



Rijksdienst voor Ondernemend
Nederland

Referentie gebouwen BENG

(Bijna EnergieNeutrale Gebouwen)

In opdracht van het ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties

BENG referentiegebouwen

BENG referentiegebouwen

Status	definitief
Versie	002a
Rapport	E.2015.1371.00.R001
Datum	7 november 2016, met correcties 24 november 2017

Colofon

Opdrachtgever	Rijksdienst voor Ondernemend Nederland Postbus 93144 2509 AC DEN HAAG
Contactpersoon	t.a.v. mevr. J.W.M. Hooijschuur jacqueline.hooijschuur@rvo.nl
Project Betreft Uw kenmerk	RVO/BENG referentiegebouwen BENG referentiegebouwen -
Rapport Datum Versie Status	E.2015.1371.00.R001 7 november 2016, met correcties 24 november 2017 002a definitief
Uitgevoerd door	DGMR Bouw B.V. Van Pallandtstraat 9-11 6814 GM Arnhem Postbus 153 6800 AD Arnhem
Informatie	ir. R.M.M. (René) van der Loos 088 346 76 16 rlo@dgmr.nl
Auteur	ir. R.M.M. (René) van der Loos 088 346 76 16 rlo@dgmr.nl
Verantwoordelijk	ir. I.M. (Ieke) Kuijpers - van Gaalen 088 346 75 68 ga@dgmr.nl
Verwerkt door	GA HW TMA

Inhoud

1. Inleiding	5
2. BENG	6
3. Aanpak van het onderzoek	7
3.1 Inventarisatie en hoofdgeometrie	7
3.2 Uitwerking van referentiegebouwen	8
3.3 Invloed van gebruiksprofielen	8
3.4 BIM voor referentiegebouwen	8
4. Referentiegebouwen	9
4.1 Woning S tussen	15
4.2 Woning M hoek	16
4.3 Woning L vrij	17
4.4 Woning M tussen	19
4.5 Woonwagen	20
4.6 Logieswoning	21
4.7 Woongebouw M	23
4.8 Woongebouw XL studio's	24
4.9 Combinatiegebouw L	25
4.10 Combinatiegebouw XL	27
4.11 Ubouw XS 100	28
4.12 Ubouw XS 200	29
4.13 Winkel S	31
4.14 Winkel XL	32
4.15 Logiesgebouw M	33
4.16 Gezondheid zonder bed S	35
4.17 Gezondheid met bed L	36
4.18 Gezondheid met bed XL	37
4.19 Cellingebouw	39
4.20 Onderwijs S	40
4.21 Onderwijs M	41
4.22 Onderwijs L	43
4.23 Onderwijs XL	44
4.24 Sport M	45
4.25 Sport L	47
4.26 Kantoor S	48
4.27 Kantoor M	49
4.28 Kantoor XL1	51
4.29 Kantoor XL2	52
4.30 Bijeenkomst S	53
4.31 Bijeenkomst M	55
4.32 Bijeenkomst L	56
4.33 Bijeenkomst XL	57

Bijlagen

Bijlage 1	Invloed van gebruiksfunctieprofielen in EPG
Bijlage 2	Toepassing van BIM voor referentiegebouwen
Bijlage 3	Resultaten inventarisatie en gemaakte keuzes
Bijlage 4	Uitgangspunten
Bijlage 5	Overzicht concepten per gebouw
Bijlage 6	Gebouwkenmerken
Bijlage 7	Varianten Ubouw XS 100 en XS 200

1. Inleiding

Sinds eind jaren 90 wordt voor het (beleidsmatig) rekenen aan energieprestaties gebruik gemaakt van referentiewoningen en referentie-utiliteitsgebouwen. Deze referentiegebouwen zijn in de loop der tijd aangepast aan de technische ontwikkelingen, maar in de basis zijn deze gebouwen al deze jaren niet veel veranderd. Alleen voor woningbouw is in 2007 door DGMR een aangepaste set woningen ontwikkeld, maar voor utiliteitsbouw is de set nog steeds min of meer hetzelfde.

Nu de regelgeving gaat veranderen en de focus ligt op BENG-indicatoren, is het ook tijd om nieuwe de referentiegebouwen op te stellen.

Het doel van de referentiegebouwen is dat deze een goede afspiegeling vormen van de hedendaagse bouw. Daarnaast moeten de referentiegebouwen onderling voldoende onderscheidend zijn.

Bestaande referentiegebouwen

De huidige set voor woonfuncties bestaat uit een rijwoning, hoekwoning, twee-onder-een-kap woning, vrijstaande woning, appartementengebouw, galerijflat, een vakantiewoning en een drietal woonwagens. Voor de woningen is een publicatie beschikbaar met gegevens en indicatieve tekeningen waardoor eventueel ontbrekende gegevens veelal uit de tekeningen afgeleid kunnen worden. Voor utiliteitsgebouw is een set van 24 gebouwen beschikbaar. Voor deze gebouwen is er geen publicatie waar de gegevens van de gebouwen in vermeld staan. Wel is er een Excelspreadsheet waarin de meeste gebouwen in blokform gemodelleerd zijn en waarin de belangrijkste kenmerken van de gebouwen vermeld staan. Vergeleken met de referentiewoningen is er van de utiliteitsgebouwen vrij weinig informatie beschikbaar. De gebouwen zijn gestapelde blokken waar geen (indelings)schetsen van beschikbaar zijn. Alleen het HBO-gebouw, de sportgebouwen en het cellengebouw zijn afgeleid van werkelijke gebouwen.

Het doel van het huidige onderzoek is het samenstellen van een (nieuwe) set van BENG-referentiegebouwen voor woningen, woonwagens, vakantiewoningen en utiliteitsgebouwen. Per referentiegebouw zijn er een drietal energieprestatieconcepten opgesteld die voldoen aan de voorgenomen BENG-eisen, en deze eisen zo dichtbij mogelijk benaderen. Belangrijk hierbij is dat de set referentiegebouwen de huidige top van de nieuwbouwmarkt dekt en dat ze, naast de BENG-eisen, minimaal voldoen aan de (overige) huidige eisen uit het Bouwbesluit.

In hoofdstuk 2 wordt allereerst ingegaan op BENG en de voorlopige eisen. De aanpak voor de ontwikkeling van de nieuwe referentiegebouwen is verwoordt in hoofdstuk 3. De verschillende referentiegebouwen worden inclusief de bijbehorende energieprestatieconcepten besproken in hoofdstuk 4.

2. BENG

Conform de Europese EPBD richtlijn dienen vanaf 2020 alle gebouwen bijna energie neutraal te zijn. De energiestaat van Bijna Energie Neutrale Gebouwen wordt vastgelegd in drie eisen:

- Maximale energiebehoefte.
- Maximale primair energiegebruik.
- Minimale percentage hernieuwbare energie.

Op 2 juli 2015 zijn door de minister van Wonen en Rijksdienst de voorlopige BENG eisen verwoord in een brief aan de Tweede Kamer. Voor woningbouw zijn de voorlopige eisen als volgt:

- Energiebehoefte ≤ 25 kWh/m² gebruiksoppervlak.
- Primair energiegebruik ≤ 25 kWh/m² gebruiksoppervlak.
- Aandeel hernieuwbare energie $\geq 50\%$.

Voor utiliteitsgebouwen zijn de voorlopige eisen als volgt:

- Energiebehoefte ≤ 50 (bij zorgfuncties ≤ 65) kWh/m² gebruiksoppervlak.
- Primair energiegebruik ≤ 25 (bij onderwijs- ≤ 60 en bij zorgfuncties met bedgebed ≤ 120) kWh/m² gebruiksoppervlak.
- Aandeel hernieuwbare energie $\geq 50\%$.

Voor gebouwen met een mix aan gebruiksfuncties zijn naar rato van het gebruiksoppervlak gewogen eisen van toepassing.

Bij de bepaling van de indicatoren in dit onderzoek is gebruik gemaakt van de “Handreiking BENG” van RVO en van ENORM versie 3.2 waarin een uitwerking is opgenomen van de BENG indicatoren.

De bepalingswijze van de BENG indicatoren in de handreiking is nog niet op alle onderdelen volledig. In de toekomst zullen de rekenregels nog aangevuld en mogelijk aangepast worden. Door interpretatieverschillen bij de uitwerking en door toekomstige aanpassingen kunnen de BENG resultaten in deze studie nog wijzigen.

3. Aanpak van het onderzoek

In het onderzoek naar de nieuwe referentiegebouwen zijn in de basis twee stappen te onderscheiden: een inventarisatie en de uitwerking. Separaat is binnen het onderzoek nog gekeken welke gebruiksfuncties uit energetisch oogpunt mogelijk samengevoegd kunnen worden en wat de toegevoegde waarde zou zijn van het gebruiken van BIM (geBouw Informatie Model) voor de referentiegebouwen. De resultaten hiervan worden in paragraaf 3.4 kort toegelicht.

3.1 Inventarisatie en hoofdgeometrie

In stap 1 - het vooronderzoek - is bekeken welke referentiegebouwen ontwikkeld moeten worden. Aan de hand van een inventarisatie van huidige en in ontwikkeling zijnde projecten is onderzocht wat de hoofdgeometrie van de huidige gebouwen is. De gebouwen zijn daarbij uitgewerkt als schets. De resultaten van het vooronderzoek zijn vervolgens besproken met een expertgroep.

Voor de inventarisatie zijn verschillende marktpartijen benaderd met de vraag of zij verkoopbrochures, globale schetsen of artist impressions van recent gebouwde of in ontwikkeling zijnde projecten wilden aanleveren. Uiteindelijk zijn de volgende partijen benaderd

- Grote bouwbedrijven: BAM, Ballast Nedam, Heijmans, Dura Vermeer, Volker Wessels: IBB Kondor en Boele van Eesteren.
- Middelgrote bouwbedrijven: van Wijnen, Klaassen, Cordeel, JP van Eesteren.
- Architectenbureaus: CEPEZED, UNStudio, Diederendirckx, Liag architecten, Geurts en Schultze, Kokon, Dok architecten.
- Projectontwikkelaars: OVG, Janssen de Jong Projectontwikkeling, Delta.
- Ten behoeve van de woonwagens: Donkervoort en Kraaijkamp.
- Ten behoeve van de vakantiewoningen: More to Build.

Niet alle benaderde partijen konden of wilden informatie verstrekken. Uiteindelijk heeft het benaderen van de marktpartijen een twintigtal voorbeeldprojecten opgeleverd.

Om een zo groot mogelijk inzicht in de huidige projecten te krijgen zijn ook intern de adviseurs van DGMR benaderd om schetsen en belangrijkste kenmerken van zeer recente of lopende bouwprojecten aan te leveren. Daarnaast is gebruik gemaakt van de beschikbare gegevens bij RVO:

- Database energiezuinig gebouwd.
- Nul op de meter voorbeeldprojecten - mei 2015.
- Top 15 energiezuinige scholen - onderzoeksrapport 2014.

Indien van een gebouwtype onvoldoende gegevens uit bovenstaande aanpak naar voren kwamen zijn via internet nog aanvullende gegevens gezocht.

Met bovenstaande aanpak is geprobeerd een zo goed mogelijk beeld te krijgen van de markt.

Uiteraard is het zo dat niet alle projecten uit de markt in beeld zijn gebracht. Er is gewerkt met de voorbeelden die beschikbaar zijn gekomen. Getracht is om met de voorgestelde gebouwtypen een zo representatief mogelijk beeld te geven van de verschillende voorkomende gebouwtypen.

De voorgestelde gebouwtypen zijn beoordeeld door de expertgroep.

Opvallend aan de analyse van de voorbeeldgebouwen voor utiliteitsbouw was dat er bijna geen kleine projecten tussen zaten zoals een zeer klein kantoor of een kleine winkel. Een kleine sportzaal (een gymzaal) komt eigenlijk alleen voor in combinatie met een onderwijsgebouw. Zeer kleine gebouwen zoals een kantoor of een winkel komen in de praktijk echter soms wel voor.

Uit de eerder uitgevoerde BENG variantenstudie is naar voren gekomen dat juist bij deze kleine gebouwen de BENG eisen soms moeilijk te realiseren zijn. Besloten is daarom om van deze kleine gebouwen, voor de verschillende benodigde gebruiksfuncties toch een gebouw mee te nemen.

Resultaat van de bespreking met de expertgroep was dat er voor het cellengebouw is afgesproken om het huidige referentiegebouw dat gebaseerd is op een werkelijk gebouw (Nieuwegein 1999) te handhaven.

3.2 Uitwerking van referentiegebouwen

In stap 2 van het onderzoek zijn de referentiegebouwen in SketchUp verder uitgewerkt tot definitieve schetsen van gevelaanzichten en plattegronden. Voor elk referentiegebouw zijn er drie energieprestatieconcepten uitgewerkt in ENORM. De uitwerking van de referentiegebouwen en de resultaten van de energieprestatieconcepten zijn nader toegelicht in hoofdstuk 4.

3.3 Invloed van gebruiksprofielen

In de eerste stap van het onderzoek is separaat gekeken naar de mogelijkheden voor het beperken van het aantal gebruiksfuncties. Hierdoor zou mogelijk het aantal referentiegebouwen voor utiliteit beperkt kunnen worden. Bij de beoordeling is alleen gekeken naar de invloed van het gestandaardiseerde gebruiksprofiel zoals dat voor elke gebruiksfunctie in NEN 7120 is opgenomen.

De resultaten van het onderzoek naar de gebruiksprofielen zijn opgenomen in bijlage 1. De enige vereenvoudiging in de referentiegebouwen die wij voor de hand vinden liggen is de toepassing van hetzelfde referentiegebouw voor een klein kantoor en een gezondheidsgebouw zonder bed (zoals een huisartsenpraktijk). Deze gebouwen zijn redelijk goed inzetbaar voor beide gebruiksfuncties.

In overleg met de expertgroep en RVO is besloten het aantal referentiegebouwen niet te vereenvoudigen. Al snel werd duidelijk dat voor alle gebruiksfuncties waarvoor in het Bouwbesluit thans energieprestatie-eisen zijn gesteld er een referentiegebouw beschikbaar moet zijn. Het aantal categorieën gebouwen kon hierdoor niet vereenvoudigd worden.

3.4 BIM voor referentiegebouwen

Bij de ontwikkeling van de nieuwe referentiegebouwen BENG is bekeken in hoeverre het zinvol is om hierbij BIM toe te passen. Er is een vergelijking gemaakt tussen een BIM met informatie op elementniveau en de huidige situatie met een blokken- of schetsmodel in Excel in combinatie met een separate beschrijving.

Geconcludeerd is dat toepassing van BIM voor de referentiegebouwen op dit moment weinig meerwaarde biedt ten opzichte van de huidige situatie waarbij gewerkt wordt met een blokken- of schetsmodel met een beschrijving van de maatregelen. Een belangrijke afweging daarbij is dat de benodigde extra inspanningen voor realisatie en aanpassing in een BIM niet opwegen tegen de voordelen bij toepassing voor referentiegebouwen. De voor de EPG berekening benodigde uitvoer uit een BIM moet in veel gevallen nog met de hand gegenereerd worden.

Een uitgebreide bespreking van de verschillen en bevindingen is opgenomen in bijlage 2.

4. Referentiegebouwen

In dit hoofdstuk wordt per referentiegebouw een korte beschrijving gegeven van het gebouw en van de energieprestatieconcepten.

Bij het opstellen van de referentiegebouwen zijn vier grondgebonden woningen, een vakantiewoning, een woonwagen en twee woongebouwen ontwikkeld. Daarnaast zijn er twee combinatiegebouwen meegenomen: een winkelcentrum met appartementen en een woontoren boven een plint met utiliteitsfuncties.

Voor utiliteit zijn er 23 gebouwen. In vrijwel alle gebouwen is er een hoofdgebruiksfunctie (>70% van gebruiksoppervlak) en zijn er één of meerdere nevengebruiksfuncties. Bij de onderwijsgebouwen is er sprake van een mix aan gebruiksfuncties. De basisschool, middelbare school en het multifunctionele centrum hebben ook een gym- of sportzaal. De onderwijsfunctie is in deze gebouwen wel de grootste gebruiksfunctie. Een kleine gym- of sportzaal is niet als apart gebouw uitgewerkt.

Een overzicht van de referentiegebouwen is weergegeven in tabel 1.

tabel 1: Referentiegebouwen met bruto vloer oppervlakte en gebruiksoppervlak

Nr	Referentiegebouw	Typering	BVO*	Ag
1	Woning S tussen	Tussenwoning	146	110
2	Woning M hoek	2 onder 1 kap, hoekwoning	180	133
3	Woning L vrij	vrijstaande woning	264	181
4	Woning M tussen	Levensloopbestendige woning	105	87
5	Woonwagen	Woonwagen	92	85
6	Logieswoning	Vakantie woning 6 personen	154	94
7	Woongebouw M woningen	Appartementengebouw	3.828	3.036
8	Woongebouw XL woningen XS	Studentenhuisvesting	26.006	21.241
9	Combinatiegebouw L	Combinatiegebouw/winkelcentrum laagbouw	6.666	5.754
10	Combinatiegebouw XL	Combinatiegebouw hoogbouw (toren) met plintgebouw	35.465	31.027
11	Ubouw XS 100	Vrijstaand kantoor, winkel, cafe, fysiotherapie	100	83
12	Ubouw XS 200	Vrijstaand kantoor, winkel, cafe, fysiotherapie 2-laags	200	158
13	Winkel S	Supermarkt	1.630	1.460
14	Winkel XL	Grote winkel	23.442	20.907
15	Logiesgebouw M	Logiesgebouw	4.548	3.678
16	Gezondheidsgebouw zonder bed S	Gezondheidscentrum (niet klinisch), kantoor	974	877
17	Gezondheidsgebouw met bed M	Verpleeghuis	6.168	5.705
18	Gezondheidsgebouw met bed XL	Ziekenhuis	38.432	34.178
19	Cellengebouw	Penitiare inrichting	18.500	15.854
20	Onderwijsgebouw S	Basschool incl. sport	2.547	2.360
21	Onderwijsgebouw M	Multifunctioneel centrum incl sport	4.135	3.833
22	Onderwijsgebouw L	VO-school incl sport	8.951	8.512
23	Onderwijsgebouw XL	Hogeschool, kantoor	16.719	15.729
24	Sportfunctie M	Zwembad	3.465	2.910
25	Sportfunctie L	Sportcomplex	9.170	8.473
26	Kantoor S	Kantoor klein	1.800	1.681
27	Kantoor M	Kantoor middel	4.950	4.383
28	Kantoor XL 1	Kantoor groot variant 1, 2 bouwdelen	26.565	24.553
29	Kantoor XL 2	Kantoor groot variant 2, atrium	26.255	23.892
30	Bijeenkomstgebouw S	Verenigingsgebouw, vergaderpaviljoen	1.956	1.745
31	Bijeenkomstgebouw M	Bioscoop	2.565	2.354
32	Bijeenkomstgebouw L	Museum, bioscoop	5.257	4.964
33	Bijeenkomstgebouw XL	Theater, bioscoop	12.105	9.707

* inclusief eventuele niet EPC-plichtige gebruiksfuncties zoals industrie

Bij het opstellen van de referentiegebouwen zijn er verschillende keuzes gemaakt over de vorm, grootte en indeling. In bijlage 3 worden de belangrijkste resultaten van de inventarisatie en de gemaakte keuzes besproken.

Per gebouw zijn er drie energieprestatieconcepten opgesteld die voldoen aan de voorlopige BENG eisen. Onderscheid is gemaakt in een concept met (blijvende) inzet van gas, een all-electric concept met warmtepompen en een concept met externe warmtelevering (zonder bijdrage aan de hernieuwbare energie). Bij het samenstellen van de concepten is gezocht naar pakketten die voldoen aan de voorgenomen BENG eisen. Hierbij is niet gezocht naar het financieel/economisch meest voordelige pakket. In de praktijk zijn hier (mogelijk) nog optimalisatieslagen te maken. De ontwikkelde concepten illustreren op welke manieren *eventueel* aan de BENG eisen voldaan kan worden.

Gehanteerde uitgangspunten

De hoofdkenmerken van de concepten zijn in de paragrafen hierna per concept per gebouw weergegeven.

Voor de meeste gebouwen en concepten wordt gebruik gemaakt van een aantal basis uitgangspunten voor de bouwkundige kenmerken en een aantal basis uitgangspunten voor de installaties. Om te voorkomen dat in de paragrafen hierna steeds volledige opsommingen van alle uitgangspunten opgenomen zouden moeten worden zijn hieronder de belangrijkste (generieke) basis uitgangspunten weergegeven. Daarnaast is in bijlage 4 een detailuitwerking van de basis uitgangspunten opgenomen.

Tenzij anders aangegeven is er rekening gehouden met de volgende bouwkundige uitgangspunten:

- Verdiepingshoogte grondgebonden woningen 2,9 meter, appartementen 3,0 meter en utiliteitsgebouwen $\geq 3,0$ meter.
- Bouwtype voor woonfuncties traditioneel gemengd zwaar behalve bij de woonwagen. Voor utiliteitsgebouwen is een vloermassa meer dan 400 kg/m² aangehouden.
- Voor utiliteit in de meeste gevallen gesloten plafond.
- Ramen met drievoudige beglazing, woonfuncties ZTA 0,5, utiliteit 0,3 (zonwerende beglazing).
- Buitenzonwering woningen handmatig, utiliteit in de meeste gevallen automatische buitenzonwering
- Uitgebreide lineaire warmteverliezen voor alleen grondgebonden woningen en appartementen. De gehanteerde psi-waarden zijn vermeld in bijlage 4.

Voor de oriëntatie van de gebouwen is in de meeste gevallen uitgegaan van een zuidwest oriëntatie van de gevel met tuinpui --of met het grootste glasoppervlak (bij de woningen) of de gevel met de entreezone (bij utiliteitsbouw). Toepassing van een (voor de energieprestatie) optimale oriëntatie op zuid zou een te rooskleurig beeld geven van de energieprestatie die behaald kan worden. In veel hedendaagse projecten ligt de verkaveling reeds vast waardoor weinig mogelijkheden zijn voor aanpassing van de oriëntatie. Dat neemt echter niet weg dat met een meer optimale oriëntatie soms een aanzienlijke energiebesparing te verwachten is. Bij het realiseren van bijna energieneutrale gebouwen kan hier (stedenbouwkundig) eigenlijk niet meer aan voorbij gegaan worden.

Voor de geselecteerde installaties (bijvoorbeeld de HR-ketel, warmtepomp, ventilatiesysteem, etc.) geldt dat de gebruikte detailinvoer nader uitgewerkt staat in bijlage 4. Bij de beschrijving van de concepten per gebouw in de paragrafen hierna wordt alleen de hoofdaanduiding (HR-ketel, warmtepomp buitenlucht) gegeven. In bijlage 4 is na te zoeken welke andere kenmerken daar bij horen.

