



Life Cycle Cost Analysis als instrument om verantwoorde keuzen te maken bij ontwerp en keuze van systemen voor de realisatie van bouwprojecten voor welzijns – en gezondheidsvoorzieningen.

Onderzoek in opdracht van het Vlaams Infrastructuurfonds voor Persoonsgebonden Aangelegenheden

Eindrapport 29/10/2010

Prof. dr. ir.-arch. Frank De Troyer
Dr. ir.-arch. Han Vandevyvere

Afdeling Ontwerp- en Bouwmethodiek,
Departement Architectuur, Stedenbouw en Ruimtelijke Ordening,
Faculteit Ingenieurswetenschappen

MSc. Frank Vastmans

Centrum Economische Studies,
Faculteit Economie en Bedrijfswetenschappen

K.U.Leuven

Inhoud

Inhoud.....	1
Inleiding: doelstellingen.....	3
1. Life Cycle cost analysis, een introductie.....	6
1.1 Een eenvoudig voorbeeld.....	6
1.2 Begrippen.....	6
1.3 Actuele waarde.....	7
Verdisconteren.....	7
Risicovrije rentevoet.....	7
Toekomstige waarde versus actuele waarde.....	8
1.4 Life Cycle Cost (LCC)	10
Beslissingsregel.....	10
Kasstromen.....	11
Inflatie.....	11
Synoniemen.....	12
1.5 Differentiële LCC voor de keuze tussen alternatieven.....	12
1.6 Aanvullende evaluatiemethoden	16
Interne rendementsgraad	16
Vergelijking LCC en IRR via de LCC-curve.....	16
Vereenvoudigde Terugverdiëntijd (TVT).....	18
De actualisatievoet in geval van risico.....	18
2. Thema 1: analyse van de invloed van de gebouwlayout op loopafstanden en bouwkosten.....	19
2.1 Eerste abstractiegraad: overzicht cases en preliminaire analyse	19
Selectie Cases.....	19
Bespreking modelvorming.....	24
2.2 Tweede abstractiegraad: uitgangspunten aanpak loopafstanden.....	27
Benadering	27
Globale aanpak.....	27
Gestandaardiseerde benadering	27
Looptijden en verdiepingen	28
2.3 Tweede abstractiegraad: parametrisatie van de typeplannen	31

Formules plantypologieën	31
2.4 Analysetabellen voor invloed van de gebouwlayout op loopafstanden en bouwkosten.....	38
Base case	39
Variaties	40
3. Thema 2: analyse buitenschrijnwerk.....	50
3.1 Analysetabellen	50
3.2 Interpretatie	55
4. Besluiten.....	56
5. Referenties en bijlagen.....	58
5.1 Referenties.....	58
5.2 Annex: basisreeksen kostenevolutie	58

Inleiding: doelstellingen

Dit onderzoek heeft als doel om het Vlaams Infrastructuurfonds voor Persoonsgebonden Aangelegenheden (VIPA) een gestructureerd beeld aan te reiken over de relatie tussen kostprijzen voor investering en uitbating enerzijds en gebouw- en gebruikskwaliteit voor rust- en verzorgingstehuizen anderzijds.

Als eerste situering van de probleemstelling nemen we volgende omschrijving uit het bestek voor de onderzoeksopdracht over¹:

'De Vlaamse Gemeenschap wenst zijn klanten een instrument aan te bieden om hen toe te laten, verantwoorde keuzen te maken bij ontwerp en keuze van systemen voor de realisatie van hun bouwproject.

Nieuwe inzichten in het vastgoed management en praktijkervaringen hebben ondertussen het nut van de Life Cycle Cost Analysis (LCCA) bewezen. De voorzieningen die bij het Vlaams Infrastructuurfonds voor Persoonsgebonden Aangelegenheden (hierna: "het VIPA"), aankloppen voor de subsidiëring van hun bouwprojecten zijn gespecialiseerd in het aanbieden van zorg aan personen. De verantwoordelijken voor deze voorzieningen bezitten dan ook doorgaans expertise voor het managen van zorg, maar moeten voor het ontwerpen en het kiezen van bouwsystemen meestal beroep doen op externe partners.

Het VIPA wil met de introductie van de LCCA het bouwheerschap van haar klanten verbeteren.

...

In de zorgvoorzieningen zijn de kosten voor uitbating (> 90%; voornamelijk personeelkosten) veel belangrijker dan de kosten voor investering. Keuzes bij investering die minder inzet van personeel, met behoud van de kwaliteit van de dienstverlening vereisen, vormen dan ook de focus van de opdracht.'

Deze vraagstelling dient echter gekaderd te worden in een ruimere, maatschappelijke context van **evoluerende zorgprincipes**.

Binnen de zorgsector voor ouderen bestaat er momenteel een vraag naar kwalitatieve huisvestingsmodellen die zo veel mogelijk aansluiten bij een traditionele woonomgeving. Afstappen van de voor de zorgsector typerende functionalistische, medisch geïnspireerde modellen ten voordele van concepten die een residentiële en dus minder stigmatiserend karakter hebben, heeft echter een prijskaartje. Dit geeft aanleiding tot discussies over welke kwaliteit welke prijs met zich meebrengt – of mag meebrengen.

Analyses gebaseerd *Life Cycle Cost Analysis (LCCA)* laten toe om een beeld te krijgen op de verschillende factoren die deze prijs-kwaliteitverhouding aansturen.

Vooreerst is het mogelijk om via LCC het effect van meerinvesteringen ten voordele van een verhoogde leefkwaliteit, functionaliteit of duurzaamheid gestructureerd in kaart te brengen. In het bijzonder laat deze methode toe om de gewenste terugverdieneffecten van de meerinvesteringen in te schatten.

Daarnaast laat een analyse via LCC ook toe om na te gaan welke meerinvesteringen de beste return opleveren. Dit laat toe om bepaalde interventies als voorkeur te bestempelen omdat zij voor een gegeven input de hoogste output genereren.

¹ Vlaamse Gemeenschap, Vlaams ministerie van Welzijn, Volksgezondheid en Gezin (WVG), Departement Welzijn, Volksgezondheid en Gezin, Overheidsopdracht voor aanneming van diensten: Studieopdracht, Onderhandelingsprocedure zonder bekendmaking, Bestek nr. 1 G-2B8H /2009/03

In het bijzonder wenst het VIPA een duidelijker beeld te krijgen op de gevolgen van bepaalde materiaal- en componentkeuzes bij de bouw van RVT's; op de impact die de lay-out van een RVT heeft op de werkomstandigheden van het verplegend personeel, bijvoorbeeld door de af te leggen afstanden binnen de gebouwen; op keuzes aangaande de uitbesteding van bepaalde diensten; op de kostenimplicaties verbonden aan het individueel comfort- en veiligheidsniveau; en op de invloed van de keuze voor specifieke installatie- en energieconcepten.

Ook hier geldt dat optimalisatie toelaat om voor een gegeven of gewenst verblijfskwaliteitsniveau die oplossingen te selecteren die de beste werkomstandigheden en/of kostenbesparingen met zich meebrengen.

Het bestek specificiert de opdracht meerbepaald als een analyse van twee thema's (cases genoemd in het bestek), in overleg met het VIPA te selecteren uit 9 mogelijke thema's inzake ontwerp en gebouwssystemen. Bestaande investeringsdossiers dienen als vertrekbasis. Dit leidt ondermeer tot de ontwikkeling van referentie - en parametertabellen voor vergelijkende analyse van huidige en toekomstige ontwerpen. Het onderzoek ondersteunt op deze manier ook de toekomstige vertaling naar software, in eigen beheer te ontwikkelen door VIPA.

Na overleg met de opdrachtgever zijn volgende thema's en focuspunten voor het onderzoek vastgelegd:

Thema's (cases uit het bestek):

- **Thema 1: Loopafstanden** binnen de gebouwen voor het verzorgend personeel. Dit thema wordt uitgebreid met een complementaire analyse van de invloed van de **gebouwlay-out** op de **bouwkosten**. De gebouwlay-out beïnvloedt beide aspecten namelijk rechtstreeks en op een gelijkaardige manier;
- **Thema 2: Materiaalkeuze** bij afwerking en uitrusting van gebouwen met een relevante invloed aan nood op onderhoud, vervanging of herstel. In casu wordt **buitenschrijnwerk** geselecteerd als relevante bouwcomponent.

Focuspunten:

- Een voorafgaande introductie in de gebruikte LCC-benadering. Dit denkkader kan in de toekomst meer algemeen de basis vormen voor de ontwikkeling van een praktische softwaretool om beslissingen te ondersteunen. Grafische voorstellingswijzen vormen daarbij een belangrijk onderdeel van een gebruiksvriendelijke interface;
- Een analyse van de loopafstanden in RVT's in functie van bepaalde typelay-outs en hun functionele organisatie. De woonkwaliteit van de RVT's hangt daarbij in sterke mate samen met het opzet van deze lay-outs: gebouwvorm, vorm en afmetingen van de kamers, aantal kamers per verpleegeenheid,... Er zal dus een afweging tussen woonkwaliteit en personeelsimpact aan de orde zijn;
- Een analyse van de impact van deze gebouwmodellen op het vlak van investeringen in de bouwkundige infrastructuur zelf. Woonmodellen met een residentieel karakter zijn vaak minder compact qua opzet, en veroorzaken daardoor een hogere ratio buitengevel- en dakoppervlakte per kamer. Op dezelfde manier geven kleinere leefgroepen niet alleen aanleiding tot een grotere personeelsbehoefte, maar ook een hogere ratio aan dienstenoppervlaktes in verhouding tot de kameroppervlakte;
- In het bijzonder wordt bij dit alles de beglazingsgraad en de materiaalkeuze voor het buitenschrijnwerk in acht genomen, omdat dit binnen de bouwopdracht financieel, technisch en onderhoudsmatig een belangrijk element vormt. Deze laatste analyse betreft dus de concrete uitwerking van het thema materiaalkeuzes.

Er is, zoals gesuggereerd werd, gekozen om te vertrekken van case studies, i.e. concrete plannen van gerealiseerde of geplande RVT's, omdat deze werkwijze toelaat de modelvorming zo dicht mogelijk bij de dagelijkse realiteit van de verzorgingssector te laten aansluiten. Bovendien wordt zo de bestaande expertise die al in heel wat typeplannen ingebed zit, meteen als vertrekpunt opgenomen.

Tegelijk worden deze case studies vervolgens zoveel mogelijk geabstraheerd om daaruit meer algemene conclusies te kunnen afleiden.

1. Life Cycle cost analysis, een introductie²

Vooraleer de verschillende cases uit te werken is er nood aan een begrippenkader, een uitwerking van het begrip actuele waarde (= huidige waarde) en een overzicht van de wiskundige evaluatiemethoden.

1.1 Een eenvoudig voorbeeld

Begin 2010 raakte bekend dat voor de operatie van de overheid om overheidsgebouwen te verkopen en ze nadien opnieuw te huren in de komende kwarteeuw 1,8 miljard euro huur zal moeten worden betaald, terwijl de gebouwen destijds voor 1,3 miljard euro verkocht werden.

De indruk ontstaat dat de overheid hierdoor een verlies lijdt van 0.5 miljard euro, namelijk de kosten van de huur verminderd met de verkoopprijs. Verscheidene media hebben zelfs op deze wijze over dit feit bericht. Het is niet de bedoeling om deze operatie diepgaand te analyseren, maar het mag duidelijk zijn dat het tijdsaspect van de in- en uitgaven een belangrijke rol spelen. Indien men hiermee geen rekening houdt, komt men tot foutieve conclusies. In wat volgt wordt duidelijk hoe Life Cycle Cost Analyse met dit tijdsaspect rekening houdt.

1.2 Begrippen

Life Cycle Cost Analysis (LCCA): methode om de totale kost over de levenscyclus van een project te analyseren, waarbij alle in- en uitgaande kasstromen tegen elkaar afgewogen worden.

Synoniem: LCC (Life Cycle Costing)

Kasstromen: In- en uitgaande kasstromen. Synoniemen voor ingaande kasstromen zijn inkomsten, opbrengsten, Synoniemen voor uitgaande kasstromen zijn uitgaven, kosten, ...

Verdisconteren: het berekenen van de actuele waarde (= huidige waarde) van een toekomstige kost/ontvangst.

Actualisatievoet: het berekenen van de actuele waarde (verdisconteren) wordt uitgevoerd met behulp van een actualisatievoet (a). Synoniemen voor deze verdisconteringsfactor zijn kapitaalkost of vereist minimumrendement. Deze actualisatievoet verschilt van opdrachtgever tot opdrachtgever. Hij hangt af van zijn inzicht en mogelijkheden op de kapitaalmarkt. Vaak wordt de OLO-rentevoet voor quasi risicovrije beleggingen op lange termijn gehanteerd. Voor bouwheren die meer risicovolle beleggingen aanvaardbaar achten zal deze actualisatievoet hoger liggen.

OLO-rentevoet: De rentevoet van een OLO ('Obligation Linéaire - Lineaire Obligatie'). OLO's zijn obligaties met gestandaardiseerde kenmerken uitgegeven door de Belgische Staat, die via veilingen worden geplaatst bij institutionele beleggers. Deze rentevoet wordt in het algemeen als benadering genomen voor de risicovrije rentevoet.

Algemene Inflatie: Een evolutie van het algemene prijspeil. Meestal stijgen de prijzen, maar dalingen zijn theoretisch mogelijk. Inflatie zorgt voor geldontwaarding, en dus een vermindering van de koopkracht.

² Zie ook [De Troyer 2007] en [Deloof et al 2008]

1.3 Actuele waarde

Verdisconteren

Toekomstige in- en uitgaande kasstromen met elkaar vergelijken is een niet evidente oefening omdat de wiskundige berekening niet uit het hoofd kan gebeuren: om toekomstige kasstromen te verdisconteren moet men delen, vermenigvuldigen en machten uitvoeren. Maar eerst en vooral werkt verdisconteren met een vereiste actualisatievoet. Wat wordt hieronder verstaan ?

Voorbeeld:

Wat zou men kiezen :

- 100 euro in het begin van het jaar (optie 1), of
- 100 euro op het einde van het jaar (optie 2) ?

Men kiest voor 100 euro nu. Door deze 100 euro op een spaarrekening te plaatsen heeft men op het einde van het jaar meer in optie 2.

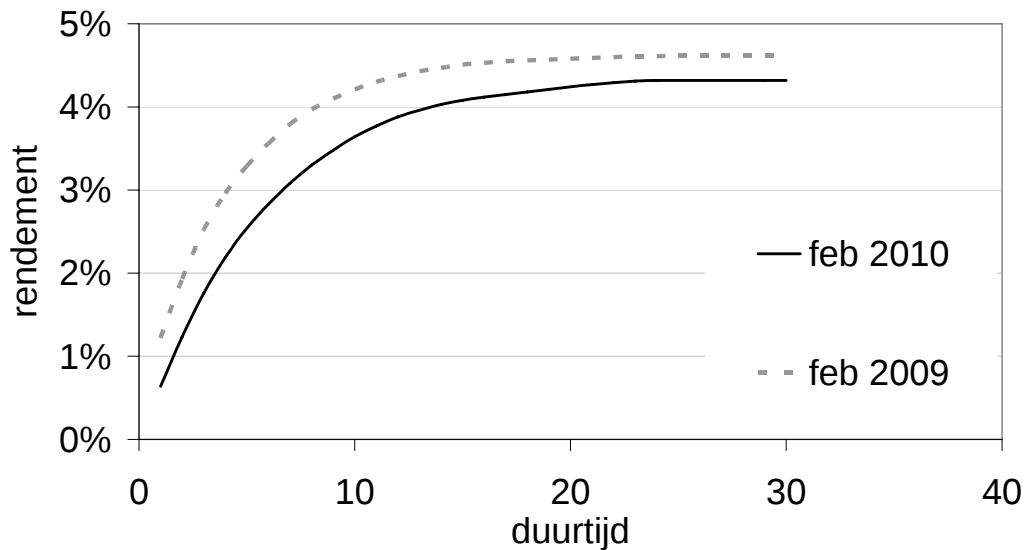
Wat zou men kiezen :

- 100 euro in het begin van het jaar (optie 1), of
- 103 euro op het einde van het jaar (optie 2) ?

Om deze beslissing te nemen heeft men extra informatie nodig. Bedraagt de rente op de spaarrekening meer of minder dan 3% ? Indien de rente op de spaarrekening 3% bedraagt, dan zal men indifferent zijn tussen beide opties. Men veronderstelt in dit geval dat de actuele waarde van 103 euro op het einde van het jaar overeenkomt met 100 euro in het begin van het jaar.

Risicovrije rentevoet

Meestal zal de risicovrije rentevoet als basis dienen voor het minimum marktrendement. In bovenstaand voorbeeld gebruikten we hiervoor de rente op een spaarrekening. Uiteraard hangt de rentevoet op een spaarrekening af van de bank waarbij de spaarrekening geopend wordt. Dit zou leiden tot niet uniforme (bankafhankelijke) rentevoeten. Daarom worden de rendementen op OLO's (definitie zie supra) gehanteerd als uniforme indicator van de risicovrije rentevoet. Deze door de overheid uitgegeven obligaties worden in het algemeen beschouwd als risicovrij en zijn vrij verhandelbaar in een secundaire markt. We spreken hier van rendement in plaats van rentevoet vermits de oorspronkelijke rentevoet waartegen de OLO is uitgegeven niet meer belangrijk is. De prijs die men nu bepaalt op de secundaire markt (niet bij de uitgifte) voor een OLO met een bepaalde vervaldag bepaalt immers hoe de markt de waarde inschat, en dus het rendement. Dit rendement fungeert dan als impliciete rentevoet voor een OLO met een bepaalde vervaldag. Indien men de vervaldag kent, kent men uiteraard ook de resterende looptijd. Zoals figuur 1 weergeeft zal men voor langere termijn in het algemeen een hoger rendement vereisen (hoewel de korte termijnrente in tijden van geldschaarste tijdelijk ook hoger dan de lange termijnrente kan zijn).



Figuur 1: Rendement van Belgische overheidsleningen op de secundaire markt : referentietarief van de lineaire obligaties (OLO's). Gemiddelde werkelijke rendementspercentages van de leningen voor verschillende resterende looptijden. Bron: Nationale Bank van België

Toekomstige waarde versus actuele waarde

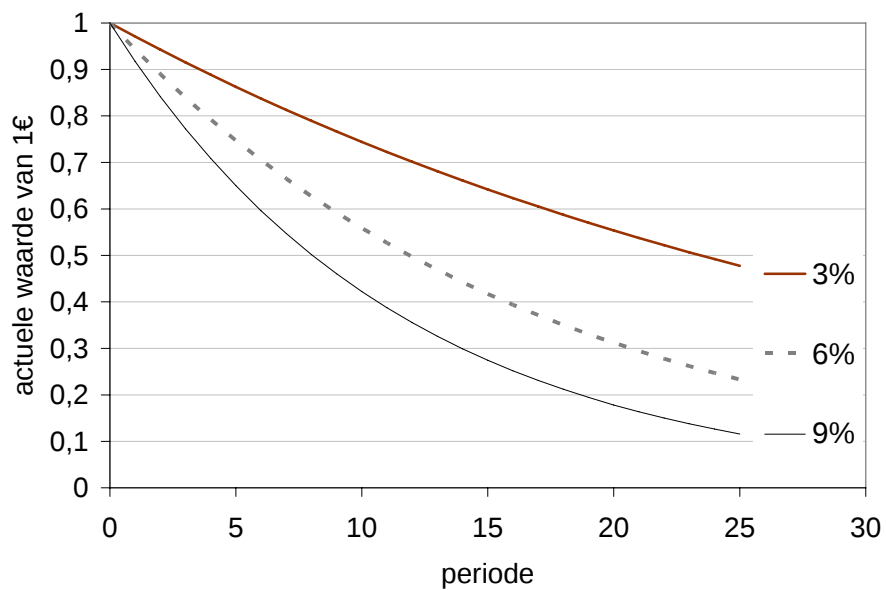
De formule om een actuele waarde van een toekomstige kasstroom te berekenen is de volgende:

$$\text{actuele} \cdot \text{waarde} = \frac{\text{toekomstige} \cdot \text{waarde}}{(1 + \text{rente})^{\text{periode}}}$$

Deze formule is gelijkaardig aan de formule om de toekomstige waarde te berekenen met samengestelde intresten waarbij het initieel belegd bedrag in dit geval de actuele waarde is.

$$\text{toekomstige} \cdot \text{waarde} = \text{actuele} \cdot \text{waarde} \cdot (1 + \text{rente})^{\text{periode}}$$

Figuur 2 geeft de berekening grafisch weer voor verschillende rentevoeten. Merk op dat bij lage rentevoeten de actuele waarde van een toekomstige kasstroom veel groter is dan bij hoge rentevoeten. Dit is een belangrijk gegeven. Zo vereisen bijvoorbeeld energiezuinige investeringen (zonnepanelen, ...) typisch een hogere initiële kost. In perioden met lage rentevoeten zullen de toekomstige kostenbesparingen echter sterker doorwegen, waardoor dergelijke investeringen in grotere mate economisch rendabel worden.



