakt.

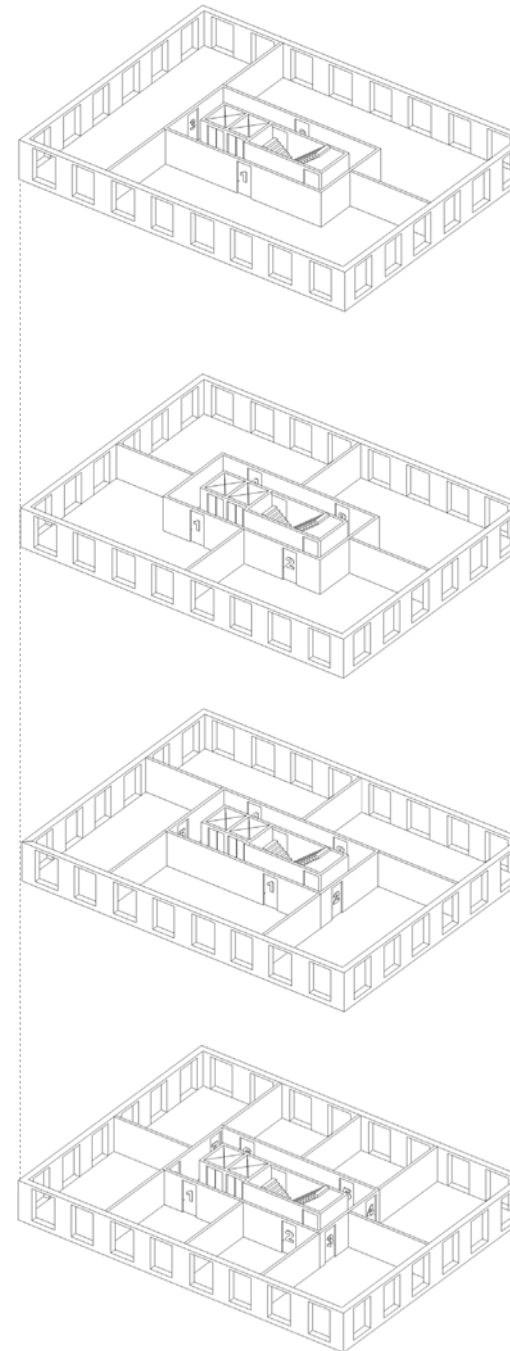


**GANG**

- beperkte flexibiliteit voor verdieping, maximaal 6 wooneenheden mogelijk
- +/- gemiddelde toekomstwaarde
- +/- compacte ontsluiting, daardoor meer woonoppervlakte

Meer woonoppervlakte, maar ook minder flexibiliteit.

principes ontsluiting



3 wooneenheden  
(107 - 125 m<sup>2</sup>)

4 hoekwoningen  
(89 m<sup>2</sup>)

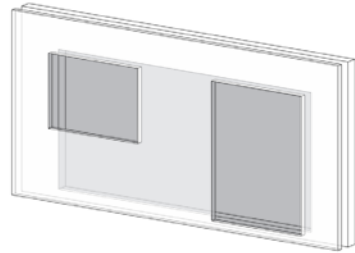
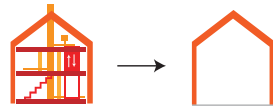
5 appartementen  
(71 m<sup>2</sup>)

8 studio's  
(53 - 35 m<sup>2</sup>)

mogelijke verdiepingsindelingen

# huid

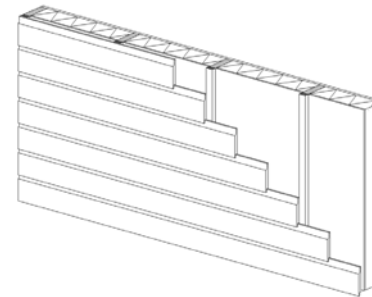
uitgangspunt: beperkt aanpasbaar



## ROYALE OPENINGEN BINNENBLAD

- ++ optimale flexibiliteit voor buitengevel
- hogere bouwkosten
- ++ zeer hoge toekomstwaarde

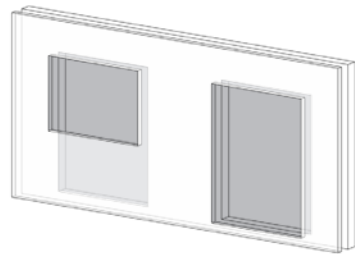
Binnen de betonconstructie (het frame) kunnen tijdelijke elementen worden geplaatst, die na enkele decennia aangepast kunnen worden. Vele raamindelingen zijn mogelijk.



## ELEMENTENBOUW

- + optimale flexibiliteit voor gevel
- + lage bouwkosten
- beperkte toekomstwaarde

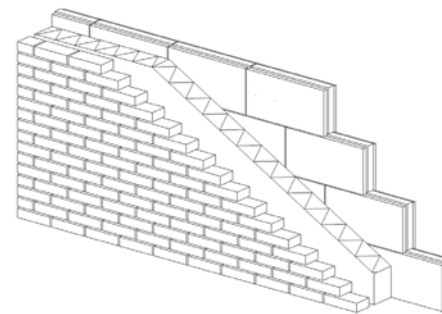
De lichte gevel is eenvoudig aanpasbaar, maar daardoor ook tijdelijk van karakter. Het is van groot belang om te kiezen voor milieuvriendelijke materialen.



## GENERIEKE OPENINGEN BINNENBLAD

- + flexibiliteit voor buitengevel
- +/- gemiddelde bouwkosten
- + hoge toekomstwaarde

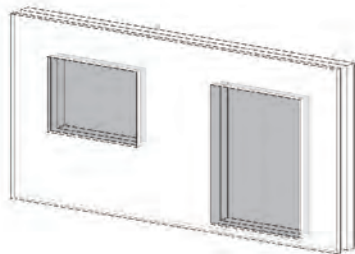
De verticale openingen kunnen ingevuld worden met tijdelijke elementen (zowel gesloten als transparante componenten), die zowel tijdens als na de bouw aangepast kunnen worden. De afstemming van de gestelde eisen aan de huidige en toekomstige raamopeningen vraagt extra aandacht tijdens het ontwerp.



## STAPELBOUW

- beperkte flexibiliteit voor gevel
- + lage bouwkosten
- ++ hoge toekomstwaarde

De niet-dragende gevel heeft een zelfde uiterlijk als de dragende gevel: solide en onveranderlijk. Voor de gevelopeningen zijn dezelfde principes mogelijk als bij de 'thermische en dragende gevel'.



thermische en dragende gevel

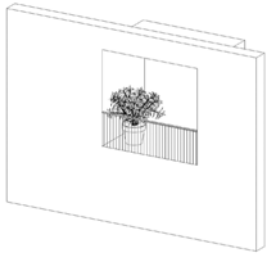
## SPECIFIEKE OPENINGEN BINNENBLAD

- minimale flexibiliteit buitengevel
- + zeer lage bouwkosten
- beperkte toekomstwaarde

Met deze gevel zijn geen andere indelingen mogelijk.

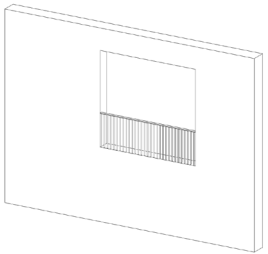
thermische gevel (niet dragend)





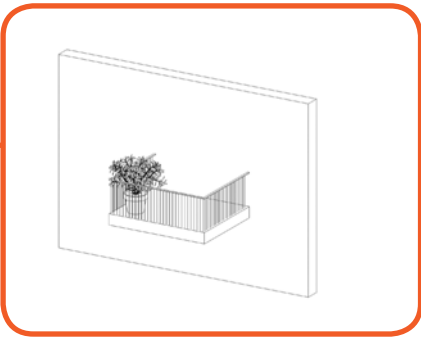
**LOGGIA**

- beperkte flexibiliteit binnen wooneenheid
- vergroot omhullend oppervlak, hogere bouw- kosten
- beperkte toekomstwaarde



**FRANS BALKON**

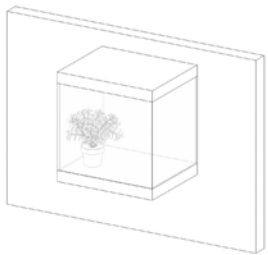
- + optimale flexibiliteit binnen wooneenheid
- + vraagt geen extra omhullend oppervlak, beperkte bouwkosten
- + hoge toekomstwaarde



**BALKON**

- + optimale flexibiliteit in wooneenheid
- + vraagt geen extra omhullend oppervlak, beperkte bouwkosten
- + hoge toekomstwaarde

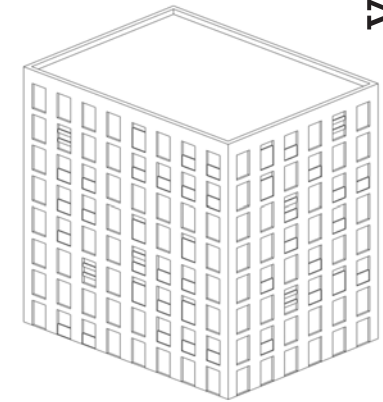
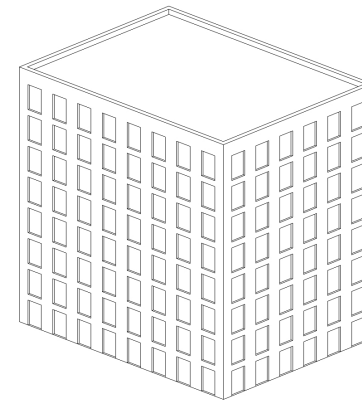
Een balkon biedt de mogelijkheid om buiten te verblijven.



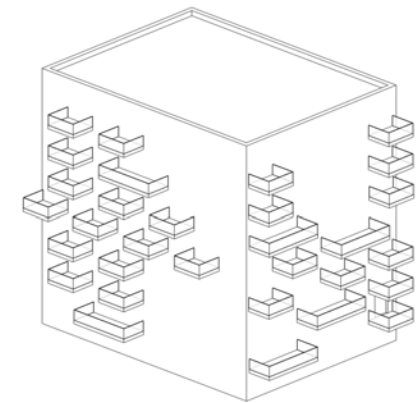
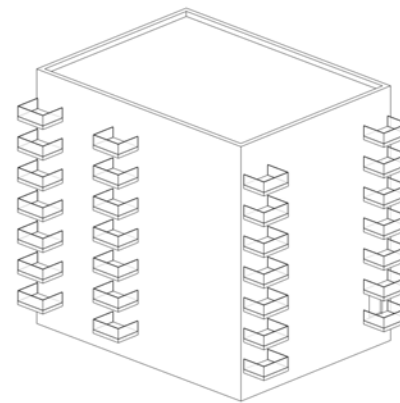
**EXTERNE SERRE**

- + optimale flexibiliteit in wooneenheid
- + vraagt geen extra verkleind omhullend oppervlak, beperkte bouwkosten
- + hoge toekomstwaarde

typen buitenruimten



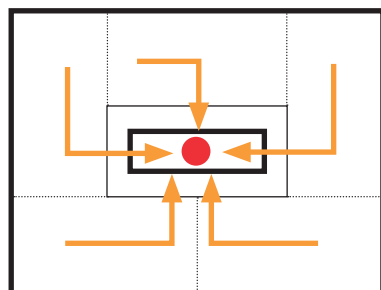
mogelijke indelingen raamopeningen: openingen zijn gelijk, invulling kan variëren en aangepast worden.



mogelijke indelingen balkons: plaats en grootte kan variëren en aangepast worden.