In bijlage 5 is in tabelvorm een overzicht van de concepten per gebouw weergegeven. Een volledig overzicht van alle gehanteerde invoerparameters is opgenomen in de EPG bestanden die als losse bijlage per concept beschikbaar zijn.

De tekeningen van de gebouwen (plattegronden en aangezichten) zijn eveneens als losse bestanden beschikbaar. In bijlage 6 is een overzicht weergegeven van de belangrijkste gebouwkenmerken.

Energieprestatie van concepten

Naast oriëntatie zijn er natuurlijk veel meer (geometrie)parameters van invloed op de energieprestatie van de gebouwen en concepten. Een aantal daarvan wordt onderstaand benoemd. Feitelijk zijn dit de vrijheidsgraden die nog in de gebouwen zitten en waarmee de gebouwen verder geoptimaliseerd kunnen worden.

De volgende geometrie parameters zijn van invloed op de energieprestatieresultaten van de referentiegebouwen:

- gebouwworm
- compactheid
- oriëntatie
- verhouding tussen open en dichte delen (per oriëntatie)
- verhouding tussen het kozijn- en glasoppervlak bij open delen
- beschaduwing (ook van buiten het kavel) en zonwering
- detaillering bij kozijnen en andere aansluitingen
- dakoppervlak voor PV (afhankelijk van geveldikte en dak overstek)

In het geval van warmtelevering is ook de locatie van invloed. Het equivalent opwekkingsrendement van een warmtenet kan behoorlijk verschillen. Dit heeft zowel effect op de indicator voor primaire energie als voor het aandeel hernieuwbare energie.

Bezetting en gebruik van (warmteproducerende) apparatuur in de gebouwen zijn ook van invloed op de interne warmtelast. Voor de berekende energieprestatie van de concepten wordt in de gehanteerde methodiek (NEN7120) uitgegaan van standaard waarden.

Daarnaast zijn natuurlijk ook de prestaties van de toegepaste installaties en isolatie maatregelen direct van invloed op de berekende energieprestatie van de concepten. Hierbij is zoals hierboven vermeld uitgegaan van een aantal basisinstallaties. Voor de prestaties is enerzijds gekeken naar de meeste energiezuinige installaties die thans gerealiseerd kunnen worden door verschillende leveranciers of producenten uit de markt. Anderzijds is er uitgegaan van een aantal forfaitaire waarden. De gehanteerde uitgangspunten staan vermeld in bijlage 4.

Energieprestatie eisen per concept

Voor BENG gelden verschillende voorlopige eisen voor woningen, scholen, zorggebouwen en overige utiliteitsgebouwen (zie hoofdstuk 2).

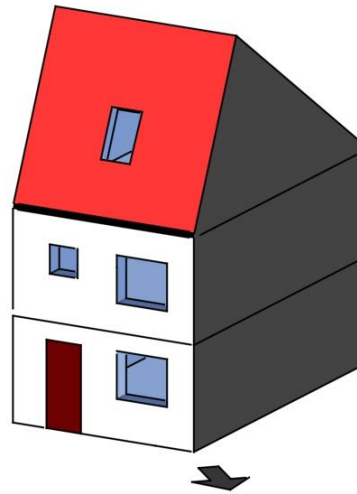
Voor gebouwen met een mix aan gebruiksfuncties zijn de eisen naar rato van het gebruiksoppervlak bepaald. In tabel 2 zijn de verschillende voorlopige eisen weergegeven voor de referentiegebouwen met een mix aan gebruiksfuncties. De eis voor het aandeel hernieuwbare energie is voor alle gebouwtypen gelijk.

tabel 2: voorlopige BENG eisen per type referentiegebouw

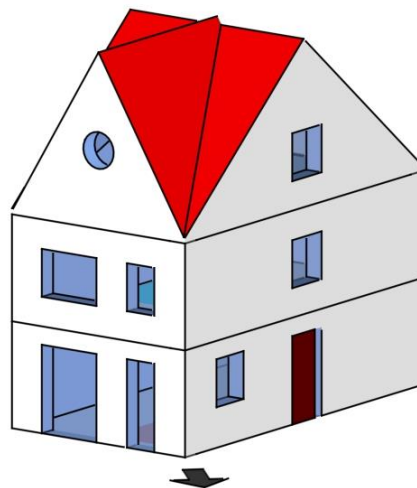
	Energiebehoefte [kWh/m ²]	Primaire energie [kWh/m ²]	Hernieuwbare energie
Woonfuncties	≤ 25	≤ 25	≥ 50%
09 Combinatiegebouw L	≤ 33,1	≤ 25	≥ 50%
10 Combinatiegebouw XL	≤ 34,9	≤ 25	≥ 50%
Utiliteit zonder zorg met bedgebied of onderwijs	≤ 50	≤ 25	≥ 50%
17 Gezondheid met bed L	≤ 62,9	≤ 106,9	≥ 50%
18 Gezondheid met bed XL	≤ 62,8	≤ 106,1	≥ 50%
20 Onderwijs S	≤ 50	≤ 49,6	≥ 50%
21 Onderwijs M	≤ 50	≤ 44,3	≥ 50%
22 Onderwijs L	≤ 50	≤ 45,6	≥ 50%
23 Onderwijs XL	≤ 50	≤ 47,2	≥ 50%

Voor woonwagens is nog niet bekend wat de hoogte van de BENG-eisen wordt. Bij woonwagens speelt het specifieke aandachtspunt van de breedtebeperking in verband met transport over de weg. Wanneer de isolatie-eisen voor woonwagens te hoog worden zal dit ten koste van de gebruiksoppervlakte van de woonwagen gaan omdat uitbreiding naar buiten toe niet mogelijk is. In dit onderzoek is uitgegaan van de huidige isolatiewaarden die voor woonwagens gebruikt worden in de praktijk, en is niet getoetst op de BENG-eisen voor woningbouw.

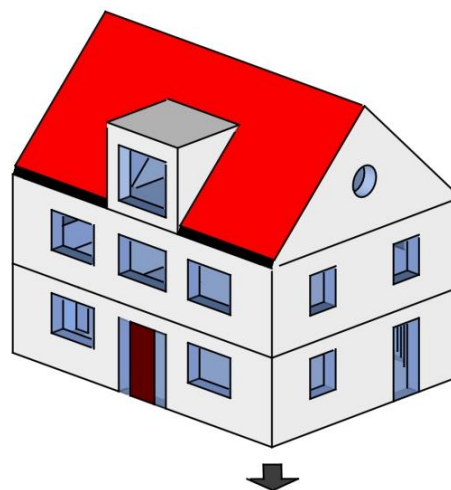
Voor logieswoningen (recreatiewoningen) is in dit onderzoek vooralsnog uitgegaan van de BENG-eisen die gelden voor woningen, alhoewel het huidige Bouwbesluit aanzienlijk minder strenge EPC-eisen stelt voor dit type woningen ten opzichte van reguliere woningen.



1 Woning S tussen



2 Woning M hoek



3 Woning L vrij

4.1 Woning S tussen

Een kleine grondgebonden rijtussenwoning met hellend dak op de 2^e verdieping. De achterzijde met tuinpui is zuidwest georiënteerd. Het dak heeft een excentrische nok voor een zo groot mogelijk zuid(west) georiënteerd dakoppervlak. In de andere dakhelft is er een dakraam aanwezig.

Concept 1 - gas

- dichte delen R_c vloer/gevel/dak 3,5/4,5/6,0 m².K/W
- open delen ramen U_{totaal} 1,0 W/m².K, voordeur 1,4 W/m².K, dakraam 1,65 W/m².K
- infiltratie $q_{v10;\text{spec}}$ 0,40 dm³/sm²
- verwarming HR-ketel
- tapwater DWTW, HR combiketel
- koeling geen
- ventilatie balansventilatie met HR-wtw (D2b2)
- PV 3.500 Wp, circa 17,5 m²

Concept 2 - all electric

- dichte delen R_c vloer/gevel/dak 5,0/5,0/8,0 m².K/W
- open delen ramen U_{totaal} 0,9 W/m².K, voordeur 0,8 W/m².K, dakraam 1,65 W/m².K
- infiltratie $q_{v10;\text{spec}}$ 0,40 dm³/sm²
- verwarming elektrische warmtepomp met als bron bodem
- tapwater combiwarmtepomp
- koeling vrije koeling
- ventilatie mechanische afzuiging met CO₂ regeling per ruimte (C4c)
- PV 900 Wp, circa 4,5 m²

Concept 3 - warmtelevering

- dichte delen R_c vloer/gevel/dak 3,5/4,5/6,0 m².K/W
- open delen ramen U_{totaal} 1,0 W/m².K, voordeur 1,4 W/m².K, dakraam 1,65 W/m².K
- infiltratie $q_{v10;\text{spec}}$ 0,40 dm³/sm²
- verwarming externe warmtelevering
- tapwater DWTW, afleverset
- koeling geen
- ventilatie balansventilatie met HR-wtw (D2b2)
- PV 2.200 Wp, circa 11 m²

Resultaten BENG indicatoren en EPC per concept

	Energiebehoefte [kWh/m ²]	Primaire energie [kWh/m ²]	Hernieuwbare energie	EPC [-]
Concepten	≤ 25	≤ 25	≥ 50%	
1 - gas	23,8	24,7	51,9%	0,05
2 - all electric	25,0	24,8	61,6%	0,25
3 - warmtelevering	23,8	15,5	51,9%	0,10

4.2 Woning M hoek

Een middelgrote grondgebonden hoekwoning met hellend dak op de 2^e verdieping. Bijvoorbeeld een rijhoekwoning of een twee-onder-één kapwoning. De achterzijde met tuinpui is zuidwest georiënteerd. Aan de voorzijde is er een dwarskap. De dwarskap staat model voor de verschillende mogelijke uitbouwen die er bij een dergelijke woning kunnen voorkomen zoals een erker, een uitbouw of een dakkapel.

Concept 1 - gas

- dichte delen R_c vloer/gevel/dak 6,0/8,5/10 m².K/W
- open delen ramen U_{totaal} 0,8 W/m².K, voordeur 1,4 W/m².K
- infiltratie $q_{v10;spec}$ 0,15 dm³/sm²
- verwarming HR-ketel
- tapwater DWTW, HR combiketel
- koeling geen
- ventilatie mechanische afzuiging met CO₂ regeling per ruimte (C4c)
- PV 3.800 Wp, circa 19 m²

Concept 2 - all electric

- dichte delen R_c vloer/gevel/dak 5,0/7,0/8,0 m².K/W
- open delen ramen U_{totaal} 1,0 W/m².K, voordeur 1,4 W/m².K
- infiltratie $q_{v10;spec}$ 0,40 dm³/sm²
- verwarming elektrische warmtepomp met als bron bodem
- tapwater combiwarmtepomp
- koeling vrije koeling
- ventilatie balansventilatie met HR-wtw, CO₂ regeling (D5a)
- PV 1.000 Wp, circa 5 m²

Concept 3 - warmtelevering

- dichte delen R_c vloer/gevel/dak 6,0/7,0/7,0 m².K/W
- open delen ramen U_{totaal} 1,0 W/m².K, voordeur 1,4 W/m².K
- infiltratie $q_{v10;spec}$ 0,40 dm³/sm²
- verwarming externe warmtelevering
- tapwater DWTW, afleverset
- koeling geen
- ventilatie balansventilatie met HR-wtw, CO₂ regeling (D5a)
- PV 2.500 Wp, circa 12,5 m²

Resultaten BENG indicatoren en EPC per concept

	Energiebehoefte [kWh/m ²]	Primaire energie [kWh/m ²]	Hernieuwbare energie	EPC [-]
Concepten	≤ 25	≤ 25	≥ 50%	
1 - gas	24,9	23,5	50,4%	0,02
2 - all electric	25,0	24,4	59,9%	0,23
3 - warmtelevering	24,9	14,5	52,0%	0,06

4.3 Woning L vrij

Een grondgebonden vrijstaande woning met hellend dak. De achterzijde met tuinpui is zuidwest georiënteerd. Aan de noordoostzijde is er een ruime dakkapel.

Concept 1 - gas

- dichte delen R_c vloer/gevel/dak 6,0/7,0/8,0 m².K/W
- open delen ramen U_{totaal} 0,8 W/m².K, voordeur 1,4 W/m².K
- infiltratie $q_{v10;\text{spec}}$ 0,15 dm³/sm²
- verwarming HR-ketel
- tapwater zonneboiler 4,5 m², HR combiketel
- koeling geen
- ventilatie balansventilatie met HR-wtw, CO₂ regeling (D5a) forfaitair
- PV 2.550 Wp, circa 13 m²

Concept 2 - all electric

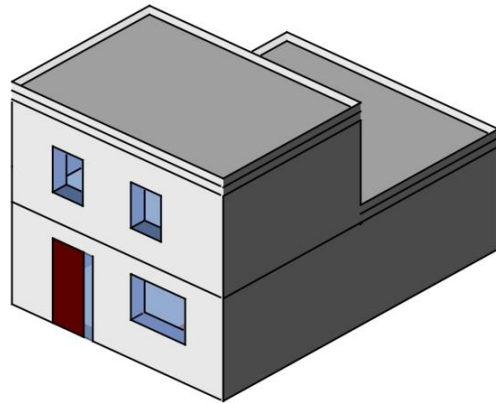
- dichte delen R_c vloer/gevel/dak 6,0/7,0/9,0 m².K/W
- open delen ramen U_{totaal} 0,9 W/m².K, voordeur 1,0 W/m².K
- infiltratie $q_{v10;\text{spec}}$ 0,15 dm³/sm²
- verwarming elektrische warmtepomp met als bron buitenlucht
- tapwater DWTW, combiwarmtepomp
- koeling HT compressiekoeling
- ventilatie balansventilatie met HR-wtw, CO₂ regeling (D5a)
- PV 1.400 Wp, circa 7 m²

Concept 3 - warmtelevering

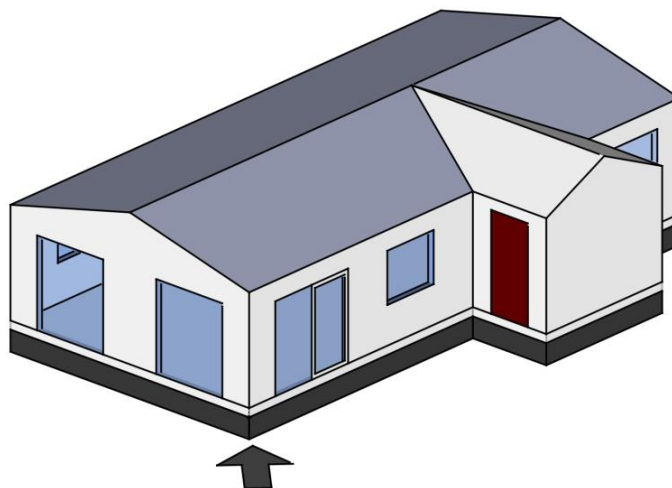
- dichte delen R_c vloer/gevel/dak 7,0/8,0/10 m².K/W,
- open delen ramen U_{totaal} 0,9 W/m².K, voordeur 1,4 W/m².K
- infiltratie $q_{v10;\text{spec}}$ 0,15 dm³/sm²
- verwarming externe warmtelevering
- tapwater DWTW, afleverset
- koeling geen
- ventilatie balansventilatie met HR-wtw, CO₂ regeling (D5a) forfaitair
- PV 3.200 Wp, circa 16 m²

Resultaten BENG indicatoren en EPC per concept

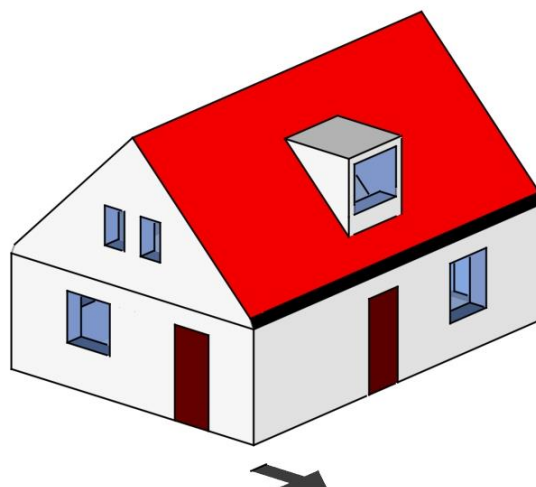
	Energiebehoefte [kWh/m ²]	Primaire energie [kWh/m ²]	Hernieuwbare energie	EPC [-]
Concepten	≤ 25	≤ 25	≥ 50%	
1 - gas	25,0	23,5	50,6%	0,17
2 - all electric	25,0	24,9	52,9%	0,23
3 - warmtelevering	24,8	13,9	51,4%	0,09



4 Woning M tussen



5 Woonwagen



6 Logieswoning

4.4 Woning M tussen

Een levensloopbestendige middelgrote grondgebonden rijtussenwoning van twee bouwlagen met plat dak. Kenmerkend zijn de voorziening van een badkamer en slaapkamer op de begane grond.

De 1^e verdieping is maar half zo groot als de begane grond. Het beschikbare niet beschaduwde dakoppervlak is een aandachtspunt.

Concept 1 - gas

- dichte delen R_c vloer/gevel/dak 6,0/7,0/9,0 m².K/W
- open delen ramen U_{totaal} 1,0 W/m².K, voordeur 1,0 W/m².K
- infiltratie $q_{v10;spec}$ 0,15 dm³/sm²
- verwarming HR-ketel
- tapwater DWTW goot/bak (rendement 0,45), HR combiketel
- koeling geen
- ventilatie mechanische afzuiging met CO₂ regeling per ruimte (C4c)
- PV 2.700 Wp, circa 13,5 m²

Concept 2 - all electric

- dichte delen R_c vloer/gevel/dak 6,0/7,0/8,0 m².K/W
- open delen ramen U_{totaal} 1,0 W/m².K, voordeur 1,4 W/m².K
- infiltratie $q_{v10;spec}$ 0,40 dm³/sm²
- verwarming elektrische warmtepomp met als bron bodem
- tapwater combiwarmtepomp
- koeling vrije koeling
- ventilatie balansventilatie met HR-wtw (D2b2)
- PV 1.500 Wp, circa 7,5 m²

Concept 3 - warmtelevering

- dichte delen R_c vloer/gevel/dak 5,0/6,0/7,5 m².K/W
- open delen ramen U_{totaal} 1,0 W/m².K, voordeur 1,4 W/m².K
- infiltratie $q_{v10;spec}$ 0,40 dm³/sm²
- verwarming externe warmtelevering
- tapwater afleverset
- koeling geen
- ventilatie balansventilatie met HR-wtw, CO₂ regeling (D5a) forfaitair
- PV 1.900 Wp, circa 9,5 m²

Resultaten BENG indicatoren en EPC per concept

	Energiebehoefte [kWh/m ²]	Primaire energie [kWh/m ²]	Hernieuwbare energie	EPC [-]
Concepten	≤ 25	≤ 25	≥ 50%	
1 - gas	24,9	24,6	54,5%	-0,02
2 - all electric	24,9	23,8	65,7%	0,21
3 - warmtelevering	24,7	19,4	51,7%	0,06

4.5 Woonwagen

Een eenvoudige woonwagen met één bouwlaag en een licht hellend dak. Zijaanbouw met voordeur. Volledig houtskeletbouw met een wanddikte van circa 10 centimeter. In verband met de breedtebeperkingen voor transport over de weg is vooralsnog uitgegaan van deze maximale dikte van de wanden (en bijbehorende maximale R_c -waarden).

Concept 1 - gas

- dichte delen R_c vloer/gevel/dak 3,0/2,5/3,0 $m^2.K/W$
- open delen ramen U_{totaal} 1,0 $W/m^2.K$, voordeur 1,4 $W/m^2.K$
- infiltratie $q_{v10;spec}$ 0,40 dm^3/sm^2
- verwarming HR-ketel
- tapwater DWTW goot/bak (rendement 0,45), HR combiketel
- koeling geen
- ventilatie balansventilatie met HR-wtw, CO₂ regeling (D5a) forfaitair
- PV 8.200 Wp, circa 41 m^2

Concept 2 - all electric

- dichte delen R_c vloer/gevel/dak 4,0/3,0/4,0 $m^2.K/W$
- open delen ramen U_{totaal} 1,0 $W/m^2.K$, voordeur 1,4 $W/m^2.K$
- infiltratie $q_{v10;spec}$ 0,40 dm^3/sm^2
- verwarming elektrische warmtepomp met als bron buitenlucht
- tapwater zonneboiler, combiwarmtepomp
- koeling HT compressiekoeling
- ventilatie balansventilatie met HR-wtw (D2b2)
- PV 3.000 Wp, circa 15 m^2

Concept 3 - warmtelevering

- dichte delen R_c vloer/gevel/dak 4,0/3,0/4,0 $m^2.K/W$
- open delen ramen U_{totaal} 1,0 $W/m^2.K$, voordeur 1,4 $W/m^2.K$
- infiltratie $q_{v10;spec}$ 0,40 dm^3/sm^2
- verwarming externe warmtelevering
- tapwater afleverset
- koeling geen
- ventilatie mechanische afzuiging met zelfregelende roosters (C2b)
- PV 5.600 Wp, circa 28 m^2

Resultaten BENG indicatoren en EPC per concept

	Energiebehoefte [kWh/m ²]	Primaire energie [kWh/m ²]	Hernieuwbare energie	EPC [-]
Concepten	≤ 25 ?	≤ 25 ?	≥ 50% ?	
1 - gas	78,6	24,1	75,4%	-0,24
2 - all electric	75,7	25,3	75,7%	0,21
3 - warmtelevering	89,6	25,3	69,0%	-0,13

Alle drie de concepten voldoen niet aan de BENG eis ten aanzien van de maximale energiebehoefte voor woningbouw. Voor woonwagens is nog geen BENG niveau vastgesteld.

4.6 Logieswoning

Een grondgebonden vrijstaande vakantiewoning voor circa 6 personen. Op de begane grond bevindt zich één slaapkamer en de badkamer. De 1^e verdieping met hellend dak omvat de overige slaapkamers.