Figuur 2: actuele waarde van 1 €, voor periode van 0-25 jaar, en rentevoeten 3%-6%-9%. Bron: eigen berekening CES

Deze grafiek geeft bijvoorbeeld aan dat de huidige waarde van 1€ die men zal moeten betalen na 8 jaar 0,5€ is bij een rentevoet van 9%. Immers:

$$0,5 * (1,09)^{(8)} = 1$$
 of

$$1/((1,09)^{(8)}) = 0,5$$

1.4 Life Cycle Cost (LCC)

De LCC-methode bepaalt de actuele waarde van alle kasstromen van een investeringsproject, gegeven een actualisatievoet

$$\begin{aligned} \text{LCC} &= K_0 + \frac{K_1}{(1+a)^1} + \frac{K_2}{(1+a)^2} + \dots + \frac{K_n}{(1+a)^n} \\ &= \sum_{i=0}^n \frac{K_i}{(1+a)^i} \end{aligned}$$

Met K_0 = kasstroom op ogenblik 0, nu, begin van eerste periode
 K_1 = einde eerste periode

In het geval dat alle kasstromen doorheen de tijd gelijk zijn ($K_i = K$, voor alle $i > 0$), te starten vanaf het begin van jaar 1, spreekt men van annuïteiten en kan men bovenstaande formule herschrijven als:

$$\text{LCC} = K_0 + K \frac{1 - (1+a)^{-n}}{a}$$

Met LCC = netto actuele waarde van totale life cycle cost.
 a = actualisatievoet
 K = in- of uitgaande kasstromen in periode t
 $n+1$ = aantal kasstromen, gaande van periode 0 t.e.m. n .

Bemerk dat men in bovenstaande formule $n+1$ kasstromen heeft, van periode 0 tot periode n , die telkens in het begin van de periode aanvangen – de eerste kasstroom, K_0 , wordt niet verdisconteerd en apart behandeld aangezien dit meestal de begininvestering weergeeft, terwijl ervan uitgegaan wordt dat de overige kasstromen jaarlijks weerkeren. Indien alle betalingen op het einde van de periode plaats vinden, zal men de totale LCC moeten delen door $(1+a)$.

Beslissingsregel

Het gebruik van een beslissingsregel om de rentabiliteit van één project na te gaan, is enkel toepasselijk indien men beschikt over de totale **kosten en opbrengsten** van het project:

Indien $\text{LCC} > 0$ dan start project;
Indien $\text{LCC} < 0$ dan start project NIET.

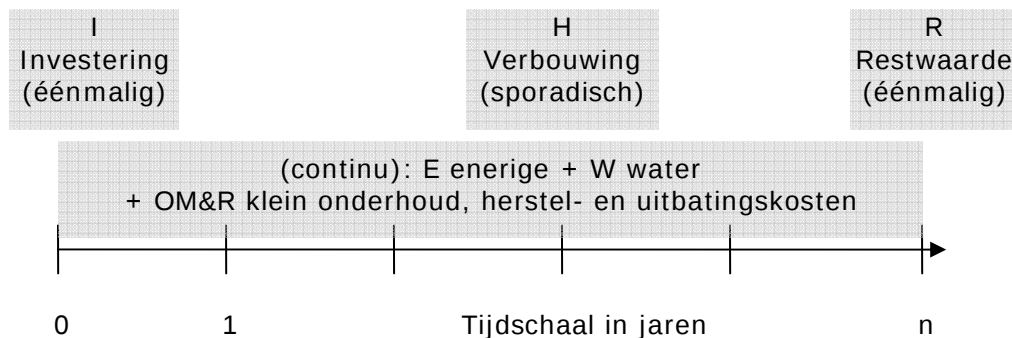
Indien de LCC groter is dan 0, wil dit hier zeggen dat de actuele opbrengsten groter zijn dan de actuele kosten: het project is winstgevend. Indien de LCC kleiner is dan 0, is het project verlieslatend.

Wanneer men **uitsluitend de kosten** van de levenscyclus van een project analyseert, bestaat het grote voordeel van een LCCA hierin dat men diverse alternatieven op een gepaste manier met elkaar kan vergelijken (cfr. infra *differentiële LCC*). Hierbij dient men uiteraard voor ogen te houden dat enkel kosten vergelijken een te beperkt beeld kan opleveren indien alternatieve projecten ook andere opbrengsten of meerwaarden impliceren die niet meegenomen zijn in de analyse.

Kasstroomen

De in- of uitgaande kasstroomen kunnen veelal worden ondergebracht in verscheidene categorieën, waarbij vooral de timing belangrijk is. Figuur 3 geeft een overzicht:

I: Investering
H: Verbouwing + groot onderhoud
R: Restwaarde (positief bij verder gebruik na periode, negatief ingeval kosten voor afbraak of berging)
E: Energie
W: Water
OM&R: Uitbating, onderhoud en herstel (operation, maintenance en repair).



Figuur 3: overzicht van kasstroomen over de verschillende perioden

Wat zijn wel/geen kasstroomen:

- **NIET: Boekhoudkundige opbrengsten en kosten** : Indien de stromen geen inkomsten en uitgaven met zich meebrengen. Er wordt geen rekening gehouden met financiële stromen, enkel de operationele stromen. De financieringskost is immers verwerkt in het minimum vereist rendement.
- **NIET: Gezonken kosten** (sunk costs): Indien een uitgave reeds heeft plaatsgevonden dan is deze niet meer relevant om in uw beslissingsproces mee op te nemen. Er is immers reeds over beslist. Indien men één project vergelijkt met een alternatief voorgesteld project, moet men uitgaven die voor één project al gemaakt zijn, niet meer meenemen in de verdere vergelijking. Als evaluatie ex post kan dit wel interessant zijn, maar niet om te beslissen over het verdere verloop van de investering.
- **WEL: Opportuïteitskosten** dienen wel in rekening gebracht te worden. Indien men een stuk grond dat reeds in eigendom is, wil gaan gebruiken voor de investering, dan is er sprake van een opportuïteitskost, namelijk de kost die bepaald wordt door het feit dat men de grond niet meer voor andere doeleinden kan gebruiken. In dit geval is een goede schatter van de opportuïteitskost de verkoopwaarde van deze grond. De aankoopwaarde van de grond in het verleden is evenwel een gezonken kost, waarmee dus geen rekening dient gehouden te worden.
- **WEL: belastingen**. Hoewel de boekhoudkundige opbrengsten en kosten niet rechtstreeks meetellen, en men niet naar de fiscale/boekhoudkundige levensduur van het project dient te kijken, maar naar de economische levensduur van het project, dient men wel de te betalen belastingen in kaart te brengen. Deze houden immers een effectieve uitgaande kasstroom in.

Inflatie

In het geval van inflatie verandert er eigenlijk niet veel aan de formule. Ofwel drukt men alle kasstroomen uit in reële termen, en dus ook de actualisatievoet, ofwel drukt men alle kasstroomen uit in nominale termen, en dan gebruikt men de nominale actualisatievoet.

Hoe men inflatie verwerkt in de formule hangt dus af van hoe de kapitaalstromen gedefinieerd zijn. Meestal zijn deze in nominale termen gedefinieerd, en dan gebruikt men de nominale actualisatievoet, bijvoorbeeld de rentevoet van leningen bij de bank. Soms zijn kapitaalstromen in reële termen gedefinieerd.

De dagopbrengst per kamer in een zorgcentrum kan bvb. gedefinieerd zijn als 50 Euro per dag, jaarlijks indexeerbaar. Indien de indexering gebeurt op basis van een gemiddeld verwachte inflatie g , zal de dagopbrengst in jaar n berekend worden als $(50) \cdot (1+g)^n$. In het geval men wenst te werken in reële termen, is de reële dagopbrengst van 50 Euro constant voor alle jaren. In dit geval dient men de reële actualisatievoet te gebruiken die een combinatie is van de nominale actualisatievoet en de inflatie. Het verband tussen beiden wordt in onderstaande formules weergegeven.

$$LCC = K_0 + \frac{K_1(1+g)^1}{(1+a)^1} + \frac{K_2(1+g)^2}{(1+a)^2} + \dots + \frac{K_n(1+g)^n}{(1+a)^n}$$

Waarbij

g = in dit geval de inflatie, maar kan ook algemener als groeivoet bepaald worden, waardoor deze formule algemener gebruikt kan worden.

Tussen de reële actualisatievoet (r), de groeivoet (g) en de nominale actualisatievoet (a) geldt volgende relatie :

$$1+r = \frac{(1+a)}{(1+g)}$$

Indien men deze invult in bovenstaande formule, dan vindt men dat de LCC formule die met reële kasstromen werkt, er net hetzelfde uitziet:

$$LCC = K_0^r + \frac{K_1^r}{(1+r)^1} + \frac{K_2^r}{(1+r)^2} + \dots + \frac{K_3^r}{(1+r)^n}$$

Waarbij

K^r = reële kasstroom

r = reële actualisatievoet

Synoniemen

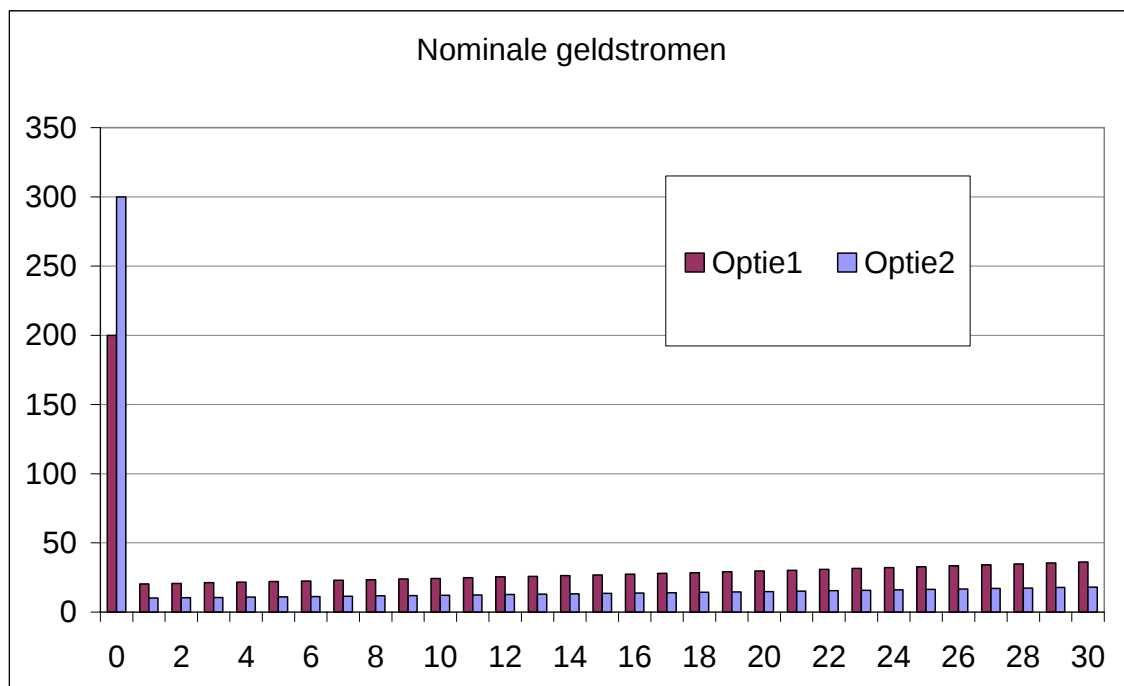
Andere benamingen die naar eenzelfde analyse verwijzen zijn: Netto-Huidige Waarde (NHW), Netto-Actuele Waarde (NAW), Net Present Value (NPV), Discounted Cash Flow (DCF), Netto contantewaarde-methode (NCW), Netto Geactualiseerde Kost (NGW).

1.5 Differentiële LCC voor de keuze tussen alternatieven

In het geval men enkel de kosten van een project analyseert, zonder de opbrengsten, biedt LCC-analyse de mogelijkheid om de kosten tussen twee alternatieven te vergelijken, en kunnen de mindere uitgaven van het goedkoopste project als een soort opbrengst beschouwd worden. Stel bijvoorbeeld dat men kan kiezen tussen het uitvoeren van twee projecten. Bij het eerste project is de initiële investeringskost kleiner, maar zijn de jaarlijkse kosten groter. Bij het tweede project is de initiële investeringskost groter, maar zijn de jaarlijkse kosten kleiner. We analyseren grafisch het verschil tussen beide. Figuur 4 geeft de geldstromen weer van beide projecten doorheen de tijd.

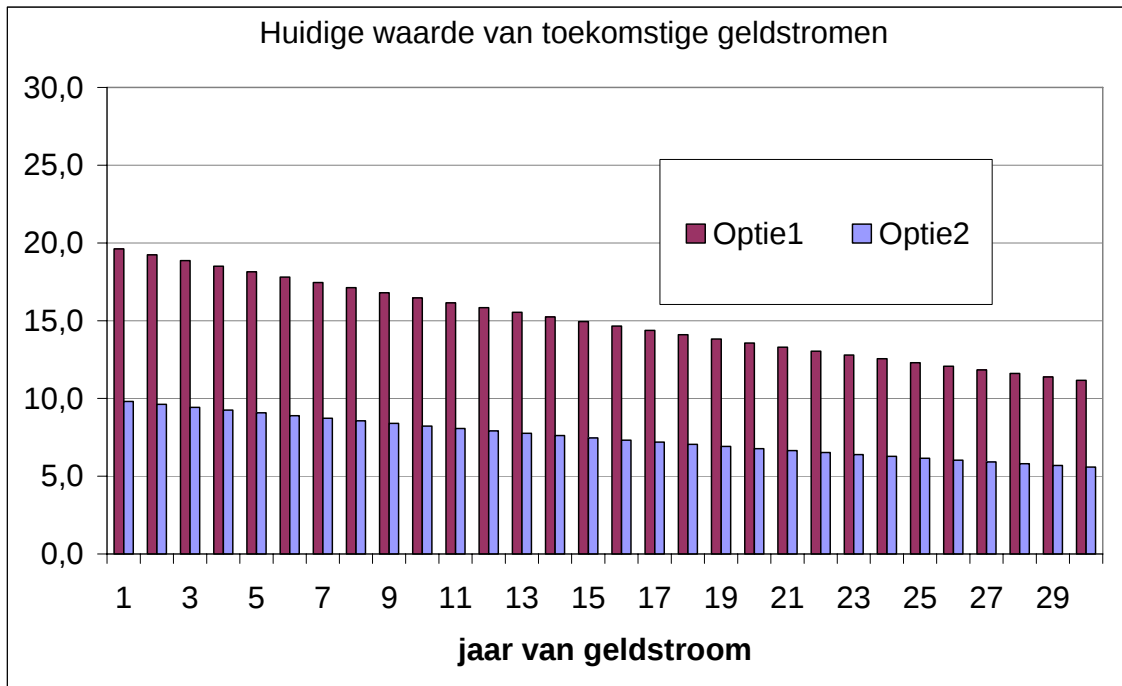
Optie1		
Investeringskost		200
Periodische kost		20
Groeivoet		2%
Levensduur		30

Optie2		
Investeringskost		300
Periodische kost		10
Groeivoet		2%
Levensduur		30



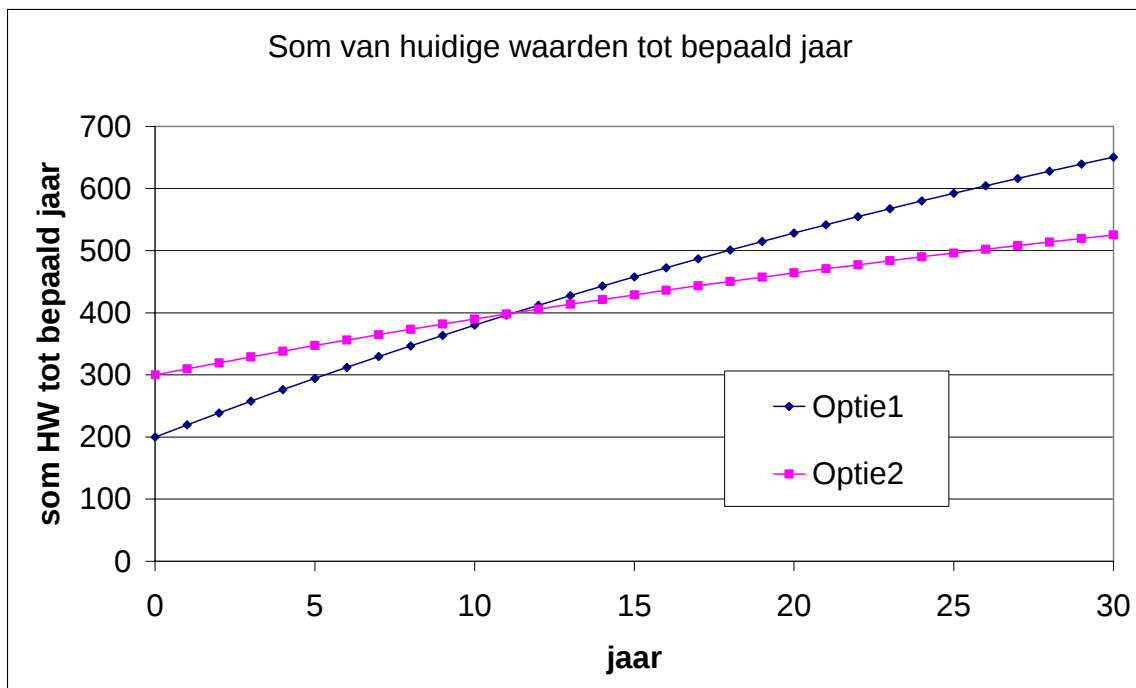
Figuur 4: weergave van nominale geldstromen

Uiteraard is het hierbij belangrijk de toekomstige geldstromen te actualiseren. Dit gebeurt in dit voorbeeld tegen een actualisatievoet van 5%. Het resultaat, de huidige waarde van de toekomstige geldstromen wordt weergegeven in figuur 5.



Figuur 5: weergave van de huidige waarde van de toekomstige geldstromen

Indien men nu deze huidige waarden van toekomstige geldstromen van elk project gaat optellen, zal men de totale life cycle cost van het project krijgen. Figuur 6 geeft hiervan de evolutie weer. Het start met de initiële investering en daarbij worden vervolgens de huidige waarden van de jaarlijkse kosten opgeteld zoals getoond in figuur 5. Rechts van de figuur vinden we dan de totale LCC van het project. Optie 1 is duidelijk duurder dan optie 2, ondanks de lagere initiële investering.