# installaties

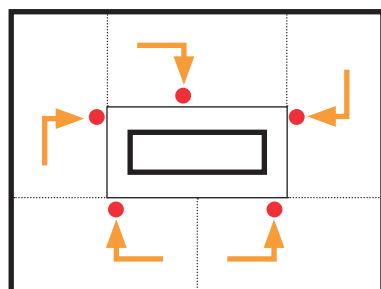
uitgangspunt: aanpasbaar



## CENTRALE SCHACHT

- + veel flexibiliteit binnen verdieping
- bouwkosten zeer hoog
- + hoge toekomstwaarde

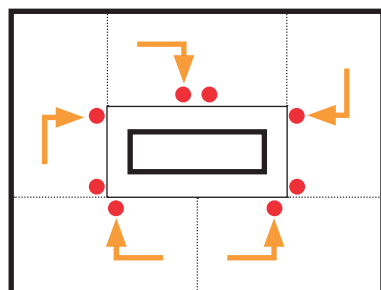
Dit principe vraagt om een holle vloersysteem, met hoge bouwkosten als consequentie.



## DECENTRALE SCHACHTEN

- +/- flexibiliteit binnen verdieping
- +/- gemiddelde bouwkosten
- beperkte toekomstwaarde

Bij meer dan 5 woningen moeten schachten worden gedeeld. Met dit principe worden leidinglengtes beperkt en warmteverlies voorkomen.

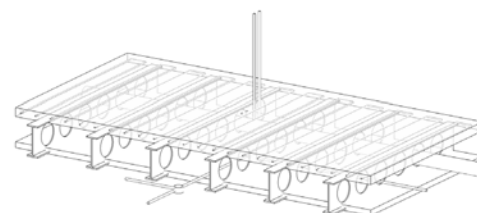


## MEER DECENTRALE SCHACHTEN

- + flexibiliteit binnen verdieping
- +/- gemiddelde bouwkosten
- ++ hoge toekomstwaarde

Het aantal schachten is afgestemd op het maximaal aantal woningen binnen de verdieping. Met dit principe worden leidinglengtes beperkt en warmteverlies voorkomen.

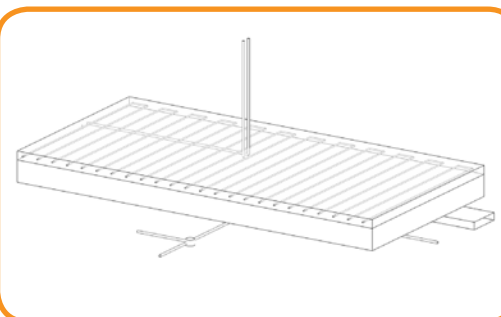
principes schachten



## LEIDINGEN IN HOLLE VLOER

- + optimale flexibiliteit binnen verdieping
- - zeer hoge bouwkosten
- ++ hoge toekomstwaarde

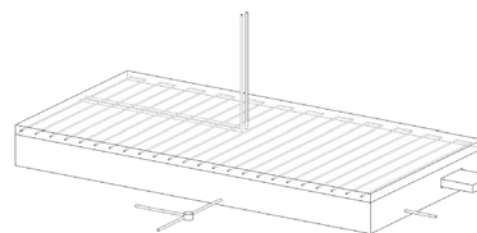
De vloeren hebben een grote pakketmaat (werkt door op de verdiepingshoogte), waarbij de vereiste geluidswering moeilijk te realiseren is. Voorbeeld is Infra+. De kosten zijn hoog: voor woningbouw schiet flexibiliteit zijn doel voorbij.



## LEIDINGEN EN VLOER ZIJN GESCHIEDEN

- + flexibiliteit binnen verdieping
- +/- gemiddelde bouwkosten
- + hoge toekomstwaarde

Kabels en leidingen in het zicht, onder de breedplaatvloer gesitueerd, vragen een andere kijk op de esthetiek van een woning. Door de massa is geluidswering eenvoudiger te realiseren.

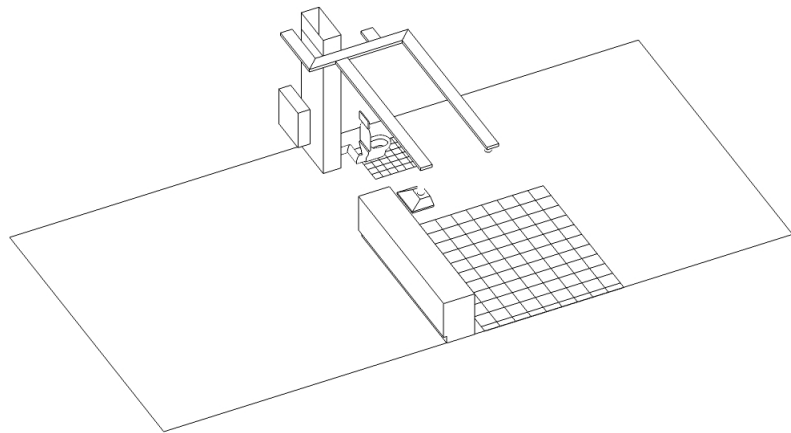
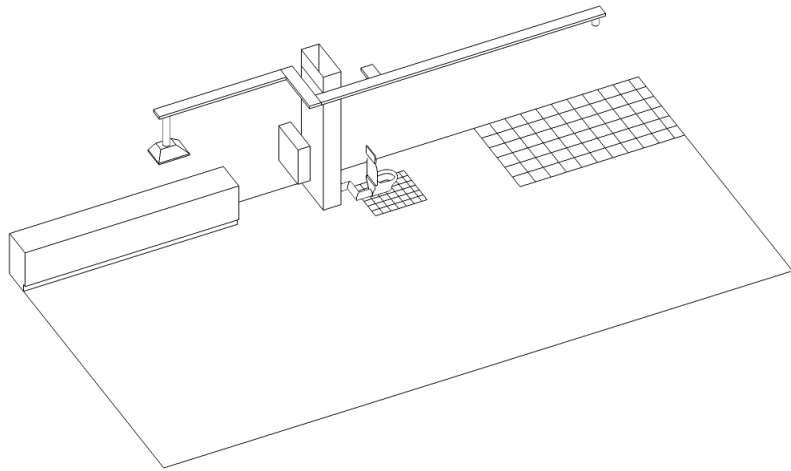


## LEIDINGEN IN MASSIEVE VLOER

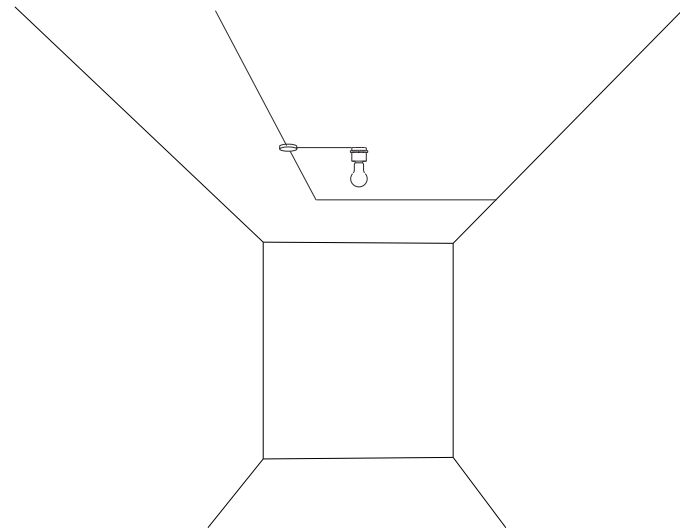
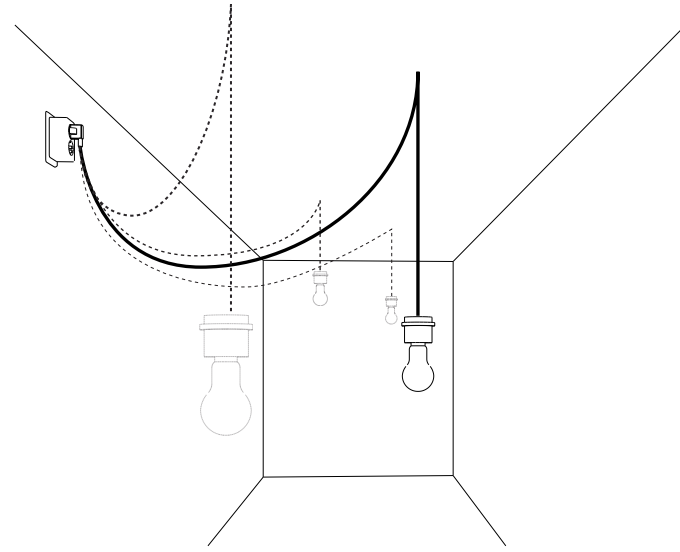
- geen flexibiliteit binnen verdieping
- + lage bouwkosten
- weinig toekomstwaarde

Kabels en leidingen zijn verwerkt in de massieve vloer: indelingen van woningen zijn moeilijk aan te passen.

principes vloeren



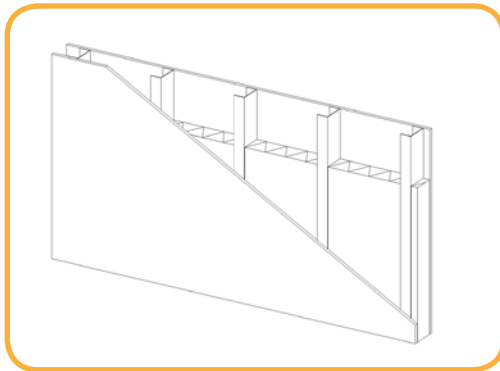
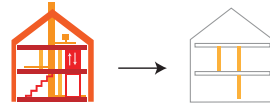
indelingsmogelijkheden wooneenheid: toilet aan schacht,  
positie badkamer en keuken zijn aanpasbaar



eindpunt van elektra-netwerk (contactpunt) centraal in de woning:  
verbinding naar bestemming met kabels, eventueel weggewerkt in kabelgoten

# inbouw

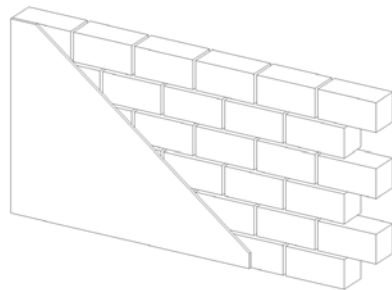
uitgangspunt: aanpasbaar



## METAL STUD

- + biedt veel flexibiliteit binnen wooneenheid
- +/- gemiddelde bouwkosten
- +/- gemiddelde toekomstwaarde

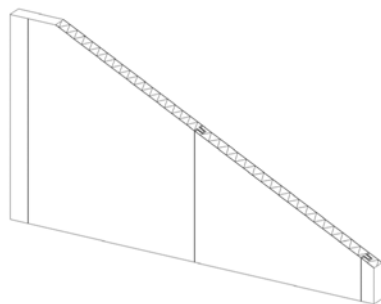
Na de gebruiksduur kunnen deze wanden niet hergebruikt worden. Wel kunnen materialen afzonderlijk gerecycled of gecomposteerd worden.