Concept 1 - gas

- dichte delen Rc vloer/gevel/dak 6,0/8,0/10 m².K/W
- open delen ramen U_{totaal} 0,8 W/m².K, deuren 0,7 W/m².K
- infiltratie $q_{v10;\text{spec}}$ 0,15 dm³/sm²
- verwarming HR-ketel
- tapwater zonneboiler, HR combiketel
- koeling geen
- ventilatie balansventilatie met HR-wtw, CO₂ regeling (D5a) forfaitair
- PV 1.250 Wp, circa 6,5 m²

Concept 2 - all electric

- dichte delen Rc vloer/gevel/dak 7,0/7,0/10,0 m².K/W
- open delen ramen U_{totaal} 0,8 W/m².K, deuren 0,7 W/m².K
- infiltratie $q_{v10;\text{spec}}$ 0,15 dm³/sm²
- verwarming elektrische warmtepomp met als bron bodem
- tapwater combiwarmtepomp
- koeling vrije koeling
- ventilatie balansventilatie met HR-wtw, CO₂ regeling (D5a)
- PV 850 Wp, circa 4,5 m²

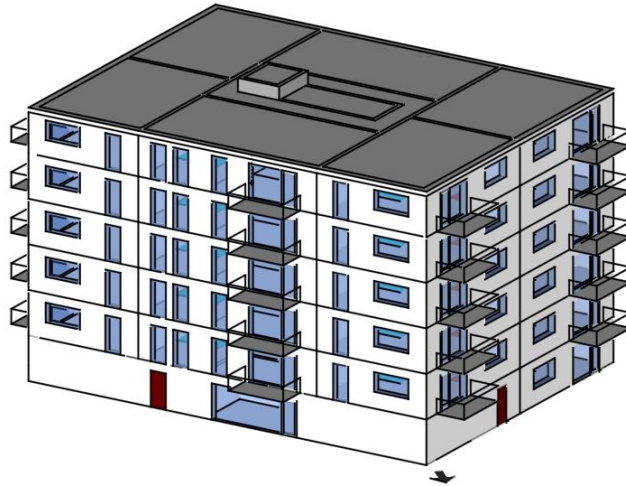
Concept 3 - warmtelevering

- dichte delen Rc vloer/gevel/dak 6,0/8,0/10,0 m².K/W
- open delen ramen U_{totaal} 0,8 W/m².K, deuren 0,7 W/m².K
- infiltratie $q_{v10;\text{spec}}$ 0,15 dm³/sm²
- verwarming externe warmtelevering
- tapwater DWTW, afleverset
- koeling geen
- ventilatie balansventilatie met HR-wtw, CO₂ regeling (D5a)
- PV 1.450 Wp, circa 7,5 m²

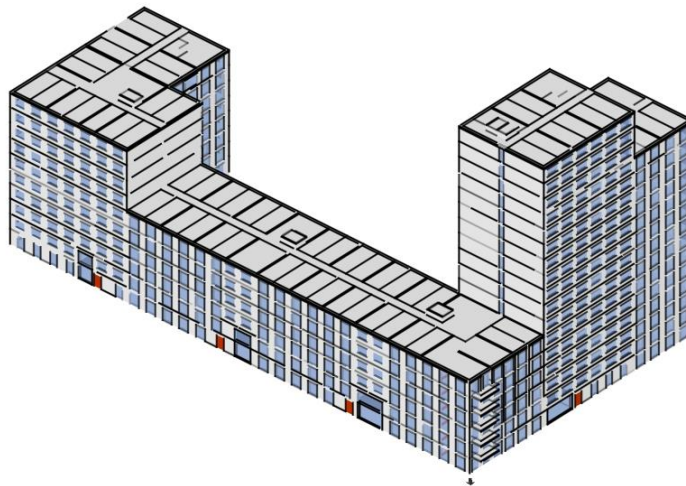
Resultaten BENG indicatoren en EPC per concept

	Energiebehoefte [kWh/m ²]	Primaire energie [kWh/m ²]	Hernieuwbare energie	EPC [-]
Concepten	≤ 25 ?	≤ 25 ?	≥ 50% ?	
1 - gas	25,0	20,3	50,6%	0,08
2 - all electric	24,9	23,9	55,6%	0,16
3 - warmtelevering	25,0	13,2	50,9%	0,02

De woningen zijn voorlopig getoetst op de BENG eisen voor woningbouw. Het is echter nog onbekend of deze eisen ook voor logieswoningen gaan gelden.



7 Woongebouw M



8 Woongebouw XL studio's



9 Combinatiegebouw L

4.7 Woongebouw M

Een middelgroot woongebouw van 6 verdiepingen met in totaal 33 middelgrote appartementen. Op de begane grond bevinden zich 3 appartementen en de bergingen.

Concept 1 - gas

- dichte delen Rc vloer/gevel/dak 5,0/6,0/7,0 m².K/W
- open delen ramen U_{totaal} 1,0 W/m².K, voordeur 1,4 W/m².K
- infiltratie $q_{v10;\text{spec}}$ 0,40 dm³/sm²
- verwarming HR-ketel
- tapwater DWTW goot/bak (rendement 0,45), HR combiketel
- koeling geen
- ventilatie mechanische afzuiging met CO₂ regeling per ruimte (C4c)
- PV 98.000 Wp, circa 490 m²

Concept 2 - all electric

- dichte delen Rc vloer/gevel/dak 3,5/4,5/6,0 m².K/W
- open delen ramen U_{totaal} 1,0 W/m².K, voordeur 1,4 W/m².K
- infiltratie forfaitair ($q_{v10;\text{spec}}$ 0,42 dm³/sm²)
- verwarming elektrische warmtepomp met als bron bodem
- tapwater elektrisch doorstroomtoestel
- koeling vrije koeling
- ventilatie balansventilatie met HR-wtw (D2b2), forfaitair
- PV 88.000 Wp, circa 440 m²

Concept 3 - warmtelevering

- dichte delen Rc vloer/gevel/dak 3,5/4,5/6,0 m².K/W
- open delen ramen U_{totaal} 1,0 W/m².K, voordeur 1,4 W/m².K
- infiltratie forfaitair ($q_{v10;\text{spec}}$ 0,42 dm³/sm²)
- verwarming externe warmtelevering
- tapwater afleverset
- koeling geen
- ventilatie balansventilatie met HR-wtw (D2b2), forfaitair
- PV 80.000 Wp, circa 400 m²

Resultaten BENG indicatoren en EPC per concept

	Energiebehoefte [kWh/m ²]	Primaire energie [kWh/m ²]	Hernieuwbare energie	EPC [-]
Concepten	≤ 25	≤ 25	≥ 50%	
1 - gas	22,9	24,8	51,3%	0,02
2 - all electric	18,1	25,0	59,5%	0,26
3 - warmtelevering	18,1	20,8	50,4%	0,13

4.8 Woongebouw XL studio's

Een groot woongebouw van 17 verdiepingen met in totaal 604 kleine appartementen (studio's). Op de begane grond bevinden zich nog een aantal woningen, gemeenschappelijke ruimten en een (sterk geventileerde) fietsenberging.

Concept 1 - gas

- dichte delen R_c vloer/gevel/dak 6,0/6,0/7,0 m².K/W
- open delen ramen U_{totaal} 0,8 W/m².K, glasdeuren
- infiltratie $q_{v10;\text{spec}}$ 0,35 dm³/sm²
- verwarming HR-ketel
- tapwater DWTW goot/bak (rendement 0,45), HR combiketel
- koeling geen
- ventilatie balansventilatie met HR-wtw, CO₂ regeling (D5a)
- PV 668.800 Wp, voldaks circa 2.600 m² en gevel ZW+ZO circa 744 m²

Concept 2 - all electric

- dichte delen R_c vloer/gevel/dak 3,5/4,5/6,0 m².K/W
- open delen ramen U_{totaal} 0,9 W/m².K, glasdeuren
- infiltratie $q_{v10;\text{spec}}$ 0,40 dm³/sm²
- verwarming elektrische warmtepomp met een aquifer als bron, forfaitair
- tapwater boosterwarmtepomp COP=3
- koeling vrije koeling
- ventilatie mechanische afzuiging met CO₂ regeling per ruimte (C4c)
- PV 360.000 Wp, circa 1.800 m²

Concept 3 - warmtelevering

- dichte delen R_c vloer/gevel/dak 3,5/4,5/6,0 m².K/W
- open delen ramen U_{totaal} 1,0 W/m².K, glasdeuren
- infiltratie forfaitair ($q_{v10;\text{spec}}$ 0,42 dm³/sm²)
- verwarming DWTW goot/bak (rendement 0,45), externe warmtelevering
- tapwater afleverset
- koeling geen
- ventilatie balansventilatie met HR-wtw, CO₂ regeling (D5a)
- PV 668.800 Wp, voldaks circa 2.600 m² en gevel ZW+ZO circa 744 m²

Resultaten BENG indicatoren en EPC per concept

	Energiebehoefte [kWh/m ²]	Primaire energie [kWh/m ²]	Hernieuwbare energie	EPC [-]
Concepten	≤ 25	≤ 25	≥ 50%	
1 - gas	14,6	23,6	50,4%	0,09
2 - all electric	24,9	24,7	54,9%	0,16
3 - warmtelevering	15,5	21,8	52,4%	0,10

4.9 Combinatiegebouw L

Een groot combinatiegebouw met winkels op de begane grond met daarboven 5 verdiepingen met elk 4 appartementen en 5 galerijwoningen. Het gebruiksoppervlak van de winkels is circa 1.900 m² en van de woningen in totaal 3.900 m².

Uitgangspunten voor alle concepten

- dichte delen Rc vloer/gevel/dak 5,0/6,0/7,0 m².K/W
- open delen ramen U_{totaal} 1,0 W/m².K, deuren 1,4 W/m².K, zonwering handmatig
- infiltratie $q_{v10;spec}$ 0,40 dm³/sm²
- medium water voor verwarming en koeling
- ventilatie balansventilatie met HR-wtw: woningen met CO₂ regeling (D5a), winkels (D2b2) debiet conform Bouwbesluit, geen terugregeling, ventilatoren forfaitair
- verlichting winkels 12 W/m², veegschakeling, geen aanwezigheidsdetectie

Concept 1 - gas

- verwarming HR-ketel
- tapwater woningen DWTW goot/bak (rendement 0,45), HR combiketel, winkels elektroboiler
- koeling woningen geen, winkels HT compressiekoeling
- PV 212.000 Wp, circa 800 m² voldaks op de woningen en circa 260 m² op de winkels

Concept 2 - all electric

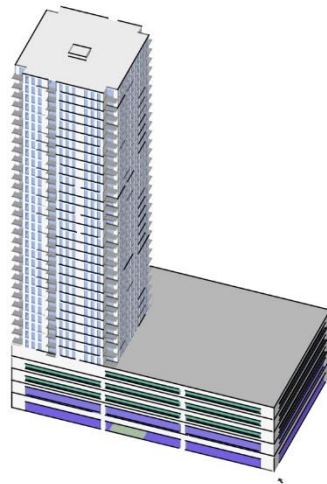
- verwarming elektrische warmtepomp met als bron bodem
- tapwater woningen elektrisch doorstroomtoestel, winkels elektroboiler
- koeling vrije koeling
- PV 224.000 Wp, circa 800 m² voldaks op de woningen en circa 320 m² op de winkels

Concept 3 - warmtelevering

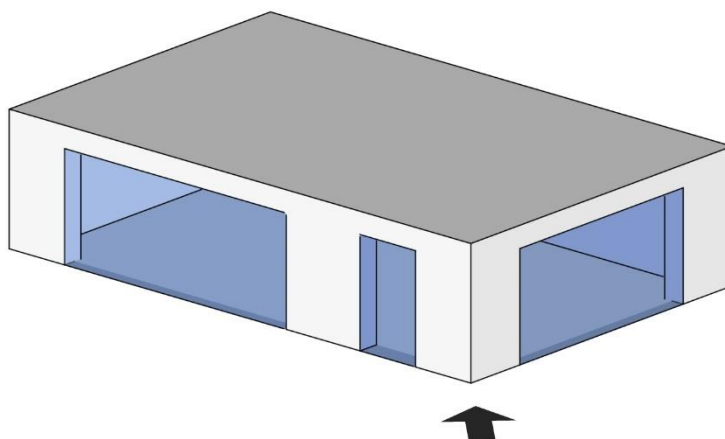
- verwarming externe warmtelevering
- tapwater woningen afleverset, winkels elektroboiler
- koeling woningen geen, winkels HT compressiekoeling
- PV 180.000 Wp, circa 800 m² voldaks op de woningen en circa 100 m² op de winkels

Resultaten BENG indicatoren en E/E per concept

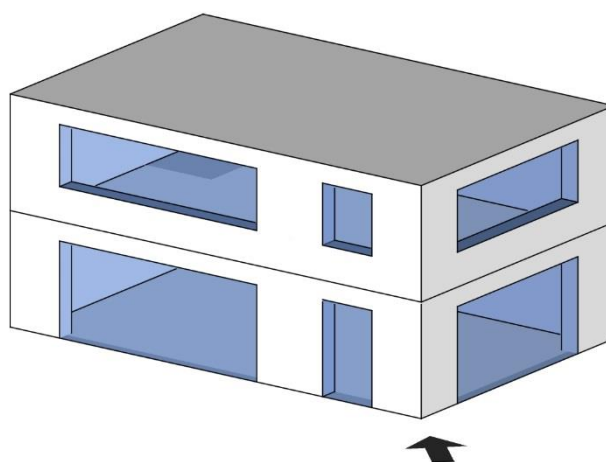
	Energiebehoefte	Primaire energie	Hernieuwbare energie	E/E
	[kWh/m ²]	[kWh/m ²]		[-]
Concepten	≤ 33,1	≤ 25	≥ 50	
1 - gas	32,0	24,9	54,3%	0,113
2 - all electric	32,0	24,5	65,9%	0,275
3 - warmtelevering	32,0	24,4	50,7%	0,218



10 Combinatiegebouw XL



11 Ubouw XS 100



12 Ubouw XS 200

4.10 Combinatiegebouw XL

Een combinatiegebouw bestaande uit een plint van 5 bouwlagen met winkel, kantoor en

bijeenkomstruimtes en een woontoren van 30 bouwlagen met 180 appartementen.

Het gebruiksoppervlak van de utiliteit is circa 12.300 m² en van de woningen in totaal 18.750 m².

Uitgangspunten voor alle concepten

- medium woningen water, utiliteit water+lucht voor verwarming en koeling
- ventilatie balansventilatie met HR-wtw: woningen met CO₂ regeling (D5a), utiliteit (D2b2) debiet kantoor en bijeenkomst 140% x Bouwbesluit, overig conform Bouwbesluit 40% terugregeling, ventilatoren forfaitair
- verlichting 6 W/m², winkels 17 W/m² geen aanw.det, veegschakeling (kantoren daglichtregeling)

Concept 1 - gas

- dichte delen Rc vloer/gevel/dak 5,0/6,0/7,0 m².K/W
- open delen ramen U_{totaal} 0,9 W/m².K, deuren 1,4 W/m².K
- infiltratie $q_{v10;\text{spec}}$ 0,30 dm³/sm²
- verwarming HR-ketel
- tapwater woningen DWTW goot/bak (rendement 0,45), HR combiketel, utiliteit elektroboiler
- koeling woningen geen, utiliteit HT compressiekoeling
- verlichting kantoren 4 W/m²
- PV 1.000.000 Wp, circa 600 m² woontoren, 1.800 m² utiliteit, 2.200 m² gevel, 400 m² luifel

Concept 2 - all electric

- dichte delen Rc vloer/gevel/dak 3,5/4,5/6,0 m².K/W
- open delen ramen U_{totaal} 1,0 W/m².K, deuren 1,4 W/m².K
- infiltratie forfaitair (meerlaagsgebouw als geheel)
- verwarming elektrische warmtepomp COP=6 met aquifer als bodem
- tapwater woningen boosterwarmtepomp COP=3, utiliteit elektroboiler
- koeling vrije koeling
- PV 690.000 Wp, circa 600 m² woontoren, 1.800 m² utiliteit, 1.050 m² gevel

Concept 3 - warmtelevering

- dichte delen Rc vloer/gevel/dak 3,5/4,5/6,0 m².K/W
- open delen ramen U_{totaal} 1,0 W/m².K, deuren 1,4 W/m².K
- infiltratie $q_{v10;\text{spec}}$ 0,40 dm³/sm²
- verwarming externe warmtelevering
- tapwater woningen afleverset, utiliteit elektroboiler
- koeling woningen geen, utiliteit HT compressiekoeling
- PV 1.032.000 Wp, circa 600 m² woontoren, 1.800 m² utiliteit, 2.200 m² gevel, 560 m² luifel

Resultaten BENG indicatoren en E/E per concept

	Energiebehoefte [kWh/m ²]	Primaire energie [kWh/m ²]	Hernieuwbare energie	E/E [-]
Concepten	≤ 34,9	≤ 25	≥ 50%	
1 - gas	24,0	23,7	50,1%	0,272
2 - all electric	33,1	24,8	64,6%	0,454
3 - warmtelevering	32,2	24,6	50,0%	0,343

4.11 Ubouw XS 100

Een klein rechthoekig vrijstaand gebouw met één bouwlaag. Gebruiksoppervlak van circa 85 m². Het gebouw kan gebruikt worden voor verschillende toepassingen. Onderstaand zijn de resultaten voor een kantoor weergegeven. De resultaten voor de andere gebruiksfuncties zijn vermeld in bijlage 7.

Uitgangspunten voor alle concepten

- dichte delen R_c vloer/gevel/dak 3,5/4,5/6,0 m².K/W
- open delen U_{totaal} 0,8 W/m².K, zonwering handmatig
- ventilatie balansventilatie met HR-wtw 95%, CO₂ regeling (D5a), geen terugregeling
debiet conform Bouwbesluit, ventilatoren forfaitair, te openen ramen

Concept 1 - gas

- infiltratie $q_{v10;spec}$ 0,40 dm³/sm²
- verwarming HR-ketel
- tapwater elektrische boilers
- koeling HT split unit
- medium water voor verwarming en koelmiddel voor koeling
- verlichting 4 W/m², veegschakeling met daglichtregeling
- PV 3.20 Wp, circa 16 m²

Concept 2 - all electric

- infiltratie $q_{v10;spec}$ 0,15 dm³/sm²
- verwarming elektrische warmtepomp met bodem als bron, kwaliteitsverklaring
- tapwater elektrische boilers
- koeling bodemkoeling
- medium water voor verwarming en koeling
- verlichting 7 W/m², vertrekschakeling
- PV 1.600 Wp, circa 8 m²

Concept 3 - warmtelevering

- infiltratie $q_{v10;spec}$ 0,15 dm³/sm²
- verwarming externe warmtelevering
- tapwater afleverset
- koeling HT split unit
- medium water voor verwarming en koelmiddel voor koeling
- verlichting 7 W/m², vertrekschakeling
- PV 2.400 Wp, circa 12 m²

Resultaten BENG indicatoren en E/E per concept voor kantoorfunctie

	Energiebehoefte [kWh/m ²]	Primaire energie [kWh/m ²]	Hernieuwbare energie	E/E [-]
Concepten	≤ 50	≤ 25	≥ 50%	
1 - gas	49,8	23,9	60,6%	0,026
2 - all electric	49,5	24,2	64,6%	0,188
3 - warmtelevering	49,5	20,9	56,9%	0,162

4.12 Ubouw XS 200

Een klein rechthoekig vrijstaand gebouw met twee bouwlagen. Gebruiksoppervlak van circa 160 m². Het gebouw kan gebruikt worden voor verschillende toepassingen. Onderstaand zijn de resultaten voor een kantoor weergegeven. De resultaten voor de andere gebruiksfuncties zijn vermeld in bijlage 7.

Uitgangspunten voor alle concepten

- open delen zonwering handmatig
- ventilatie balansventilatie met HR-wtw 95%, CO₂ regeling (D5a), geen terugregeling debiet conform Bouwbesluit, ventilatoren forfaitair, te openen ramen

Concept 1 - gas

- dichte delen Rc vloer/gevel/dak 3,5/4,5/6,0 m².K/W
- open delen U_{totaal} 1,0 W/m².K
- infiltratie forfaitair (meerlaagsgebouw als geheel)
- verwarming HR-ketel
- tapwater elektrische boilers
- koeling HT split unit
- medium water voor verwarming en koelmiddel voor koeling
- verlichting 6 W/m², veegschakeling met daglichtregeling
- PV 5.600 Wp, circa 28 m²

Concept 2 - all electric

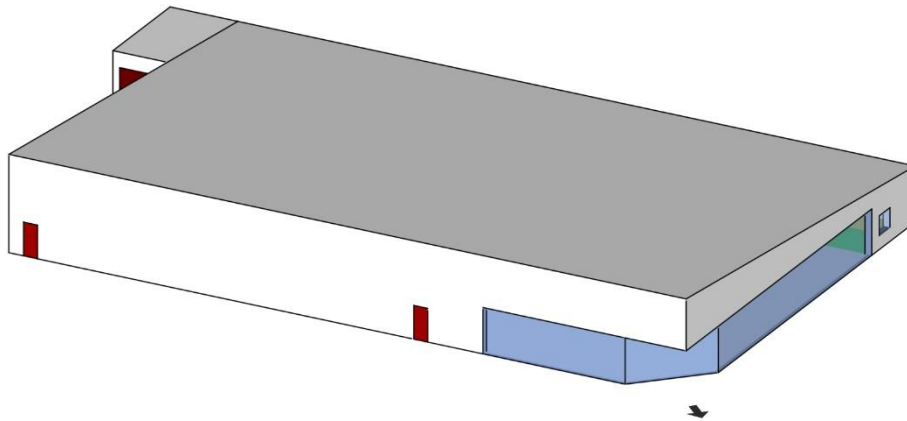
- dichte delen Rc vloer/gevel/dak 6,0/6,0/8,0 m².K/W
- open delen U_{totaal} 0,9 W/m².K
- infiltratie q_{v10;spec} 0,40 dm³/sm²
- verwarming elektrische warmtepomp met bodem als bron, kwaliteitsverklaring
- tapwater elektrisch doorstroomtoestel
- koeling bodemkoeling
- medium water voor verwarming en koeling
- verlichting 9 W/m², vertrekschakeling
- PV 3.600 Wp, circa 18 m²

Concept 3 - warmtelevering

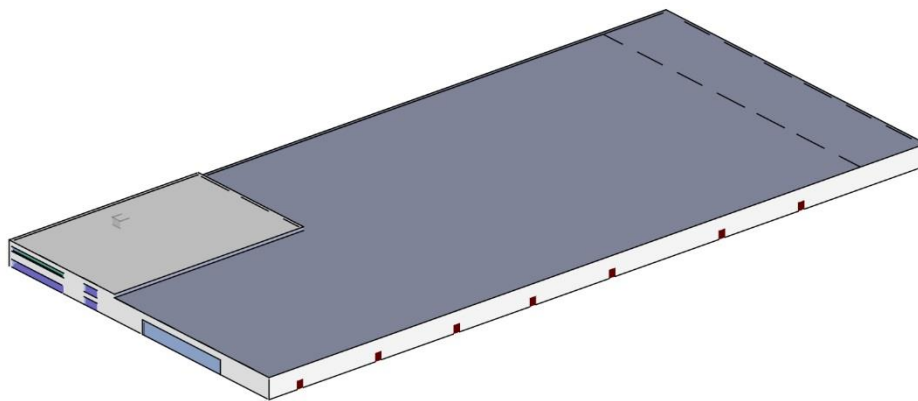
- dichte delen Rc vloer/gevel/dak 6,0/6,0/8,0 m².K/W
- open delen U_{totaal} 0,9 W/m².K
- infiltratie q_{v10;spec} 0,40 dm³/sm²
- verwarming externe warmtelevering
- tapwater afleverset
- koeling HT split unit
- medium water voor verwarming en koelmiddel voor koeling
- verlichting 9 W/m², vertrekschakeling
- PV 4.400 Wp, circa 22 m²

Resultaten BENG indicatoren en E/E per concept voor kantoorfunctie

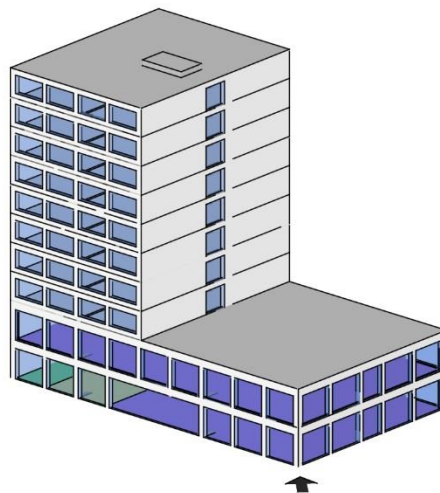
	Energiebehoefte [kWh/m ²]	Primaire energie [kWh/m ²]	Hernieuwbare energie	E/E [-]
Concepten	≤ 50	≤ 25	≥ 50%	
1 - gas	48,8	23,0	59,4%	0,049
2 - all electric	49,9	22,1	66,5%	0,191
3 - warmtelevering	49,9	24,5	50,7%	0,212



13 Winkel S



14 Winkel XL



15 Logiesgebouw M

4.13 Winkel S

Een vrijstaande supermarkt met licht hellend dak. De winkel heeft één bouwlaag. Aan de achterzijde is een overheaddeur voor de bevoorraading. De aangrenzende ruimte is samen met de opslagruimte meegenomen als winkelfunctie. De koel- en vriescel zijn industriefunctie. Gebruiksoppervlak van circa 1.500 m².