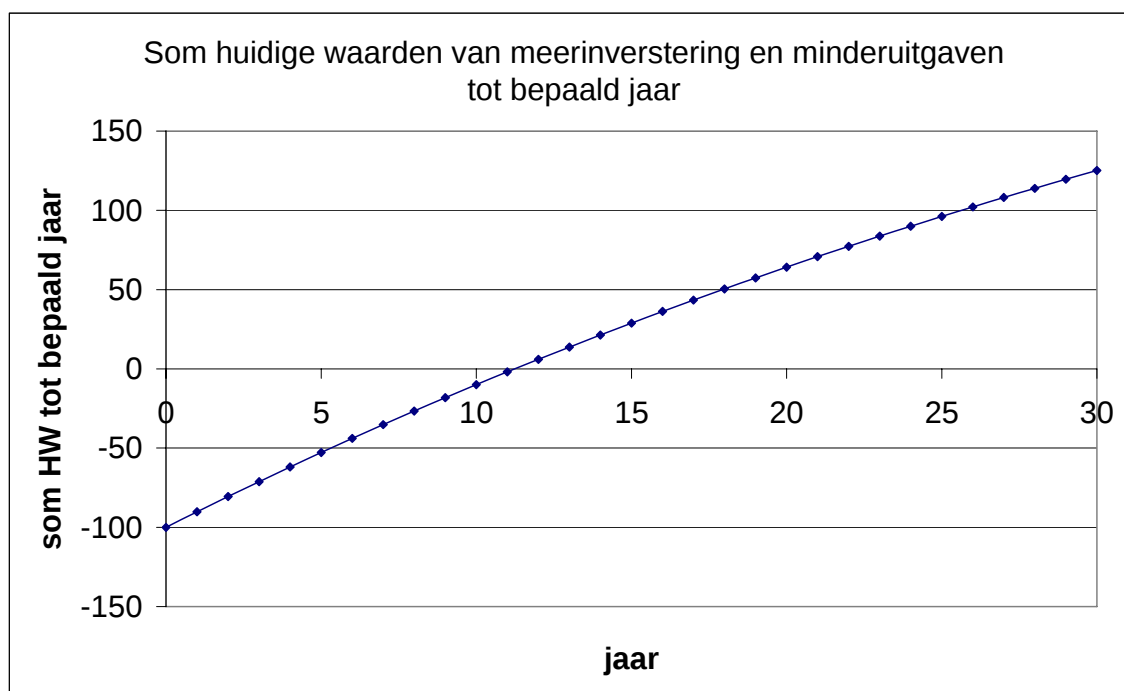
Figuur 6: weergave evolutie totale levenscycluskost

Hoe kunnen we de kostenbesparing van de tweede optie anders weergeven?

De kostenbesparing kan weergegeven worden door de kosten van optie 2 te verminderen met de kosten van optie 1. Figuur 7 geeft de som van de huidige waarden van jaarlijkse minderuitgaven (kostenbesparingen) weer. Uiteraard zal in het startjaar de kostenbesparing negatief zijn. Optie 2 vergt immers een grotere initiële investering dan optie 1, er is dus sprake van een meeruitgave in plaats van een minderuitgave.

Doorheen de jaren wegen de gecumuleerde jaarlijkse minderuitgaven echter sterker en sterker door in het totale kostenplaatje. Kiezen voor optie 2 in plaats van optie 1 zal uiteindelijk een opbrengst in de vorm van een kostenbesparing opleveren van 125 euro. Tabel 1 geeft een overzicht van de resultaten. Vooreerst worden de twee LCC waarden weergegeven. De terugbetalingsperiode van de meerinvestering is 12 jaar. Op dat moment is de initiële meerinvestering even groot als de huidige waarde van de kostenbesparingen, zoals ook op de figuur terug te vinden is in het punt waar de curve de x-as snijdt, m.a.w. waar de som van de huidige waarden nul bedraagt.

Internal rate of return, savings to investment en *simple pay back* worden in volgend punt behandeld.



Figuur 7: weergave van de som van de huidige waarden van jaarlijkse minderuitgaven (kostenbesparingen)

Resultaten		
LCC optie1	650	€
LCC optie2	525	€
Terugbetalingsperiode meerinvestering	12	Jaar
IRR meerinvestering	11.5	%
Savings to investment	2,25	
simple pay back	10	jaar

Tabel 1: overzicht van de resultaten

1.6 Aanvullende evaluatiemethoden

Interne rendementsgraad

Eigenlijk is er slechts één andere evaluatiemethode die aanvullend gebruikt mag worden, en dit is de interne rendementsgraad (IRR, internal rate of return). Deze methode toont veel gelijkenis met de LCC, met dit verschil dat men niet de actuele waarde van het project gaat berekenen, maar het rendement. Dit doet men door die interne rendementsgraad te berekenen waarvoor de differentiële LCC gelijk is aan nul. Hiertoe wordt de feitelijke actualisatievoet vervangen door een rendement waarvoor de verwachte kasontvangsten gelijkgesteld zijn aan de actuele waarde van de verwachte kasuitgaven:

$$K_0 + \frac{K_1}{(1+IRR)^1} + \frac{K_2}{(1+IRR)^2} + \dots + \frac{K_n}{(1+IRR)^n} = 0$$

Bemerk dat de berekening van de IRR een trial-error proces is, de formule kan immers niet geschreven worden als “IRR =”. Men zal dan via een zoekalgoritme de IRR berekenen.

De beslissingsregel gebeurt door het IRR te vergelijken met de actualisatievoet (a):

Indien $IRR > a$ dan start project;

Indien $IRR < a$ dan start project NIET.

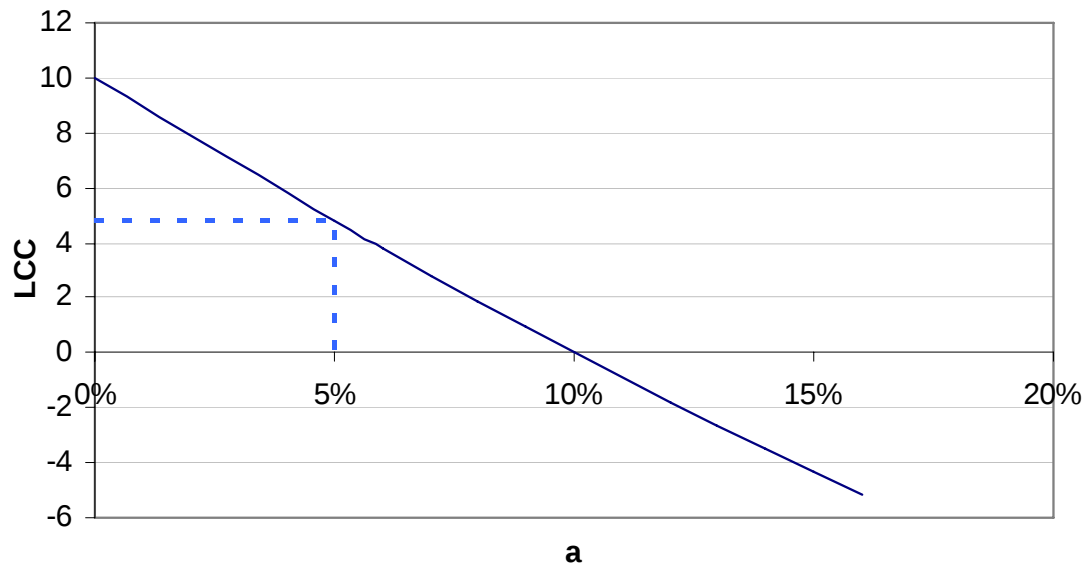
Vergelijking LCC en IRR via de LCC-curve

Veelal zullen de beslissingsregels van beide methoden tot dezelfde beslissing leiden. Volgend eenvoudig voorbeeld illustreert dit :

Stel dat men nu 100 euro investeert om een jaar later 110 euro te ontvangen (zonder verdere toekomstige kasstromen). Men kan duidelijk op de figuur zien dat op het moment dat a groter wordt dan de IRR, de differentiële LCC kleiner wordt dan 0.

Actualisatievoet	ΔLCC		
0%	10	$\Delta LCC > 0$	$IRR > a$
5%	4,76	$\Delta LCC > 0$	$IRR > a$
10%	0	$\Delta LCC = 0$	$IRR = 10\%$
15%	-4,35	$\Delta LCC < 0$	$a > IRR$

Tabel 2: actualisatievoet, differentiële LCC en beslissingsregels bij voorbeeld



Figuur 8: De LCC-curve met de differentiële LCC in functie van de actualisatievoet (a)

Het voordeel van de IRR is dat deze waarde uitgedrukt is in relatieve waarde (rate) waardoor hij gemakkelijker interpreteerbaar is. Er zijn echter ook enkele nadelen : De IRR is niet enkel moeilijk te berekenen, indien de kasstromen sterk afwisselen in teken zijn er soms meerdere IRR's waarbij ΔLCC gelijk is aan 0, waardoor de IRR zijn waarde verliest. In het geval van wederzijds exclusieve projecten (of waarbij alternatieve projecten tegen elkaar afgewogen worden), kunnen LCC en IRR ook leiden tot verschillende beslissingen. Een klein project van korte duur kan immers een hogere return hebben dan een groot project van lange duur en grote actuele waarde. Indien men echter moet kiezen tussen beide, zal men het laatste project kiezen, met lagere IRR, en hogere ΔLCC . In het geval de IRR groter is dan de actualisatievoet zullen de stromen in de verre toekomst minder worden meegeteld bij de IRR.

Voor beide evaluatiemethoden hangt de beslissingsregel af van het bepalen van a, de actualisatievoet. Voor elk project is het dan ook aangewezen om een LCC-curve, zoals bovenstaande figuur weergeeft, uit te werken voor een duidelijk beeld. Het illustreert de samenhang tussen IRR, a en ΔLCC en geeft zowel de rate (IRR) als de absolute waarde (LCC of ΔLCC) weer van het project.

Projectduur

De IRR en LCC kunnen ook sterk verschillen bij projecten met verschillende levensduur. Merk echter op dat men bij life cycle analyses meestal eist dat verschillende alternatieve projecten afgewogen dienen te worden t.o.v. eenzelfde projectduur, waarbij de duur van de life cycle bepaald wordt door de tijd dat men een bepaalde dienst wil leveren. Door het bepalen van een juiste restwaarde kunnen projecten met verschillende duur beter met elkaar vergeleken worden.

Budgetbeperking en de LCC-index

In geval men meerdere projecten wil uitvoeren onder budgetbeperkingen en kapitaalrantsoeneringen, zal men een lijst opstellen van alle projecten en deze rangschikken volgens **LCC-index**, dit is de LCC gedeeld door de begininvestering, waarbij de projecten met de hoogste LCC-index prioritair uitgevoerd worden. Indien het geïnvesteerd bedrag van de op die manier gekozen projecten echter een stuk onder de maximaal toegelaten kapitaalinvestering blijft, kan het zijn dat een andere oplossing optimaler is. In het algemeen kan men stellen dat men in dergelijk geval zeker ook moet

kijken of het niet opportuun is om de budgetten aan te passen aan de projecten, dan wel omgekeerd. Budgetbeperkingen kunnen immers leiden tot suboptimale beslissingen.

Vereenvoudigde Terugverdientijd (TVT)

$$\text{terugverdienperiode} = \frac{\text{begininvestering}}{\text{jaarlijkse netto kasontvangsten}}$$

De vereenvoudigde terugverdientijd of (simple) paybackperiode berekent het tijdstip voor welk alle tot dan toe ontvangen kasontvangsten de initiële (meer)investering compenseren. Deze houdt geen rekening met de timing van de kasstromen.

De dynamische terugverdientijd (DTV) actualiseert de kasstromen wel, maar beide methoden houden geen rekening met de kasstromen na afloop van de terugverdienperiode, waardoor deze methoden niet bruikbaar zijn als rendementscriterium.

De actualisatievoet in geval van risico

De financiële standaardformule voor het bepalen van een minimumrendement ingeval van de aanwezigheid van risico's is deze van het Capital Asset Pricing Model (CAPM):

$$a = R_f + \beta(E(R_m) - R_f)$$

waarbij

a = actualisatievoet, vereist minimumrendement

R_f = risicovrije rentevoet

$E(R_m)$ = verwacht marktrendement, expected market return

β = relatieve risicofactor van investering t.o.v. algemene markt

$E(R_m) - R_f$ = extra vereist rendement voor marktrisico

Dit is het theoretisch kader waarbinnen risico verwerkt kan worden. De relatieve risicofactor van de investering t.o.v. het algemene marktrisico is hierbij een moeilijk te berekenen factor. Er is echter een eenvoudige vuistregel die dit probleem omzeilt. Indien men een project extern wil financieren, kan men de rentevoet van de externe financiering van het project als proxy gebruiken. Hierbij dient het algemeen risico van het bedrijf dan wel overeen te komen met het risico van het project.

Opmerking: naast risico zal men ook een extra rendement eisen voor liquiditeit. Voor investeringen waarvan de waarde niet liquide of verhandelbaar is zal men een hoger rendement eisen.

Voor overheidsinstanties die vallen onder een staatswaarborg zal men niet vergoed wensen te worden voor extra rendement, omdat het falingsrisico van het project niet overeenkomt met het falingsrisico van betalen.

2. Thema 1: analyse van de invloed van de gebouwlay-out op loopafstanden en bouwkosten

De LCC-methode toegelicht in hoofdstuk 1 wordt nu toegepast voor de analyse van bepaalde bouw-, gebruiks- en personeelskosten bij RVT's. **Voor thema 1 zijn dit de initiële bouwkosten en de personeelskosten gerelateerd aan de af te leggen loopafstanden tussen verpleegeenheden en kamers in het RVT.**

De analyse gebeurt op basis van een reeks typeplannen die representatief zijn voor het opzet van de rust- en verzorgingstehuizen waarvoor het VIPA instaat. Op basis van twee opeenvolgende abstraheringen worden daarbij bestaande plannen van concrete gebouwen omgezet naar **geparametriseerde typeplannen**.

De eerste abstractie laat reeds toe om bepaalde conclusies te trekken. Deze vaststellingen worden hieronder dan ook opgenomen.

De tweede abstractie voert een parametrisatie in waardoor gestructureerd onderzoek kan gebeuren naar de invloed van de gebouwlay-out op loopafstanden en bouwkosten. Deze tweede abstractie wordt meer uitvoerig toegelicht omwille van zijn veralgemeende inzetbaarheid.

2.1 Eerste abstractiegraad: overzicht cases en preliminaire analyse

Selectie Cases

De plannen werden uit een door het VIPA aangeboden set van voorbeeldprojecten geselecteerd op basis van de volgende criteria:

- Uit de voorbeelden dient een representatieve reeks basistypologieën geselecteerd te worden;
- In de praktijk bevatten plannen vaak een mengvorm van verschillende typologieën. De geselecteerde typologieën dienen hiervoor de samenstellende basisfiguren te kunnen vormen.
- Voor zover mogelijk zijn als cases architecturaal interessante voorbeelden genomen. Het heeft weinig zin om onderzoek te doen op banale of slecht opgevatte plannen. Dit neemt niet weg dat bepaalde typologieën intrinsiek meer ruimtelijke kwaliteit toelaten dan andere.

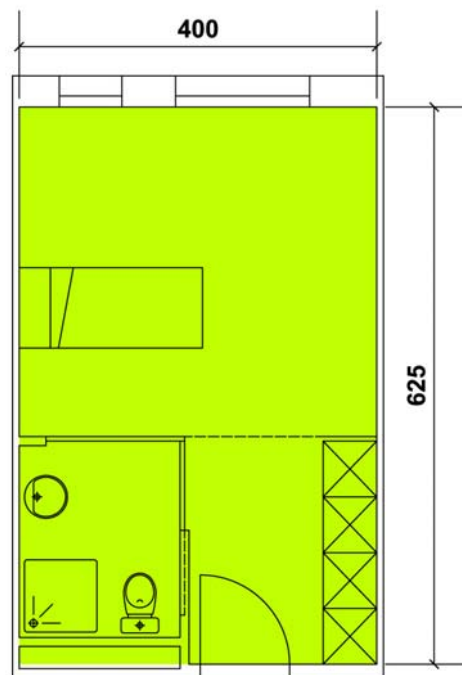
Plantypologieën

Volgende families van planopzetten worden onderscheiden:

- **Kruistype:** dit is een opzet dat nauw aansluit bij een functioneel geoptimaliseerd plan zoals dit teruggevonden kan worden in bv. ziekenhuizen en laboratoria. Een basismodule kan één-, twee- of meezijdig gespiegeld worden wat in dit opzet aanleiding geeft tot een T- of H-vormig plan of, in een zeer grootschalig opzet, een raster van H-vormen. In dit laatste geval wordt een overmaatse patiotypologie bekomen, zie verder. Kamers bevinden zich **tweezijdig** aan een gang of een dubbele gang met daglichtloze functies in een dienstenstrook. De ruimtelijke- en belevingskwaliteit van dit type is beperkt.
- **Slingertype:** er is maar één gebouwvleugel die volgens de wensen van programma, terrein, lichtinval e.d. meandert. Kamers bevinden zich **tweezijdig** van een gang, omdat anders een extreem oncompact type plan zou ontstaan.

- **Patiotype:** het gebouw wordt georganiseerd rond één of meer binnenpleinen. De kamers bevinden zich **enkelzijdig** langs een gang, omdat anders rond de binnenpleinen te veel onoplosbare inwendige hoeken zouden ontstaan.
- **Torentype:** het gaat om een hoogbouwtypologie met centrale kern voor circulatie. De beperkte circulatieruimte wordt **tweezijdig** bediend. Het slinger-, patio- en torentype bieden duidelijk meer kansen voor ruimtelijke- en belevingskwaliteit dan het kruis- of 'ziekenhuis'-type, en vallen samen met de actuele wens om RVT's er niet alsdusdanig als 'bejaardentehuis' of ziekenhuis uit te laten zien.

Om vergelijking te faciliteren is het plan van alle cases in eerste instantie herwerkt op basis van één enkel type eenpersoonskamer. Het gaat om een in de diepte georganiseerde kamer van exact 25 m² netto-oppervlakte.



Figuur 9: de typekamer met groen gearceerd de aangerekende 25 m² netto-oppervlakte (noot: de zijdelingse scheidingsmuren zijn hier tot op de halve dikte weergegeven).

Een andere vorm van abstractie betreft het orthogonaliseren van de lay-out.

Een kleine variatie in de kamerdimensies, bijvoorbeeld de kamer wat smaller en dieper maken, heeft een aanzienlijke impact op de lay-out- en combinatiemogelijkheden. Hiermee dient bij het interpreteren van de analyses rekening gehouden te worden.

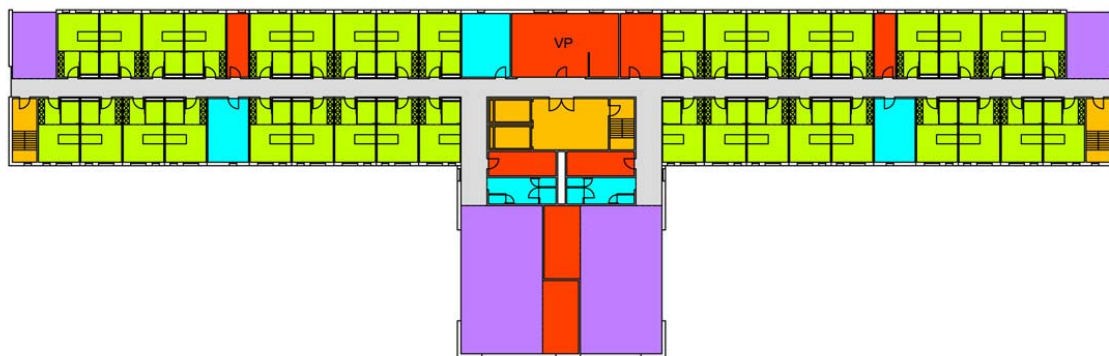
Typeverdiepingen versus gelijkvloers

Gelijkvloers is in realiteit vaak een ad hoc programma te vinden met toegangsfuncties, administratie, dienstencentrum, polyvalente zaal etc. Er zijn op dit niveau al of niet ook kamers aanwezig. De verdiepingen geven meestal de typesituatie. Omwille van het sterk variërende programma en karakter van de gelijkgrondse bouwlaag wordt in de analyse enkel gewerkt in termen van de typeverdieping met een programma van kamers en hun ondersteunende functies (gemeenschappelijke verblijfsruimtes, gemeenschappelijk sanitair en keukens, verpleegfuncties, bergingen, technische ruimtes).