## KALKZANDSTEEN

- biedt weinig flexibiliteit binnen wooneenheid
- lage bouwkosten
- gemiddelde toekomstwaarde

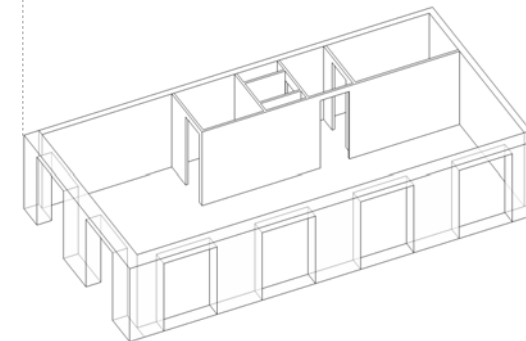
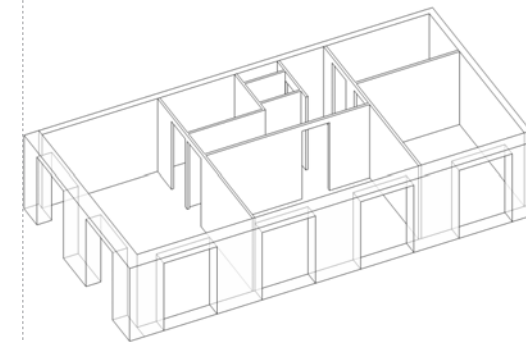
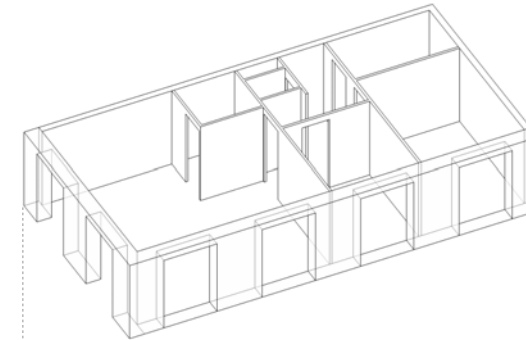
Deze wanden worden na de gebruiksduur gesloopt, het afval wordt verwerkt.



## SYSTEMEWAND

- + biedt veel flexibiliteit binnen wooneenheid
- - hoge bouwkosten
- ++ hoge toekomstwaarde

Deze wanden worden na de gebruiksduur gedemonteerd en hergebruikt. Ze gaan hierdoor lang mee en beperken de milieubelasting aanzienlijk.

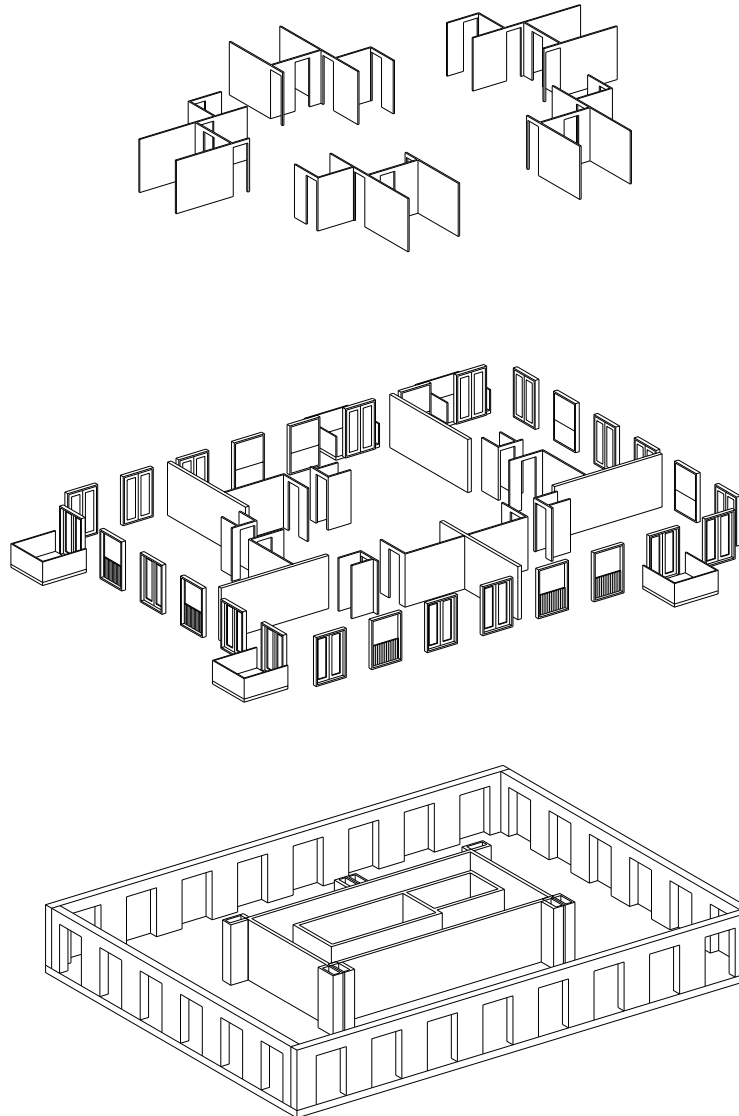


# synthese van bouwelementen

De gekozen bouwtechnische en architectonische mogelijkheden per bouwelement leiden tot drie woontorens waarin de ringconstructie met dragende gevels en kern, samen met de niet dragende gevel en kern, ontsluiting en schachten onderdeel vormen van de permanente structuur. Deze is onveranderlijk, verankerd in het stedelijk weefsel en bestaat uit solide materialen.

De tijdelijke elementen kunnen aangepast worden, waardoor binnen de permanente structuur ingespeeld kan worden op veranderende omstandigheden. Om tijdens de bouw op de wensen van een gewijzigde doelgroep in te spelen kan de woninggrootte of -indeling aangepast worden door demontabele woningscheidende wanden te verplaatsen (zie: scenario 2 op pag. 5). Ook in geval van een grote renovatie, wanneer de wooneenheden na enkele decennia aangepast moeten worden aan de koopsector (zie: scenario 3 op pag. 5), kunnen woningen opnieuw worden ingedeeld en de positie en grootte van balkons hierop worden aangepast. De transparante of gesloten invulling van de gevelopeningen kan door de tijdelijke gevelelementen afgestemd worden op de daarachter gelegen functie. Ook de infrastructuur van kabels en leidingen wordt naar nieuwe eindpunten geleid. Het meest veranderlijk zullen de inbouwwanden zijn die door bewoners soms al na enkele maanden weer verwijderd worden.

De permanente en tijdelijke bouwelementen worden los van elkaar gehouden, zodat bouwelementen eenvoudig kunnen worden vervangen, verplaatst of aangepast. Bij tijdelijke bouwelementen is het van groot belang om te kiezen voor materialen die het milieu zo min mogelijk belasten. Ze zijn demontabel, of zonder veel energie te recyclen, verbranden of te composteren. De levenscyclus is relatief kort, het belang van een bewuste keuze daardoor groot.



één verdieping met synthese bouwelementen  
naar verwachte levenscyclus (zie p. 9)

## 0 - 25 JAAR

- metal stud inbouwwanden

## 10 - 25 JAAR

- lichte woningscheidende wanden
- wanden badkamers/toiletten
- tijdelijke gevelelementen
- balkons

## > 50 JAAR

- ringconstructie, met dragende gevel en kern met ontsluiting
- niet dragende gevel en kern met woningscheidende wanden
- schachten

# vergelijking van twee bouwsystemen

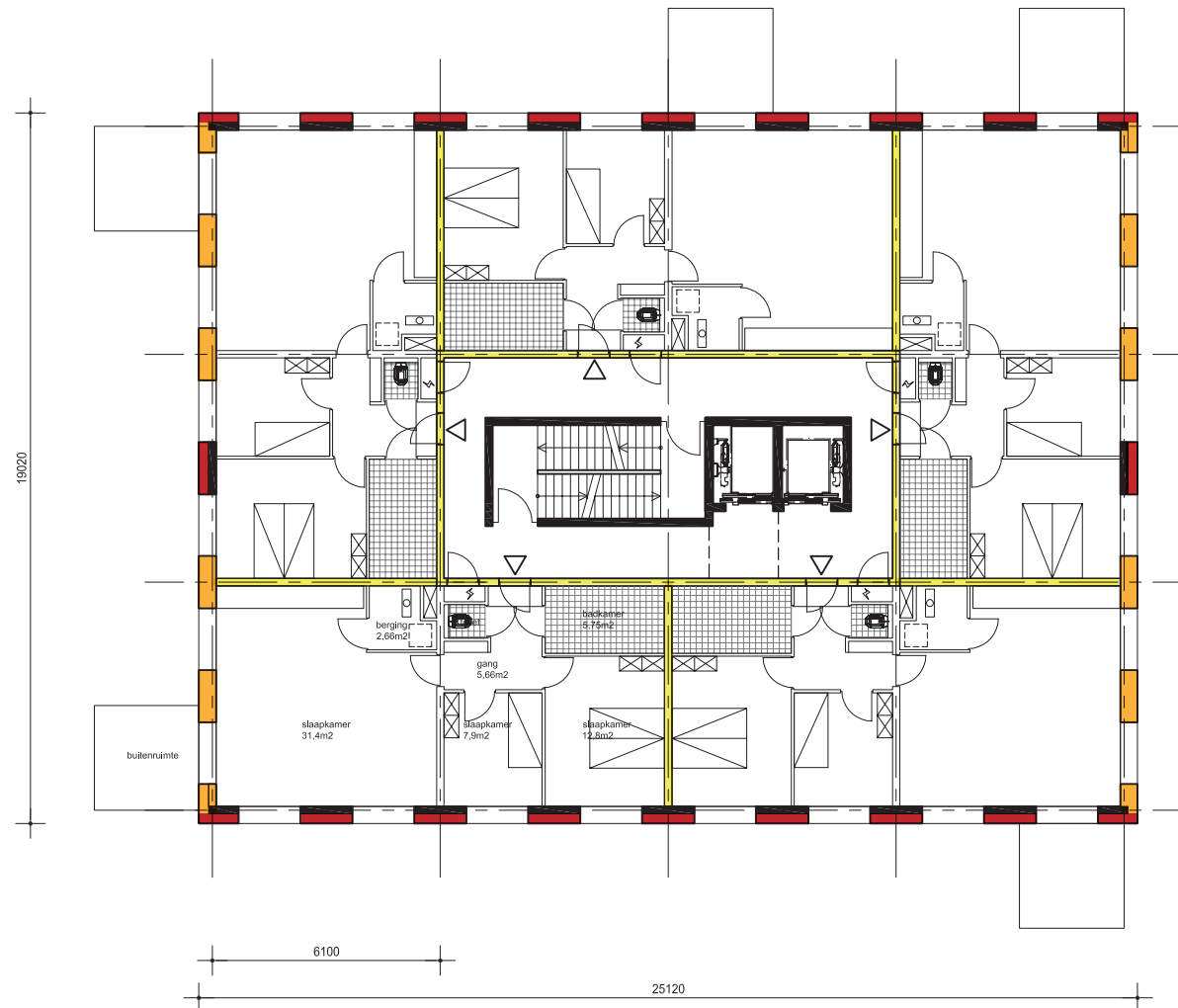
## UITGANGSPUNT ONTWERP:

BVO totaal: 438 m<sup>2</sup>

BVO verkoopbaar: 395,40 m<sup>2</sup>

GBO verhuurbaar: 299,10 m<sup>2</sup>

gevellengte: 88,10 m



ringconstructie: ontwerp uitgevoerd als ringconstructie met dragende gevels en kern