Uitgangspunten voor alle concepten

- open delen geen buitenzonwering
- medium water+lucht voor verwarming en koeling
- ventilatie debiet conform Bouwbesluit, geen terugregeling, ventilatoren forfaitair
- verlichting 8 W/m², veegschakeling

Concept 1 - gas

- dichte delen Rc vloer/gevel/dak 3,5/4,5/6,0 m².K/W
- open delen ramen en deuren U_{totaal} 1,0 W/m².K
- infiltratie $q_{v10;spec}$ 0,40 dm³/sm²
- verwarming HR-ketel
- tapwater elektrische boilers
- koeling HT compressie
- ventilatie balansventilatie met HR-wtw 90%, CO₂ regeling (D5a)
- PV 67.000 Wp, circa 335 m²

Concept 2 - all electric

- dichte delen Rc vloer/gevel/dak 4,5/4,5/6,5 m².K/W
- open delen ramen en deuren U_{totaal} 1,0 W/m².K
- infiltratie $q_{v10;spec}$ 0,40 dm³/sm²
- verwarming elektrische warmtepomp met als bron buitenlucht
- tapwater elektrische boilers
- koeling HT compressie
- ventilatie balansventilatie met HR-wtw 90% (D2b2)
- PV 48.000 Wp, circa 240 m²

Concept 3 - warmtelevering

- dichte delen Rc vloer/gevel/dak 7,0/6,0/8,0 m².K/W
- open delen ramen en deuren U_{totaal} 0,9 W/m².K
- infiltratie forfaitair (vrijstaand, plat dak)
- verwarming externe warmtelevering
- tapwater elektrische boilers
- koeling HT compressie
- ventilatie balansventilatie met HR-wtw 90%, CO₂ regeling (D5a)
- PV 45.000 Wp, circa 225 m²

Resultaten BENG indicatoren en E/E per concept

	Energiebehoefte [kWh/m ²]	Primaire energie [kWh/m ²]	Hernieuwbare energie	E/E [-]
Concepten	≤ 50	≤ 25	≥ 50%	
1 - gas	49,9	24,7	59,0%	0,045
2 - all electric	49,8	24,5	66,4%	0,145
3 - warmtelevering	49,9	23,7	50,2%	0,140

4.14 Winkel XL

Een zeer grote winkel zoals een bouwmarkt of een woonwinkel op een bedrijventerrein. Een klein deel van de winkel bestaat uit twee bouwlagen. Hier bevinden zich de entree, verschillende kantoor- en bijeenkomstruimtes en een grootkeuken (industriefunctie). De rest van de winkel is gelijkvloers. Aan de achterzijde bevindt zich een laad/los gebied met opslag (industriefunctie). Gebruiksoppervlak van circa 21.000 m².

Uitgangspunten voor alle concepten

- dichte delen R_c vloer/gevel/dak 3,5/4,5/6,0 m².K/W
- open delen ramen en entree U_{totaal} 1,0 W/m².K, deuren 1,4 W/m².K
geen buitenzonwering
- infiltratie forfaitair (meerlaags gebouw als geheel)
- plafond open
- medium water+lucht voor verwarming en koeling
- ventilatie balansventilatie met wtw 80% (D2b2), debiet conform Bouwbesluit,
geen terugregeling, ventilatoren forfaitair

Concept 1 - gas

- verwarming HR-ketel
- tapwater elektrische boilers
- koeling HT compressie
- verlichting 14 W/m², veegschakeling
- PV 720.000 Wp, circa 3.600 m²

Concept 2 - all electric

- verwarming elektrische warmtepomp met als bron een aquifer
- tapwater elektrische boilers
- koeling koudeopslag
- verlichting 16 W/m², veegschakeling
- PV 690.000 Wp, circa 3.450 m²

Concept 3 - warmtelevering

- verwarming externe warmtelevering
- tapwater elektrische boilers
- koeling HT compressie
- verlichting 14 W/m², veegschakeling
- PV 670.000 Wp, circa 3.350 m²

Resultaten BENG indicatoren en E/E per concept

	Energiebehoefte [kWh/m ²]	Primaire energie [kWh/m ²]	Hernieuwbare energie	E/E [-]
Concepten	≤ 50	≤ 25	≥ 50%	
1 - gas	44,8	23,7	58,0%	0,279
2 - all electric	48,4	24,3	61,8%	0,277
3 - warmtelevering	44,8	24,9	55,0%	0,278

4.15 Logiesgebouw M

Een hoteltoeren met 10 bouwlagen. De begane grond en 1^e verdieping zijn groter. Hier bevinden zich de bevinden zich kantoor- en bijeenkomstruimtes. In de toeren bevinden zich de hotelkamers.

Totaal gebruiksoppervlak van circa 3.700 m².

Uitgangspunten voor alle concepten

- dichte delen R_c vloer/gevel/dak 6,0/7,0/8,0 m².K/W
- medium water voor verwarming en koeling
- verlichting dubbele vertrekschakeling in hotelkamers, veegschakeling overige ruimten
- ventilatie balansventilatie met wtw 80%, CO₂ regeling (D5a), geen terugregeling debiet conform Bouwbesluit, ventilatoren forfaitair, te openen ramen

Concept 1 - gas

- open delen U_{totaal} 0,9 W/m².K, deuren 1,4 W/m².K
- dichte delen R_c vloer/gevel/dak 3,5/5,0/7,0 m².K/W
- infiltratie $q_{v10;spec}$ 0,15 dm³/sm²
- verwarming HR-ketel
- tapwater indirect gestookte boilers
- koeling HT compressie
- verlichting 4 W/m²
- PV 115.000 Wp, circa 520 m² plat dak + 55 m² overstek op zuidwest en zuidoost

Concept 2 - all electric

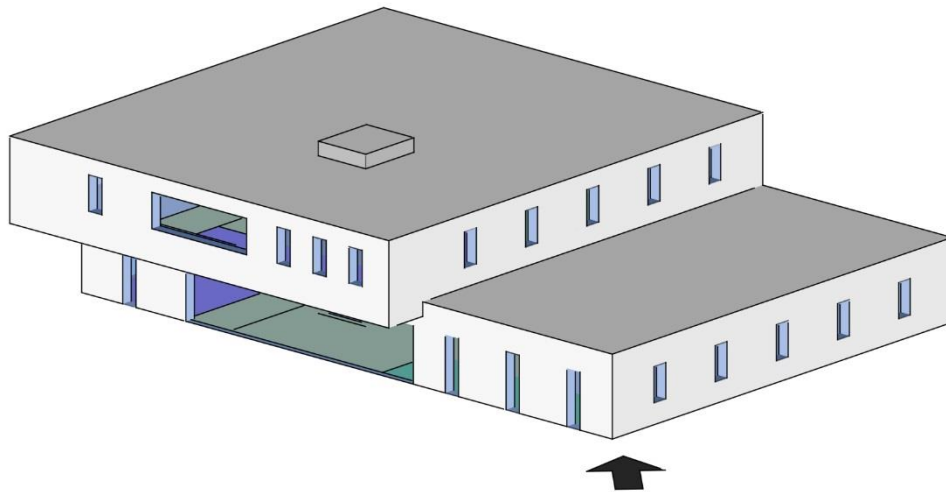
- open delen U_{totaal} 0,9 W/m².K, deuren 1,4 W/m².K
- infiltratie forfaitair
- verwarming elektrische warmtepomp met een aquifer als bron
- tapwater indirect gestookte boilers met HR-ketel
- koeling koudeopslag
- verlichting 6 W/m²
- PV 126.000 Wp, circa 520 m² plat dak + 110 m² overstek op zuidwest en zuidoost

Concept 3 - warmtelevering

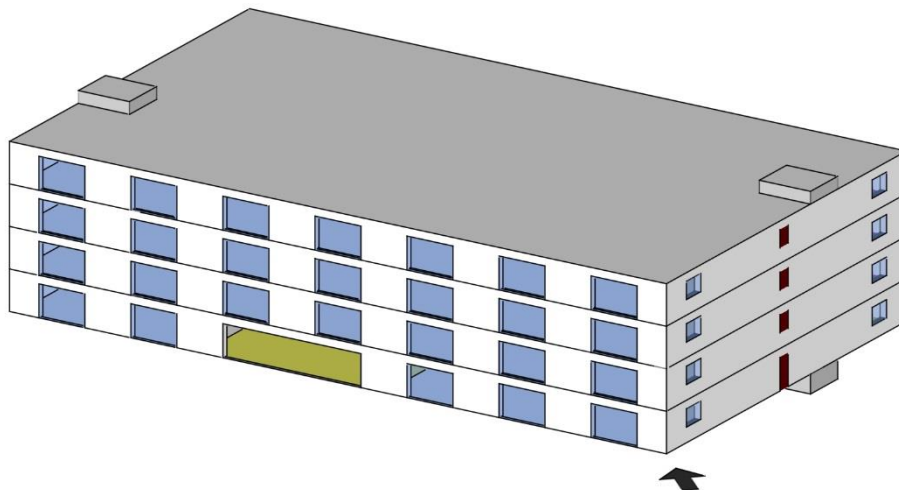
- open delen U_{totaal} 1,0 W/m².K, deuren 1,4 W/m².K
- verwarming externe warmtelevering
- infiltratie $q_{v10;spec}$ 0,15 dm³/sm²
- tapwater indirect gestookte boilers met externe warmtelevering
- koeling HT compressie
- verlichting 4 W/m²
- PV 100.000 Wp, circa 500 m² plat dak

Resultaten BENG indicatoren en E/E per concept

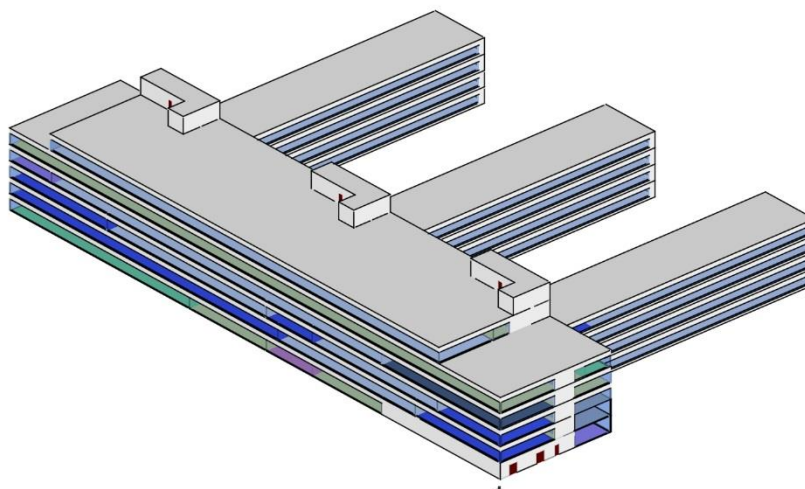
	Energiebehoefte [kWh/m ²]	Primaire energie [kWh/m ²]	Hernieuwbare energie	E/E [-]
Concepten	≤ 50	≤ 25	≥ 50%	
1 - gas	36,3	24,0	58,1%	0,227
2 - all electric	49,3	23,4	69,8%	0,272
3 - warmtelevering	37,3	22,4	57,9%	0,260



16 Gezondheid zonder bed S



17 Gezondheid met bed L



18 Gezondheid met bed XL

4.16 Gezondheid zonder bed S

Een rechthoekig praktijkgebouw voor gezondheidszorg zonder bedgebied, bijvoorbeeld een tandartsenpraktijk of gezondheidscentrum. Het gebouw heeft twee bouwlagen. De bovenste bouwlaag steekt aan twee zijden over. Gebruiksoppervlak van circa 880 m².

Uitgangspunten voor alle concepten

- dichte delen R_c vloer/gevel/dak 3,5/4,5/6,0 m².K/W
- open delen U_{totaal} 1,0 W/m².K, zonwering handmatig, geen zonwering onder de overstek
- infiltratie forfaitair
- ventilatie balansventilatie met HR-wtw 90% (D2b2), geen terugregeling
debiet conform Bouwbesluit, ventilatoren forfaitair, te openen ramen

Concept 1 - gas

- verwarming HR-ketel
- tapwater elektrische boilers
- koeling HT compressie
- medium water+lucht voor verwarming en water voor koeling
- verlichting 10 W/m², vertrekschakeling
- PV 35.000 Wp, circa 180 m²

Concept 2 - all electric

- verwarming elektrische warmtepomp met bodem als bron, COP=6
- tapwater elektrische boilers
- koeling bodemkoeling
- medium water+lucht voor verwarming en koeling
- verlichting 8 W/m², vertrekschakeling
- PV 25.000 Wp, circa 125 m²

Concept 3 - warmtelevering

- verwarming externe warmtelevering
- tapwater elektrische boilers
- koeling HT compressie
- medium water+lucht voor verwarming en water voor koeling
- verlichting 8 W/m², vertrekschakeling
- PV 28.000 Wp, circa 140 m²

Resultaten BENG indicatoren en E/E per concept

	Energiebehoefte [kWh/m ²]	Primaire energie [kWh/m ²]	Hernieuwbare energie	E/E [-]
Concepten	≤ 50	≤ 25	≥ 50%	
1 - gas	45,9	24,2	60,4%	0,197
2 - all electric	46,3	24,0	67,0%	0,235
3 - warmtelevering	43,6	23,6	54,8%	0,231

4.17 Gezondheid met bed L

Een rechthoekig verpleeghuis met vier bouwlagen. Gebruiksoppervlak van circa 5.700 m².

Uitgangspunten voor alle concepten

- dichte delen R_c vloer/gevel/dak 3,5/4,5/6,0 m².K/W
- open delen U_{totaal} 1,0 W/m².K
- infiltratie forfaitair
- ventilatie balansventilatie met wtw 80%, CO₂ regeling (D5a), geen terugregeling
debiet conform Bouwbesluit, ventilatoren forfaitair

Concept 1 - gas

- verwarming HR-ketel
- tapwater zonneboiler 50 m², indirect gestookte boilers met HR107
- koeling HT compressie
- medium water+lucht voor verwarming en koeling
- verlichting 8 W/m², veegschakeling
- PV 370.000 Wp, circa 1.400 m² plat dak + 450 m² gevel

Concept 2 - all electric

- verwarming elektrische warmtepomp met aquifer als bron
- tapwater elektrisch doorstroomtoestel
- koeling koudeopslag
- medium water+lucht voor verwarming en koeling
- verlichting 5 W/m², veegschakeling
- PV 260.000 Wp, circa 1.300 m²

Concept 3 - warmtelevering

- verwarming externe warmtelevering
- tapwater zonneboiler 50 m², indirect gestookte boilers met externe warmtelevering
- koeling HT compressie
- medium water+lucht voor verwarming en water voor koeling
- verlichting 5 W/m², veegschakeling
- PV 270.000 Wp, circa 1.350 m²

Resultaten BENG indicatoren en E/E per concept

	Energiebehoefte [kWh/m ²]	Primaire energie [kWh/m ²]	Hernieuwbare energie	E/E
				[-]
Concepten	≤ 62,9	≤ 106,9	≥ 50%	
1 - gas	62,6	53,2	50,8%	0,438
2 - all electric	54,3	52,4	51,7%	0,289
3 - warmtelevering	54,3	42,5	50,5%	0,235

4.18 Gezondheid met bed XL

Een ziekenhuis bestaande uit een hoofdgebouw met zes bouwlagen en drie (bedden)vleugels met vier bouwlagen. Gebruiksoppervlak van circa 34.200 m².

Uitgangspunten voor alle concepten

- medium water+lucht voor verwarming en koeling
- ventilatie balansventilatie met wtw 80%, CO₂ regeling (D5a), 40% terugregeling debiet 140% x Bouwbesluit, ventilatoren forfaitair
- verlichting 8 W/m², veegschakeling met daglichtregeling

Concept 1 - gas

- dichte delen Rc vloer/gevel/dak 5,0/6,0/7,0 m².K/W
- open delen U_{totaal} 0,8 W/m².K
- infiltratie q_{v10;spec} 0,30 dm³/sm²
- verwarming HR-ketel
- tapwater zonneboiler 400 m², indirect gestookte boilers met HR107
- koeling HT compressie
- PV 1.360.000 Wp, voldaks circa 6.800 m²

Concept 2 - warmtepomp

- dichte delen Rc vloer/gevel/dak 5,0/6,0/7,0 m².K/W
- open delen U_{totaal} 0,8 W/m².K
- infiltratie q_{v10;spec} 0,30 dm³/sm²
- verwarming elektrische warmtepomp met aquifer als bron
- tapwater indirect gestookte boilers met HR107
- koeling koudeopslag
- PV 1.440.000 Wp, voldaks circa 7.200 m²

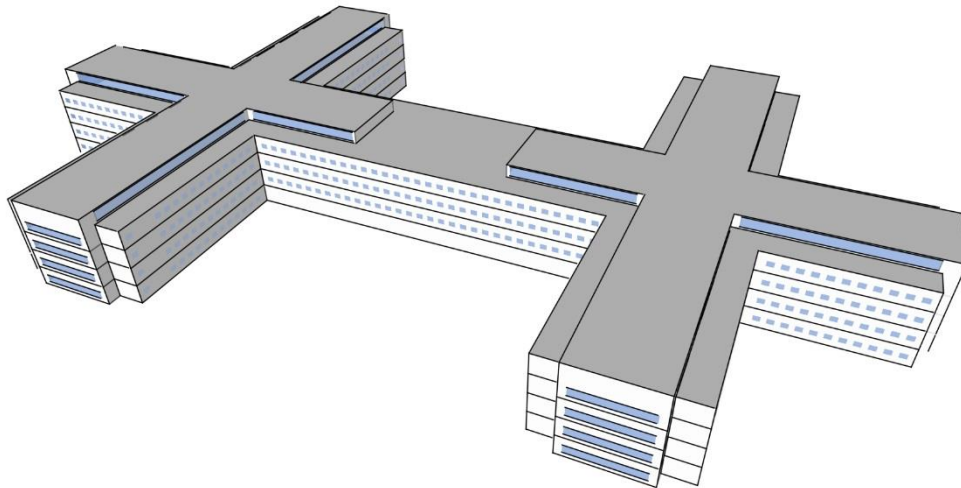
Concept 3 - warmtelevering

- dichte delen Rc vloer/gevel/dak 3,5/4,5/6,0 m².K/W
- open delen U_{totaal} 1,0 W/m².K
- infiltratie forfaitair
- verwarming externe warmtelevering
- tapwater zonneboiler 400 m², indirect gestookte boilers met externe warmtelevering
- koeling HT compressie
- PV 1.360.000 Wp, voldaks circa 6.800 m²

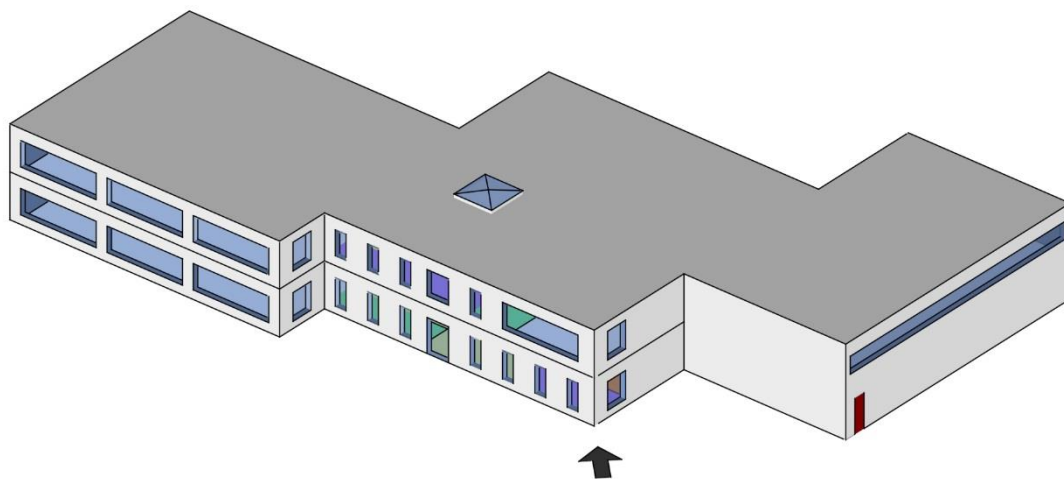
Resultaten BENG indicatoren en E/E per concept

	Energiebehoefte [kWh/m ²]	Primaire energie [kWh/m ²]	Hernieuwbare energie	E/E [-]
Concepten	≤ 62,8	≤ 106,1	≥ 50%	
1 - gas	62,8	91,8	28,8%	0,675
2 - all electric	62,8	74,9	31,1%	0,573
3 - warmtelevering	68,5	76,0	32,8%	0,550

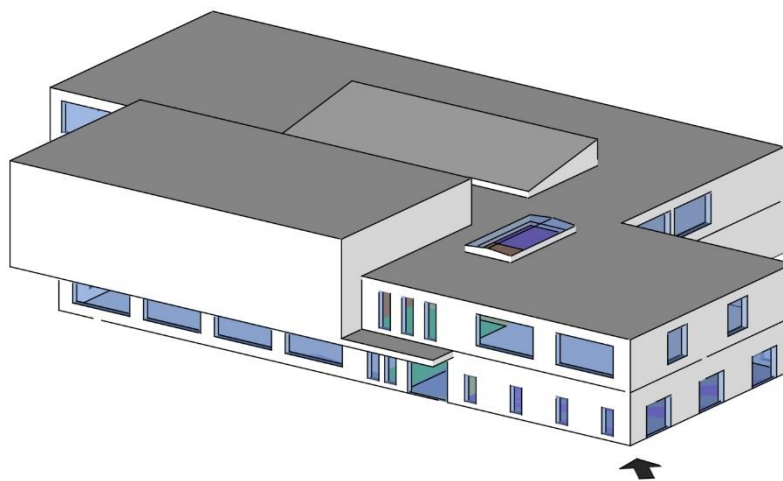
Het is moeilijk om aan de eis voor de energiebehoefte te voldoen. Alleen op basis van het dakoppervlak is het niet mogelijk om aan de eis voor hernieuwbare energie te voldoen. Zelfs volledige inzet van een warmtepomp biedt onvoldoende bijdrage.