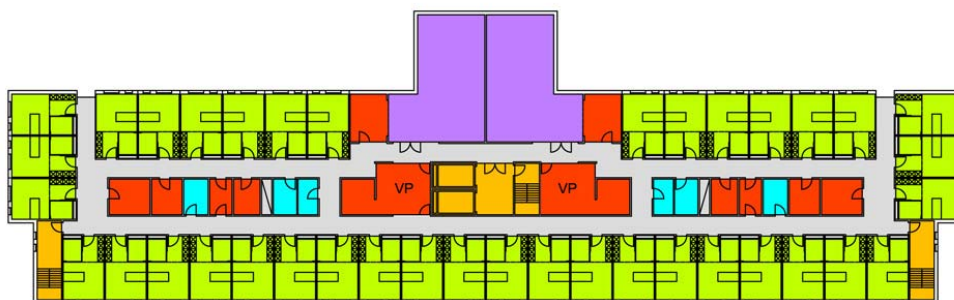
Grafisch overzicht van de 6 reële cases geschematiseerd (eerste abstractiegraad)

Legende

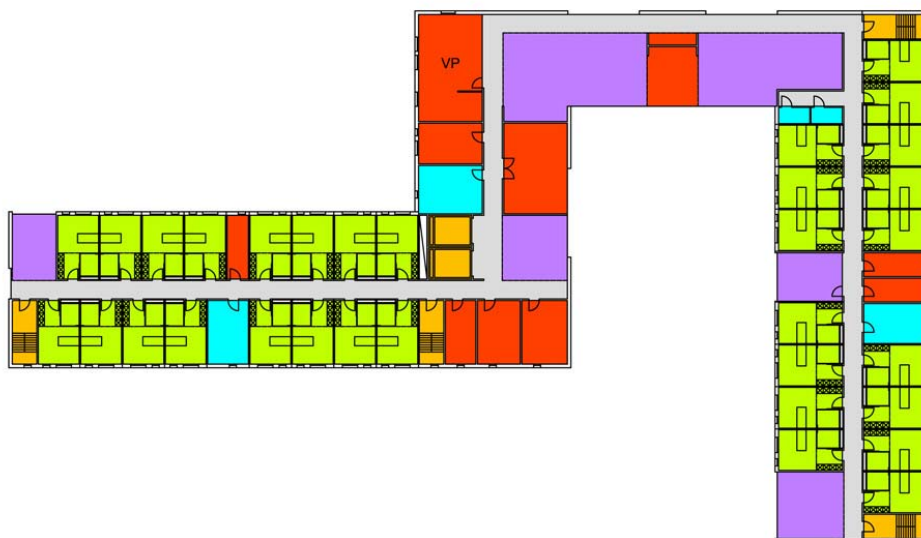
	kamer		gemeenschappelijke verblijfsruimtes
	gemeenschappelijk sanitair		vertikale circulatie
	verpleging en ondersteuning		horizontale circulatie



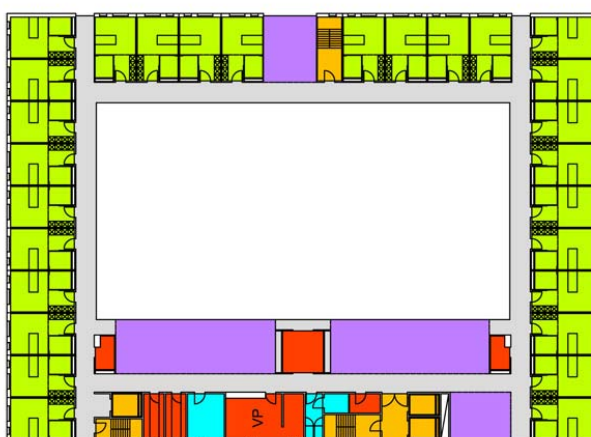
Figuur 10: Typeplan 1: **Kruis** (gebaseerd op Typeplan 2) / 36 eenpersoonskamers / 2 leefgroepen / 1 verpleegeenheid



Figuur 11: Typeplan 2: **Diep kruis** (gebaseerd op woon- en zorgcentrum **OCMW Genk**) / 38 eenpersoonskamers / 2 leefgroepen / 2 verpleegeenheden



Figuur 12: Typeplan 3: **Slinger** (gebaseerd op woon- en zorgcentrum **OCMW Nieuwpoort**) / 32 eenpersoonsskamers / 2 leefgroepen / 1 verpleegeenheid



Figuur 13: Typeplan 4: **Patio** (gebaseerd op woon- en zorgcentrum **OCMW Lommel**) / 28 eenpersoonsskamers / 2 leefgroepen / 1 verpleegeenheid



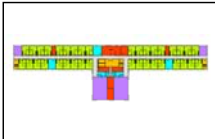
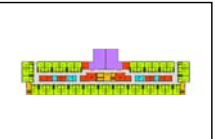
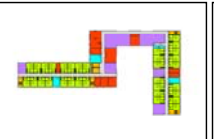
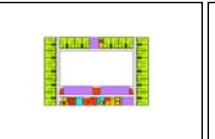
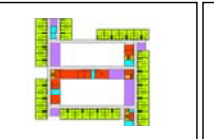
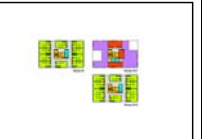
Figuur 14: Typeplan 5: **Dubbele patio** (gebaseerd op woon- en zorgcentrum **OCMW Wijnegem**) / 42 eenpersoonsskamers / 2 leefgroepen / 1 verpleegeenheid



Figuur 15: Typeplan 6: **Toren** (gebaseerd op woon- en zorgcentrum **OCMW Hoogstraten**) / 20 eenpersoonsskamers / 2 leefgroepen / 1 verpleegeenheid

Bespreking modelvorming

De berekeningen zijn samengevat in volgende exceltabel (tabel 3). Daaronder volgt een eerste interpretatie.

Analyse typeplannen op basis van een identieke diepe eenpersoonskamer met netto-oppervlakte van 25 m ²						
	Kruis variant	Kruis Genk	Slinger Nieuwpoort	Patio Lommel	Patio Wijnegem	Toren Hoogstraten
						
Aantal kamers per bouwlaag (toren per groep van 3 bouwlagen)	36	38	32	28	42	20
Gemiddelde loopafstand tot een kamer	30,01	20,87	56,30	43,40	47,02	29,51
Toren: 15 meter extra voor overbruggen verdiep						
Te overbruggen verdiepingen (vertikale afstand)	0	0	0	0	0	1 (ingerekend in loopafstand)
Buitengevelomtrek						
Toren: 3 bouwlagen	284,90	244,70	336,40	323,80	498,80	263,90
Buitengeveloppervlakte (verd.hoogte 3 m en 3 bouwlagen)						
Toren: 6 bouwlagen	2564,10	2202,30	3027,60	2914,20	4489,20	1583,40
Dakoppervlakte						
Toren: inclusief terrasinhammen	2041,30	2027,10	2129,10	1579,30	2441,20	688,90
Buitenschil voor 3 bouwlagen						
Toren: 6 bouwlagen	4605,40	4229,40	5156,70	4493,50	6930,40	2272,30
Buitenschil per kamer voor 3 bouwlagen	42,64	37,10	53,72	53,49	55,00	56,81
Buitenschil per kamer voor 6 bouwlagen (toren)						
Oppervlakte kamers (groen)	2700	2850	2400	2100	3150	1000
Opp. diensten en gem. ruimtes (violet, blauw, rood)	1806,3	1298,7	2188,2	1017	1836	604,4
Opp. circulatie (geel en grijs)	1073,7	1375,8	1227,3	1218,3	1756,5	601,4
Verhouding oppervlakte diensten en gemeenschappelijke ruimtes / opp. kamers	0,67	0,46	0,91	0,48	0,58	0,60
Verhouding oppervlakte circulatie / oppervlakte kamers	0,40	0,48	0,51	0,58	0,56	0,60

Tabel 3: overzicht analyse eerste abstractiegraad

Het universeel parametriseren van de loopafstand of buitengeveloppervlakte is door de blijvend complexe en contextgebonden vorm van de plannen niet praktisch haalbaar. Deeltypes kunnen wel geparametriseerd worden, zij het met een beperkt bereik omdat anders instabiliteiten ontstaan (mathematisch mogelijke, maar praktisch onrealiseerbare plannen).

Opvallend is de grote variatie aan kamers per verpleegeenheid. Alle plannen tellen wel telkens twee leefgroepen voor één verpleegunit. Er is één uitzondering waarbij de twee verpleegeenheden niettemin dicht bij elkaar liggen op een centrale locatie. De grootte van de leefgroepen verschilt dus sterk van geval tot geval. In de weerhouden types zijn er 10 tot 21 kamers per leefgroep.

Ook opvallend is de sterk variërende verhouding tussen de totale oppervlakte aan ondersteunende ruimtes en de totale oppervlakte aan kamers. De verhouding gaat van 0,46 tot 0,91, zowat precies het dubbele. Dit heeft ongetwijfeld te maken met een verschillende graad van voorzieningen per project.

De gemiddelde loopafstand verpleegeenheid-kamer varieert tot meer dan een factor 2,5. Een speciale behandeling is nodig voor het hoogbouwtype, dat opmerkelijk lage horizontale loopafstanden noteert maar daarbij ook terugvalt op verticale bewegingen voor het bereiken van een kamer vanaf de verpleegunit. Deze verticale beweging wordt verrekend als een extra horizontale loopafstand (zie ook verdere analyses).

Het functionalistische kruistype heeft de kleinste oppervlakte buitengevel per kamer, ordegrrootte 40 m² voor een kamer van 25m², alle ondersteunende ruimtes en circulatie meegerekend.

Voor de andere types ligt deze buitengeveloppervlakte rond 55 m². Een hoogbouwtypologie, althans zoals in de onderzochte case met ruime inhammen voor buitenterrassen, levert op dit vlak geen winst op: het aandeel buitengevel is in tegendeel het hoogst van alle onderzochte plannen. Zonder inhammen is dit niet meer het geval en ligt de oppervlakte onder 50 m², waardoor dit de beste score zou geven voor een niet-kruisvormige typologie. De scores zijn dus zeer gevoelig aan architecturale ingrepen zoals insnijdingen en verspringingen die de compactheid reduceren.

De verhouding totale circulatieruimte tot totale kameroppervlakte varieert van 0,4 tot 0,6.

Functionalistische typologieën leveren samenvattend kleinere hoeveelheden buitengevel en loopafstand op, maar bieden weinig belevingswaarde.

De alternatieve typologieën van patio, slinger en toren vertonen intern echter ook een spreiding van deze twee indicatoren. Dat betekent dat deze architecturaal interessantere types nog ruimte voor optimalisatie toelaten.

In een volgende stap van de analyse zal de verhouding kameroppervlakte/oppervlakte ondersteunende functies constant gemaakt worden, zodat het gekozen voorzieningenniveau de analyse niet meer vertekent. Dit vergt de aanmaak van nieuwe abstractieplannen.

2.2 Tweede abstractiegraad: uitgangspunten aanpak loopafstanden

Vooraleer de cases te overlopen wordt dieper in gegaan op de gehanteerde benadering. Er is nu immers voor gezorgd dat de cases met elkaar vergeleken kunnen worden op een gestandaardiseerde manier.

Benadering

Elk gebouw heeft zijn eigenheid, iedere zorginstelling heeft een aparte insteek. Het volstaat echter niet om voor elke case apart de loopafstanden te berekenen en deze dan te vergelijken. Het zou ons wel een inzicht bieden in welke elementen de loopafstanden beïnvloeden, maar geen inzicht bieden in welke mate, waardoor de oefening zijn praktische bruikbaarheid voor een deel verliest. Daarom stellen we een meer gestructureerde aanpak voor.

Globale aanpak

We herhalen voor de duidelijkheid dat we de **individuele loopafstanden van de verpleegpost (VP) tot één specifieke kamer en terug behandelen**. Om de kost van deze loopafstanden te berekenen gaan we als volgt te werk:

De gemiddelde loopafstand van de verpleegeenheid tot een kamer wordt berekend. Op basis van deze gemiddelde loopafstand berekenen we de totale jaarlijkse loopafstanden in het hele gebouw. Dat vertalen we naar een jaarlijkse kost door rekening te houden met wandelsnelheid en personeelskost per uur. Aangezien dit een jaarlijks terugkerende kost is, wordt via de netto actuele waarderegel zoals beschreven in hoofdstuk 1 de som van deze kosten berekend tegen de huidige waarde, zodat deze kan worden afgewogen met de huidige kost om een nieuw gebouw te plaatsen.

De globale parameters worden in de tabel hieronder weergegeven.

dagelijkse oproepen per kamer	2	aantal
uurloon (werkgever)	35	euro per uur
Wandelsnelheid	5	km/u
Rente	4%	
groeivoet (loonstijging)	2%	
Looptijd	30	jaar

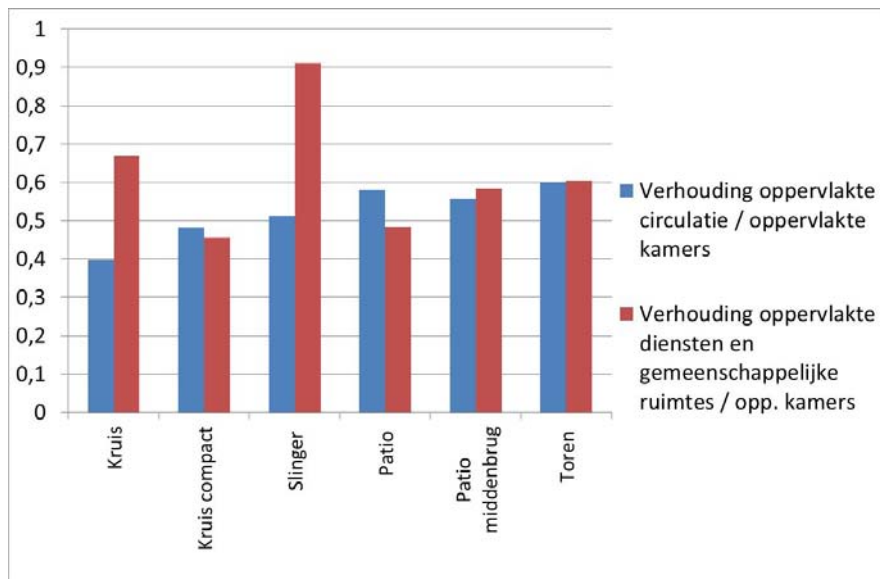
Tabel 4: globale parameters voor de kostenanalyse m.b.t. loopafstanden

Gestandaardiseerde benadering

Om diverse scenario's met elkaar te kunnen vergelijken is het essentieel om hetzelfde aantal kamers aan te nemen. Elke bijkomende kamer zal immers op maximale lengte van de verpleegpost (VP) liggen, en dus zwaar doorwegen. De gemiddelde loopafstand per kamer stijgt dus meer dan evenredig met het aantal kamers per verdieping.

Daarnaast kan men veronderstellen dat de leefruimte ook groter wordt bij een toename van het aantal kamers, wat er tevens voor zorgt dat de gemiddelde startafstand van de VP tot de eerste kamer toeneemt, daar de diensten meestal centraal in het gebouw liggen.

De verhoudingen van de oppervlakte voor diensten en circulatie ten opzichte van de oppervlakte van de kamers verschillen echter ook nog eens sterk per onderzochte case.



Figuur 16: Verhoudingen oppervlakte diensten en circulatie t.o.v. oppervlakte kamers voor de diverse cases, reële toestand (eerste abstractiegraad)

Indien we nu de verschillende cases met elkaar vergelijkbaar maken door het aantal kamers gelijk te stellen, dan dienen we bijgevolg voor de oppervlakte aan diensten en gemeenschappelijke ruimtes en voor de oppervlakte aan circulatie bijkomend enkele veronderstellingen te maken.

Oppervlakte voor leefruimtes en diensten

Wat betreft de oppervlakte voor diensten en gemeenschappelijke ruimtes maken we de veronderstelling dat deze oppervlakte per kamer gelijk is voor alle cases, onafhankelijk van de feitelijke kameroppervlakte, namelijk een vaste waarde van **15 m²/kamer** (meer bepaald 60% van een standaard kameroppervlakte van 25 m²). Men kan immers veronderstellen dat de grootte hiervan bepaald wordt door het functioneel gebruik. Om de cases met elkaar te vergelijken veronderstellen we dan ook een gelijk functioneel gebruik van deze ruimtes.

Circulatieruimte

Wat betreft de oppervlakte voor circulatie maken we de veronderstelling dat deze bepaald is door de lay-out van het gebouw.

Voor trappen en liften (**verticale circulatie**) wordt daarbij één representatieve, vaste waarde berekend **per typeplan** (Kruis, Slinger,...).

De oppervlakte van de gangen (**horizontale circulatie**) wordt **parametrisch** berekend.

Looptijden en verdiepingen

In het geval van een torentype (casus Hoogstraten) dient de verplaatsing tussen verdiepingen mee in de berekening opgenomen te worden. Hiervoor kan men kiezen tussen de trap en de lift.

Trap

De looptijd via de trap is eenvoudig aangezien deze constant kan verondersteld worden per verdieping die men dient te overbruggen. Volgens de trapformule rekent men een verticale beweging twee keer zo zwaar als een horizontale ($2 \times \text{optrede} + 1 \times \text{aanrede} = 570 - 630 \text{ mm}$). Indien de hoogteverschillen tussen de bouwlagen 3 meter bedragen krijgt men volgende gegevens:

Berekening:

trede (in meter)	0,6
aantal treden	20
extra horizontale afstand (in meter)	3
totaal aantal meter	15

Of anders gesteld:

horizontale afstand (in meter)	9
vertikaal – telt twee keer- (in meter)	6
totaal aantal meter	15

Dit geeft 10.8 seconden per verdieping.

Lift

De gemiddelde tijd die men spendeert voor het nemen van de lift bestaat uit twee delen. De gemiddelde wachttijd (GWT), en de gemiddelde reistijd (GRT), die de gemiddelde tijd weergeeft vooraleer de liftdeur opengaat. De totale tijd wordt echter door diverse parameters beïnvloed:

- de afstand, het aantal verdiepingen dat men dient te overbruggen
- het aantal verdiepingen in het gebouw
- het aantal liften
- de efficiëntie van het algoritme dat in de software van de lift zit verwerkt. Bij de meest geavanceerde liften dient men immers op voorhand zijn bestemming te geven, waardoor reis- en wachttijden sterk verminderen (het Ellipsgebouw bvb.).
- intensiteit van gebruik. Deze beïnvloedt niet alleen de wachttijd, maar ook de reistijd aangezien de kans op tussenstops sterk stijgt.
- gemiddelde afstand, waarbij het gebruik van kleinere afstanden tot grotere wachttijden leidt.

Hoewel deze gemiddelde tijd van het nemen van een lift dus zeer situatie-afhankelijk is, geven we op basis van standaard minimumtijden een ruwe schatting in het geval er één lift aanwezig is.

Minimum Reistijd

Afstand (aantal verdiepingen)	MRT (sec.)
1	6,09
2	8,04
3	9,57
4	11,17
5	12,77
6	14,37

Bron: [Tanaka et al 2005]

Minimum Wachtijd

De minimum wachtijd is gebaseerd op de gemiddelde afstand die de lift dient af te leggen tot verdieping van aanvraag, zonder vertraging van andere gebruikers (minimum); hoe meer verdiepingen, hoe langer het gemiddeld zal duren vooraleer de lift de verdieping van de wachtende bereikt

aantal verdiepingen in gebouw	MWT (sec.)
2	3,045
3	5,41
4	6,57
5	7,26
6	8,04
7	3,63

Bron: eigen berekening op basis van minimum reistijd

Standaardwaarden

	seconden
tijd deur sluiten	2,2
tijd deur openen	2,2
gemiddelde instaptijd	5

Bron: [Tanaka et al 2005], gemiddelde instaptijd : eigen schatting

Gemiddelde tijd

Hoe berekenen we nu de gemiddelde tijd ?