### RINGCONSTRUCTIE



typen muren (m):

constructief: -

constructief + **woningscheidend**: -

constructief + **gevelsluitend**: 53 m

**woningscheidend**: 68 m

**gevelsluitend**: 33,40 m

schacht: t.b.v. constructie en stabiliteit

### TRADITIONEEL BOUWSYSTEEM



typen muren (m):

constructief: 17,70 m

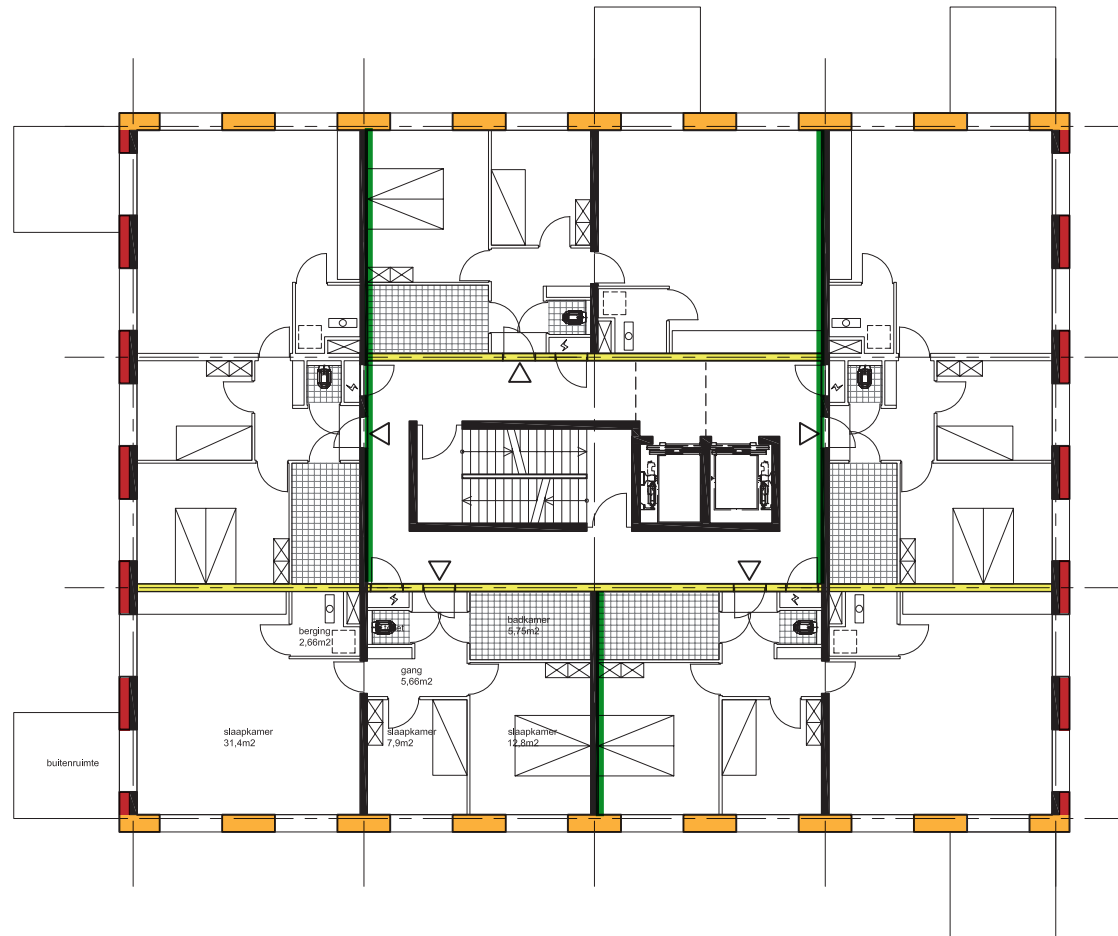
constructief + **woningscheidend**: 30 m

constructief + **gevelsluitend**: 36,20 m

**woningscheidend**: 35,80 m

**gevelsluitend**: 50,24 m

schacht: t.b.v. stabiliteit



traditioneel bouwsysteem: ontwerp uitgevoerd met prefab betonwanden







ontwerp voor  
3 torens

De Raden 3a

van Mourik  
architecten

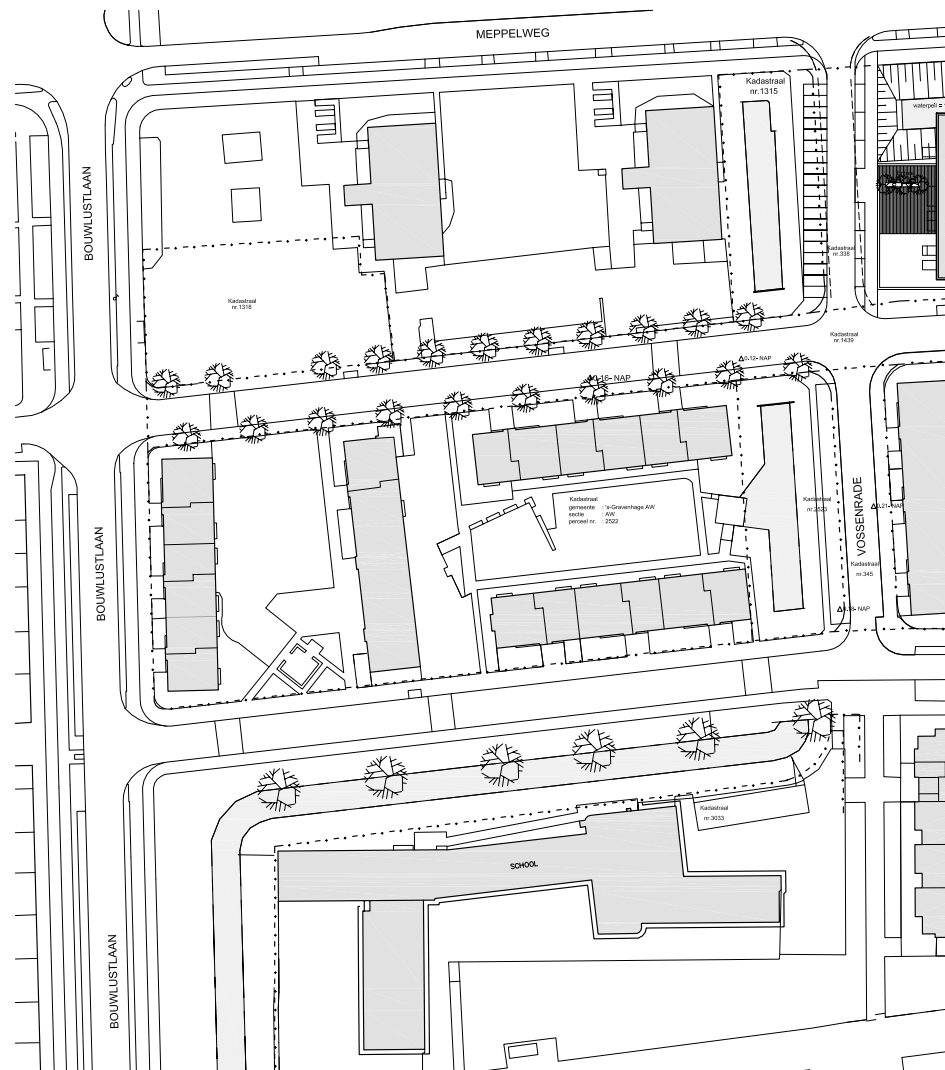
# inhoud

<b>Torens de Raden</b>	
bestaande situatie	4
nieuwe situatie	5
inrichting ensemble	6
concept toren	7
indelingsvarianten	8
begane grond	12
verdieping 1 - 7	13
loggia / balkon	14
woningtype A	16
woningtype B	17
woningtype C	18
studentenwoningen	20
zorgwoningen	22