19 Cellingebouw



20 Onderwijs S



21 Onderwijs M

4.19 Cellengebouw

Een gevangenis met vier bouwlagen. Dubbele kruisvorm met centrale entree in het midden. Gebruiksoppervlak van circa 16.000 m².

Er is gebruik gemaakt van het bestaande referentiegebouw dat is gebaseerd op de PI Nieuwegein uit 1999. Voor de beeldvorming is een 3D afbeelding gemaakt van dit cellengebouw. Er zijn geen plattegronden beschikbaar.

Uitgangspunten voor alle concepten

- dichte delen R_c vloer/gevel/dak 3,5/4,5/6,0 m².K/W
- open delen U_{totaal} 1,0 W/m².K
- infiltratie forfaitair
- plafond deels open
- medium water+lucht voor verwarming en koeling
- verlichting cel/bijeenkomst+kantoor/sport 5/6/12 W/m²
veegschakeling, kantoor veegschakeling met daglichtregeling
- ventilatie debiet 140% x Bouwbesluit, ventilatoren forfaitair, terugregeling 60%

Concept 1 - gas

- verwarming HR-ketel
- tapwater zonneboiler 120 m², indirect gestookte boilers met HR107
- koeling HT compressie
- ventilatie balansventilatie met wtw 80%, CO₂ regeling (D5a)
- PV 572.000 Wp, circa 2.860 m²

Concept 2 - warmtepomp

- verwarming elektrische warmtepomp met aquifer als bron
- tapwater indirect gestookte boilers met HR107
- koeling koudeopslag
- ventilatie balansventilatie met wtw 80% (D2b2)
- PV 564.000 Wp, circa 2.820 m²

Concept 3 - warmtelevering

- verwarming externe warmtelevering
- tapwater indirect gestookte boilers met externe warmtelevering
- koeling HT compressie
- ventilatie balansventilatie met wtw 80% (D2b2)
- PV 602.000 Wp, circa 3.010 m²

Resultaten BENG indicatoren en E/E per concept

	Energiebehoefte [kWh/m ²]	Primaire energie [kWh/m ²]	Hernieuwbare energie	E/E [-]
Concepten	≤ 50	≤ 25	≥ 50%	
1 - gas	38,6	25,0	56,6%	0,367
2 - all electric	43,4	25,0	64,8%	0,382
3 - warmtelevering	43,4	24,8	55,2%	0,393

4.20 Onderwijs S

Een basisschool met 2 twee verdiepingen en een gymzaal. Het gebouw bestaat uit 3 volumes die ten opzichte van elkaar versprongen zijn. Gebruiksoppervlak van circa 2.400 m².

Uitgangspunten voor alle concepten

- open delen zonwering handmatig, daklicht $U_{\text{totaal}} 1,4 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$, te openen ramen
- plafond gymzaal open
- medium water+lucht voor verwarming en koeling
- ventilatie debiet conform Bouwbesluit, terugregeling 20%, ventilatoren forfaitair

Concept 1 - gas

- dichte delen R_c vloer/gevel/dak 5,0/5,0/6,0 m².K/W
- open delen $U_{\text{totaal}} 1,0 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
- infiltratie $q_{v10;\text{spec}} 0,40 \text{ dm}^3/\text{sm}^2$
- verwarming HR-ketel
- tapwater elektrische boilers, gymzaal indirect gestookte boiler op HR107 ketel
- koeling HT compressie, gymzaal geen koeling
- ventilatie balansventilatie met wtw 80%, CO₂ regeling (D5a)
- verlichting 10 W/m², veegschakeling (met daglichtregeling bij school)
- PV 114.000 Wp, circa 570 m²

Concept 2 - all electric

- dichte delen R_c vloer/gevel/dak 5,0/5,0/6,0 m².K/W
- open delen $U_{\text{totaal}} 1,0 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
- infiltratie $q_{v10;\text{spec}} 0,40 \text{ dm}^3/\text{sm}^2$
- verwarming elektrische warmtepomp met bodem als bron
- tapwater elektrische boilers, gymzaal elektrisch doorstroomtoestel
- koeling bodemkoeling, gymzaal geen koeling
- ventilatie balansventilatie met wtw 80%, CO₂ regeling (D5a)
- verlichting 10 W/m², veegschakeling (met daglichtregeling bij school)
- PV 70.000 Wp, circa 350 m²

Concept 3 - warmtelevering

- dichte delen R_c vloer/gevel/dak 5,0/6,0/7,0 m².K/W
- open delen $U_{\text{totaal}} 0,9 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
- infiltratie $q_{v10;\text{spec}} 0,20 \text{ dm}^3/\text{sm}^2$
- verwarming externe warmtelevering
- tapwater elektrische boilers, gymzaal indirect gestookte boiler op externe warmtelevering
- koeling HT compressie, gymzaal geen koeling
- ventilatie balansventilatie met wtw 80% (D2b2)
- verlichting onderwijs 6 W/m², gymzaal 8 W/m², veegschakeling (met daglichtregeling bij school)
- PV 64.000 Wp, circa 320 m²

Resultaten BENG indicatoren en E/E per concept

	Energiebehoefte [kWh/m ²]	Primaire energie [kWh/m ²]	Hernieuwbare energie	E/E [-]
Concepten	≤ 50	≤ 49,5	≥ 50%	
1 - gas	49,8	37,8	50,7%	0,245
2 - all electric	49,8	48,3	51,0%	0,477
3 - warmtelevering	50,0	30,2	53,0%	0,261

4.21 Onderwijs M

Een multifunctioneel centrum bestaande uit een basisschool, een kinderdagverblijf en een kleine sporthal. Het gebouw bestaat uit twee bouwlagen. De sporthal bevindt zich op de 1^e verdieping. Gebruiksoppervlak van circa 3.800 m².

Uitgangspunten voor alle concepten

- open delen zonwering handmatig, daklicht en vluchtdeuren $U_{\text{totaal}} 1,4 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$, te openen ramen
- medium water+lucht voor verwarming en koeling
- ventilatie debiet conform Bouwbesluit, terugregeling 20%, ventilatoren forfaitair

Concept 1 - gas

- dichte delen R_c vloer/gevel/dak 5,0/5,0/6,0 m².K/W
- open delen $U_{\text{totaal}} 1,0 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
- infiltratie forfaitair
- verwarming HR-ketel
- tapwater elektrische boilers, sport indirect gestookte boiler op HR107 ketel
- koeling HT compressie, sport geen koeling
- ventilatie balansventilatie met HR-wtw 80%, CO₂ regeling (D5a)
- verlichting 10 W/m², sport veegschakeling (met daglichtregeling bij school)
- PV 172.000 Wp, circa 860 m²

Concept 2 - all electric

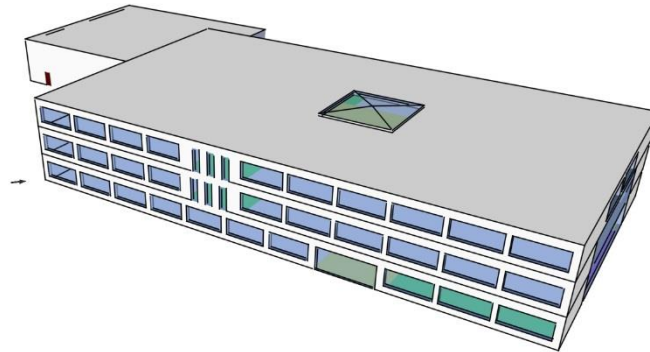
- dichte delen R_c vloer/gevel/dak 5,0/5,0/6,0 m².K/W
- open delen $U_{\text{totaal}} 1,0 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
- infiltratie forfaitair
- verwarming elektrische warmtepomp met aquifer als bron
- tapwater elektrische boilers, sport elektrisch doorstroomtoestel
- koeling koudeopslag, sport geen koeling
- ventilatie balansventilatie met HR-wtw 80%, gymzaal (D2b2), rest CO₂ regeling (D5a)
- verlichting 10 W/m², veegschakeling (met daglichtregeling bij school)
- PV 102.000 Wp, circa 510 m²

Concept 3 - warmtelevering

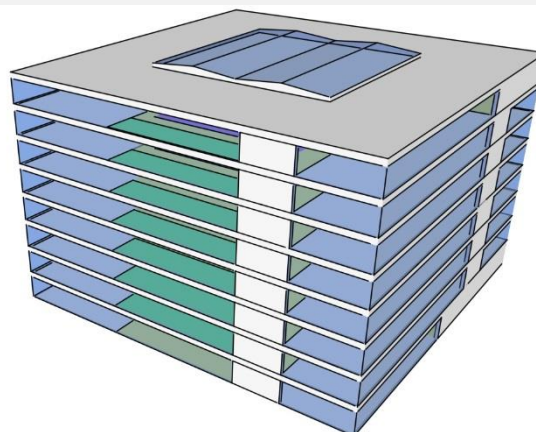
- dichte delen R_c vloer/gevel/dak 5,0/6,0/8,0 m².K/W
- open delen $U_{\text{totaal}} 0,9 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
- infiltratie $q_{v10;\text{spec}} 0,20 \text{ dm}^3/\text{sm}^2$
- verwarming externe warmtelevering
- tapwater elektrische boilers, sport indirect gestookte boiler op externe warmtelevering
- koeling HT compressie, sport geen koeling
- ventilatie balansventilatie met HR-wtw 80% (D2b2)
- verlichting onderwijs 6 W/m², gymzaal 8 W/m², veegschakeling (met daglichtregeling bij school)
- PV 146.000 Wp, circa 730 m²

Resultaten BENG indicatoren en E/E per concept

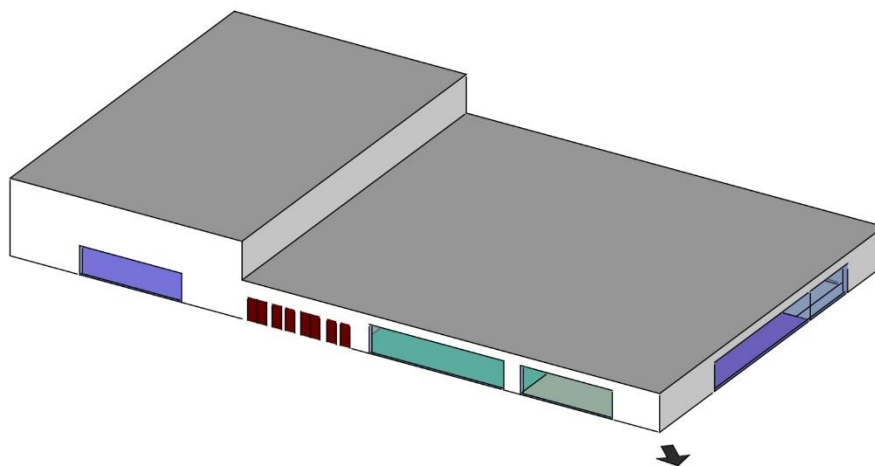
	Energiebehoefte [kWh/m ²]	Primaire energie [kWh/m ²]	Hernieuwbare energie	E/E [-]
Concepten	≤ 50	≤ 44,3	≥ 50%	
1 - gas	49,8	35,3	50,5%	0,298
2 - all electric	50,0	43,3	52,2%	0,476
3 - warmtelevering	49,9	30,1	50,6%	0,331



22 Onderwijs L



23 Onderwijs XL



24 Sport M

4.22 Onderwijs L

Een middelbare school met drie verdiepingen en een sporthal. Gebruiksoppervlak van circa 8.500 m².

Uitgangspunten voor alle concepten

- open delen ramen $U_{\text{totaal}} 1,0 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$, daklicht en vluchtdeuren $U_{\text{totaal}} 1,4 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$, te openen ramen
- infiltratie forfaitair
- plafond sporthal open
- medium water+lucht voor verwarming en koeling
- ventilatie debiet conform Bouwbesluit, terugregeling 20%, ventilatoren forfaitair

Concept 1 - gas

- dichte delen R_c vloer/gevel/dak 3,5/4,5/6,0 m².K/W
- verwarming HR-ketel
- tapwater elektrische boilers, gymzaal indirect gestookte boiler op HR107 ketel
- koeling HT compressie, gymzaal geen koeling
- ventilatie balansventilatie met HR-wtw 80%, CO₂ regeling (D5a)
- verlichting 12 W/m², veegschakeling
- PV 360.000 Wp, circa 1.800 m²

Concept 2 - all electric

- dichte delen R_c vloer/gevel/dak 3,5/4,5/6,0 m².K/W
- verwarming elektrische warmtepomp met aquifer als bron
- tapwater elektrische boilers, gymzaal elektrisch doorstroomtoestel
- koeling koudeopslag
- ventilatie balansventilatie met HR-wtw 80% gymzaal (D2b2), onderwijs met CO₂ regeling (D5a),
- verlichting 10 W/m², veegschakeling
- PV 240.000 Wp, circa 1.200 m²

Concept 3 - warmtelevering

- dichte delen R_c vloer/gevel/dak 4,5/4,5/7,0 m².K/W
- verwarming externe warmtelevering
- tapwater elektrische boilers, gymzaal indirect gestookte boiler op externe warmtelevering
- koeling HT compressie, gymzaal geen koeling
- ventilatie balansventilatie met HR-wtw 80% (D2b2)
- verlichting onderwijs 6 W/m², gymzaal 8 W/m², veegschakeling
- PV 330.000 Wp, circa 1.650 m²

Resultaten BENG indicatoren en E/E per concept

	Energiebehoefte [kWh/m ²]	Primaire energie [kWh/m ²]	Hernieuwbare energie	E/E [-]
Concepten	≤ 50	≤ 45,5	≥ 50%	
1 - gas	47,2	32,3	51,2%	0,376
2 - all electric	45,3	37,7	53,7%	0,439
3 - warmtelevering	49,8	28,8	51,9%	0,336

4.23 Onderwijs XL

Een groot vierkant onderwijsgebouw voor hoger of universitair onderwijs met acht verdiepingen. In het midden bevindt zich een vide over alle verdiepingen. Gebruiksoppervlak van circa 16.000 m².

Uitgangspunten voor alle concepten

- open delen daklicht en vluchtdeuren $U_{\text{totaal}} 1,4 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$, te openen ramen
- tapwater elektrische boilers
- medium water+lucht voor verwarming en koeling
- ventilatie balansventilatie met wtw 80%, CO₂ regeling (D5a)
debiet conform Bouwbesluit, terugregeling 20%, ventilatoren forfaitair
- verlichting 8 W/m², veegschakeling met daglichtregeling

Concept 1 - gas

- dichte delen Rc vloer/gevel/dak 5,0/6,0/7,0 m².K/W
- open delen ramen $U_{\text{totaal}} 0,8 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
- infiltratie $q_{v10;\text{spec}} 0,20 \text{ dm}^3/\text{sm}^2$
- verwarming HR-ketel
- koeling HT compressie
- PV 575.000 Wp, circa 1.800 m² voldaks en circa 1075 m² gevel

Concept 2 - all electric

- dichte delen Rc vloer/gevel/dak 3,5/4,5/6,0 m².K/W
- open delen ramen $U_{\text{totaal}} 1,0 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
- infiltratie forfaitair
- verwarming elektrische warmtepomp met aquifer als bron
- koeling koudeopslag
- PV 360.000 Wp, circa 1.800 m² voldaks

Concept 3 - warmtelevering

- dichte delen Rc vloer/gevel/dak 5,0/6,0/7,0 m².K/W
- open delen ramen $U_{\text{totaal}} 1,0 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
- infiltratie forfaitair
- verwarming externe warmtelevering
- koeling HT compressie
- PV 560.000 Wp, circa 1.800 m² voldaks en circa 1000 m² gevel

Resultaten BENG indicatoren en E/E per concept

	Energiebehoefte [kWh/m ²]	Primaire energie [kWh/m ²]	Hernieuwbare energie	E/E [-]
Concepten	≤ 50	≤ 47,1	≥ 50%	
1 - gas	39,3	27,0	50,2%	0,373
2 - all electric	45,3	37,8	51,0%	0,446
3 - warmtelevering	45,0	25,5	51,1%	0,351

Bij het concept met gas is het maar net mogelijk om aan de eis voor hernieuwbare energie te voldoen. De energiebehoefte is zo ver mogelijk verlaagd. Een verdere verbetering van de schilisolatie levert bijna niets op. Er is net voldoende dak- en geveloppervlak beschikbaar voor realisatie van de benodigde PV.

4.24 Sport M

Een middelgroot zwembad met twee grote baden. Gebruiksoppervlak van circa 2.900 m².

Uitgangspunten voor alle concepten

- dichte delen R_c vloer/gevel/dak 3,5/4,5/6,0 m².K/W
- open delen U_{totaal} 1,0 W/m².K
- infiltratie $q_{v10;spec}$ 0,40 dm³/sm²
- medium water+lucht voor verwarming en koeling
- ventilatie debiet zwemdeel 200% x Bouwbesluit, rest Bouwbesluit, ventilatoren forfaitair terugregeling 60%
- verlichting geen aanwezigheidsdetectie in gemeenschappelijke ruimtes

Concept 1 - gas

- verwarming HR-ketel
- tapwater indirect gestookte boilers met HR107
- koeling HT compressie, zwemhal en kleedkamers geen koeling
- ventilatie balansventilatie met HR-wtw 95% (D2b2)
- verlichting 12 W/m² veegschakeling in zwemdeel, rest 6 W/m² veeg+daglichtregeling
- PV 224.000 Wp, circa 1.120 m²

Concept 2 - gaswarmtepomp

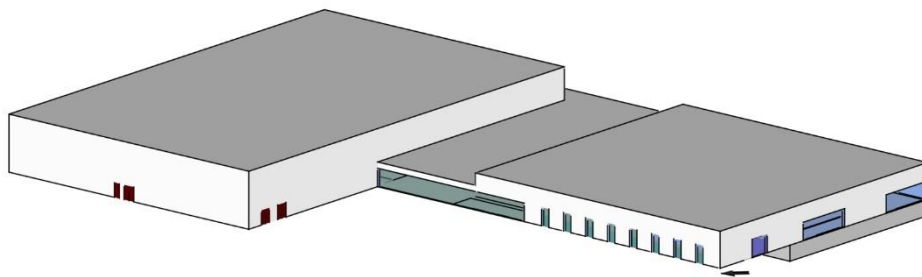
- verwarming gasgestookte warmtepomp met aquifer als bron
- tapwater DWTW, zonneboiler, indirect gestookte boilers met HR107
- koeling koudeopslag, zwemhal en kleedkamers geen koeling
- ventilatie balansventilatie met HR-wtw 95%, CO₂ regeling (D5a)
- verlichting 10 W/m² veegschakeling in zwemdeel, rest 6 W/m² veeg+daglichtregeling
- PV 78.000 Wp, circa 390 m²

Concept 3 - warmtelevering

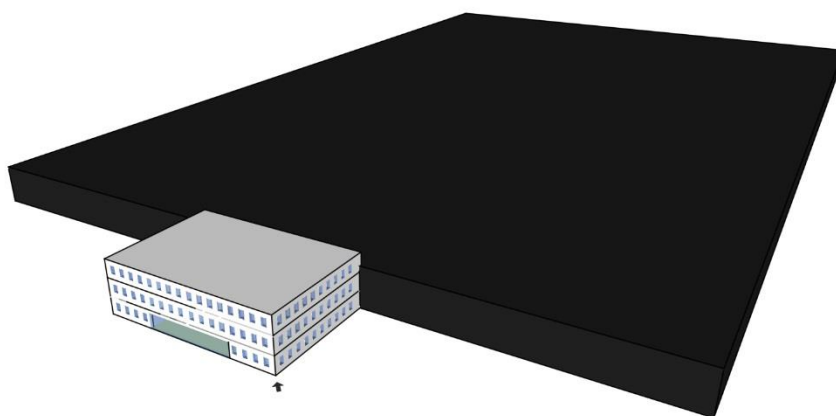
- verwarming externe warmtelevering
- tapwater indirect gestookte boilers met externe warmtelevering
- koeling HT compressie, zwemhal en kleedkamers geen koeling
- ventilatie balansventilatie met HR-wtw 95% (D2b2)
- verlichting 12 W/m² veegschakeling in zwemdeel, rest 6 W/m² veeg+daglichtregeling
- PV 146.000 Wp, circa 730 m²

Resultaten BENG indicatoren en E/E per concept

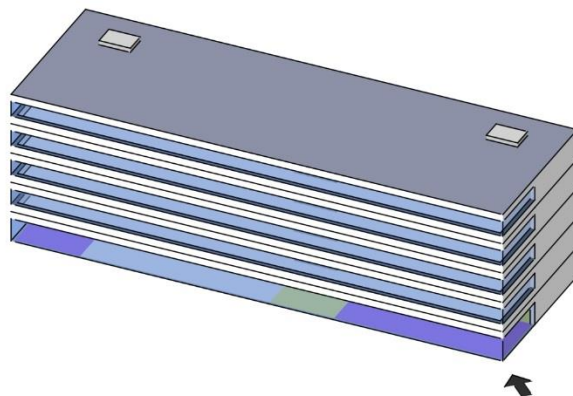
	Energiebehoefte [kWh/m ²]	Primaire energie [kWh/m ²]	Hernieuwbare energie	E/E [-]
Concepten	≤ 50	≤ 25	≥ 50%	
1 - gas	47,3	24,9	71,3%	-0,212
2 - all electric	44,3	24,7	66,0%	0,309
3 - warmtelevering	47,3	25,0	61,7%	0,058



25 Sport L



26 Kantoor S



27 Kantoor M

4.25 Sport L

Een groot sportcomplex met 2 grote sporthallen met tribunes en een zwembad met twee baden.
Gebruiksoppervlak van circa 8.500 m².