De minimum wachtijd is uiteraard een ondergrens. Bij grote intensiteit kan deze wachtijd sterk oplopen. Ondanks het feit dat men eventueel in de helft van de gevallen de verplaatsing kan maken in minimale reistijd, zal het gemiddeld gezien veel langer duren door het feit dat de maximum tijd verschillende minuten kan bedragen. Voor de eenvoud vermenigvuldigen we de minimum wachtijd met 2 om de gemiddelde tijd te berekenen. De factor twee geeft een soort gemiddelde weer, maar kan afhankelijk van de situatie sterk verschillen.

Daarnaast moet men de standaardwaarden ook 2 maal in rekening brengen, eenmaal voor het instappen, eenmaal voor het uitstappen.

Voor de minimum reistijd passen we geen factor toe aangezien tussenstops niet belangrijk zijn in het geval de te overbruggen afstand slechts 1 verdieping bedraagt.

Voorbeeld: toepassing op casus Hoogstraten

In het geval van het project Hoogstraten (6 bouwlagen) wordt de gemiddelde tijd om één verdieping te overbruggen (nodig om van verpleegeenheid naar kamer te gaan) als volgt geschat :

Reistijd (1 verd.)	Wachtijd (6 verd.)	standaardtijd	totaal
1*6.09	2*8.04	2*(2.2+2.2+5)	40.9

Tabel 5: gemiddelde tijd om met één lift één verdieping te overbruggen in een gebouw met 6 verdiepingen (casus Hoogstraten).

De tijd die men nodig heeft om één verdieping te overbruggen bedraagt dus vier maal de tijd die men trapsgewijs besteedt aan het overbruggen van een verdieping.

2.3 Tweede abstractiegraad: parametrisatie van de typeplannen

Bedoeling

De bedoeling van de parametrisatie is om op basis van de concrete typeplannen van de 6 cases meer algemene plannen af te leiden waarbij de impact op de loopafstanden en de bouwkosten van variaties in aantal kamers, kamerbreedte versus kamerdiepte, verhouding diensten/kamers e.d. meer systematisch kan nagegaan worden in functie van een set kenmerkende bouwparameters.

Variabelen

Voor alle plannen gelden gelijkaardige parameters die het ontwerp kenmerken, als volgt:

n	aantal kamers
d	diepte van een kamer
w	(gevel)breedte van een kamer
g	breedte van een gang
x	breedte van een (standaard) dienstensegment in een kamerzone (kan ook verticale circulatie omvatten) of diepte van een centrale dienstzone
a	halve gevelbreedte centrale service-zone (of afstand van symmetrie-as gebouw tot kamerzone)
h	diepte service-uitbouw

Er worden voor deze abstractiegraad nog drie soorten zone onderscheiden: kamers, gangen (horizontale circulatie) en service-zones. In die laatste zitten dus ook de ruimtes voor verticale circulatie vervat.

Formules plantypologieën

De oppervlakte van de buitengevels kan bepaald worden door de omtrek ervan te vermenigvuldigen met de hoogte van een verdieping. Die laatste wordt bij ontstentenis op 3,2 meter gehouden maar kan in de analyses aangepast worden.

De opbouw van de parameterformules in de parametrisatietabel (Excel-bestand) kan een andere vorm hebben dan hieronder weergegeven, maar komt na verdere uitwerking neer op dezelfde formule.

Hieronder worden de formules inzichtelijk opgebouwd op basis van het weergegeven parameterplan.

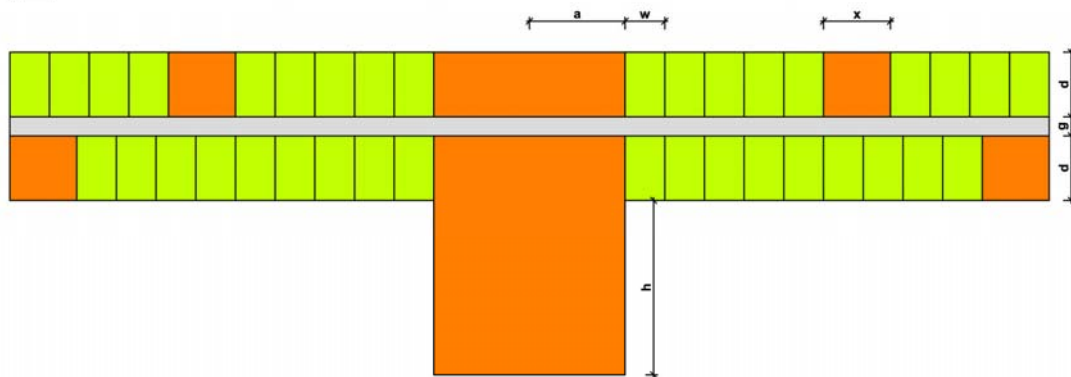
Kruis

Parametrisatieplan type Kruis

36 eenpersoonskamers / variabel
netto-oppervlakte standaardkamer = 25 m²

Legende

- kamerzone
- service-zone
- horizontale circulatie



Het kruis is een intrinsiek flexibel plan, maar op de variatie staan in de praktijk limieten door het maximum aantal kamers per verpleegeenheid of de noodzaak om bijkomende brandtrappen te voorzien.

$$\text{Omtrek gevel} = 2 (2d + g) + nw + 4x + 4a + 2h$$

$$\begin{aligned} \text{Gemiddelde loopafstand tot een kamer} \\ = a + nw/8 + x/4 + d/2 \end{aligned}$$

Uitleg loopafstand:

- + a: men dient altijd de vaste afstand in de middenzone af te leggen
- + $nw/4/2$: de breedte van één kamerblok is w (breedte van een kamer) * het aantal kamers / 4. De breedte van een kamerblok dient men gemiddeld slechts voor de helft af te leggen, daarvoor wordt deze breedte gedeeld door 2
- + $x/4$: voor 25% van de kamers dient men de breedte van de functionele zone te overbruggen
- + $d/2$: er wordt verondersteld dat men de kamer tot in het midden betreedt, de helft van de diepte (d) van een kamer

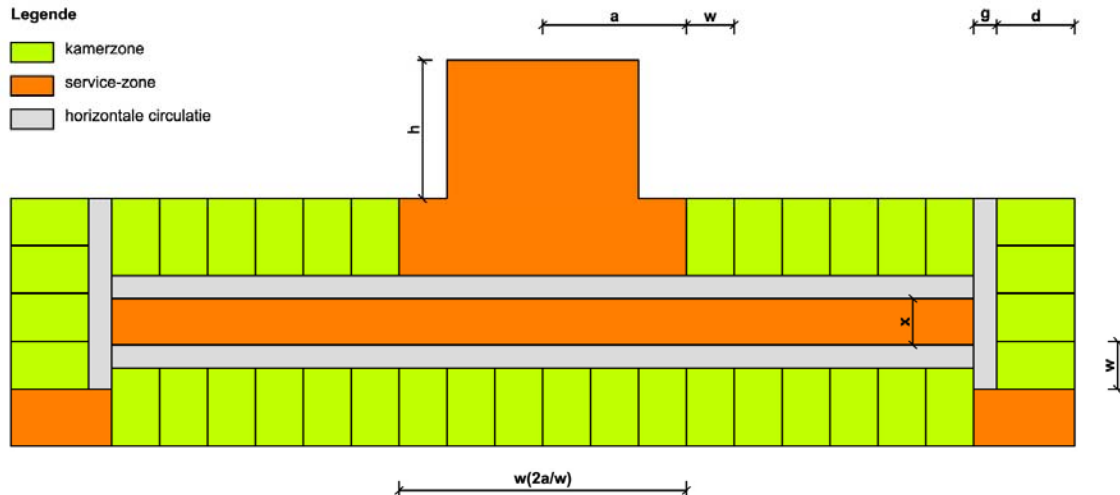
Diep Kruis

Parametrisatieplan type Diep Kruis

38 eenpersoonskamers / variabel
netto-oppervlakte standaardkamer = 25 m²

Legende

- kamerzone
- service-zone
- horizontale circulatie



De diepte van het centrale dienstensegment x hangt samen met de diepte van de service- of circulatiezone op de gebouwkoppen. Op deze diepte is zeer beperkte variatie mogelijk. Op de koppen van het gebouw zijn er in elk geval 4 kamers; het plan kan dus enkel voornamelijk in de lengte variëren.

Het aantal kamers tegenover de grote service-zone is gelijk aan $2a/w$.

$$\text{Omtrek gevel} = 2a + 2h + nw + 4(d+g) + 2(x + 2g + 2d - 4w)$$

Gemiddelde loopafstand tot een kamer

$$= (\text{aantal kopse kamers} * \text{afstand kopse kamers} + \text{aantal kamers in vleugels} * \text{afstand kamers in vleugels} + \text{aantal middenkamers} * \text{afstand middenkamers}) / n$$

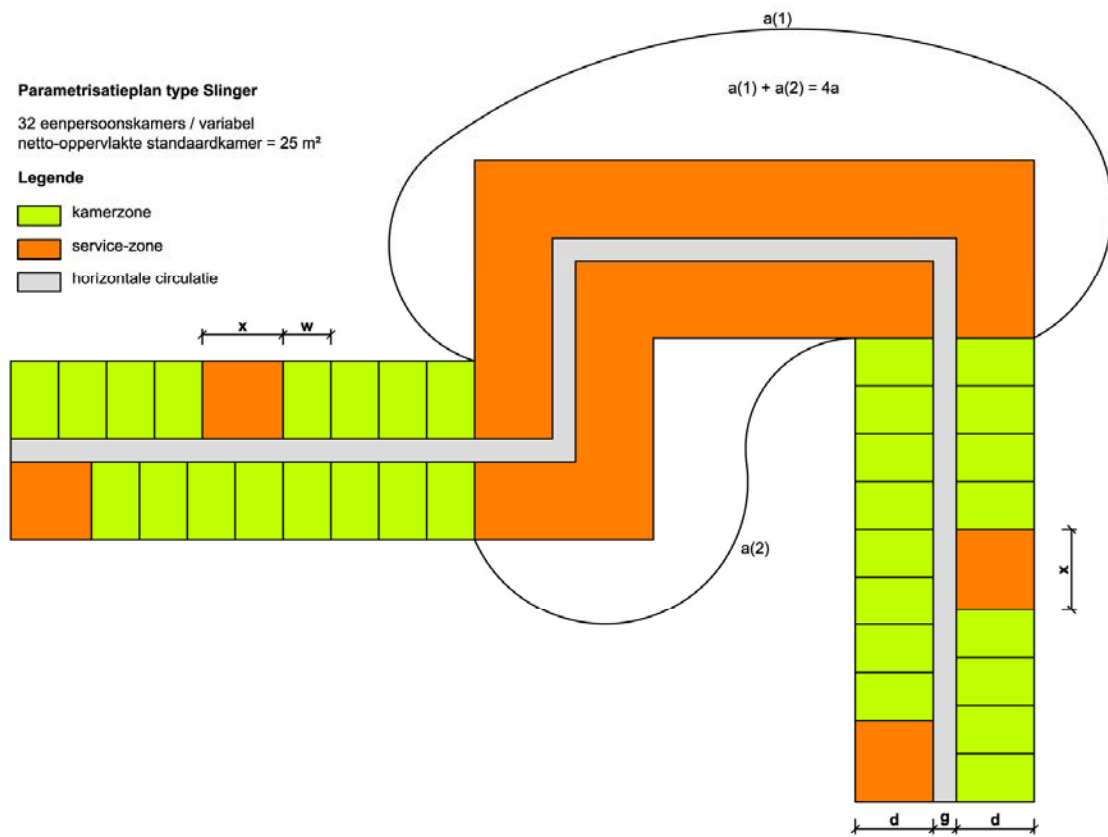
Het gaat voor de loopafstand dus om een gewogen gemiddelde met:

$$\text{Afstand kopse kamers} = a + x/2 + w * \text{aantal kamers in vleugels} / 4 + g + w + d/2$$

$$\text{Afstand kamers in vleugels} = a + x/2 + w * \text{aantal kamers in vleugels} / 8 + d/2$$

$$\text{Afstand middenkamers} = x/2 + a/2 + d/2$$

Slinger



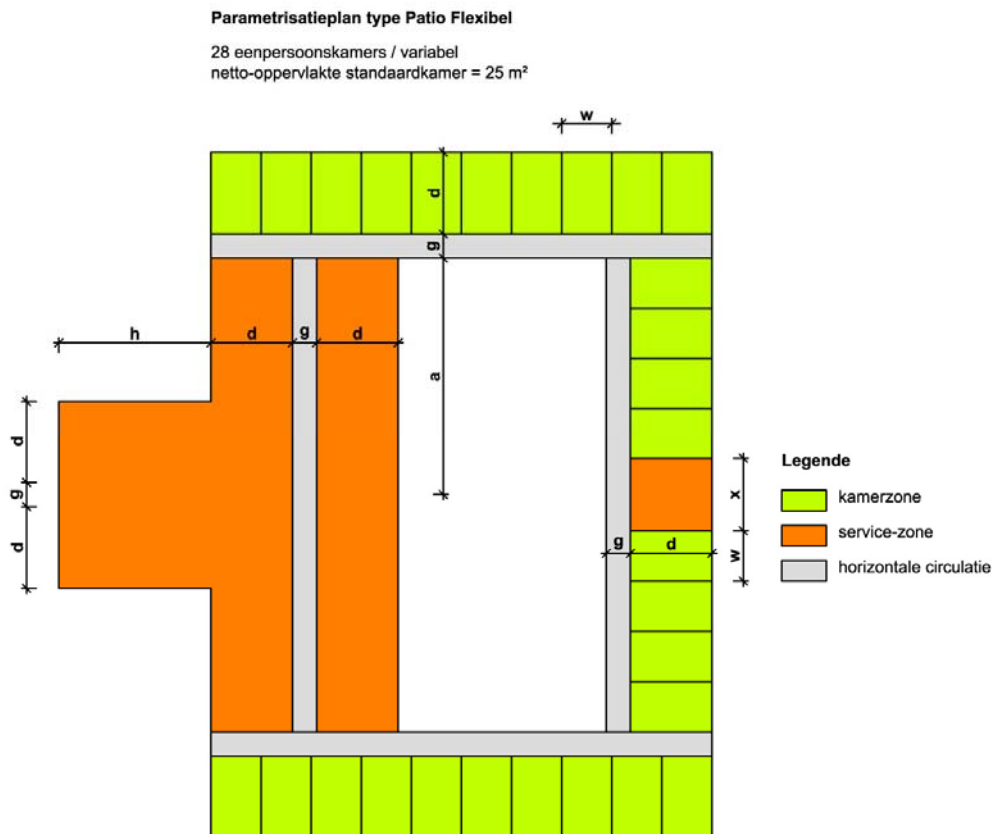
In feite is dit een kruis met $h=0$, waardoor a zeer lang wordt. In de formule wordt de term $2h = 0$. a is ook fel project-afhankelijk.

Omtrek gevel $= 2 (2d + g) + nw + 4x + 4a$

Gemiddelde loopafstand tot een kamer
 $= a + nw/8 + x/4 + d/2$

Voor de loopafstand is dit dezelfde formule als voor het kruistype

Patio



Hier nemen we aan dat de diepte van de service-zone $2d + g$ is, dus dat de lokalen er even diep zijn als de gewone kamers. **a en het aantal kamers in het blok tegenover de service-zone zijn afhankelijk van elkaar.**

Er is een verband tussen het aantal kamers 'langs' en het aantal kamers 'kops' voor een gegeven n :

- aantal kamers 'langs' = $(2a - x)/w = A$
- aantal kamers 'kops' = $n - (2a - x)/w = n - A$

$$\text{Omtrek gevel} = 4(a + g + d) + 2h + 4a + 2(n - A)w - 6d - 4g$$

Gemiddelde loopafstand tot een kamer

$$= (\text{aantal kopse kamers rechts van service-gang} * \text{afstand} + \text{aantal kopse kamers links van service-gang} * \text{afstand} + \text{aantal kamers over service zone} * \text{afstand}) / n$$

Het gaat voor de loopafstand dus om een gewogen gemiddelde met:

Afstand kopse kamers rechts van service-gang = $a + g + w * \text{aantal kopse kamers rechts van service-gang} / 4 + d/2$

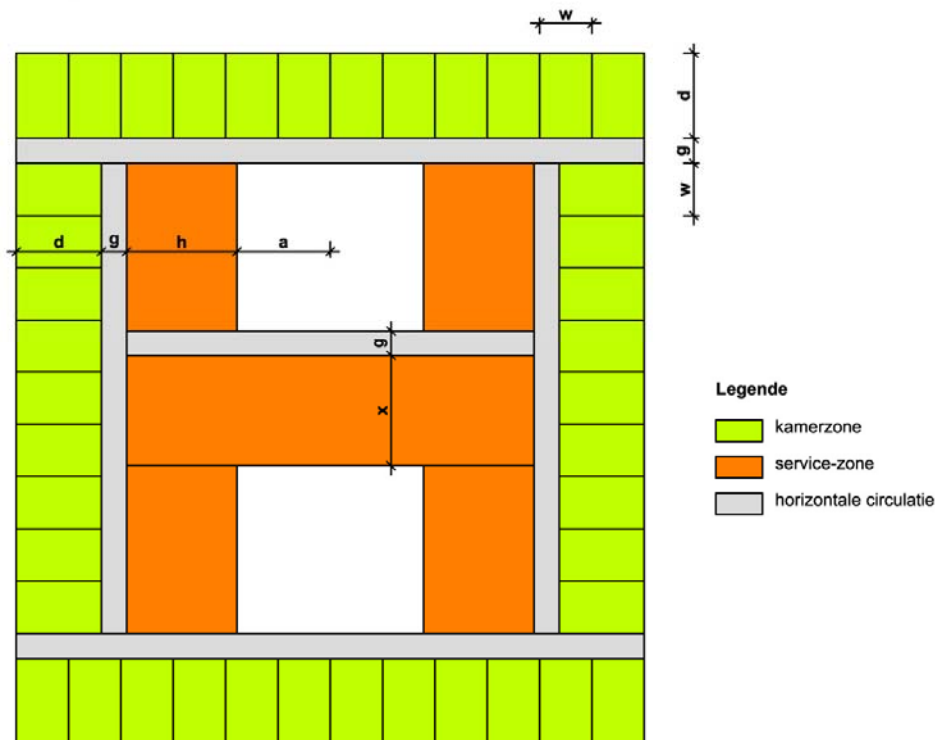
Afstand kopse kamers links van service-gang = $a + g + w + d/2$
 (noot: de term w is hier een goede benadering voor de exacte gemiddelde deelafstand van een slag 'links')

Afstand kamers over service zone = $a + g + w * \text{aantal kopse kamers rechts van service-gang} / 2 - d + w * \text{aantal kamers over service zone} / 4 + d/2$

Dubbele Patio

Parametrisatieplan type Dubbele Patio Flexibel

42 eenpersoonskamers / variabel
netto-oppervlakte standaardkamer = 25 m²



We nemen aan dat er geen uitstulpingen, noch inhammen zijn. De diepte van de dienstenruimtes in het centrum, x , is een invoerparameter. De diepte h van de andere dienstenzones wordt dan berekend zodat de totale dienstenruimte, bepaald als oppervlakte per kamer, bekomen wordt³. **a en het aantal kamers in de twee richtingen zijn afhankelijk van elkaar.**

- totaal aantal kamers 'kops' = $4(d + g + h + a)/w = A$
- totaal aantal kamers 'langs' = $n - 4(d + g + h + a)/w = n - A$

$$\text{Omtrek gevel} = nw + 4(d+g) + 8a + 2[(n - A)w/2 - g - x]$$

Gemiddelde loopafstand tot een kamer⁴

$$= (\text{aantal kopse kamers doorlopende gang} * \text{afstand} + \text{aantal kopse kamers doodlopende gang} * \text{afstand} + \text{aantal langse kamers} * \text{afstand}) / \text{totaal aantal kamers}$$

Het gaat voor de loopafstand dus om een gewogen gemiddelde met:

$$\text{Afstand langse kamers} = a + h + g + w * \text{aantal langse kamers} / 8 + d/2$$

$$\text{Afstand kopse kamers doodlopende gang} = a + h + g + w * \text{aantal langse kamers} / 4 + w + d/2$$

$$\text{Afstand kopse kamers doorlopende gang} = a + h + g + w * \text{aantal langse kamers} / 4 + w * \text{aantal kopse kamers doorlopende gang} / 8 + d/2$$

³ In de exceltabel wordt h daarom afgeleid uit de andere parameters.