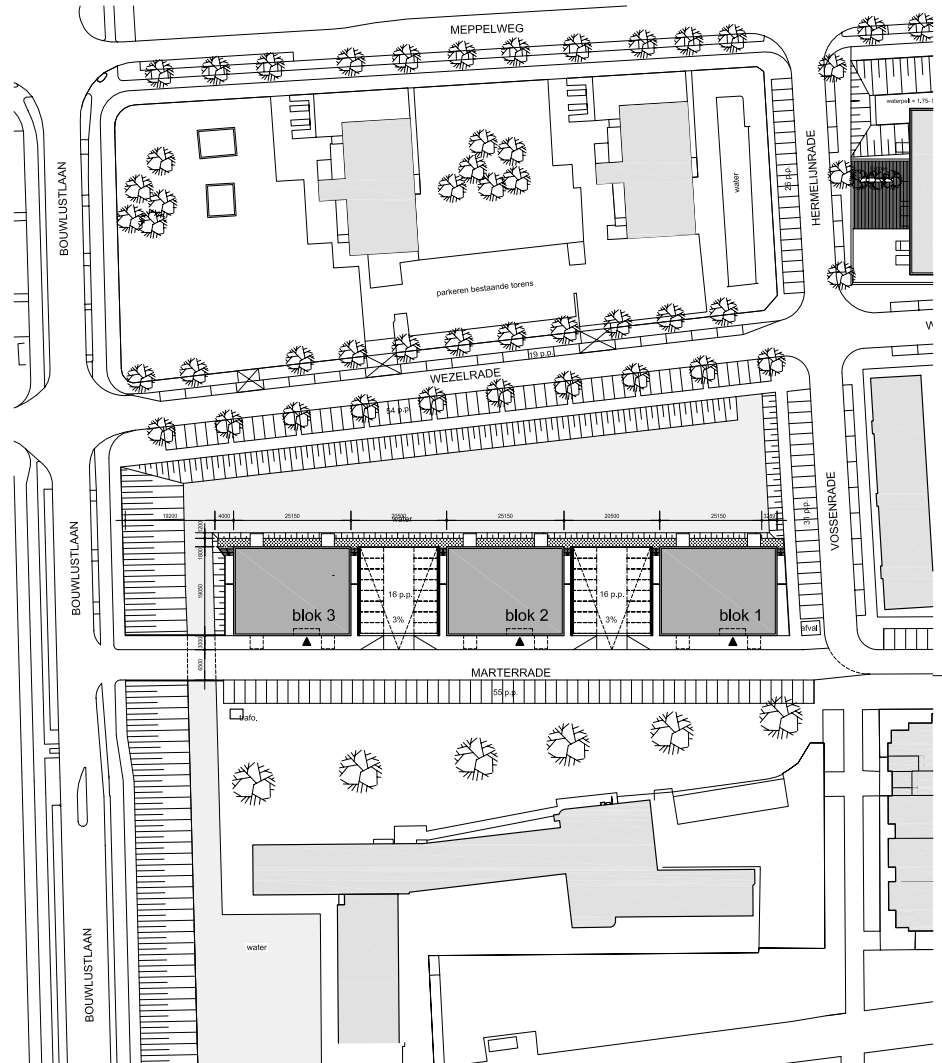
# Torens de Raden



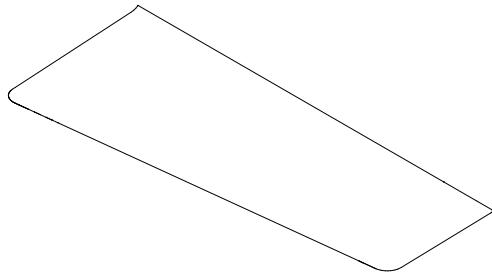
# bestaande situatie



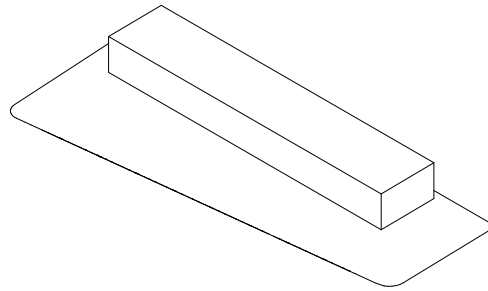
# nieuwe situatie



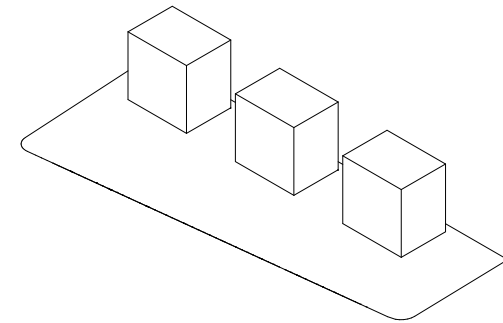
# inrichting ensemble



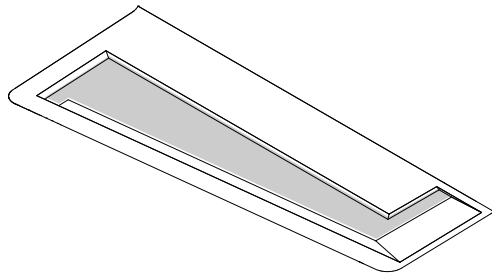
1. plot



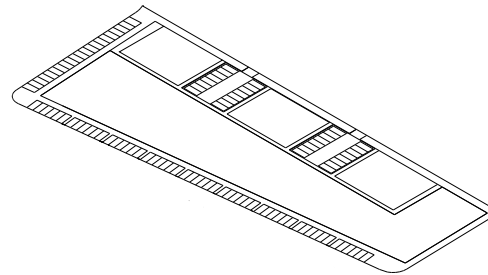
2. bouwvolume



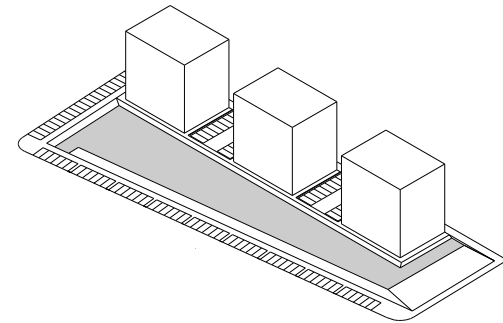
3. drie torens



4. water

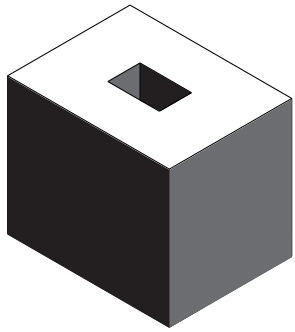


5. parkeerplaatsen

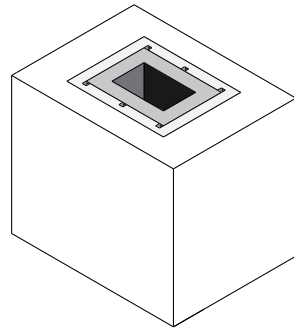


6. totaal ensemble

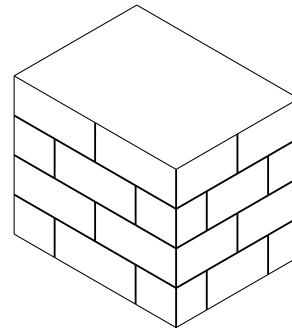
# concept toren



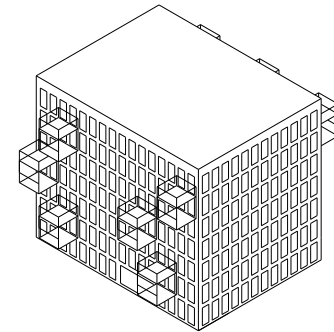
1. constructie



2. zonering

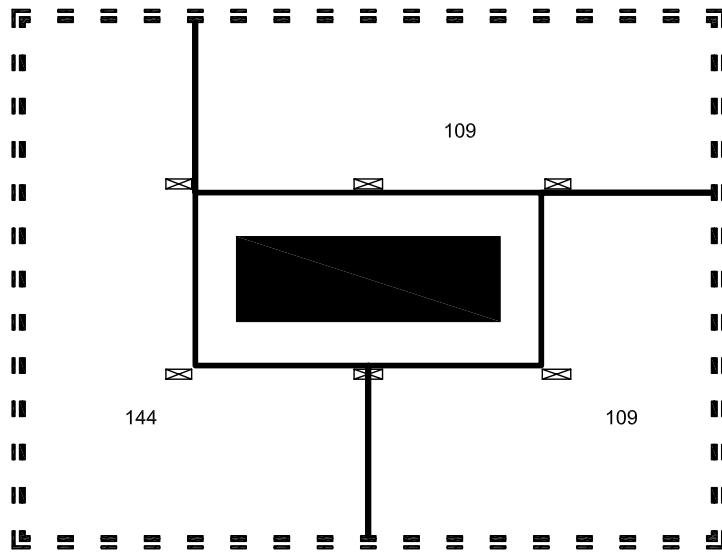


4. woningdiversiteit

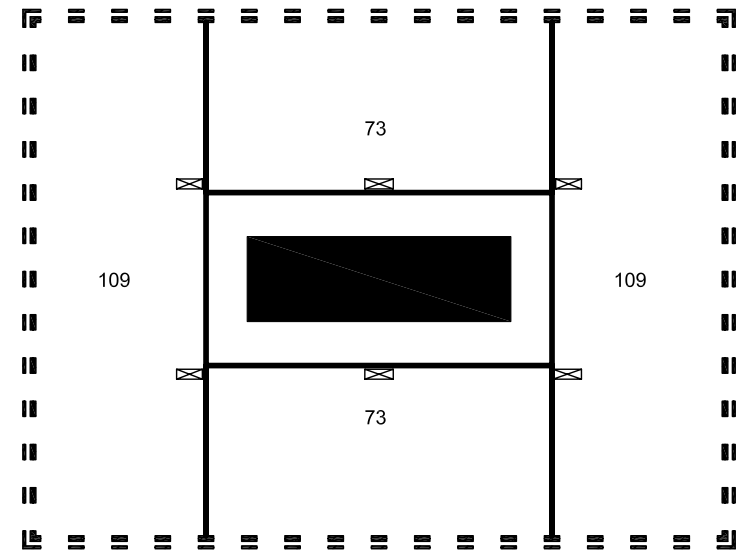