Uitgangspunten voor alle concepten

- dichte delen Rc vloer/gevel/dak 3,5/4,5/6,0 m².K/W
- open delen $U_{\text{totaal}} 1,0 \text{ W/m}^2.\text{K}$
- infiltratie $q_{v10;\text{spec}} 0,40 \text{ dm}^3/\text{sm}^2$
- medium water+lucht voor verwarming en lucht voor koeling in zwemdeel, rest water+lucht
- ventilatie debiet zwemdeel+sporthal 200% x Bouwbesluit, rest Bouwbesluit, ventilatoren forfaitair terugregeling 60%
- verlichting aanwezigheidsdetectie alleen in sporthal met kleedkamers

Concept 1 - gas

- verwarming HR-ketel
- tapwater indirect gestookte boilers met HR107
- koeling HT compressie
- ventilatie balansventilatie met HR-wtw 95% (D2b2)
- verlichting 12 W/m² veegschakeling in zwem/sportdeel, rest 6 W/m² veeg+daglichtregeling
- PV 580.000 Wp, circa 2.900 m²

Concept 2 - warmtepomp

- plafond open
- verwarming elektrische warmtepomp met aquifer als bron
- tapwater DWTW, zonneboiler, indirect gestookte boilers met HR107
- koeling koudeopslag
- ventilatie balansventilatie met HR-wtw 95%, CO₂ regeling (D5a)
- verlichting 14 W/m² veegschakeling in zwem/sportdeel, rest 6 W/m² veeg+daglichtregeling
- PV 340.000 Wp, circa 1.700 m²

Concept 3 - warmtelevering

- verwarming externe warmtelevering
- tapwater indirect gestookte boilers met externe warmtelevering
- koeling HT compressie
- ventilatie balansventilatie met HR-wtw 95% (D2b2)
- verlichting 12 W/m² met veegschakeling in zwemdeel, rest 6 W/m² met veeg+daglichtregeling
- PV 390.000 Wp, circa 1.950 m²

Resultaten BENG indicatoren en E/E per concept

	Energiebehoefte [kWh/m ²]	Primaire energie [kWh/m ²]	Hernieuwbare energie	E/E [-]
Concepten	≤ 50	≤ 25	≥ 50%	
1 - gas	46,5	24,8	70,8%	-0,103
2 - all electric	47,2	24,5	72,1%	0,343
3 - warmtelevering	46,5	24,9	62,9%	0,148

4.26 Kantoor S

Een kantoorgebouw aan de voorzijde van een bedrijfsgebouw met 3 bouwlagen. Met een gebruiksoppervlak van circa 1.700 m² niet echt klein, maar de overige kantoorgebouwen zijn een stuk groter. Er is uitgegaan van een aangrenzende verwarmde bedrijfshal 100x200 m.

Uitgangspunten voor alle concepten

- open delen $U_{\text{totaal}} 1,0 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$
- infiltratie forfaitair
- medium water voor verwarming en koeling
- ventilatie debiet conform Bouwbesluit en ventilatoren forfaitair
- verlichting 7 W/m^2 , veegschakeling met daglichtregeling

Concept 1 - gas

- dichte delen $R_c \text{ vloer/gevel/dak } 3,5/5,0/7,0 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$
- verwarming HR-ketel
- tapwater elektrische boilers
- koeling LT compressie
- ventilatie balansventilatie met HR-wtw 90% (D2b2)
- PV 40.000 Wp, circa 200 m²

Concept 2 - all electric

- dichte delen $R_c \text{ vloer/gevel/dak } 3,5/5,0/7,0 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$
- verwarming elektrische warmtepomp met als bron buitenlucht
- tapwater elektrische boilers
- koeling HT compressie
- ventilatie balansventilatie met HR-wtw 90% (D2b2)
- PV 34.000 Wp, circa 170 m²

Concept 3 - warmtelevering

- dichte delen $R_c \text{ vloer/gevel/dak } 5/6,0/7,5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$
- verwarming externe warmtelevering
- tapwater elektrische boilers
- koeling LT compressie
- ventilatie mechanische afzuiging met zelfregelende roosters (C2b)
- PV 62.000 Wp, circa 310 m²

Resultaten BENG indicatoren en E/E per concept

	Energiebehoefte [kWh/m ²]	Primaire energie [kWh/m ²]	Hernieuwbare energie	E/E [-]
Concepten	≤ 50	≤ 25	≥ 50%	
1 - gas	26,6	22,1	50,6%	0,242
2 - all electric	26,6	24,1	54,1%	0,264
3 - warmtelevering	49,5	24,5	58,9%	0,270

4.27 Kantoor M

Een middelgroot rechthoekig kantoorgebouw met 5 bouwlagen. Gebruiksoppervlak van circa 4.400 m².

Uitgangspunten voor alle concepten

- open delen $U_{\text{totaal}} 1,0 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
- infiltratie forfaitair
- ventilatie debiet 140% x Bouwbesluit, ventilatoren forfaitair
- verlichting 6 W/m^2 , veegschakeling met daglichtregeling

Concept 1 - gas

- dichte delen $R_c \text{ vloer/gevel/dak } 5,0/6,0/7,0 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$
- verwarming HR-ketel
- tapwater elektrische boilers
- koeling HT compressie
- medium water+lucht voor verwarming en koeling
- ventilatie balansventilatie met wtw 80%, CO₂ regeling (D5a), 40% terugregeling
- PV 96.000 Wp, circa 480 m²

Concept 2 - all electric

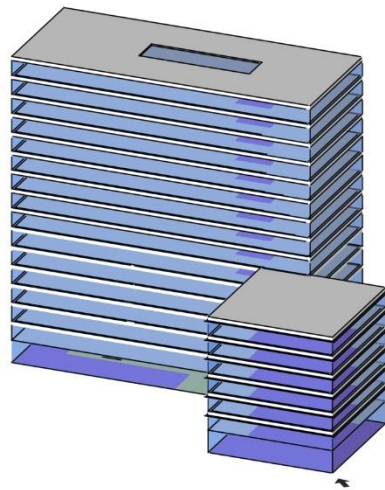
- dichte delen $R_c \text{ vloer/gevel/dak } 3,5/4,5/6,0 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$
- verwarming elektrische warmtepomp met als bron een aquifer
- tapwater elektrische boilers
- koeling koudeopslag
- medium water+lucht voor verwarming en koeling
- ventilatie balansventilatie met wtw 80% (D2b2), 40% terugregeling
- PV 80.000 Wp, circa 400 m²

Concept 3 - warmtelevering

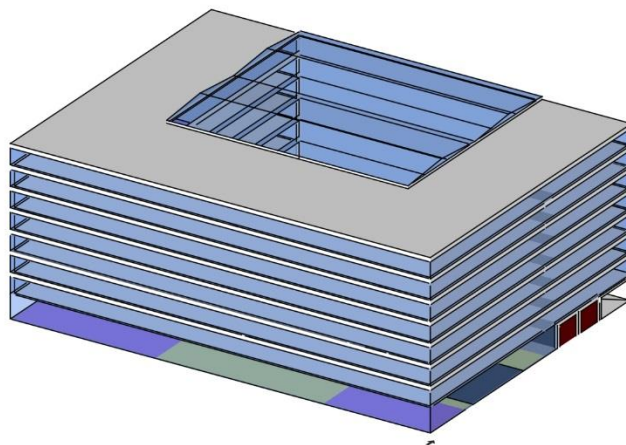
- dichte delen $R_c \text{ vloer/gevel/dak } 3,5/4,5/6,0 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$
- verwarming externe warmtelevering
- tapwater elektrische boilers
- koeling HT compressie
- medium water+lucht voor verwarming en water voor koeling
- ventilatie balansventilatie met wtw 80% (D2b2), 40% terugregeling
- PV 96.000 Wp, circa 480 m²

Resultaten BENG indicatoren en E/E per concept

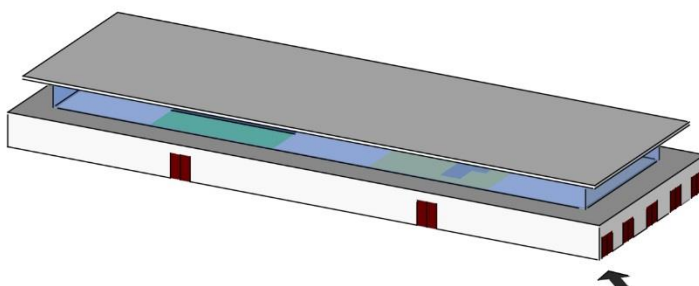
	Energiebehoefte [kWh/m ²]	Primaire energie [kWh/m ²]	Hernieuwbare energie	E/E [-]
Concepten	≤ 50	≤ 25	≥ 50%	
1 - gas	30,4	19,5	51,7%	0,384
2 - all electric	34,1	24,2	56,0%	0,419
3 - warmtelevering	30,5	19,7	51,4%	0,387



28 Kantoor XL1



29 Kantoor XL2



30 Bijeenkomst S

4.28 Kantoor XL1

Een zeer groot kantoorgebouw opgebouwd in 2 bouwdelen: een rechthoekig deel met 16 bouwlagen geschakeld met een lager vierkant deel met 7 bouwlagen. In het hoge deel zit een daklicht boven de vides. Gebruiksoppervlak van circa 24.500 m².

Uitgangspunten voor alle concepten

- dichte delen R_c vloer/gevel/dak 3,5/4,5/6,0 m².K/W
- infiltratie forfaitair
- plafond open
- ventilatie balansventilatie met wtw 80%, CO₂ regeling (D5a), debiet 140% x Bouwbesluit, 40% terugregeling, ventilatoren forfaitair
- verlichting 4 W/m², veegschakeling met daglichtregeling

Concept 1 - gas

- open delen U_{totaal} 0,9 W/m².K, lichtstraat met buitenzonwering
- verwarming HR-ketel
- tapwater elektrische boilers
- koeling HT compressie
- medium water+lucht voor verwarming en koeling
- PV 606.000 Wp, circa , circa 1.870 m² plat dak + 1.160 m² gevel/overstek

Concept 2 - all electric

- open delen U_{totaal} 1,0 W/m².K, lichtstraat met buitenzonwering
- verwarming elektrische warmtepomp met als bron een aquifer
- tapwater elektrische doorstroomtoestellen
- koeling koudeopslag
- medium water+lucht voor verwarming en koeling
- PV 370.000 Wp, circa 1.850 m²

Concept 3 - warmtelevering

- open delen U_{totaal} 1,0 W/m².K, lichtstraat met buitenzonwering
- verwarming externe warmtelevering
- tapwater elektrische boilers
- koeling HT compressie
- medium water+lucht voor verwarming en water voor koeling
- PV 524.000 Wp, circa 1.870 m² plat dak + 750 m² gevel/overstek

Resultaten BENG indicatoren en E/E per concept

	Energiebehoefte [kWh/m ²]	Primaire energie [kWh/m ²]	Hernieuwbare energie	E/E [-]
Concepten	≤ 50	≤ 25	≥ 50%	
1 - gas	31,3	20,1	50,6%	0,309
2 - all electric	32,8	25,0	54,1%	0,340
3 - warmtelevering	31,0	17,3	50,5%	0,276

4.29 Kantoor XL2

Een zeer groot kantoorgebouw in een U-vorm met een atrium op noord. Het gebouw heeft 8 bouwlagen. Gebruiksoppervlak van circa 24.000 m².

Uitgangspunten voor alle concepten

- dichte delen Rc vloer/gevel/dak 4,5/4,5/6,0 m².K/W
- open delen U_{totaal} 0,9 W/m².K, deuren parkeergarage 1,4 W/m².K, te openen ramen atriumdak U_{totaal} 1,4 W/m².K zonder buitenzonwering
- infiltratie forfaitair
- plafond open
- ventilatie balansventilatie met wtw 80%, CO₂ regeling (D5a), debiet 140% x Bouwbesluit, 40% terugregeling, ventilatoren forfaitair

Concept 1 - gas

- verwarming HR-ketel
- tapwater elektrische boilers
- koeling HT compressie
- medium water+lucht voor verwarming en koeling
- verlichting 7 W/m², veegschakeling met daglichtregeling
- PV 784.000 Wp, circa 2.800 m² plat dak + 1.120 m² overstek op zuid en west

Concept 2 - all electric

- verwarming elektrische warmtepomp met als bron een aquifer
- tapwater elektrische doorstroomtoestellen
- koeling koudeopslag + niet preferent warmtepomp in zomerbedrijf
- medium water+lucht voor verwarming en koeling
- verlichting 4 W/m², veegschakeling met daglichtregeling
- PV 460.000 Wp, circa 2.300 m²

Concept 3 - warmtelevering

- verwarming externe warmtelevering
- tapwater elektrische boilers
- koeling HT compressie
- medium water+lucht voor verwarming en koeling
- verlichting 4 W/m², veegschakeling met daglichtregeling
- PV 570.000 Wp, circa 2.850 m² plat dak

Resultaten BENG indicatoren en E/E per concept

	Energiebehoefte [kWh/m ²]	Primaire energie [kWh/m ²]	Hernieuwbare energie	E/E [-]
Concepten	≤ 50	≤ 25	≥ 50%	
1 - gas	40,8	23,9	52,6%	0,376
2 - all electric	40,9	24,5	59,7%	0,356
3 - warmtelevering	37,6	18,8	50,5%	0,307

4.30 Bijeenkomst S

Een rechthoekig bijeenkomstgebouw met 2 bouwlagen. Het gebouw kan dienst doen als verenigingsgebouw of als een paviljoen. De 1^e verdieping heeft een omloop met verdiepingshoge ramen en een overstekende dakrand. Gebruiksoppervlak van circa 1.750 m².

Uitgangspunten voor alle concepten

- dichte delen Rc vloer/gevel/dak 3,5/4,5/6,0 m².K/W
- open delen ramen en entree U_{totaal} 1,0 W/m².K geen zonwering, deuren 1,4 W/m².K
- infiltratie forfaitair
- tapwater elektrische boilers
- medium water+lucht voor verwarming en koeling
- ventilatie debiet 140% x Bouwbesluit, ventilatoren forfaitair

Concept 1 - gas

- verwarming HR-ketel
- koeling HT compressie
- ventilatie balansventilatie met wtw 80% (D2b2), 40% terugregeling
- verlichting 8 W/m², veegschakeling, boven in combinatie met daglichtregeling
- PV 90.000 Wp, circa 450 m²

Concept 2 - all electric

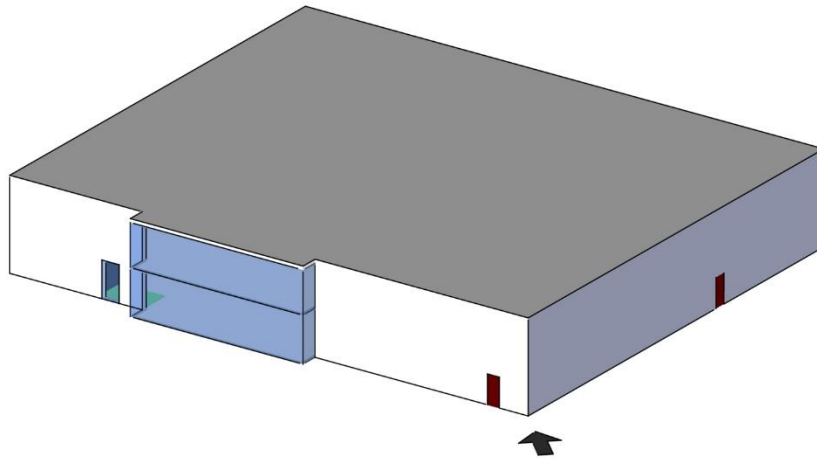
- verwarming elektrische warmtepomp met bodem als bron
- koeling bodemkoeling
- ventilatie balansventilatie met wtw 80%, CO₂ regeling (D5a), 60% terugregeling
- verlichting 8 W/m², veegschakeling, boven in combinatie met daglichtregeling
- PV 52.000 Wp, circa 260 m²

Concept 3 - warmtelevering

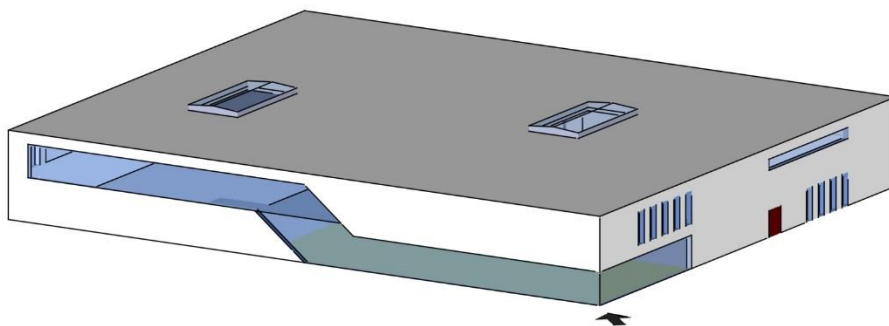
- verwarming externe warmtelevering
- koeling HT compressie
- ventilatie balansventilatie met wtw 80% (D2b2), 40% terugregeling
- verlichting 5 W/m², veegschakeling, boven in combinatie met daglichtregeling
- PV 54.000 Wp, circa 270 m²

Resultaten BENG indicatoren en E/E per concept

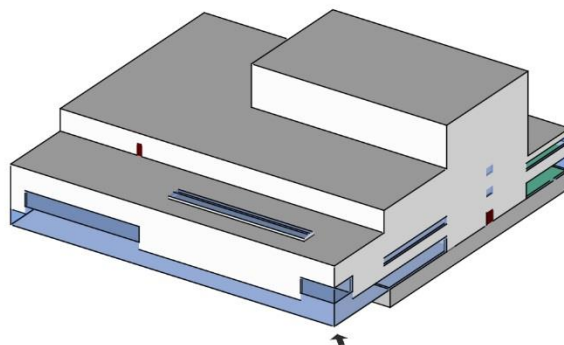
	Energiebehoefte [kWh/m ²]	Primaire energie [kWh/m ²]	Hernieuwbare energie	E/E [-]
Concepten	≤ 50	≤ 25	≥ 50%	
1 - gas	48,6	24,1	63,2%	0,047
2 - all electric	45,2	23,8	66,4%	0,261
3 - warmtelevering	46,1	23,2	51,7%	0,217



31 Bijeenkomst M



32 Bijeenkomst L



33 Bijeenkomst XL

4.31 Bijeenkomst M

Een bijna vierkant bijeenkomstgebouw voor een bioscoop met zes zalen. Het gebouw heeft deels twee bouwlagen. Aan de entreezijde is een grote glaspui. Gebruiksoppervlak van circa 2.350 m².

Uitgangspunten voor alle concepten

- dichte delen Rc vloer/gevel/dak 3,5/4,5/6,0 m².K/W
- open delen ramen en entree U_{totaal} 1,0 W/m².K geen zonwering, deuren 1,4 W/m².K
- infiltratie forfaitair
- medium water+lucht voor verwarming en koeling
- ventilatie debiet 180% Bouwbesluit, ventilatoren forfaitair

Concept 1 - gas

- verwarming HR-ketel
- tapwater elektrische boilers
- koeling HT compressie
- ventilatie balansventilatie met HR-wtw 80% (D2b2), 40% terugregeling
- verlichting 8 W/m², veegschakeling
- PV 110.000 Wp, circa 550 m²

Concept 2 - all electric

- verwarming elektrische warmtepomp met bodem als bron
- tapwater elektrisch doorstroomtoestel
- koeling bodemkoeling
- ventilatie balansventilatie met HR-wtw 80% (D2b2), 40% terugregeling
- verlichting 8 W/m², veegschakeling
- PV 68.000 Wp, circa 340 m²

Concept 3 - warmtelevering

- verwarming externe warmtelevering
- tapwater elektrische boilers
- koeling HT compressie
- ventilatie balansventilatie met HR-wtw 80%, CO₂ regeling (D5a), 60% terugregeling
- verlichting 5 W/m², veegschakeling
- PV 70.000 Wp, circa 350 m²

Resultaten BENG indicatoren en E/E per concept

	Energiebehoefte [kWh/m ²]	Primaire energie [kWh/m ²]	Hernieuwbare energie	E/E [-]
Concepten	≤ 50	≤ 25	≥ 50%	
1 - gas	46,2	24,5	60,5%	0,125
2 - all electric	41,8	24,3	64,2%	0,285
3 - warmtelevering	43,6	22,5	51,5%	0,262

4.32 Bijeenkomst L

Een rechthoekig bijeenkomstgebouw voor een museum met een filmzaal. Het gebouw heeft grotendeels twee bouwlagen. Aan de entreezijde is een grote glaspui. Gebruiksoppervlak van circa 5.000 m².