⁴ We veronderstellen dat men vanuit het centrum van het gebouw vertrekt.

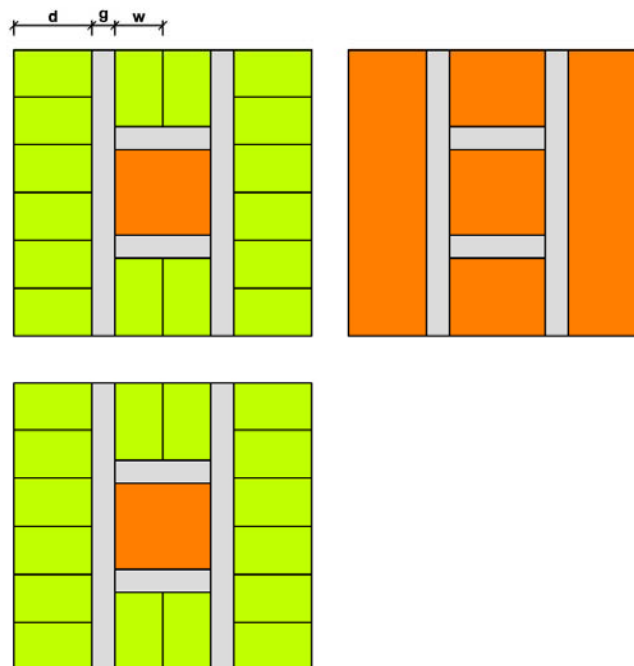
Toren

Parametrisatieplan type Toren

2 x 16 eenpersoonskamers / variabel
netto-oppervlakte standaardkamer = 25 m²

Legende

- kamerzone
- service-zone
- horizontale circulatie



We gaan standaard uit van 3 verdiepingen zonder uitsnijdingen. De dienstenverdieping wordt volledig bepaald door de opvatting van een kamerverdieping. Alle kamers worden aangenomen met hun korte zijde naar de buitengevel te staan. Er wordt uitgegaan van een groter aantal kamers dan in de reële case om een parametrizeerbaar plan te bekomen. De variatiemogelijkheden blijven voor dit plan echter zeer beperkt en oplossingen worden snel onrealistisch, of wijken sterk af van het parametrisatieconcept.

Omtrek gevel $= 3(4(d+g) + nw/2)$

Gemiddelde loopafstand tot een kamer
 $= \text{vaste wandelafstand naar kamerverdieping (g+15) +}$
 $\text{gemiddelde wandelafstand op kamerverdieping (12,5 meter}$
 $\text{manueel berekend) + d/2}$

2.4 Analysetabellen voor invloed van de gebouwlay-out op loopafstanden en bouwkosten

De analyses gaan uit van een aantal algemene parameters die op een afzonderlijk tabblad ingesteld kunnen worden en die dan voor alle projecten gebruikt worden.

ALGEMENE PARAMETERS		= invoercel
Deze parameters waren overgenomen bij alle gebouwtypes		
(Rode waarden op tabbladen van elk type)		
dagelijkse oproepen per kamer	2	aantal
uurloon (werkgever)	35	€ / uur
wandelsnelheid	5	km/u
rente	4%	
groei­voet (loonstijging)	2%	
(1+groei­voet)/(1+rente)	98%	
looptijd	30	jaar
verdiepingshoogte	3,2	m
gangbreedte	2	m
raamoppervlak per kamer	5	m ²
% ramen in buitenmuuroppervlak andere functies	60%	
m ² vloer voor leef- en dienstenfuncties per kamer	15	m ²
aantal verdiepingen	3	
oppervlakte kamer	25	m ²
breedte kamer	4,2	m
aantal kamers per verdieping	32	
(13) vloer op volle grond (afgewerkt)	260	€/m ²
(23) verdiepingsvloer (afgewerkt)	220	€/m ²
(21)+ volle delen van buitengevels (afgewerkt)	250	€/m ²
(31) ramen	400	€/m ²
(27) dak	200	€/m ²
Andere elementen	400	€/m ² vloer

Tabel 6: algemene parameters. De hier weergegeven waarden zijn de defaultwaarden voor het **standaardscenario (of base case)**.

De beschouwde initiële bouwkost omvat de afgewerkte vloeren, volle buitenwanden, buitenschrijnwerkelementen en daken. In de 'andere elementen' inbegrepen zijn de binnenwanden en de basisvoorzieningen elektriciteit, sanitair en verwarming.

De ratio's in de analysetabellen laten toe de bijdragen aan de eenheidsprijs per m² vloeroppervlakte te berekenen van de beschouwde elementen. Hiermee wordt in deze prijs onmiddellijk de invloed van lay-out en compactheid duidelijk.

Base case

De base case kijkt naar de 6 typeplannen op basis van de algemene parameters zoals weergegeven in tabel 6.

ANALYSETABEL

	kruis	diep kruis	slinger	patio	dub. patio
loopafstand in kamerblok verpl-kamer (m)	21,5	14,9	21,5	29,7	19,5
loopafstand middenzone verpl-kamer (m)	10,0	12,6	15,9	20,3	15,1
Gemiddelde loopafstand verpl-kamer (m)	31,5	27,5	37,4	50,0	34,6
Totale NAW loopafstand verpl-kamer	7.255 €	6.325 €	8.611 €	11.515 €	7.968 €
Gangoppervlakte / verdieping	13%	19%	14%	21%	20%
Totale verdiepingsoppervlakte per kamer (m²)	49	52	49	53	51
(13) vloer op volle grond	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333
(23) verdiepingsvloer	0,667	0,667	0,667	0,667	0,667
(21)+ volle delen gevel	0,265	0,226	0,269	0,324	0,245
(31) ramen	0,239	0,190	0,248	0,342	0,218
(27) dak	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333
Totale prijs / m² bruto vloeroppervlakte	862 €	832 €	866 €	918 €	849 €
Totale prijs / kamer	41.871 €	43.061 €	42.533 €	48.699 €	43.530 €
Compactheid (V/S)	2,7	3,0	2,7	2,4	2,8
Totale prijs (loopafstand + gebouw)	49.126 €	49.386 €	51.144 €	60.215 €	51.498 €

	kruis	diep kruis	slinger	patio	dub. patio
loopafstand in kamerblok verpl-kamer (m)	100%	69%	100%	138%	90%
loopafstand middenzone verpl-kamer (m)	100%	126%	159%	203%	151%
Gemiddelde loopafstand verpl-kamer (m)	100%	87%	119%	159%	110%
Totale NAW loopafstand verpl-kamer	100%	87%	119%	159%	110%
Gangoppervlakte / verdieping	100%	148%	110%	165%	154%
Totale verdiepingsoppervlakte per kamer (m²)	100%	106%	101%	109%	106%
(13) vloer op volle grond (afgewerkt)	100%	100%	100%	100%	100%
(23) verdiepingsvloer (afgewerkt)	100%	100%	100%	100%	100%
(21)+ volle delen van buitengevels (afgewerkt)	100%	85%	102%	122%	93%
(31) ramen	100%	79%	103%	143%	91%
(27) dak	100%	100%	100%	100%	100%
Totale prijs / m² bruto vloeroppervlakte	100%	97%	101%	106%	98%
Totale prijs / kamer	100%	103%	102%	116%	104%
Compactheid (V/S)	100%	108%	99%	88%	104%
Totale prijs (loopafstand + gebouw)	100%	101%	104%	123%	105%

Tabel 7: base case. Het tweede deel van de tabel toont procentuele vergelijkingen met de kruisvariant als basis.

Indien we het **Kruistype als referentie** nemen (**kolom 100 % in de vergelijkingstabel**) dan vinden we dat:

- de Slinger zeer gelijkaardig is aan het kruis met dit verschil dat de breedte van de functionele zone beperkt is tot de diepte van de kamers, wat tot een extra wandelafstand in het middenblok leidt;
- het Diep Kruis een kleinere wandelafstand heeft doordat er zich 6 kamers in het middenblok bevinden. Het effect op de wandelafstand in het kamerblok is gelijkaardig aan de resultaten die men vindt bij een scenario met meer kamers (cfr infra);
- de Patio met gangen die kamers enkelzijdig bedienen leidt tot een grotere wandelafstand. Bijkomend is er het effect dat er (nagenoeg) geen functionele ruimtes in de kamerblokken zijn, waardoor het middenblok breder wordt, en dus de vaste wandelafstand langer;
- de Dubbele patio gangen heeft die de kamers enkelzijdig bedienen zoals bij de Patio, maar dat daarbij tegelijkertijd op de uiteinden van het middenblok in totaal

4 gangen starten, wat een positief effect heeft op de loopafstanden. Daarnaast is er niet veel service-zone in het middenblok, waardoor ook deze vaste wandelafstand beperkt blijft;

- het Torenmodel ook een beperkte loopafstand heeft. Men zou kunnen stellen dat de vaste wandelafstand doorheen het middenblok in dit geval vervangen is door het nemen van de "afstand" nodig om met de trap een verdieping te overbruggen. In deze analyse zijn enkel de loopafstanden in rekening genomen voor individuele zorgoproepen. De onderzoekers vermoeden dat de kosten bij andere loopafstanden, met name deze waarbij verdiepingen een belangrijke rol spelen, in het torenmodel hoger oplopen dan bij de overige types.

Variaties

Hieronder wordt een reeks puntsgewijze sensitiviteitsanalyses uitgevoerd op algemene parameters, met name een wijziging van:

- de kameroppervlakte;
- de gangbreedte;
- de kamerbreedte;
- het aantal kamers per verdiep;
- het aantal verdiepingen;
- en de looptijd of gebruiksperiode waarover de investering beschouwd wordt.

Bij deze variaties op het standaardscenario worden ter vergelijking telkens opnieuw de resultaten van de base case weergegeven.

Enkel het torentype wordt niet parametrisch geanalyseerd omwille van zijn planvorm die weinig variatie toelaat en de moeilijke vergelijkbaarheid op het vlak van loopafstanden.

De exceltabellen laten uiteraard toe om alle andere mogelijke combinaties van parameters uit te testen. De enige limiet op het bereik van deze analyses is het realiteitsgehalte van de ingevoerde parametercombinaties, met name een model dat overeenstemt met een uitvoerbaar bouwplan.

In de vergelijkingstabel met percentages wordt opnieuw steeds gerefereerd naar de kruisvariant van de base case (= 100 %).

Variatie 1: kameroppervlakte 30m² i.p.v. 25m²

ANALYSETABEL

	kruis	diep kruis	slinger	patio	dub. patio
loopafstand in kamerblok verpl-kamer (m)	22,1	15,5	22,1	30,0	20,1
loopafstand middenzone verpl-kamer (m)	10,0	12,6	12,1	20,3	14,0
Gemiddelde loopafstand verpl-kamer (m)	32,1	28,1	34,2	50,3	34,0
Totale NAW loopafstand verpl-kamer	7.392 €	6.462 €	7.870 €	11.584 €	7.831 €
Gangoppervlakte / verdieping	12%	18%	12%	20%	18%
Totale verdiepingsoppervlakte per kamer (m ²)	54	57	54	58	56
(13) vloer op volle grond	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333
(23) verdiepingsvloer	0,667	0,667	0,667	0,667	0,667
(21)+ volle delen gevel	0,238	0,206	0,239	0,286	0,217
(31) ramen	0,213	0,174	0,215	0,296	0,190
(27) dak	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333
Totale prijs / m ² bruto vloeroppervlakte	845 €	821 €	846 €	890 €	830 €
Totale prijs / kamer	45.257 €	46.567 €	45.343 €	51.674 €	46.615 €
Compactheid (V/S)	2,9	3,1	2,9	2,6	3,0
Totale prijs (loopafstand + gebouw)	52.649 €	53.029 €	53.212 €	63.257 €	54.446 €

	kruis	diep kruis	slinger	patio	dub. patio
loopafstand in kamerblok verpl-kamer (m)	103%	72%	103%	140%	93%
loopafstand middenzone verpl-kamer (m)	100%	126%	121%	203%	140%
Gemiddelde loopafstand verpl-kamer (m)	102%	89%	108%	160%	108%
Totale NAW loopafstand verpl-kamer	102%	89%	108%	160%	108%
Gangoppervlakte / verdieping	91%	135%	94%	150%	139%
Totale verdiepingsoppervlakte per kamer (m ²)	110%	117%	110%	120%	116%
(13) vloer op volle grond (afgewerkt)	100%	100%	100%	100%	100%
(23) verdiepingsvloer (afgewerkt)	100%	100%	100%	100%	100%
(21)+ volle delen van buitengevels (afgewerkt)	90%	78%	90%	108%	82%
(31) ramen	89%	73%	90%	124%	79%
(27) dak	100%	100%	100%	100%	100%
Totale prijs / m ² bruto vloeroppervlakte	98%	95%	98%	103%	96%
Totale prijs / kamer	108%	111%	108%	123%	111%
Compactheid (V/S)	105%	112%	105%	94%	109%
Totale prijs (loopafstand + gebouw)	107%	108%	108%	129%	111%

STANDAARD SCENARIO (base case)

	kruis	diep kruis	slinger	patio	dub. patio
loopafstand in kamerblok verpl-kamer (m)	21,5	14,9	21,5	29,7	19,5
loopafstand middenzone verpl-kamer (m)	10,0	12,6	15,9	20,3	15,1
Gemiddelde loopafstand verpl-kamer (m)	31,5	27,5	37,4	50,0	34,6
Totale NAW loopafstand verpl-kamer	7.255 €	6.325 €	8.611 €	11.515 €	7.968 €
Gangoppervlakte / verdieping	13%	19%	14%	21%	20%
Totale verdiepingsoppervlakte per kamer (m ²)	49	52	49	53	51
(13) vloer op volle grond (afgewerkt)	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333
(23) verdiepingsvloer (afgewerkt)	0,667	0,667	0,667	0,667	0,667
(21)+ volle delen van buitengevels (afgewerkt)	0,265	0,226	0,269	0,324	0,245
(31) ramen	0,239	0,190	0,248	0,342	0,218
(27) dak	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333
Totale prijs / m ² bruto vloeroppervlakte	862 €	832 €	866 €	918 €	849 €
Totale prijs / kamer	41.871 €	43.061 €	42.533 €	48.699 €	43.530 €
Compactheid (V/S)	2,7	3,0	2,7	2,4	2,8
Totale prijs (loopafstand + gebouw)	49.126 €	49.386 €	51.144 €	60.215 €	51.498 €

Tabel 8: Verhoging van de kameroppervlakte (zonder wijziging van de breedte). Het wijzigen van de kameroppervlakte (i.e. de kamerdiepte) heeft beperkte impact.

Variatie 2: breedte gang 1,75 m i.p.v. 2 m

ANALYSETABEL

	kruis	diep kruis	slinger	patio	dub. patio
loopafstand in kamerblok verpl-kamer (m)	21,5	14,8	21,5	29,5	19,1
loopafstand middenzone verpl-kamer (m)	10,0	12,6	15,9	20,3	15,4
Gemiddelde loopafstand verpl-kamer (m)	31,5	27,4	37,4	49,8	34,5
Totale NAW loopafstand verpl-kamer	7.255 €	6.311 €	8.611 €	11.458 €	7.928 €
Gangoppervlakte / verdieping	12%	17%	13%	19%	18%
Totale verdiepingsoppervlakte per kamer (m²)	48	50	48	52	50
(13) vloer op volle grond	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333
(23) verdiepingsvloer	0,667	0,667	0,667	0,667	0,667
(21)+ volle delen gevel	0,269	0,230	0,274	0,333	0,255
(31) ramen	0,243	0,194	0,252	0,351	0,230
(27) dak	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333
Totale prijs / m² bruto vloeroppervlakte	864 €	835 €	869 €	924 €	856 €
Totale prijs / kamer	41.300 €	42.155 €	41.898 €	47.705 €	42.813 €
Compactheid (V/S)	2,7	2,9	2,7	2,4	2,8
Totale prijs (loopafstand + gebouw)	48.555 €	48.466 €	50.509 €	59.163 €	50.741 €

	kruis	diep kruis	slinger	patio	dub. patio
loopafstand in kamerblok verpl-kamer (m)	100%	69%	100%	137%	89%
loopafstand middenzone verpl-kamer (m)	100%	126%	159%	203%	154%
Gemiddelde loopafstand verpl-kamer (m)	100%	87%	119%	158%	109%
Totale NAW loopafstand verpl-kamer	100%	87%	119%	158%	109%
Gangoppervlakte / verdieping	89%	133%	98%	148%	139%
Totale verdiepingsoppervlakte per kamer (m²)	98%	104%	99%	106%	103%
(13) vloer op volle grond (afgewerkt)	100%	100%	100%	100%	100%
(23) verdiepingsvloer (afgewerkt)	100%	100%	100%	100%	100%
(21)+ volle delen van buitengevels (afgewerkt)	101%	87%	103%	126%	96%
(31) ramen	101%	81%	105%	147%	96%
(27) dak	100%	100%	100%	100%	100%
Totale prijs / m² bruto vloeroppervlakte	100%	97%	101%	107%	99%
Totale prijs / kamer	99%	101%	100%	114%	102%
Compactheid (V/S)	99%	107%	98%	87%	102%
Totale prijs (loopafstand + gebouw)	99%	99%	103%	120%	103%

STANDAARD SCENARIO (base case)

	kruis	diep kruis	slinger	patio	dub. patio
loopafstand in kamerblok verpl-kamer (m)	21,5	14,9	21,5	29,7	19,5
loopafstand middenzone verpl-kamer (m)	10,0	12,6	15,9	20,3	15,1
Gemiddelde loopafstand verpl-kamer (m)	31,5	27,5	37,4	50,0	34,6
Totale NAW loopafstand verpl-kamer	7.255 €	6.325 €	8.611 €	11.515 €	7.968 €
Gangoppervlakte / verdieping	13%	19%	14%	21%	20%
Totale verdiepingsoppervlakte per kamer (m²)	49	52	49	53	51
(13) vloer op volle grond (afgewerkt)	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333
(23) verdiepingsvloer (afgewerkt)	0,667	0,667	0,667	0,667	0,667
(21)+ volle delen van buitengevels (afgewerkt)	0,265	0,226	0,269	0,324	0,245
(31) ramen	0,239	0,190	0,248	0,342	0,218
(27) dak	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333
Totale prijs / m² bruto vloeroppervlakte	862 €	832 €	866 €	918 €	849 €
Totale prijs / kamer	41.871 €	43.061 €	42.533 €	48.699 €	43.530 €
Compactheid (V/S)	2,7	3,0	2,7	2,4	2,8
Totale prijs (loopafstand + gebouw)	49.126 €	49.386 €	51.144 €	60.215 €	51.498 €

Tabel 9: Versmallen van de gang. Het wijzigen van de gangbreedte heeft weinig impact.