5. architectonische articulatie

# indelingsvarianten woningen

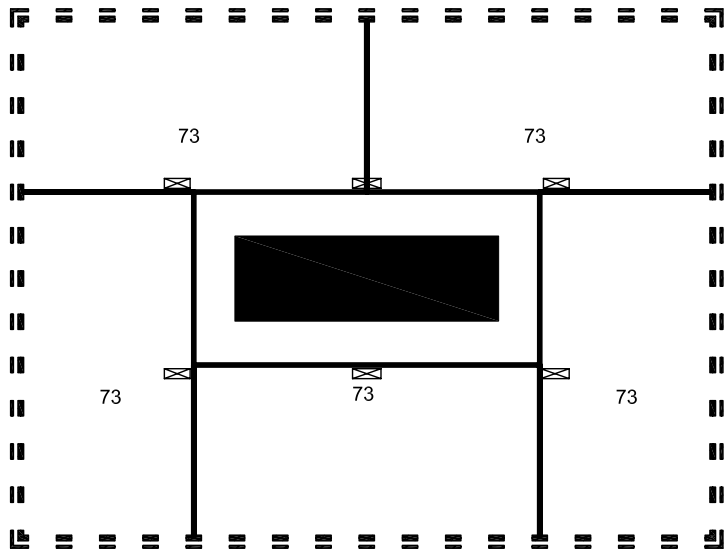


3 woningen

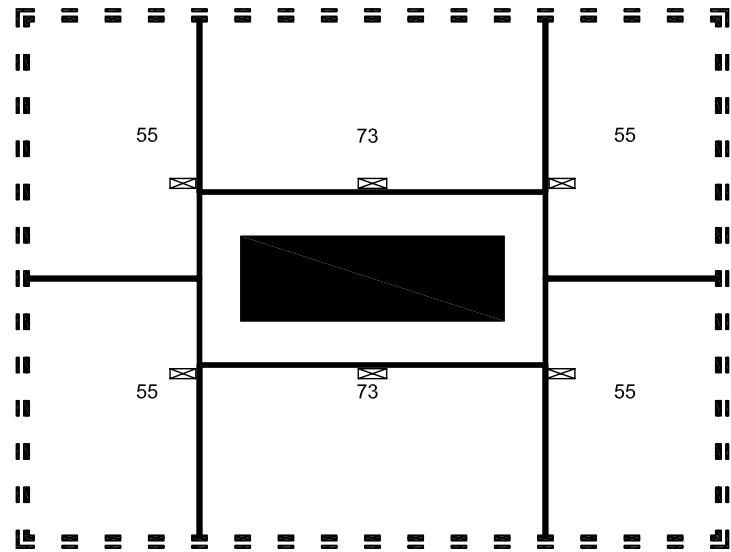


4 woningen





5 woningen

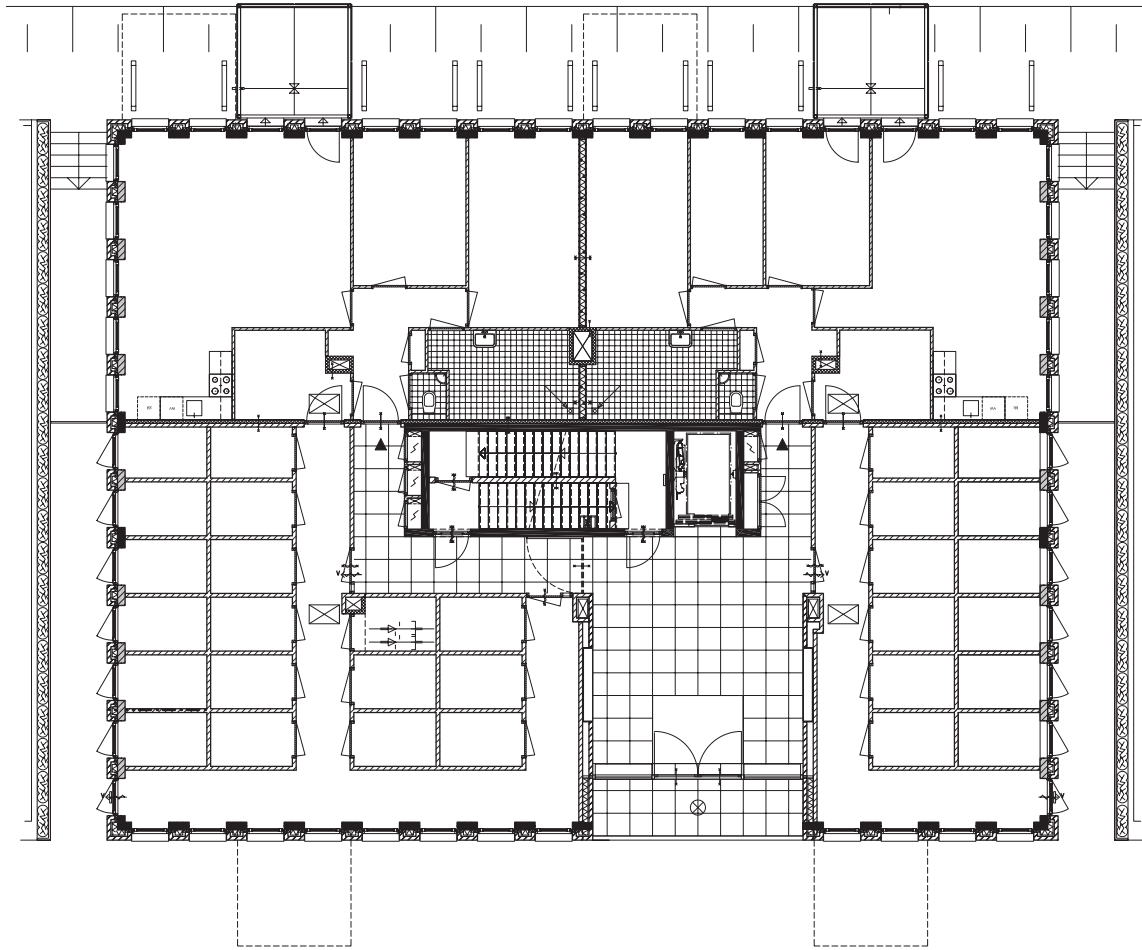


6 woningen

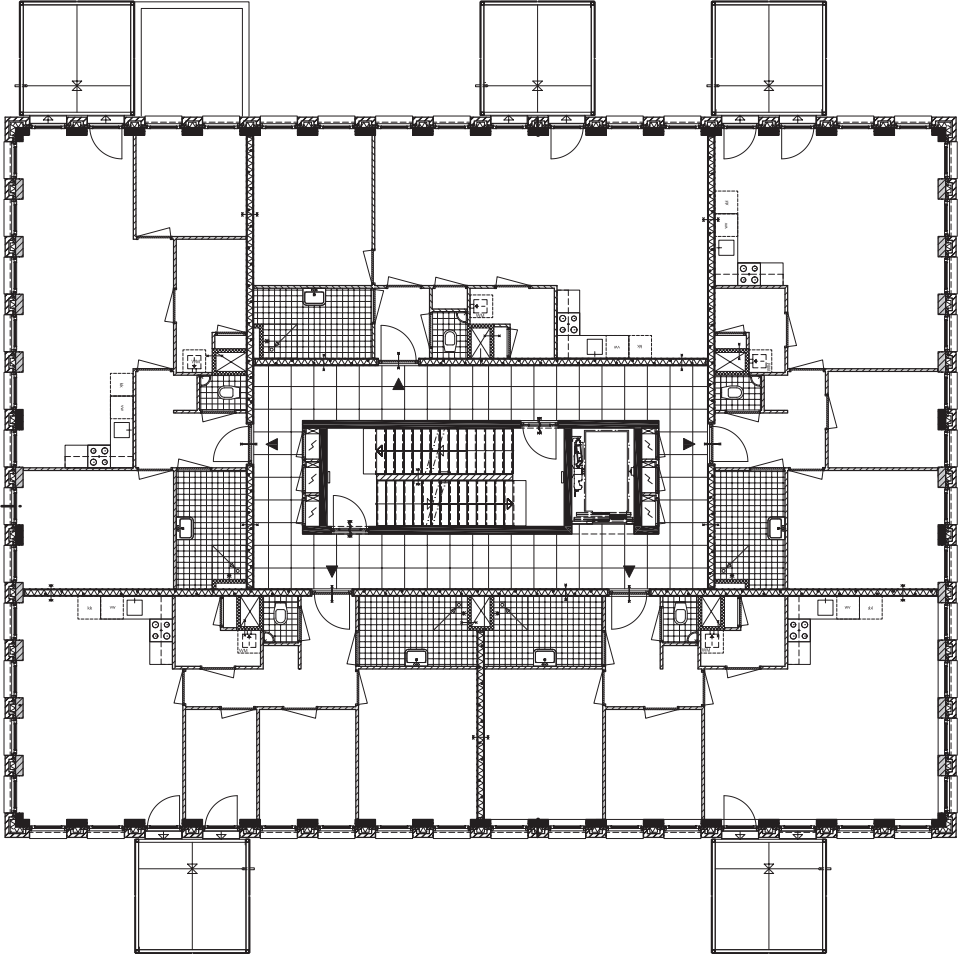




begane grond



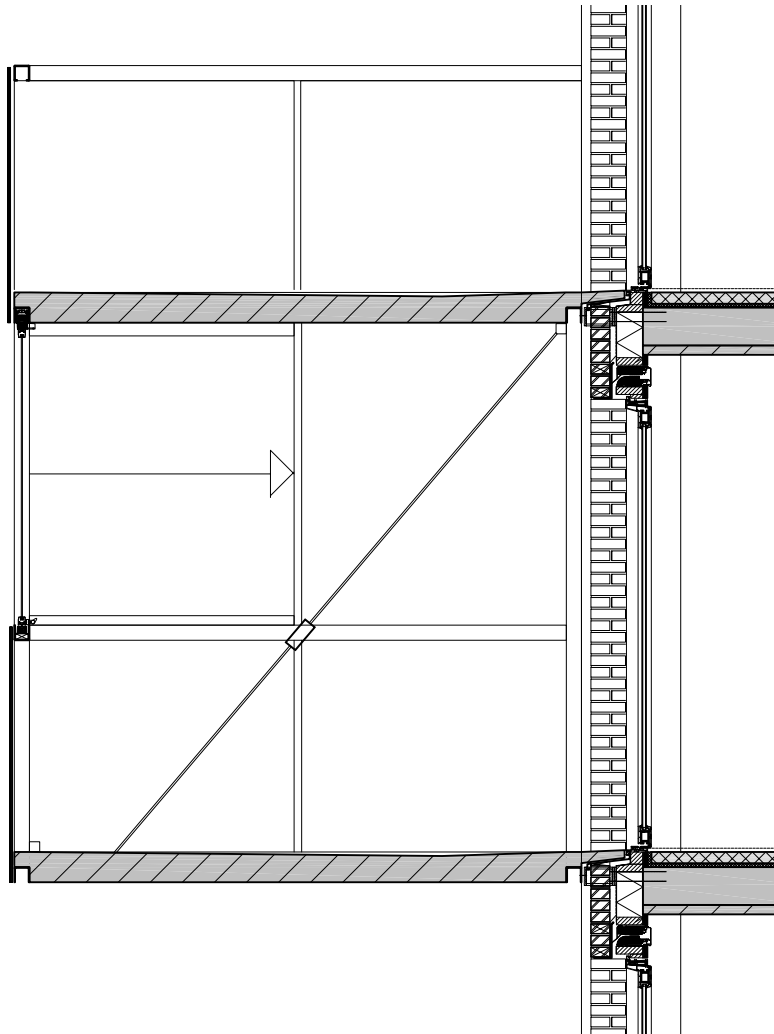
verdieping 5 woningen per laag



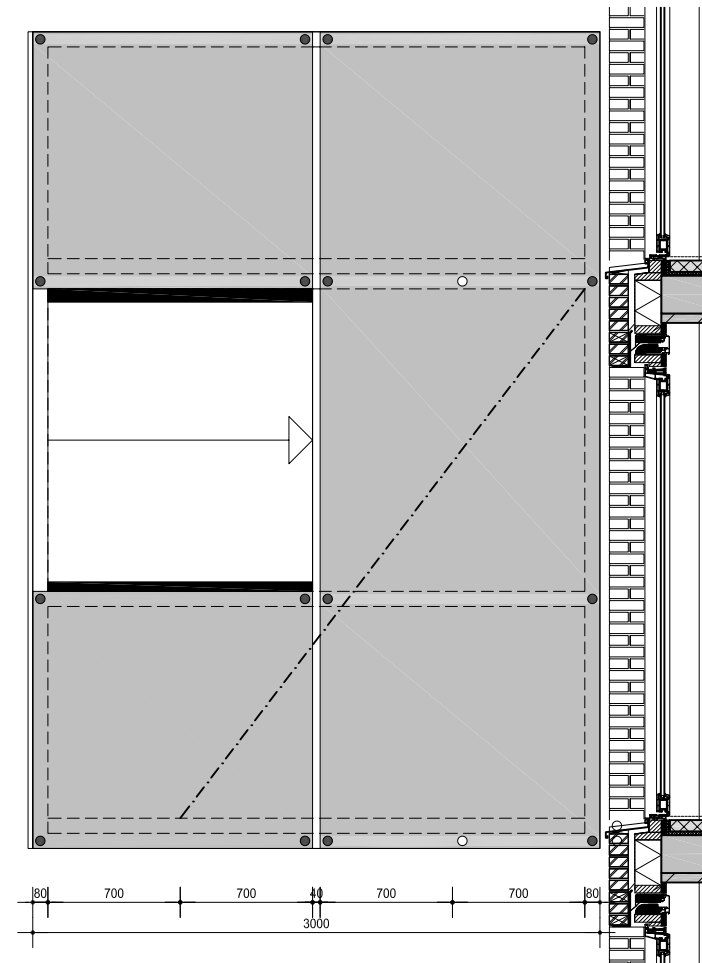
2 m 8 m



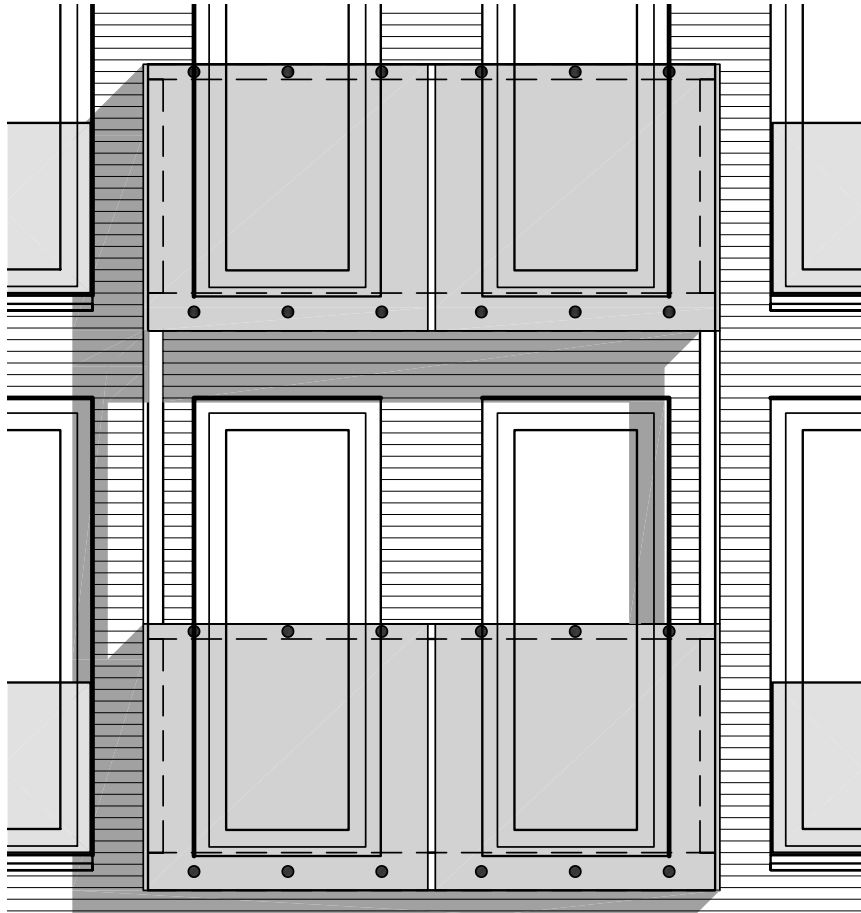
# loggia / balkon



doorsnede



zijaanzicht



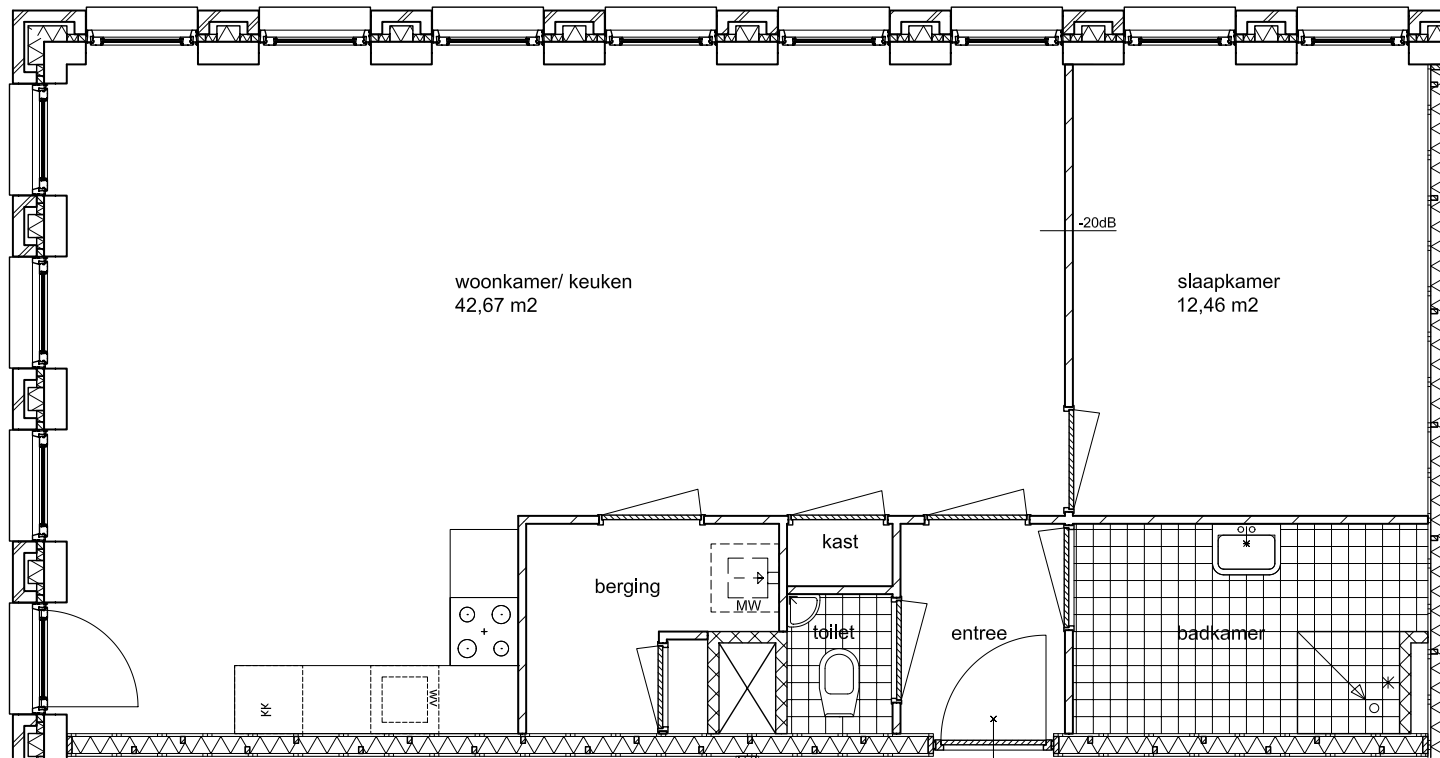
vooraanzicht

40 cm

1,6m



# woningtype A



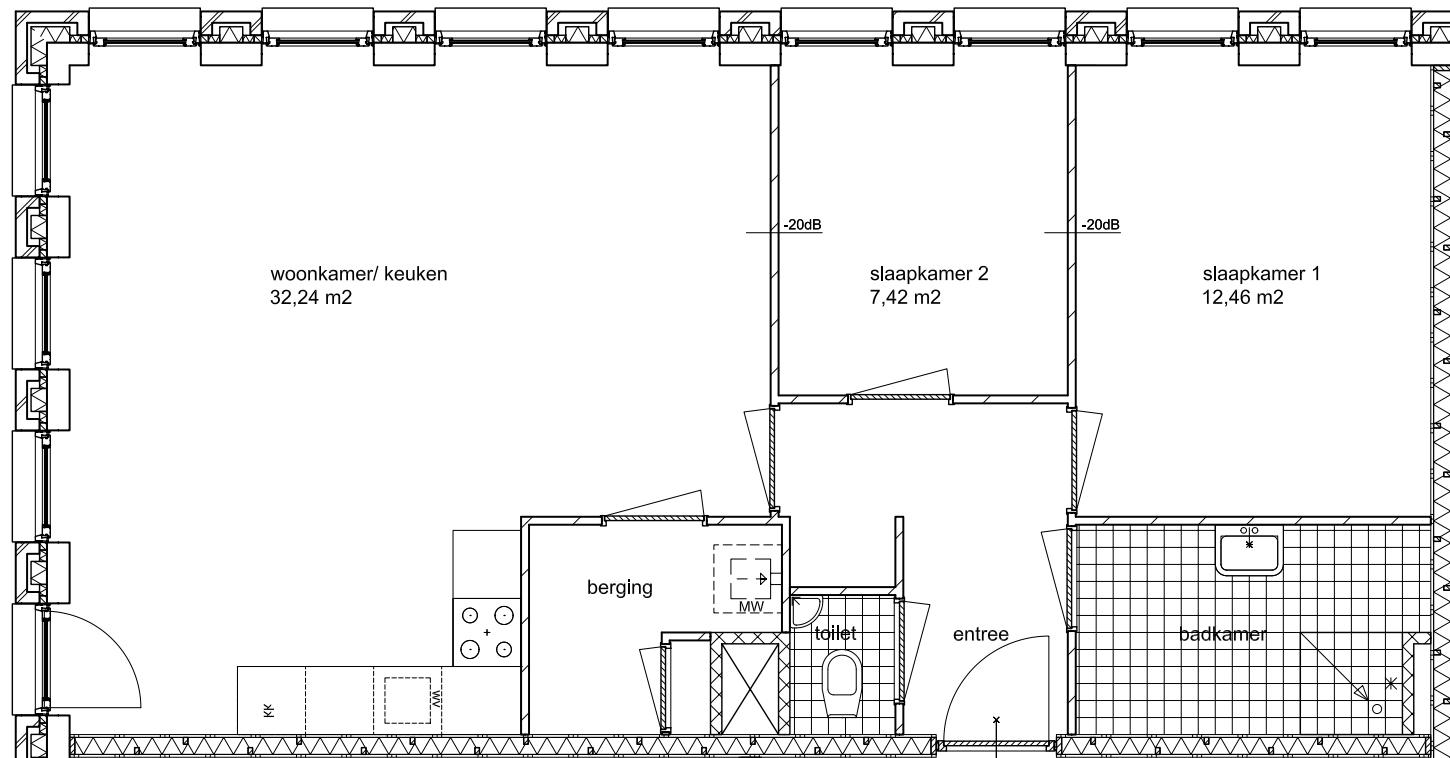
75 cm

3 m





# woningtype B

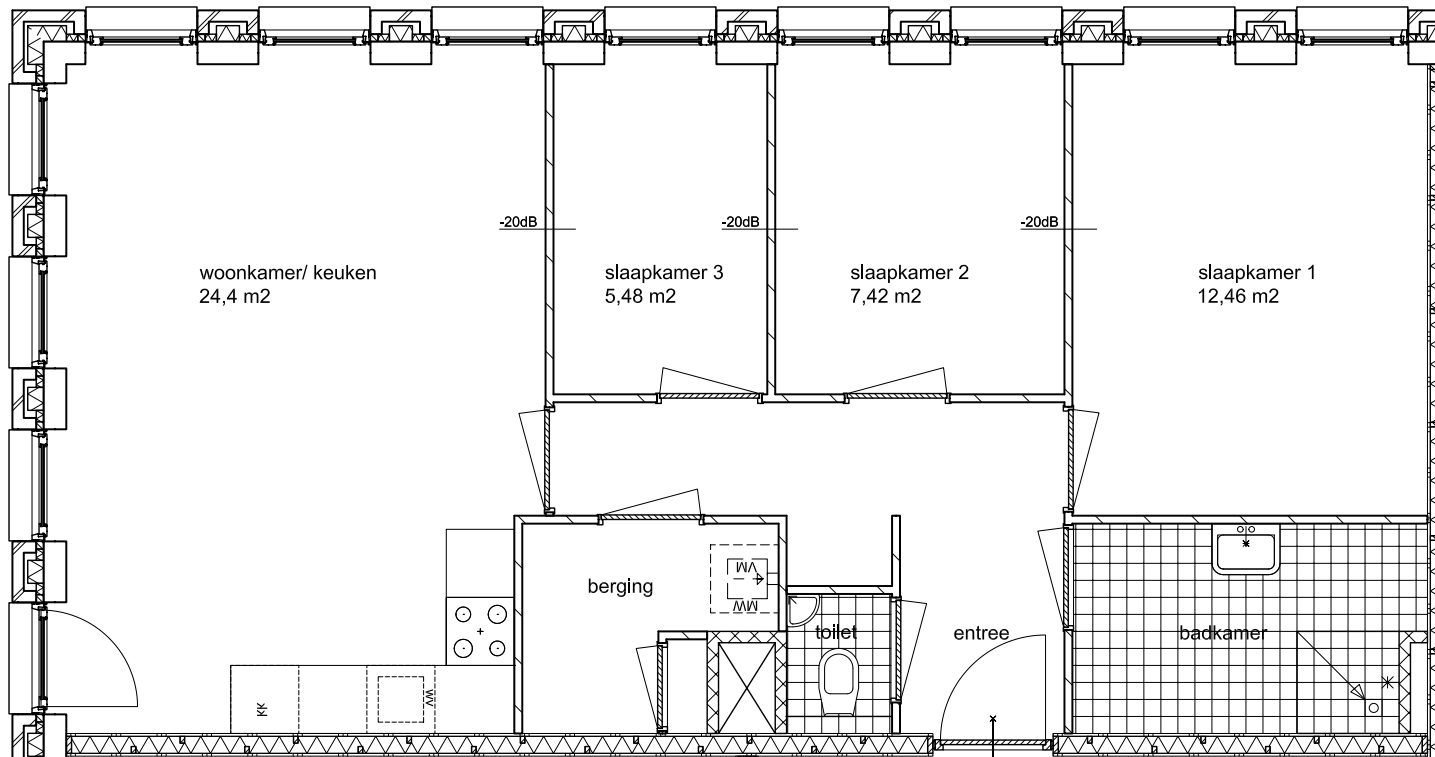


75 cm

3 m



# woningtype C



75cm