Uitgangspunten voor alle concepten

- dichte delen Rc vloer/gevel/dak 3,5/4,5/6,0 m².K/W
- open delen ramen en entree U_{totaal} 1,0 W/m².K, deuren en glasdak 1,4 W/m².K
entree geen zonwering
- infiltratie forfaitair
- tapwater elektrische boilers
- medium water+lucht voor verwarming en koeling
- ventilatie debiet 180% Bouwbesluit, ventilatoren forfaitair
- verlichting geen aanwezigheidsdetectie
- bevochtiging elektrisch in museumzalen

Concept 1 - gas

- verwarming HR-ketel
- koeling HT compressie
- ventilatie balansventilatie met HR-wtw 80%, CO₂ regeling (D5a), 60% terugregeling
- verlichting in museumzalen 20 W/m² rest 8 W/m², veegschakeling
- PV 244.000 Wp, circa 1.220 m²

Concept 2 - all electric

- verwarming elektrische warmtepomp met aquifer als bron, COP=6
- koeling koudeopslag
- ventilatie balansventilatie met HR-wtw 80% (D2b2), 40% terugregeling
- verlichting in museumzalen 16 W/m² rest 8 W/m², veegschakeling
- PV 210.000 Wp, circa 1.050 m²

Concept 3 - warmtelevering

- verwarming externe warmtelevering
- koeling HT compressie
- ventilatie balansventilatie met HR-wtw 80% (D2b2), 40% terugregeling
- verlichting in museumzalen 14 W/m² rest 8 W/m², veegschakeling
- PV 210.000 Wp, circa 1.050 m²

Resultaten BENG indicatoren en E/E per concept

	Energiebehoefte [kWh/m ²]	Primaire energie [kWh/m ²]	Hernieuwbare energie	E/E [-]
Concepten	≤ 50	≤ 25	≥ 50%	
1 - gas	50,0	24,8	61,4%	0,323
2 - all electric	49,8	23,7	67,4%	0,308
3 - warmtelevering	47,0	24,7	57,9%	0,322

4.33 Bijeenkomst XL

Een groot bijeenkomstgebouw voor een theater of schouwburg met een kleine en een grote zaal. Het gebouw heeft een ruimte foyer met vide over 3 bouwlagen. Aan de entreezijde bij de foyer is een grote glaspui. Gebruiksoppervlak van circa 9.700 m².

Uitgangspunten voor alle concepten

- dichte delen Rc vloer/gevel/dak 3,5/4,5/6,0 m².K/W
- open delen ramen en entree U_{totaal} 1,0 W/m².K, deuren en glasdak 1,4 W/m².K
entree geen zonwering
- infiltratie forfaitair
- tapwater elektrische boilers
- medium lucht voor verwarming en koeling in de theaterzalen, overig water+lucht
- ventilatie debiet theaterzalen/foyer 400%/200% x Bouwbesluit, overig conform bouwbesluit, 60% terugregeling, ventilatoren forfaitair
- verlichting geen aanwezigheidsdetectie in foyer en theaterzalen, de toneelverlichting is buiten beschouwing gelaten, dit is beschouwd als procesgebonden energiegebruik

Concept 1 - gas

- verwarming HR-ketel
- koeling HT compressie
- ventilatie balansventilatie met HR-wtw 80% (D2b2), theater/foyer met CO₂ regeling (D5a)
- verlichting in theater/foyer 8 W/m² vertrekschakeling, overig 6 W/m², veegschakeling
- PV 380.000 Wp, circa 1.900 m²

Concept 2 - all electric

- verwarming elektrische warmtepomp met aquifer als bron
- koeling koudeopslag
- ventilatie balansventilatie met HR-wtw 80% (D2b2)
- verlichting in theater/foyer 10 W/m² vertrekschakeling, overig 6 W/m², veegschakeling
- PV 330.000 Wp, circa 1.650 m²

Concept 3 - warmtelevering

- verwarming externe warmtelevering
- koeling HT compressie
- ventilatie balansventilatie met HR-wtw 80% (D2b2)
- verlichting in theater/foyer 10 W/m² vertrekschakeling, overig 6 W/m², veegschakeling
- PV 360.000 Wp, circa 1.800 m²

Resultaten BENG indicatoren en E/E per concept

	Energiebehoefte [kWh/m ²]	Primaire energie [kWh/m ²]	Hernieuwbare energie	E/E [-]
Concepten	≤ 50	≤ 25	≥ 50%	
1 - gas	43,1	25,0	55,7%	0,282
2 - all electric	47,6	24,6	67,3%	0,336
3 - warmtelevering	47,6	24,6	54,7%	0,336

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Gaalen', with a large, sweeping flourish extending to the right.

ir. J.M. (Ieke) Kuijpers - van Gaalen
DGMR Bouw B.V.

Bijlage 1

Titel

Invloed van gebruiksfunctieprofielen in EPG

Gebruiksfunctieprofielen in EPG

datum 11 mei 2016
vestiging Arnhem
uw kenmerk -
ons kenmerk E.2015.1371.N002
verwerkt door GA

project RVO/BENG referentiegebouwen
betreft Effect van gebruiksfunctieprofielen in EPG
versie concept
contactpersoon ir. R.M.M. (René) van der Loos
e-mail/telefoon rlo@dgmr.nl/088 346 76 16

1. Inleiding

Binnen het kader van de ontwikkeling van de referentiegebouwen is er gekeken naar de invloed van de gebruikersprofielen die opgenomen zijn in NEN 7120. Doel hiervan is om te onderzoeken of het mogelijk dan wel gewenst is om het aantal referentiegebouwen te beperken.

Het onderzoek is uitgevoerd door te kijken naar één gebouw waarin alleen de gebruiksfunctie gewisseld wordt. Dat geeft een eerste inzicht in het effect dat de huidige gebruikersprofielen in NEN 7120 hebben op de BENG indicatoren. Hierbij is zowel gekeken naar de energiebehoefte als naar het primair energiegebruik. De indicator duurzame energie wordt niet beïnvloedt door de gebruikersprofielen.

Bij het beoordelen van de resultaten van de gebruiksprofielen wordt feitelijk in beeld gebracht welke uitgangspunten voor de gebruiksfuncties in de NEN 7120 in combinatie met NEN 8088 zijn opgenomen. In de praktijk zullen echter voor bijvoorbeeld een kantoor ten opzichte van de norm afwijkende bedrijfstijden van toepassing zijn mede afhankelijk van het gebruik in de avonden en eventueel weekenden. Tevens zal er sprake zijn van afwijkende bezettingsgraden afhankelijk van de wijze van bedrijfsvoering door de gebruiker van het gebouw. De analyse van de gebruiksprofielen uit NEN 7120 geeft dus geen beeld van de verschillende manieren waarop een bepaald gebouwtype in de praktijk gebruikt kan worden, maar van het gebruik dat in NEN 7120 als gestandaardiseerd gebruik voor de gebruiksfunctie is opgenomen.

In het huidige onderzoek is er niet gekeken naar de representativiteit van deze gebruiksprofielen.

Er zijn twee analyses voor het wisselen van de gebruiksfunctie uitgevoerd:

- a verlichting en ventilatoren forfaitair per gebruiksfunctie, ventilatie capaciteit onbekend (er wordt dan per gebruiksfunctie gerekend met een minimum ventilatiedebiet op basis van Bouwbesluit)
- b verlichting 10 W/m² en ventilatie 2-voudig (onafhankelijk van de gebruiksfunctie)

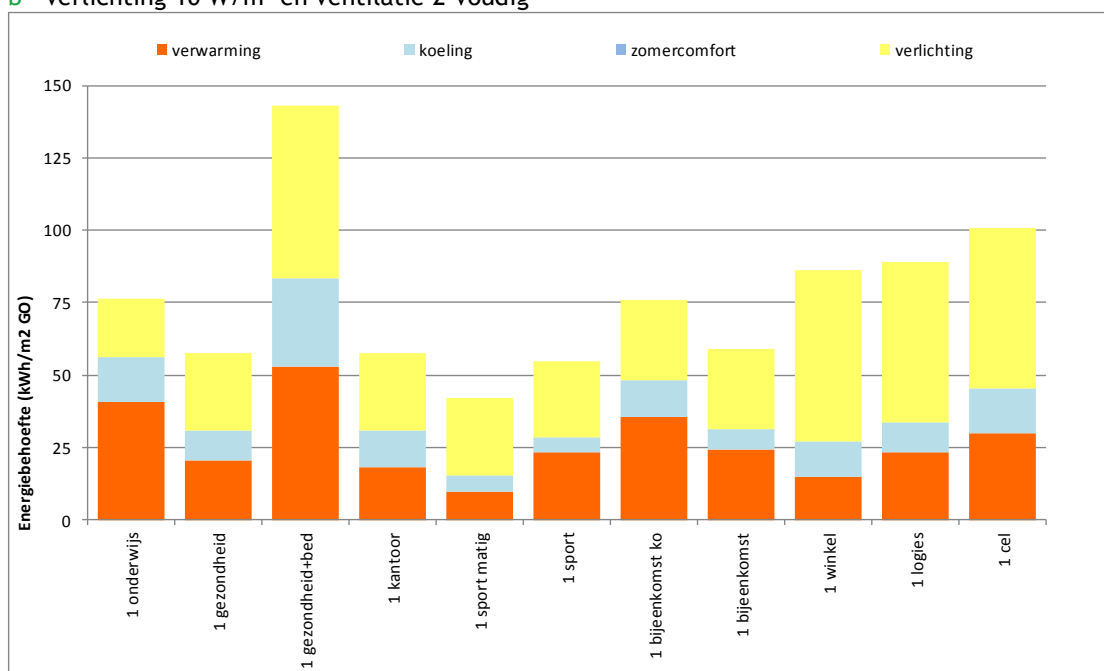
Bij deze laatste analyse is de invloed van het verlichtingsvermogen en het ventilatiedebiet op een vaste waarde gezet (voor alle gebruiksfuncties gelijk). Er wordt dan alleen gekeken naar de invloed van gebruikstijden, binnentemperatuur en interne warmtelast - factoren die niet beïnvloedt worden door gebruiksinvoer. Bij verlichting en ventilatie kan de gebruiker in de EPC berekening eigen waarden opgeven. De resultaten van de eerste analyse zijn daardoor alleen geldig indien er forfaitair gerekend wordt voor verlichting en ventilatie.

Bij de analyse is er voor de geometrische gegevens uitgegaan van het HBO-gebouw van 4 verdiepingen hoog en een gebruiksoppervlak van 13.712 m². Er is van uitgegaan dat het gebruiksoppervlak volledig één gebruiksfunctie is.

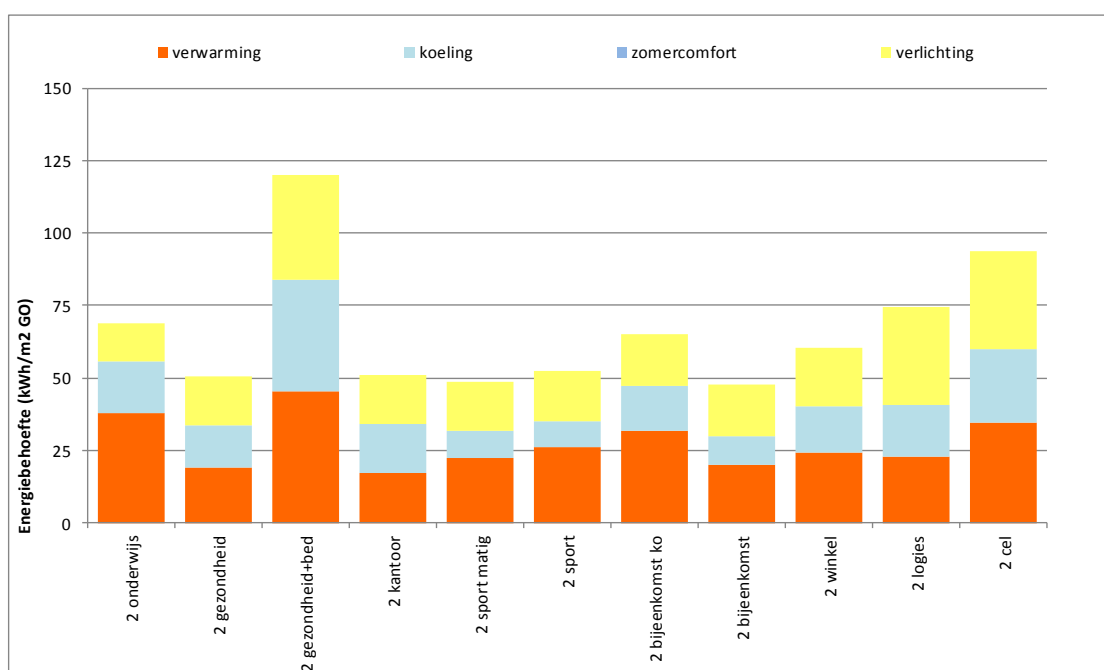
2. Resultaten energiebehoefte

In figuur 1 en 2 zijn de resultaten weergegeven voor de analyse van de energiebehoefte voor beide onderzochte situaties:

- a verlichting en ventilatoren forfaitair, ventilatie capaciteit onbekend
- b verlichting 10 W/m² en ventilatie 2-voudig



Figuur 1 Energiebehoefte bij verschillende gebruiksfuncties: a verlichting en ventilatoren forfaitair; ventilatie onbekend



Figuur 2 Energiebehoefte bij verschillende gebruiksfuncties; b verlichting 10 W/m² en ventilatie 2-voudig

In figuur 1 en 2 is te zien dat de invloed van verlichting groot is. In figuur 1 is dit een combinatie van de het geïnstalleerd verlichtingsvermogen en de gebruikstijd. In figuur 2 is het verlichtingsvermogen vastgezet op 10 W/m². Hierdoor zijn de verschillen bij verlichting alleen nog toe te rekenen aan de verschillen in gebruikstijden (branduren overdag en in de avond) die in NEN7120 worden aangehouden.

Op grond van de resultaten voor analyse a in figuur 1 lijken de volgende gebruiksfuncties in het doorgerekende voorbeeldgebouw een vergelijkbaar resultaat te hebben qua energiebehoefte:

- onderwijs en bijeenkomst kinderopvang (ko)
- winkel en logies
- gezondheid (zonder bed), kantoor, sport en bijeenkomst

Wel is de verdeling van de posten verwarming en koeling enigszins verschillend.

Bij de resultaten voor analyse b in figuur 2 ontstaan bij winkel en logies echter verschillen tussen beide gebruiksfuncties. Voor de andere twee groepen gebruiksfuncties kan wel geconstateerd worden dat deze voor beide analyses weinig onderscheidend zijn qua energiebehoefte.

3. Resultaten primaire energie

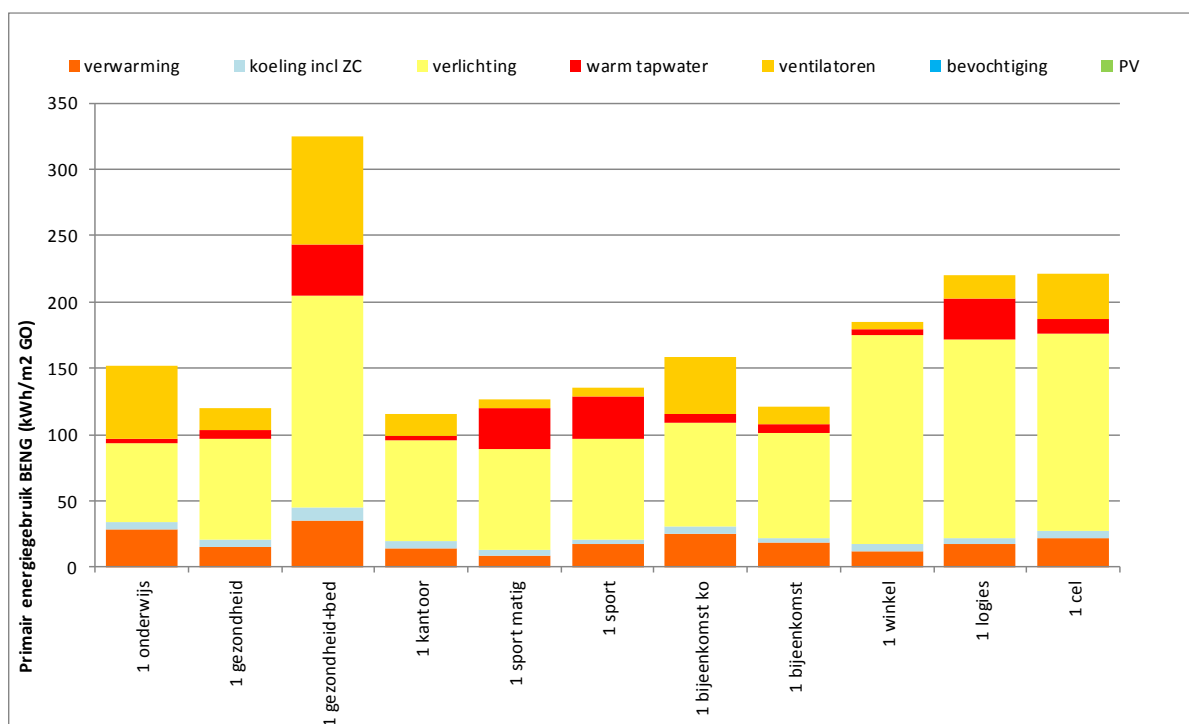
In figuur 3 en 4 zijn de resultaten weergegeven voor de analyse van de primaire energie voor beide onderzochte situaties:

- a verlichting en ventilatoren forfaitair, ventilatie capaciteit onbekend
- b verlichting 10 W/m² en ventilatie 2-voudig

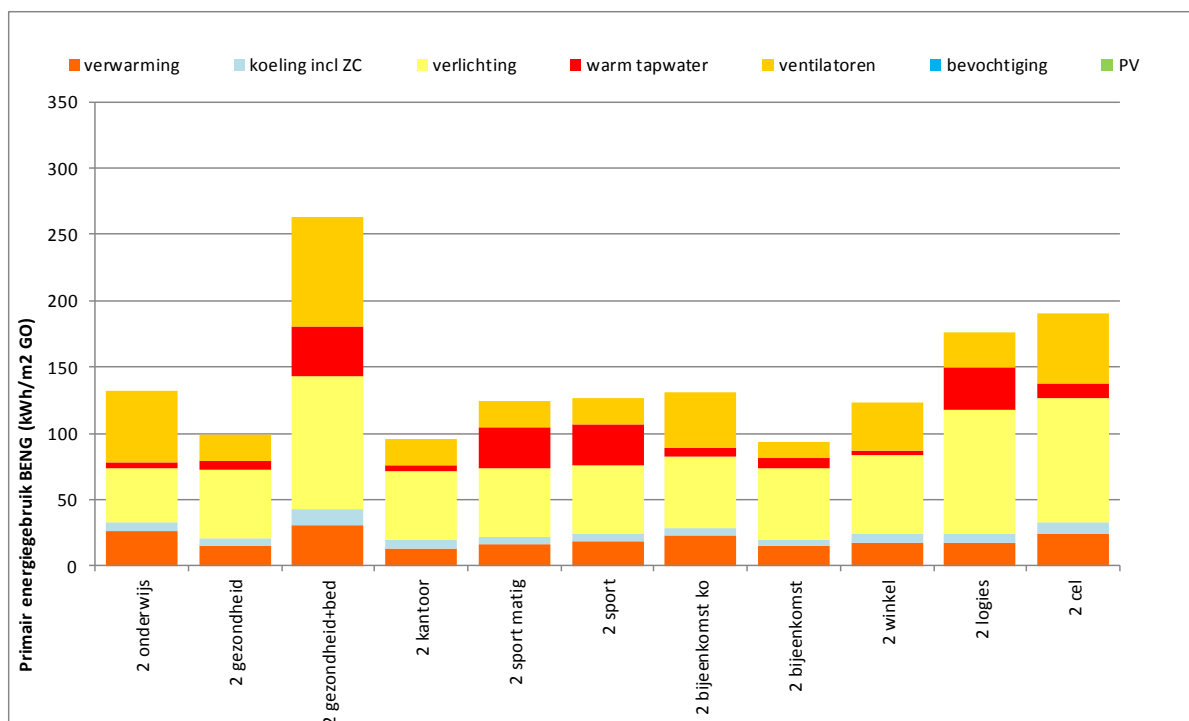
De uitgangspunten zijn gelijk aan de analyse voor de energiebehoefte. De installaties in het gebouw voor verwarming, koeling en ventilatie zijn voor alle onderzochte gebruiksfuncties gelijk.

Bij het primair energiegebruik is het aandeel van verlichting nog groter dan bij de energiebehoefte.

Gebruiksfunctieprofielen in EPG



Figuur 3 Primaire energie bij verschillende gebruiksfuncties verlichting en ventilatoren forfaitair; ventilatie onbekend



Figuur 4 Primaire energie bij verschillende gebruiksfuncties; verlichting 10 W/m² en ventilatie 2-voudig

Op grond van de resultaten voor analyse a in figuur 3 lijken de volgende gebruiksfuncties in het doorgerekende voorbeeldgebouw een vergelijkbaar resultaat te hebben qua primair energiegebruik:

- onderwijs en bijeenkomst kinderopvang (ko)
- logies en cel
- gezondheid (zonder bed), kantoor en bijeenkomst

Bij logies en cel is de verdeling van de posten warm tapwater en ventilatoren duidelijk verschillend.

Wanneer bij de sportfunctie de invloed van warm tapwater buiten beschouwing gelaten wordt, kan ook sport onder de derde groep met gezondheid (zonder bed), kantoor en bijeenkomst geschaard worden. Dit was bij de energiebehoefte (waar tapwater niet in wordt meegenomen) ook het geval.

Bij de resultaten voor analyse b in figuur 4 ontstaan tussen logies en cel echter verschillen. Voor de andere twee groepen gebruiksfuncties kan wel geconstateerd worden dat deze weinig onderscheidend zijn qua primair energiegebruik.

4. Conclusie

Doel van het uitgevoerde onderzoek is het in beeld brengen van de mogelijkheden voor het beperken van het aantal gebruiksfuncties en daarmee mogelijk het aantal referentiegebouwen voor utiliteit beperken. Hierbij is alleen gekeken naar de invloed van het gestandaardiseerde gebruiksprofiel zoals dat voor elke gebruiksfunctie in NEN 7120 is opgenomen.

Wanneer er naar de verschillende analyses voor energiebehoefte en primair energiegebruik gekeken wordt, kan geconstateerd worden dat de volgende groepen gebruiksfuncties in het doorgerekende voorbeeldgebouw tot een vergelijkbaar resultaat leiden. Wel is de verdeling van de posten bij een aantal gebruiksfuncties enigszins verschillend:

- onderwijs en bijeenkomst kinderopvang (ko)
- gezondheid (zonder bed), kantoor en bijeenkomst

Bij de laatste groep zou sport op grond van de energiebehoefte ook toegevoegd kunnen worden, maar het primaire energiegebruik ligt hoger door de hogere tapwatervraag bij sportfuncties. In de energiebehoefte wordt de tapwaterbehoefte niet meegenomen waardoor dit verschil niet tot uiting komt.

De energiebehoefte en het primair energiegebruik voor de gebruiksfunctie gezondheidszorg met bedgebed is veel hoger dan voor de andere gebruiksfuncties. Op grond van het gebruiksprofiel uit NEN 7120 is hiervoor geen vereenvoudiging mogelijk.