Variatie 3: kamerbreedte 5 m i.p.v. 4,2 m

ANALYSETABEL

	kruis	diep kruis	slinger	patio	dub. patio
loopafstand in kamerblok verpl-kamer (m)	24,3	17,7	24,3	34,7	21,5
loopafstand middenzone verpl-kamer (m)	10,0	12,6	20,3	20,3	20,5
Gemiddelde loopafstand verpl-kamer (m)	34,3	30,3	44,5	55,0	42,0
Totale NAW loopafstand verpl-kamer	7.882 €	6.974 €	10.241 €	12.657 €	9.665 €
Gangoppervlakte / verdieping	14%	22%	17%	24%	23%
Totale verdiepingsoppervlakte per kamer (m²)	49	53	50	55	54
(13) vloer op volle grond	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333
(23) verdiepingsvloer	0,667	0,667	0,667	0,667	0,667
(21)+ volle delen gevel	0,314	0,265	0,324	0,392	0,353
(31) ramen	0,239	0,182	0,257	0,378	0,314
(27) dak	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333
Totale prijs / m² bruto vloeroppervlakte	874 €	839 €	884 €	949 €	914 €
Totale prijs / kamer	43.161 €	44.730 €	44.578 €	51.878 €	48.956 €
Compactheid (V/S)	2,6	2,9	2,6	2,2	2,4
Totale prijs (loopafstand + gebouw)	51.043 €	51.704 €	54.819 €	64.535 €	58.621 €

	kruis	diep kruis	slinger	patio	dub. patio
loopafstand in kamerblok verpl-kamer (m)	113%	82%	113%	161%	100%
loopafstand middenzone verpl-kamer (m)	100%	126%	203%	203%	205%
Gemiddelde loopafstand verpl-kamer (m)	109%	96%	141%	174%	133%
Totale NAW loopafstand verpl-kamer	109%	96%	141%	174%	133%
Gangoppervlakte / verdieping	111%	167%	128%	182%	180%
Totale verdiepingsoppervlakte per kamer (m²)	102%	110%	104%	113%	110%
(13) vloer op volle grond (afgewerkt)	100%	100%	100%	100%	100%
(23) verdiepingsvloer (afgewerkt)	100%	100%	100%	100%	100%
(21)+ volle delen van buitengevels (afgewerkt)	119%	100%	122%	148%	133%
(31) ramen	100%	76%	107%	158%	131%
(27) dak	100%	100%	100%	100%	100%
Totale prijs / m² bruto vloeroppervlakte	101%	97%	103%	110%	106%
Totale prijs / kamer	103%	107%	106%	124%	117%
Compactheid (V/S)	96%	105%	94%	82%	88%
Totale prijs (loopafstand + gebouw)	104%	105%	112%	131%	119%

STANDAARD SCENARIO (base case)

	kruis	diep kruis	slinger	patio	dub. patio
loopafstand in kamerblok verpl-kamer (m)	21,5	14,9	21,5	29,7	19,5
loopafstand middenzone verpl-kamer (m)	10,0	12,6	15,9	20,3	15,1
Gemiddelde loopafstand verpl-kamer (m)	31,5	27,5	37,4	50,0	34,6
Totale NAW loopafstand verpl-kamer	7.255 €	6.325 €	8.611 €	11.515 €	7.968 €
Gangoppervlakte / verdieping	13%	19%	14%	21%	20%
Totale verdiepingsoppervlakte per kamer (m²)	49	52	49	53	51
(13) vloer op volle grond (afgewerkt)	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333
(23) verdiepingsvloer (afgewerkt)	0,667	0,667	0,667	0,667	0,667
(21)+ volle delen van buitengevels (afgewerkt)	0,265	0,226	0,269	0,324	0,245
(31) ramen	0,239	0,190	0,248	0,342	0,218
(27) dak	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333
Totale prijs / m² bruto vloeroppervlakte	862 €	832 €	866 €	918 €	849 €
Totale prijs / kamer	41.871 €	43.061 €	42.533 €	48.699 €	43.530 €
Compactheid (V/S)	2,7	3,0	2,7	2,4	2,8
Totale prijs (loopafstand + gebouw)	49.126 €	49.386 €	51.144 €	60.215 €	51.498 €

Tabel 10: Verbreden van de kamer zonder wijziging van de kameroppervlakte (i.e. samen met een reductie van de diepte). Indien de kamers verbreden zullen alle loopafstanden in de kamerblokken vergroten. Vooral in de Patio waarbij de gang de kamers enkelzijdig bedient heeft dit een extra grote impact.

Bijkomend zal het middenblok bij het type Slinger evenredig verbreden (kamers breder, dus minder diep, wat als gevolg heeft dat ook het middenblok minder diep wordt, en dus breder).

Variatie 4: aantal kamers per verdieping 48 i.p.v. 32

ANALYSETABEL

	kruis	diep kruis	slinger	patio	dub. patio
loopafstand in kamerblok verpl-kamer (m)	29,9	23,3	29,9	46,7	28,6
loopafstand middenzone verpl-kamer (m)	10,0	12,6	26,0	20,3	15,1
Gemiddelde loopafstand verpl-kamer (m)	39,9	35,9	55,9	67,0	43,8
Totale NAW loopafstand verpl-kamer	9.188 €	8.265 €	12.863 €	15.415 €	10.078 €
Gangoppervlakte / verdieping	12%	19%	14%	20%	19%
Totale verdiepingsoppervlakte per kamer (m²)	47	51	48	52	50
(13) vloer op volle grond	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333
(23) verdiepingsvloer	0,667	0,667	0,667	0,667	0,667
(21)+ volle delen gevel	0,255	0,218	0,263	0,330	0,322
(31) ramen	0,220	0,176	0,236	0,346	0,330
(27) dak	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333
Totale prijs / m² bruto vloeroppervlakte	852 €	825 €	860 €	921 €	912 €
Totale prijs / kamer	40.141 €	41.746 €	41.541 €	47.435 €	45.924 €
Compactheid (V/S)	2,8	3,0	2,7	2,4	2,4
Totale prijs (loopafstand + gebouw)	49.329 €	50.012 €	54.404 €	62.850 €	56.001 €

	kruis	diep kruis	slinger	patio	dub. patio
loopafstand in kamerblok verpl-kamer (m)	139%	108%	139%	217%	133%
loopafstand middenzone verpl-kamer (m)	100%	126%	260%	203%	151%
Gemiddelde loopafstand verpl-kamer (m)	127%	114%	177%	212%	139%
Totale NAW loopafstand verpl-kamer	127%	114%	177%	212%	139%
Gangoppervlakte / verdieping	92%	143%	110%	155%	147%
Totale verdiepingsoppervlakte per kamer (m²)	97%	104%	99%	106%	104%
(13) vloer op volle grond (afgewerkt)	100%	100%	100%	100%	100%
(23) verdiepingsvloer (afgewerkt)	100%	100%	100%	100%	100%
(21)+ volle delen van buitengevels (afgewerkt)	96%	82%	99%	125%	121%
(31) ramen	92%	73%	98%	145%	138%
(27) dak	100%	100%	100%	100%	100%
Totale prijs / m² bruto vloeroppervlakte	99%	96%	100%	107%	106%
Totale prijs / kamer	96%	100%	99%	113%	110%
Compactheid (V/S)	103%	110%	100%	87%	89%
Totale prijs (loopafstand + gebouw)	100%	102%	111%	128%	114%

STANDAARD SCENARIO (base case)

	kruis	diep kruis	slinger	patio	dub. patio
loopafstand in kamerblok verpl-kamer (m)	21,5	14,9	21,5	29,7	19,5
loopafstand middenzone verpl-kamer (m)	10,0	12,6	15,9	20,3	15,1
Gemiddelde loopafstand verpl-kamer (m)	31,5	27,5	37,4	50,0	34,6
Totale NAW loopafstand verpl-kamer	7.255 €	6.325 €	8.611 €	11.515 €	7.968 €
Gangoppervlakte / verdieping	13%	19%	14%	21%	20%
Totale verdiepingsoppervlakte per kamer (m²)	49	52	49	53	51
(13) vloer op volle grond (afgewerkt)	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333
(23) verdiepingsvloer (afgewerkt)	0,667	0,667	0,667	0,667	0,667
(21)+ volle delen van buitengevels (afgewerkt)	0,265	0,226	0,269	0,324	0,245
(31) ramen	0,239	0,190	0,248	0,342	0,218
(27) dak	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333
Totale prijs / m² bruto vloeroppervlakte	862 €	832 €	866 €	918 €	849 €
Totale prijs / kamer	41.871 €	43.061 €	42.533 €	48.699 €	43.530 €
Compactheid (V/S)	2,7	3,0	2,7	2,4	2,8
Totale prijs (loopafstand + gebouw)	49.126 €	49.386 €	51.144 €	60.215 €	51.498 €

Tabel 11: Verhogen van het aantal kamers per verdieping. Bij een stijging van het aantal kamers worden de verschillen tussen de types uitvergroet. Hierbij dient men

immers voor ogen te houden dat een extra kamer op het einde van een kamerblok geplaatst wordt, waardoor de gemiddelde loopafstand in het kamerblok vergroot. Deze analyse kan benaderend ook gebruikt worden om te analyseren wat het verschil is tussen 2 kleinere blokken (24 kamers), of 1 groot blok (48 kamers). In dit geval zal de individuele loopafstand tot een kamer in het eerste geval kleiner zijn. De praktische nadelen zijn in deze studie verder niet onderzocht.

Variatie 5: 4 verdiepingen i.p.v. 3

ANALYSETABEL

	kruis	diep kruis	slinger	patio	dub. patio
loopafstand in kamerblok verpl-kamer (m)	21,5	14,9	21,5	29,7	19,5
loopafstand middenzone verpl-kamer (m)	10,0	12,6	15,9	20,3	15,1
Gemiddelde loopafstand verpl-kamer (m)	31,5	27,5	37,4	50,0	34,6
Totale NAW loopafstand verpl-kamer	7.255 €	6.325 €	8.611 €	11.515 €	7.968 €
Gangoppervlakte / verdieping	13%	19%	14%	21%	20%
Totale verdiepingsoppervlakte per kamer (m²)	49	52	49	53	51
(13) vloer op volle grond	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250
(23) verdiepingsvloer	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750
(21)+ volle delen gevel	0,265	0,226	0,269	0,324	0,245
(31) ramen	0,239	0,190	0,248	0,342	0,218
(27) dak	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250
Totale prijs / m² bruto vloeroppervlakte	842 €	812 €	846 €	898 €	829 €
Totale prijs / kamer	40.899 €	42.026 €	41.551 €	47.638 €	42.505 €
Compactheid (V/S)	3,2	3,5	3,1	2,7	3,3
Totale prijs (loopafstand + gebouw)	48.154 €	48.352 €	50.162 €	59.153 €	50.473 €

	kruis	diep kruis	slinger	patio	dub. patio
loopafstand in kamerblok verpl-kamer (m)	100%	69%	100%	138%	90%
loopafstand middenzone verpl-kamer (m)	100%	126%	159%	203%	151%
Gemiddelde loopafstand verpl-kamer (m)	100%	87%	119%	159%	110%
Totale NAW loopafstand verpl-kamer	100%	87%	119%	159%	110%
Gangoppervlakte / verdieping	100%	148%	110%	165%	154%
Totale verdiepingsoppervlakte per kamer (m²)	100%	106%	101%	109%	106%
(13) vloer op volle grond (afgewerkt)	75%	75%	75%	75%	75%
(23) verdiepingsvloer (afgewerkt)	113%	113%	113%	113%	113%
(21)+ volle delen van buitengevels (afgewerkt)	100%	85%	102%	122%	93%
(31) ramen	100%	79%	103%	143%	91%
(27) dak	75%	75%	75%	75%	75%
Totale prijs / m² bruto vloeroppervlakte	98%	94%	98%	104%	96%
Totale prijs / kamer	98%	100%	99%	114%	102%
Compactheid (V/S)	117%	128%	115%	100%	122%
Totale prijs (loopafstand + gebouw)	98%	98%	102%	120%	103%

STANDAARD SCENARIO (base case)

	kruis	diep kruis	slinger	patio	dub. patio
loopafstand in kamerblok verpl-kamer (m)	21,5	14,9	21,5	29,7	19,5
loopafstand middenzone verpl-kamer (m)	10,0	12,6	15,9	20,3	15,1
Gemiddelde loopafstand verpl-kamer (m)	31,5	27,5	37,4	50,0	34,6
Totale NAW loopafstand verpl-kamer	7.255 €	6.325 €	8.611 €	11.515 €	7.968 €
Gangoppervlakte / verdieping	13%	19%	14%	21%	20%
Totale verdiepingsoppervlakte per kamer (m²)	49	52	49	53	51
(13) vloer op volle grond (afgewerkt)	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333
(23) verdiepingsvloer (afgewerkt)	0,667	0,667	0,667	0,667	0,667
(21)+ volle delen van buitengevels (afgewerkt)	0,265	0,226	0,269	0,324	0,245
(31) ramen	0,239	0,190	0,248	0,342	0,218
(27) dak	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333
Totale prijs / m² bruto vloeroppervlakte	862 €	832 €	866 €	918 €	849 €
Totale prijs / kamer	41.871 €	43.061 €	42.533 €	48.699 €	43.530 €
Compactheid (V/S)	2,7	3,0	2,7	2,4	2,8
Totale prijs (loopafstand + gebouw)	49.126 €	49.386 €	51.144 €	60.215 €	51.498 €

Tabel 12: Verhogen van het aantal verdiepingen. De impact van het wijzigen van het aantal verdiepingen is beperkt. Een hogere compactheid en minder dakoppervlakte per m² gebouw hebben niettemin een positieve invloed op de bouw prijs per kamer.

Variatie 6: gebruiksperiode 40 jaar i.p.v. 30 jaar en andere scenario's

ANALYSETABEL

	kruis	diep kruis	slinger	patio	dub. patio
loopafstand in kamerblok verpl-kamer (m)	21,5	14,9	21,5	29,7	19,5
loopafstand middenzone verpl-kamer (m)	10,0	12,6	15,9	20,3	15,1
Gemiddelde loopafstand verpl-kamer (m)	31,5	27,5	37,4	50,0	34,6
Totale NAW loopafstand verpl-kamer	8.875 €	7.737 €	10.533 €	14.086 €	9.747 €
Gangoppervlakte / verdieping	13%	19%	14%	21%	20%
Totale verdiepingsoppervlakte per kamer (m²)	49	52	49	53	51
(13) vloer op volle grond	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333
(23) verdiepingsvloer	0,667	0,667	0,667	0,667	0,667
(21)+ volle delen gevel	0,265	0,226	0,269	0,324	0,245
(31) ramen	0,239	0,190	0,248	0,342	0,218
(27) dak	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333
Totale prijs / m² bruto vloeroppervlakte	862 €	832 €	866 €	918 €	849 €
Totale prijs / kamer	41.871 €	43.061 €	42.533 €	48.699 €	43.530 €
Compactheid (V/S)	2,7	3,0	2,7	2,4	2,8
Totale prijs (loopafstand + gebouw)	50.745 €	50.798 €	53.066 €	62.785 €	53.277 €

	kruis	diep kruis	slinger	patio	dub. patio
loopafstand in kamerblok verpl-kamer (m)	100%	69%	100%	138%	90%
loopafstand middenzone verpl-kamer (m)	100%	126%	159%	203%	151%
Gemiddelde loopafstand verpl-kamer (m)	100%	87%	119%	159%	110%
Totale NAW loopafstand verpl-kamer	122%	107%	145%	194%	134%
Gangoppervlakte / verdieping	100%	148%	110%	165%	154%
Totale verdiepingsoppervlakte per kamer (m²)	100%	106%	101%	109%	106%
(13) vloer op volle grond (afgewerkt)	100%	100%	100%	100%	100%
(23) verdiepingsvloer (afgewerkt)	100%	100%	100%	100%	100%
(21)+ volle delen van buitengevels (afgewerkt)	100%	85%	102%	122%	93%
(31) ramen	100%	79%	103%	143%	91%
(27) dak	100%	100%	100%	100%	100%
Totale prijs / m² bruto vloeroppervlakte	100%	97%	101%	106%	98%
Totale prijs / kamer	100%	103%	102%	116%	104%
Compactheid (V/S)	100%	108%	99%	88%	104%
Totale prijs (loopafstand + gebouw)	103%	103%	108%	128%	108%

STANDAARD SCENARIO (base case)

	kruis	diep kruis	slinger	patio	dub. patio
loopafstand in kamerblok verpl-kamer (m)	21,5	14,9	21,5	29,7	19,5
loopafstand middenzone verpl-kamer (m)	10,0	12,6	15,9	20,3	15,1
Gemiddelde loopafstand verpl-kamer (m)	31,5	27,5	37,4	50,0	34,6
Totale NAW loopafstand verpl-kamer	7.255 €	6.325 €	8.611 €	11.515 €	7.968 €
Gangoppervlakte / verdieping	13%	19%	14%	21%	20%
Totale verdiepingsoppervlakte per kamer (m²)	49	52	49	53	51
(13) vloer op volle grond (afgewerkt)	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333
(23) verdiepingsvloer (afgewerkt)	0,667	0,667	0,667	0,667	0,667
(21)+ volle delen van buitengevels (afgewerkt)	0,265	0,226	0,269	0,324	0,245
(31) ramen	0,239	0,190	0,248	0,342	0,218
(27) dak	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333
Totale prijs / m² bruto vloeroppervlakte	862 €	832 €	866 €	918 €	849 €
Totale prijs / kamer	41.871 €	43.061 €	42.533 €	48.699 €	43.530 €
Compactheid (V/S)	2,7	3,0	2,7	2,4	2,8
Totale prijs (loopafstand + gebouw)	49.126 €	49.386 €	51.144 €	60.215 €	51.498 €

Tabel 13: Verhogen van de gebruiksperiode tot 40 jaar.

- **gebruiksperiode:** de gebruiksperiode van het gebouw heeft een grote impact op de actuele waarde van de loopafstanden. Hoe langer het gebouw functioneel gebruikt wordt, hoe groter de impact van de jaarlijkse kosten ten opzichte van de huidige bouwkost van het gebouw;
- **intrestvoet:** via de Excel-tool kan nagegaan worden dat een daling van de intrestvoet een gelijkaardige impact heeft. De actuele waarde van toekomstige kosten zal hierdoor immers groter zijn;
- **aantal individuele zorgoproepen:** uiteraard zal bij een verdubbeling van het aantal individuele zorgoproepen, de kost van de loopafstanden eveneens verdubbelen. Het juist inschatten van deze parameter is afhankelijk van de typische diensten die in een gebouw geleverd worden, moeilijk in te schatten, maar zeer belangrijk;
- **twee verpleegeenheden op de uiteindes van het middenblok:** in het geval van het Diep Kruis hebben we in de realiteit twee verpleegeenheden in het middenblok. Omwille van de vergelijkbaarheid is hier abstractie van gemaakt. Het is evenwel interessant om dit verder te analyseren. Zoals uit de formules voor loopafstanden blijkt, vormt de vaste wandelafstand doorheen het middenblok een belangrijk deel van de totale wandelafstand. Door nu op elk van de uiteinden van het middenblok een verpleegeenheid te plaatsen worden deze vaste wandelafstanden vermeden. Het is echter moeilijk in kaart te brengen wat de praktische nadelen zijn (vergroten van vaste wandelafstand tot leefruimte, vaste wandelafstand en samenwerking tussen de 2 verpleegeenheden, ...).