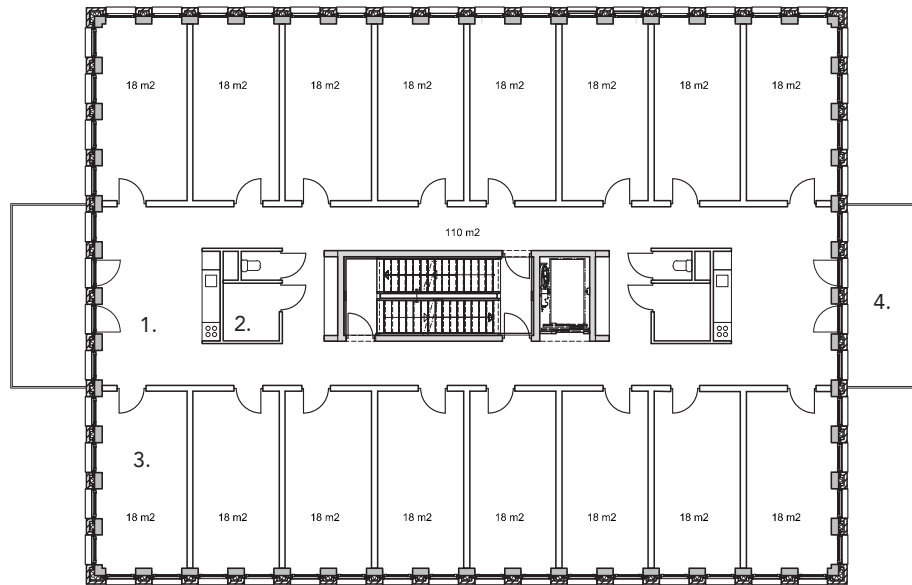
3m





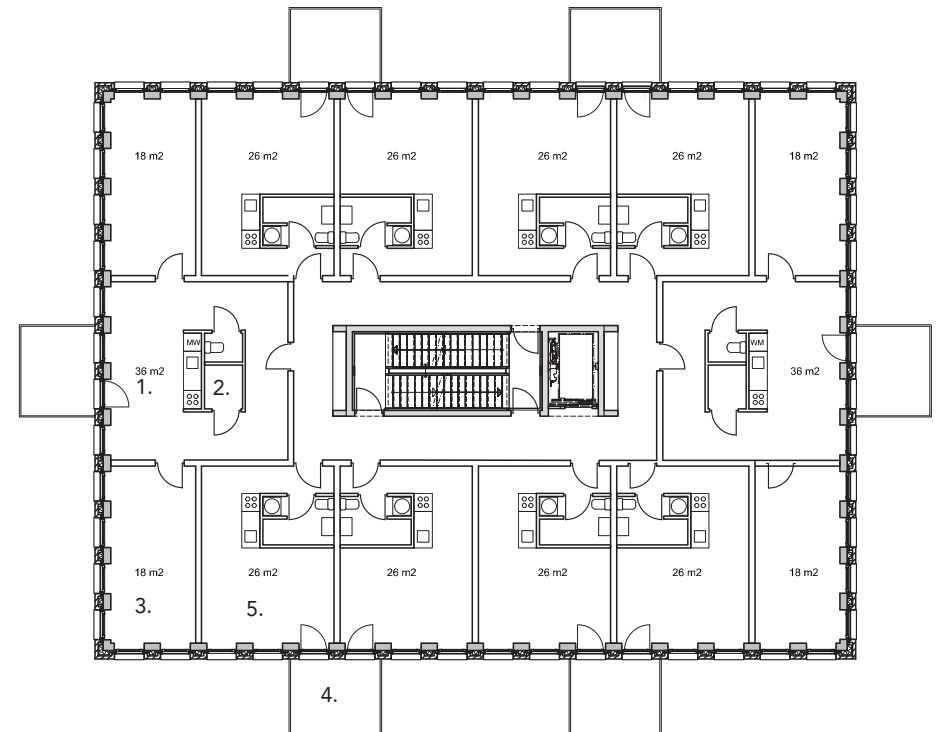
visualisatie dp6

# studentenwoningen



## gemeenschappelijk wonen

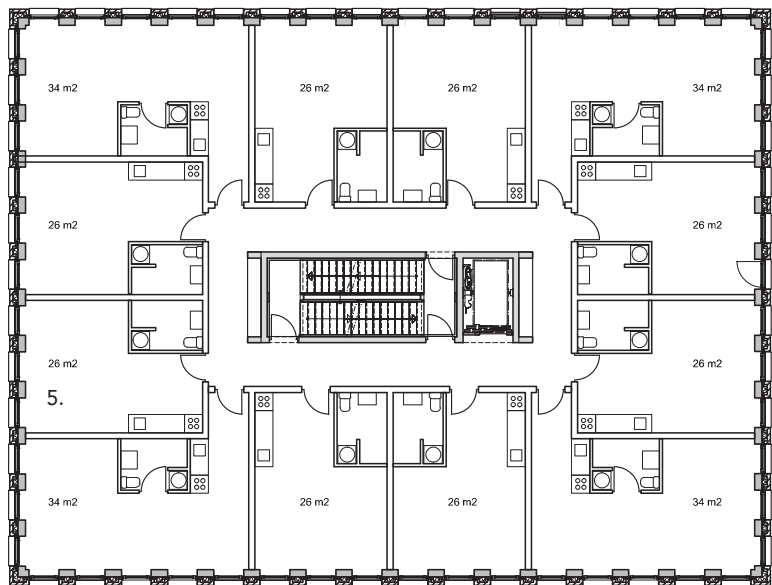
1 woning met 16 onzelfstandige eenheden 25 m<sup>2</sup> (18 + 7)



## combinatie zelfstandig/onzelfstandige eenheden

8 eenheden 26 m<sup>2</sup> gbo

2 woningen met 2 eenheden 36 m<sup>2</sup> gbo (18 + 18)



**zelfstandige eenheden met gemeenschappelijk dakterras**

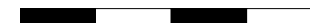
8 eenheden 26 m<sup>2</sup> gbo

4 eenheden 34 m<sup>2</sup> gbo

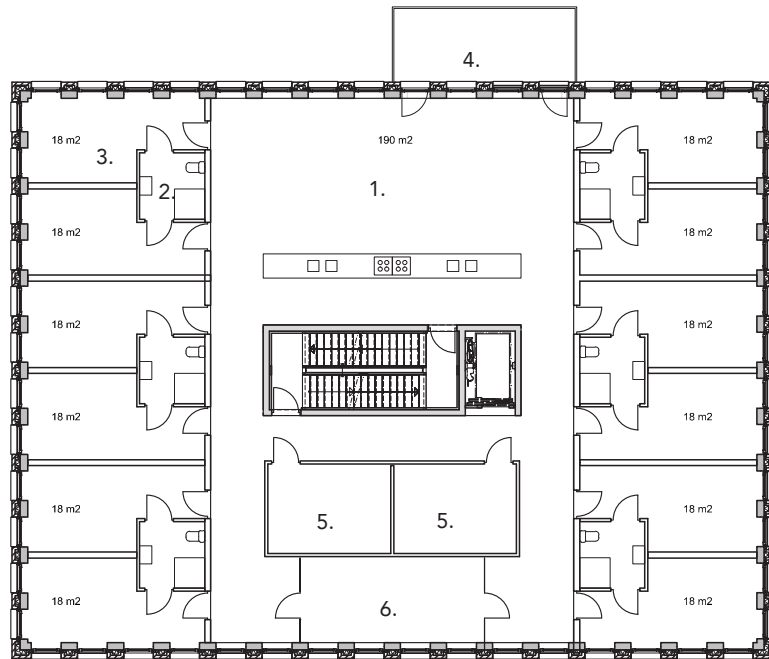
1. gemeenschappelijke leefruimte met keuken
2. kern met douche en toilet
3. kamer
4. balkon
5. zelfstandige eenheid
6. personeelsruimte

2,5 m

10 m

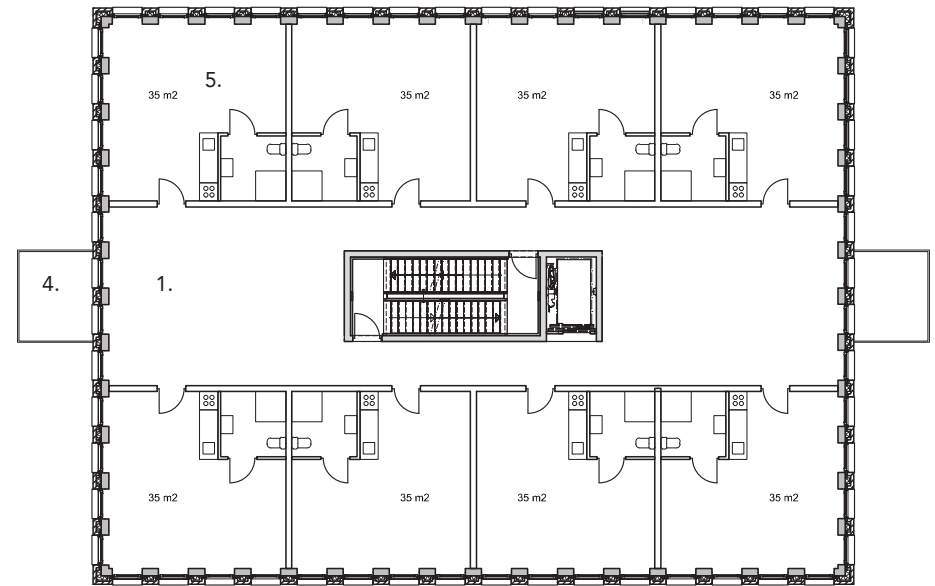


# zorgwoningen



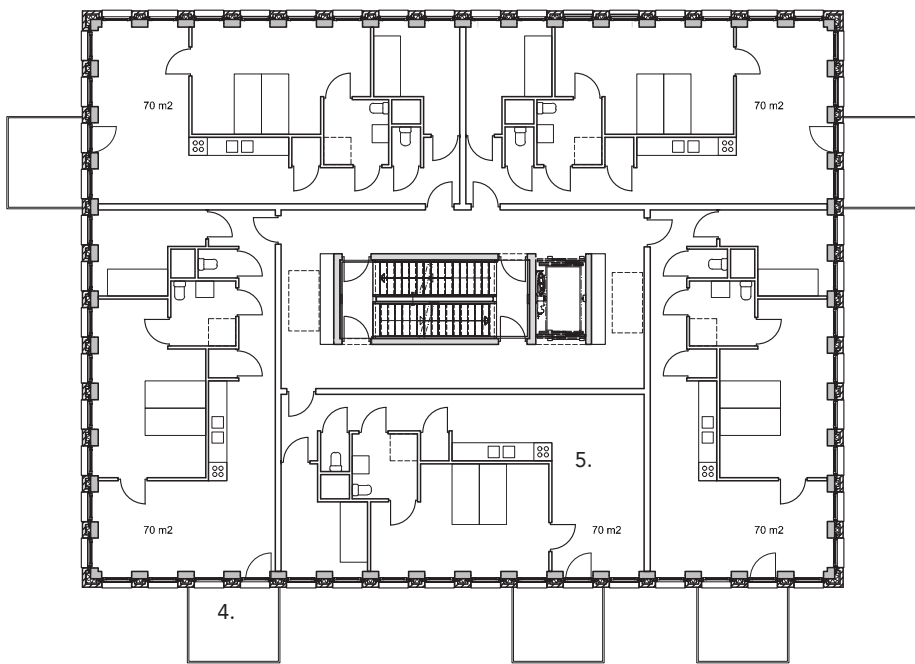
## onzelfstandige zorgeenheden

1 woning met 12 onzelfstandige eenheden 34 m<sup>2</sup> gbo (18 + 16)



## zelfstandige zorgeenheden met gemeenschappelijke ruimten

8 eenheden 34 m<sup>2</sup> gbo (18 + 14)



**zelfstandige zorgwoningen**  
5 3 kamerwoningen 70 m2 gbo

1. gemeenschappelijke leefruimte met keuken
2. kern met douche en toilet
3. kamer
4. balkon
5. zelfstandige eenheid
6. personeelsruimte

2,5 m 10 m



**architecten van Mourik bv**

wassenaarseweg 32  
2596 cj den haag

t. +31 (0) 70 360 68 30  
f. +31 (0) 70 356 12 04

[post@architectenvanmourik.nl](mailto:post@architectenvanmourik.nl)  
[www.architectenvanmourik.nl](http://www.architectenvanmourik.nl)