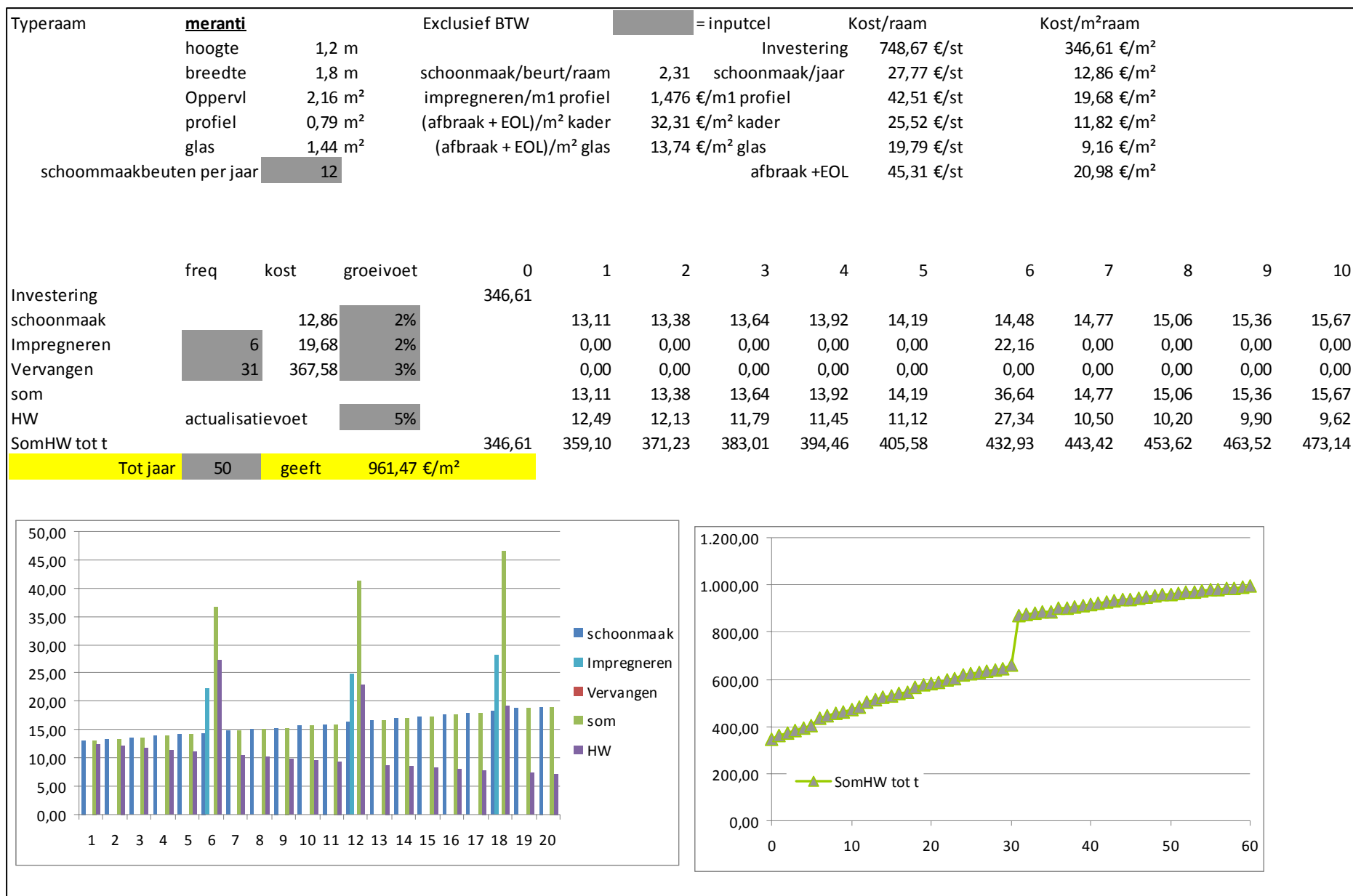
3. Thema 2: analyse buitenschrijnwerk

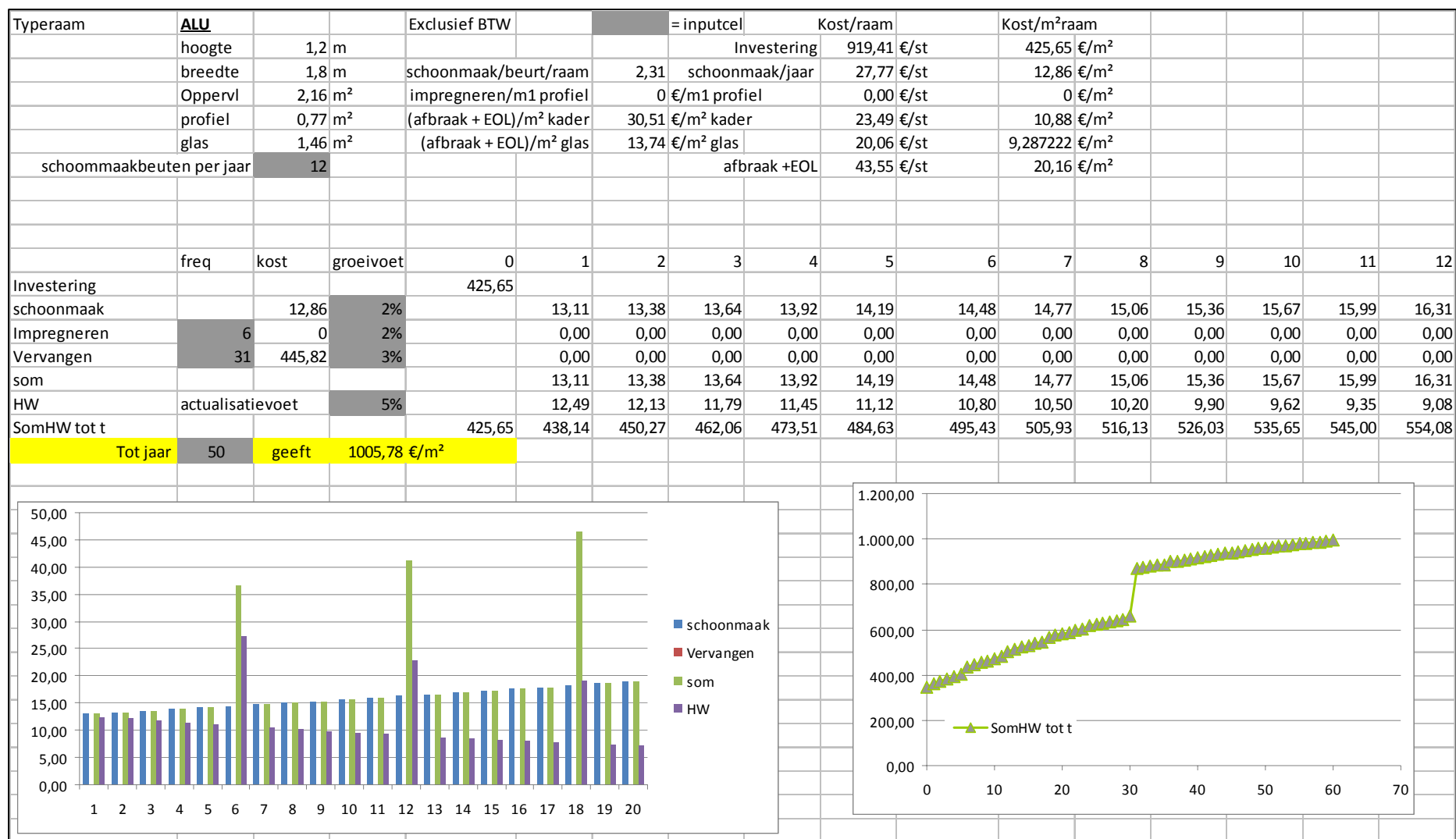
De LCC-methode toegelicht in hoofdstuk 1 wordt ditmaal toegepast voor de analyse van **het geheel van initiële bouwkosten, onderhouds- en vervangingskosten van het buitenschrijnwerk toegepast in het RVT.**

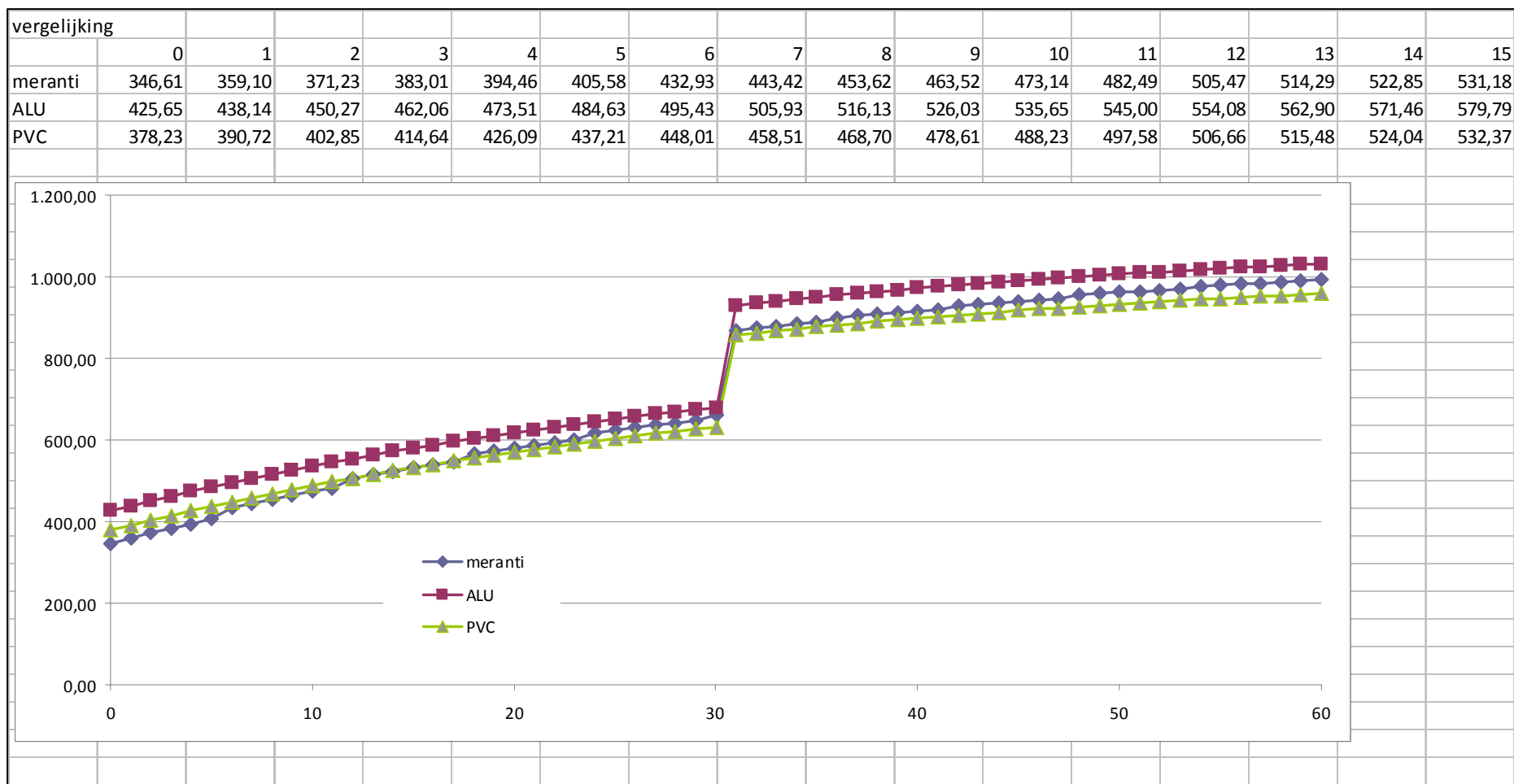
Voor de analyse van dit thema wordt uitgegaan van een **type raam (draaikip) met een vaste opbouw.**

Verder wordt op gebouwniveau betrokken van een constante oppervlakte raam per kamer, onafgezien van de breedte en de diepte van de kamer. De kameroppervlakte is een algemene parameter (in voorbeelden 25 m²). Op die manier wordt lichttechnisch gegarandeerd dat een smalle, diepe kamer niet minder raamoppervlakte (en dus licht) krijgt door een geringere buitengevelbreedte, dan een brede ondiepe kamer.

3.1 Analysetabellen







3.2 Interpretatie

Met de bovenstaande parameters geeft het aantal vervangingen de doorslag in de keuze. Het is nu mogelijk om sensitiviteitsanalyses te doen. Als PVC om de 20 jaar vervangen zou worden, is het meteen de duurste optie met voorsprong (20%) in plaats van de goedkoopste. De gevoeligheid voor de levensduur van het product is dus van zeer groot belang, en dat zal voor elk materiaal zelfs van fabrikant tot fabrikant verschillen door het verschil in kwaliteit tussen, bijvoorbeeld, producenten van PVC schrijnwerk.

Het belang van deze analyses is dus dat men scenario's kan vergelijken en de hierboven vermelde sensitiviteitsanalyse kan doorvoeren, waarna een beslissing genomen dient te worden op basis van de best mogelijke input (in casu: welke functionele levensduur effectief mag verwacht worden voor dit bepaald raam in PVC, meranti of aluminium).

Mutatis mutandis geldt eenzelfde soort analyse voor vloeren en andere bouwcomponenten.

De eenheidsprijs, inclusief som van huidige waarde van de gebruikskosten, kan ingevoerd worden in de elemententabel om zo het effect per m² vloer te becijferen.

4. Besluiten

In dit onderzoek zijn een aantal scenario's uitgetest voor het ontwikkelen van een gestructureerd zicht op de levenscycluskosten bij rust- en verzorgingstehuizen.

Het rapport is gestart met een inleidende situering van de gehanteerde LCCA-benadering.

Voor dit onderzoek werden de thema's loopafstanden en kostenimpacten van gebouwvorm en keuze van het buitenschrijnwerk weerhouden voor verdere analyse.

Vertrekkend van reële cases, gebouwde of geplande residenties, zijn vervolgens twee gradaties van abstractievorming in beschouwing genomen.

Een eerste stap bestond erin 6 representatieve bestaande plannen te herwerken tot een herkenbaar type: kruis, diep kruis, patio, dubbele patio, slinger, toren. Dit zijn dus de reële cases geschematiseerd tot de eerste abstractiegraad. Een grote meerderheid van de plannen van bestaande gebouwen of projecten kan geïnterpreteerd worden als een variant van, of combinatie van het soort planopzet dat hier geschematiseerd werd. Dit laat toe een eerste zicht te krijgen op de invloed van deze types, met name wat de consequenties zijn voor bijvoorbeeld bouwkosten of loopafstanden bij de verschillende soorten lay-out. Het inzicht in deze consequenties is belangrijk in de discussie omtrent de relatie (woon)kwaliteit – kostprijs omdat de woonkwaliteit voor de verschillende types als zeer uiteenlopend kan bestempeld worden. Sommige types leunen aan bij een medisch geïnspireerd planopzet en zijn vooral bedacht op functionele efficiëntie, andere hebben een residentiële karakter en zijn daarom aantrekkelijker om in te wonen.

Vervolgens werd een tweede stap van abstrahering doorgevoerd om te komen tot parametrische typemodellen. Deze verdere parametrisatie laat toe om varianten van de geschematiseerde cases te onderzoeken, bijvoorbeeld door het aantal kamers te laten variëren, door de kamerbreedte en –diepte te wijzigen of door de verhouding voorzieningen en diensten / kamers aan te passen. Deze abstrahering was echter ook noodzakelijk om programmatorische verschillen tussen de reële cases, zoals een verschillende verhouding kamers/diensten, expliciet als variabele op te nemen zodat correcte vergelijkingen kunnen gemaakt worden. Deze tweede trap van abstrahering is enerzijds toegepast voor het aspect loopafstanden, en anderzijds voor het modelleren van de ratio's (bv. oppervlakte buitengevel per m² vloeroppervlakte). Met deze ratio's kunnen dan volgens de elementenmethode globale bouwkosten en kosten per kamer berekend worden.

De analyse van het buitenschrijnwerk gaat om lichttechnische redenen uit van een andere aanname, meerbepaald een vaste oppervlakte raam per kamer.

Uit deze analyses kunnen nu verder volgende besluiten getrokken worden:

Software

Het is niet mogelijk om generische software te ontwikkelen die toelaat universeel en parametrisch elk mogelijk plan voor een RVT te modelleren en vervolgens LCCA-matig door te rekenen. De mogelijke bouwplannen zijn hiervoor te complex en te uiteenlopend van opzet. Typemodellen zijn de meest vergaande abstractie die nog toelaat om realistische parameterstudies door te voeren.

Functie van de onderzoeksoutput

Het is voor de opdrachtgever van groot belang om een goed zicht te ontwikkelen op het gebruik van de formules en grafische voorstellingswijzen zoals voorgesteld in dit

onderzoek. Dit komt neer op een werkmethode die flexibel genoeg zou moeten zijn om voor 'real world'-vraagstukken op dezelfde manier het zicht op de levenscycluskosten scherp te stellen.

Nut van case studies

Uit het onderzoek komt duidelijk naar voor dat case studies en de bijhorende typemodellerings toelaten om de verbanden tussen soort gebouwopzet, loopafstanden en bouwratio's op zo'n manier duidelijk te stellen dat gestructureerde afwegingen kunnen gemaakt worden tussen woon- en bedieningskwaliteit enerzijds, en levenscycluskosten anderzijds. Dit soort analyse kan het VIPA daarom wapenen in discussies over welke kwaliteit welke prijs mag hebben. Hetzelfde geldt voor onderzoek op bouwcomponentniveau, zoals hier geïllustreerd voor de belangrijke post buitenschrijnwerk.

Het gebruik van spreadsheets faciliteert dit soort analyse, en kan gelden als een alternatief voor de hoger genoemde generische software.

5. Referenties en bijlagen

5.1 Referenties

Allacker, K. (2010), Sustainable Building: The development of an evaluation method, PhD dissertation, 464 p., ISBN 978-94-6018-231-0

De Troyer, F. (1991), Cost simulations based on building elements: application to residential facilities for the third age, in: European symposium on management, quality and economics in building, London, Spon, 1991, p. 1398 – 1407, ISBN 0 419 17470 2

De Troyer, F. (2007), Bouweconomie en systeembouw, Acco, 298 p.

Deloof, M., Manigart, S., Ooghe, H., Van Hulle, C. (2008), Handboek Bedrijfsfinanciering: Theorie en Praktijk, Intersentia, 514 p.

Tanaka, S., Uruguchi, Y., Araki, M. (2005), Dynamic optimization of the operation of single-car elevator systems with destination hall call registration: Part I. Formulation and simulations, European Journal of Operational Research, Vol. 167, No. 2, p. 550-573.

5.2 Annex: basisreeksen kostenevolutie

Als bijlage wordt hieronder een reeks links aangegeven naar informatie over prijsindices, zowel algemeen als specifiek op de bouwsector gericht.

De links zijn gecontroleerd per 1 september 2010

Als digitale bijlage zijn ook 4 spreadsheets toegevoegd:

1. Creditrentetarieven in nationale munt van de Belgische kredietinstellingen
2. Geharmoniseerd Indexcijfer van ConsumptiePrijzen = GICP
3. Historisch overzicht consumptieprijsindexen vanaf 1920
4. Overzicht consumptie-indexen 1950-2010 met verschillende basis

Algemeen prijzenpeil

Index consumptieprijs: recente gegevens + details vanaf 1920

<http://statbel.fgov.be/nl/statistieken/cijfers/economie/consumptieprijs/indexen/index.jsp>

http://statbel.fgov.be/nl/modules/publications/statistiques/economie/prix_a_la_consommation_a_partir_de_1920_et_indice_sante_a_partir_de_1994.jsp

Belgische geharmoniseerde indexcijfer van de consumptieprijs (GICP)

http://statbel.fgov.be/nl/modules/publications/statistiques/economie/Geharmoniseerde_prijsindex_GICP.jsp

Harmonized Indices of Consumer Prices (HICP)

<http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/hicp/introduction>

Inflatievooruitzichten Planbureau

<http://www.plan.be/databases/indprix.php?lang=nl&TM=30>

Bouw

ABEX

<http://www.abex.be/modules/icontent/index.php?page=13>

Meerdere indices i.v.m. bouw

<http://mijn.bouwchroniek.be/jsp/indexen/index.jsp>

Bouwmaterialen: index I

http://mijn.bouwchroniek.be/html/algemeen/indexen/waarde_van_i.htm

Loonkosten Bouw: index S

http://mijn.bouwchroniek.be/html/algemeen/indexen/waarde_van_s.htm

Verwijlinteressen bouw:

http://mijn.bouwchroniek.be/html/algemeen/indexen/rentevoet_verwijlinteressen.htm

Energieprijzen België

Algemeen, meest recente gegevens

<http://statbel.fgov.be/nl/statistieken/cijfers/energie/prijzen/index.jsp>

Verbruikersprijzen petroleumproducten

http://statbel.fgov.be/nl/statistieken/cijfers/energie/statistieken/prijs_petroleumproducten/index.jsp

Elektriciteitsprijzen (huishoudelijk gebruik)

<http://statbel.fgov.be/nl/statistieken/cijfers/energie/statistieken/electriciteitsprijs/index.jsp>