De categorie bijeenkomst voor kinderopvang leidt tot vergelijkbare resultaten als onderwijs. Typisch daarbij is dat de gebruiksfunctie bijeenkomst voor kinderopvang voor de EPC vrijwel gelijk is aan de gebruiksfunctie bijeenkomst (overig). Wel wordt er gerekend met een hoger ventilatiedebiet op basis van Bouwbesluit. Ook bij onderwijs is er natuurlijk sprake van een relatief hoog ventilatiedebiet. Voor de gebruiksfunctie bijeenkomst voor kinderopvang waren geen aparte referentiegebouwen gepland. Deze gebruiksfunctie maakt onderdeel uit van een brede school en/of een multifunctioneel centrum. Voor onderwijs zijn verschillende referentiegebouwen in ontwikkeling. Feitelijk is het hierdoor voor de energieprestatie van het referentiegebouw niet nodig om onderscheid te maken tussen het gedeelte met onderwijs en het gedeelte met kinderopvang.

Beperking van het aantal referentiegebouwen zou op grond van bovenstaande mogelijk zijn voor de referentiegebouwen voor de gebruiksfuncties gezondheid (zonder bed), kantoor en bijeenkomst. Hiervoor worden momenteel de onderstaande BENG referentiegebouwen ontwikkeld.

tabel 1

Gebouw	Voorbeeld	BVO (m ²)
Gezondheidsgebouw zonder bed S	Gezondheidscentrum (niet klinisch), kantoor	1.000
Kantoor S	Kantoor klein	1.800
Kantoor M	Kantoor middel	6.000
Kantoor XL 1	Kantoor groot variant 1, 2 bouwblokken	24.000
Kantoor XL 2	Kantoor groot variant 2, atrium	24.000
Bijeenkomstgebouw S	Verenigingsgebouw, vergaderpaviljoen	1.500
Bijeenkomstgebouw M	Bioscoop	2.390
Bijeenkomstgebouw L	Museum, bioscoop, poppodium	6.000
Bijeenkomstgebouw XL	Theater	13.000

Van het kleine gebouw voor gezondheid (zonder bed) was al geconstateerd dat dit ook een kantoorgebouw kan zijn. Daaraan zou theoretisch dus ook een bijeenkomstfunctie toegekend kunnen worden. Hiervoor is nu het bijeenkomstgebouw S voorgesteld. Het verschil tussen deze gebouwen zit met name in de toegepaste hoeveelheid glas en in het klimatiserings/ventilatie concept.

Ook voor de grotere gebouwen zou op grond van de vergelijkbare resultaten voor het doorgerkende voorbeeldgebouw verwacht kunnen worden dat de gebruiksfunctie kantoor en bijeenkomst uitwisselbaar zijn. Dit is echter wat te kort door de bocht.

De voorbeeldgebouwen zijn onderscheidend op een aantal andere punten die in de huidige onderzoek niet tot uiting komen doordat in de analyse gekeken is naar één voorbeeldgebouw met verschillende gebruiksfuncties. Het gaat daarbij om:

- de verschijningsvorm van theater en bioscoop versus grotere kantoorgebouwen.
 - bij deze bijeenkomst gebouwen is er sprake van een veel lager aandeel open geveldelen
 - de verhouding verlies/gebruiksoppervlak door de grotere verdiepingshoogte bij zalen
- installatietechnische verschillen zoals:
 - het ventilatiedebiet bij hoge bezettingen in bijeenkomstgebouwen
 - het geïnstalleerde verlichtingsvermogen bij bijvoorbeeld musea

Uiteindelijk zijn deze gebruiksfuncties in de analyse wel uitgewisseld, maar in de praktijk leiden deze gebruiksfuncties ook tot andere bouwkundige vormen en installatietechnische keuzes. Het vereenvoudigen van de gebruiksfuncties zou dan wel mogelijk zijn, maar dit leidt niet automatisch tot een beperking van de bijbehorende referentiegebouwen. Op een kantoorverdieping kan immers geen theaterzaal gerealiseerd worden.

De enige beperking in de referentiegebouwen die wij voor de hand vinden liggen is de overlap tussen een klein kantoor en een gezondheidsgebouw zonder bed. Een verschil hierbij is nog de omvang van het gebruiksoppervlak van 1.800 versus 1.000 m².

Indien overwogen wordt om het aantal referentiegebouwen voor andere gebruiksfuncties te beperken dan adviseren wij om op voorhand de gebruiksfunctie in deze grotere referentiegebouwen uit te wisselen om te beoordelen of dat in dergelijk gebouwvormen ook nog steeds leidt tot vergelijkbare resultaten. Daarbij rekening houdend met de gebruiksfunctie specifieke kenmerken zoals verschijningsvorm en installatie- en ventilatieconcept.

Bijlage 2

Titel

Toepassing van BIM voor referentiegebouwen

BIM en referentiegebouwen

datum 11 mei 2016
vestiging Arnhem
uw kenmerk -
ons kenmerk E.2015.1371.00.N001
verwerkt door RLO|GA

project RVO/BENG referentiegebouwen
betreft Toepasbaarheid van BIM
versie 001
contactpersoon ing. M. (Machiel) Huisman
e-mail/telefoon mhi@dgm.nl/088 346 76 22

1. Inleiding

Bij de ontwikkeling van nieuwe gebouwen wordt steeds meer gebruik gemaakt van BIM - (ge)Bouw Informatie Modellen. Bij de ontwikkeling van de nieuwe referentiegebouwen BENG is daarom de vraag gesteld in hoeverre het zinvol is om hierbij BIM toe te passen. In deze notitie wordt ingegaan op de sterke en zwakke punten bij de toepassing van BIM voor de referentiegebouwen.

Allereerst wordt in hoofdstuk 2 ingegaan op het gebruik van de referentiegebouwen en de definitie van BIM voor dit onderzoek. Vervolgens wordt in hoofdstuk 3 de toepassing van BIM beschreven voor referentiegebouwen. De huidige manier van vastleggen van de referentiegebouwen is beschreven in hoofdstuk 4. De verschillen en voor- en nadelen van beide methoden worden besproken in hoofdstuk 5, waarna wordt afgesloten met een conclusie.

2. Uitgangspunten

2.1 Referentiegebouwen

De referentiegebouwen worden gebruikt voor het (beleidsmatig) rekenen aan energieprestaties. Dit kan variëren van kosten/batenstudies bij aanscherpingen van de energieprestatie-eisen tot C_{epc} -studies bij aanpassing van de beoordelingsmethode. Hierbij worden effecten van voorgenomen beleidswijzigingen in beeld gebracht.

Daarnaast worden de referentiegebouwen voornamelijk gebruikt voor het in beeld brengen van het effect van verschillende maatregelen. De referentiewoningen zijn bijvoorbeeld verwerkt in het softwarepakket 'EPG en kosten' en de utiliteitsgebouwen in de energiebesparingsverkenner utiliteitsbouw. Daarnaast worden de referentiegebouwen nog gebruikt in artikelen en/of presentaties om effecten van energiebesparende maatregelen bij voorbeeldgebouwen inzichtelijk te maken.

De basis van de referentiegebouwen is de invoer voor de energieprestatie. In de kern gaat het bij de referentiegebouwen om het vastleggen van de invoergegevens hiervoor. De uittrekstaat van verliesoppervlaktes met bijbehorende oriëntatie, belemmering en warmteweerstanden en het gebruiksoppervlak, gerubriceerd per rekenzone.

2.2 BIM

Onder een BIM wordt voor dit onderzoek een 3d weergave van een gebouw verstaan, met daarbij de informatie over de bijbehorende gegevens van de materialisatie vastgelegd in een uitwisselbaar bestandsformaat, bijvoorbeeld IFC.

Een BIM is opgebouwd uit bouwkundige en installatietechnische elementen die gezamenlijk het gebouw vormen. Aan deze elementen kunnen materiaaleigenschappen toegekend worden, bijvoorbeeld het soortelijk gewicht, de lambda waarde, ZTA waarde of het verwarmingsvermogen. Door de

eigenschappen direct toe te kennen aan de elementen is de geometrie in combinatie met de materiaaleigenschappen eenduidig vastgelegd.

3. Toepassing

Als we kijken naar het gebruik van de referentiegebouwen wordt er gekeken naar het effect op de energieprestatie (de vastgelegde indicatoren zoals EPC en het gebouwgebonden energiegebruik). In de referenties zijn in de basis de vorm en de afmetingen van het gebouw vastgelegd gerelateerd aan het type gebruik. In de referentiegebouwen staan installatietechnische concepten in zekere zin los van het gebouw. Bij eenzelfde gebouw zijn immers verschillende concepten te realiseren met een zelfde effect op de energieprestatie. Dit geldt tot op zeker niveau ook voor de luchtdichtheid, Rc-, U- en psi-waarden van de gebouwschil en de thermische capaciteit van het gebouw. De Rc- en U-waarde moeten minimaal voldoen aan de vangnet-eisen uit het Bouwbesluit, voor zover van toepassing, maar kunnen ook met betere prestaties in het concept worden verwerkt.

De maatregelen aan de gebouwschil bepalen mede de verhoudingen tussen binnen en buitenoppervlaktes van de ruimtes en het gebouw. De gevel-, dak- en vloeroppervlaktes van de binnenruimtes (voor zover deze grenzen aan buitenlucht) bepalen het transmissieoppervlak. Dit oppervlak vormt de invoer voor de energieprestatieberekeningen. Tot op zeker niveau kan een aanpassing van de Rc-waarde dus leiden tot andere gebouwafmetingen (kleiner Ag of groter BVO).

In een BIM model zijn de gegevens die benodigd zijn voor de EPC berekening niet direct uit het model te halen. In het model zijn de geometrische gegevens nauwkeurig vastgelegd. Daarnaast kunnen materiaalgegevens vastgelegd worden zoals dikte en lambda-waarde. Hieruit kunnen de benodigde Rc-waarden bepaald worden. De bepaling van de Rc-waarde vindt echter buiten het model plaats. Van de verschillende benodigde bouwkundige gegevens voor de invoer van de energieprestatie staat in tabel 1 aangegeven in hoeverre deze herleidbaar zijn uit het model.

Installatietechnische elementen kunnen ook binnen een BIM gemodelleerd worden. Dit gebeurt op dezelfde wijze als bouwkundige elementen. Voor een verwarmingsconcept kan het opweksysteem, distributiesysteem en afgiftesysteem gemodelleerd worden. Net als met de Rc-waarde correspondeert dit niet direct met de invoer voor de EPC berekening. Van een concept is het rendement van de verschillende systeemdelen benodigd. Dit zit niet standaard in een BIM. Eventueel kan dit handmatig aan een rekenzone of klimatiseringszone toegekend worden. De herleidbaarheid van installatietechnische gegevens uit het model is weergegeven in tabel 2.

tabel 1 herleidbaarheid bouwkundige uitgangspunten

Benodigd gegeven	BIM
Ag klimatisering-/ rekenzone	kan door middel van een zone aan het model toegevoegd worden. Gebouwdelen die grenzen aan meerdere zones moeten opgeknipt worden in meerdere delen. Voor andere modelgebruikers is dit echter ongewenst.
Oriëntatie per geveldeel en rekenzone	<i>handmatig</i> uit het model te herleiden aan de hand van de gegeven oriëntatie
Rc- of U-waarde per geveldeel en rekenzone	beschrijving van de Rc- en U-waarde per component kan aan het model toegekend worden. De Rc-waarde wordt niet automatisch berekend aan de hand van diktes en lambda waarden. De ligging aan een bepaalde rekenzone wordt niet automatisch herkend. <i>De oppervlaktes moeten handmatig bepaald worden. Er is nog geen automatische uitvoer beschikbaar.</i>
Begrenzing per geveldeel	Begrenzing met buiten volgt in de basis uit het model maar een overzicht kan niet automatisch uit het model gegenereerd worden.
psi-waarde	kan niet aan het model toegekend worden, de gegevens voor de berekening zijn aanwezig in het model*

Luchtdichtheid	kan niet aan het model toegekend worden, de gegevens voor de berekening zijn aanwezig in het model*
thermische massa	de gegevens voor de bepaling hiervan zijn in het model aanwezig (geometrie en dichtheid), bepaling thermische massa dient <i>handmatig</i> te worden uitgevoerd.

* in een BIM kunnen alleen waarden toegekend worden aan elementen of samengestelde elementen. De psi-waarde wordt bepaald aan de hand van de verschillende (samengestelde) elementen die in het knooppunt aanwezig zijn. Het is daarom niet mogelijk om deze waarde toe te kennen aan het model. Mogelijk dat de waarde uit de beschikbare gegevens in het model berekend kan worden maar hiervoor is een aanvullende rekenmodule nodig (3D koudebrug berekening). De psi-waarden moeten dan na elke relevante wijziging opnieuw berekend worden.

tabel 2 herleidbaarheid bouwkundige uitgangspunten

Benodigd gegeven	BIM
rendement van opwekking, distributie en afgifte warmte, koude en warmtapwater	beschrijving van het rendement per component kan aan het model toegekend worden. Omschrijvingen komen niet direct overeen met benodigde invoer EPC berekening.
ventilatie-debiet	beschrijving van het ventilatie-debiet per component kan aan het model toegekend worden. voor de EPC berekening is het totaal per rekenzone benodigd. Dit kan handmatig uit het model herleid worden.
ventilatoren	ventilatoren kunnen aan het model toegevoegd worden. deze hebben geen relatie met de rekenzone waarin ze liggen.
verlichtingsvermogen	de armaturen kunnen per component aan het model toegevoegd worden. deze hebben geen relatie met de rekenzone waarin ze liggen.
schakeling verlichting	de componenten voor de schakeling kunnen aan het model toegevoegd worden. voor de invoer in de EPC berekening moet dit handmatig uit het model herleid worden.
energieopwekking	de componenten kunnen als losse onderdelen aan het model toegevoegd worden.

4. Huidige vastlegging

Thans zijn de referentiegebouwen vastgelegd als één of meerder geschakelde blokken in een blokken- of schetsmodel. Hiervan zijn in een rekensheet (Excel) de gegevens vastgelegd zoals Ag, BVO, hoogte, lengte, breedte, aandeel glas en gebruiksfuncties. De maatregelpakketten inclusief de bouwkundige gegevens als R_c-, U-, psi-waarden, infiltratie en thermische capaciteit worden aan de gebruiker van de referentiegebouwen overgelaten.

Voor de thans in ontwikkeling zijnde referentiegebouwen BENG is Sketchup beoogd. Sketchup is een tekenprogramma dat geschikt is voor het maken van oppervlakten en ruimtelijke modellen. Aan de elementen die getekend worden kunnen kleuren en afwerkingen toegekend worden. Het is dus niet mogelijk om (materiaal)eigenschappen direct te koppelen aan de getekende modellen, deze zullen als separate beschrijving bij de modellen horen. Eventueel zou door middel van kleurcoderingen een koppeling gerealiseerd kunnen worden. De benodigde gegevens moeten handmatig berekend worden.

5. Beoordeling

Gegevens

Wanneer de huidige vastlegging wordt vergeleken met het BIM model blijkt dat in beide situaties de benodigde gegevens beschikbaar zijn om de EPC berekening te kunnen maken. De gegevens liggen in een BIM vastgelegd aan de hand van de elementen, bij een blokken- of schetsmodel is dit een separate beschrijving. Het voordeel van deze beschrijving is dat vrij snel verschillende varianten vergeleken kunnen worden. In een BIM moet dit op element niveau vergeleken worden, bij het schetsmodel is dit een beschrijving over de gebouwschil in zijn geheel of per oriëntatie.

Eenduidig

Het voordeel van een BIM ten opzichte van een blokken- of schetsmodel is dat in een BIM de gegevens eenduidiger beschreven zijn. Dit komt voornamelijk tot uiting wanneer er een verschil is in Rc- of U-waarde in gelijke geveldelen. Bijvoorbeeld wanneer een dak verschillende Rc-waarden heeft. Door interpretatieverschillen kunnen fouten in het schetsmodel optreden, in een BIM is dit niet mogelijk.

Varianten

Een voordeel van een schetsmodel ten opzichte van een BIM is dat varianten in materialisatie sneller gerealiseerd zijn. Dit kan bij een schetsmodel door de beschrijving aan te passen. In een BIM dienen dan alle materialen te worden voorzien van andere parameters (de informatie moet in het model aan alle elementen toegevoegd worden). Ook het overzicht over de verschillende varianten is in een blokken- of schetsmodel beter, zoals beschreven onder het kopje 'gegevens'.

Invoergegevens

In een BIM worden doorgaans de materialen met hun eigenschappen vastgelegd. Daarmee zijn de gegevens aanwezig voor het bepalen van de Rc-waarde. Deze Rc-waarde kan handmatig aan een samengesteld element worden toegevoegd. Dit wordt doorgaans niet gedaan en vergt een extra handeling. De oppervlakte van deze gegevens dient handmatig uit het model gehaald te worden. In een BIM wordt de koppeling tussen geometrie en materiaalgegevens van een element en een rekenzone of oriëntatie niet herkend. In een blokken- of schetsmodel is geen koppeling aanwezig tussen materiaalgegevens en de geometrie.

De psi-waarde is een gegeven over het knooppunt van verschillende elementen, het is niet gelinkt aan een element zelf. Het is dan ook niet mogelijk om deze waarde aan het BIM toe te kennen. De gegevens om deze waarde te berekenen zijn wel aanwezig, deze berekening vergt echter specialistische kennis en software.

6. Conclusie

Uit de vergelijkingen tussen de huidige situatie met een blokken- of schetsmodel met een separate beschrijving en een BIM blijkt dat beide modellen voldoende informatie bevatten voor het maken van een EPC berekening. In een BIM ligt de benodigde informatie gedetailleerder vast aan de hand van de materiaalgegevens (op elementniveau) dan in het blokken- of schetsmodel. Hierdoor kunnen bij een BIM geen interpretatie verschillen (meer) optreden.

Door deze hogere mate van gedetailleerdheid is het echter lastiger en arbeidsintensiever om varianten op te stellen. Voor elke (bouwkundige en installatietechnische) variant dient het model aangepast te worden terwijl bij een blokken- of schetsmodel alleen de beschrijving aangepast hoeft te worden. De invloed van wanddiktes op het Ag en het verliesoppervlak is hierbij niet meegenomen. De invoergegevens zullen in beide gevallen handmatig uit het model gehaald moeten worden.

Momenteel is bij een BIM niet alle benodigde (EPG invoer) informatie automatisch uit het model te halen. Het op een rij zetten van de benodigde informatie is daardoor (vooralsnog) arbeidsintensiever. Mogelijk dat dit in de toekomst kan wijzigen als er een (meer automatische) export ontwikkeld wordt ten behoeve van EPG-berekeningen. Voor dit moment is Sketchup een goede tussenstap.

Referentiegebouwen worden in de basis gebruikt voor het doorrekenen van verschillende varianten (met bouwkundige en installatietechnische maatregelen). Door de benodigde gedetailleerde invoer van informatie op elementniveau is een BIM relatief arbeidsintensief om te maken. De uitvoer biedt weinig meerwaarde voor de referentiegebouwen. Bovendien moet de benodigde uitvoer thans nog vaak met de hand gegenereerd worden.

Al met al lijkt een BIM voor de beoogde toepassing op dit moment weinig meerwaarde te bieden ten opzicht van de huidige situatie waarbij gewerkt wordt met een blokken- of schetsmodel met een beschrijving van de maatregelen.

DGMR Bouw B.V.

Bijlage 3

Titel	Resultaten inventarisatie en gemaakte keuzes
-------	--

1 Woning S tussen

- Referentie: 7 NoM woningen, 10 losse projecten.
- Veelvoorkomend: hellend dak, eventuele dakkapel veelal kopersoptie.
- bij een aantal projecten zijn er in een woonblok 2 woningen met deels een dwarskap op de verdieping → voorstel op gedraaide dak niet mee te nemen, wordt al gedaan bij 2 onder 1 kapwoning.
- bij Nom woningen is een rij huizen vaak voorzien van PV-panelen over geheel dakoppervlak (ook over woningscheiding heen). Hierdoor geen dakkapellen, dakramen etc aan deze zijde.
- Brochure NoM woningen spreekt over nok excentrisch op de woningen, zodat PV-dak meer m² krijgt. Woningen met oost-west oriëntatie geen excentrische nok.
- Voorgevel op Noordoost, daarmee het grootste dakvlak op ZW. Keuze voor 35 en 65 graden dak.
- Binnenwerkse maat varieert van 5,1 tot 6 m breed en van 7,4 tot 10,5 m diep (excl. uitbouw). Uitgegaan van 5,4 bij 9 m buitenwerkse maat. (5,1 bij 8 binnenwerks).
- Uitbouw komt bij maximaal de helft van de gevallen voor, met name bij koopwoningen (kopersoptie); verwachting dat in toekomst wel een groter volume wordt gebouwd, maar minder snel uitbouw: er is dan sprake van diepere woningen.
- Kleine tuinpui aan de achterzijde van de woningen.
- Voordeur in voorgevel en boven 2 smalle ramen.
- Veelvoorkomend: metselwerk.
- Trapgat < 4 m² en leidingschachten ook kleiner dan 0,5 m², dus geen aftrek Ag op begane grond en eerste verdieping.
- Begane grond vloer grenzend aan kruipruimte.

2 Woning M hoek

- Referentie: 6 projecten.
- Veelal garage aan zijgevel (1x niet) en versprongen tov van achtergevel.
- Hellend dak (40-45 graden) bij alle woningen in het project wel typen erin met deels een dwarskap op de verdieping → voorstel om gedraaide dak mee te nemen, in deze gevel zit dan ook een raam. Bij kopwoningen van een rij komt dit ook veel voor.
- Dwarskap komt natuurlijk niet bij alle 2 onder 1 kapwoningen voor. Deze inefficiënte schilconstructie kan model staan voor andere modelvarianten waarbij extra schil ontstaat: uitbouw, erker, dakkapel.
- verdiepingen + schuine kap.
- Binnenwerkse maat varieert van 5.5-6.3 x 10.2-12 m (uitbouwen op begane grond niet in de basis gezien), maar wellicht mogelijk in opties van de bouw. → Uitgegaan van 5,7 bij 10,5 m buitenwerkse maat.
- Grote tuinpui achterzijde van de woningen, verder voornamelijk ramen in voor en achtergevel.
- Dak soms voorzien van dakraam aan de voorzijde.
- Voordeur in de zijgevels van de woningen met 1 raam op begane grond er naast en boven de voordeur op de verdiepingen smalle raampjes.
- Metselwerk, uitgaande van traditionele bouw gemengd/zwaar).
- Achterzijde tuindeuren openslaand.
- Garage? Nee: bij aangrenzende sterk geventileerde ruimte (stallingsruimte motorvoertuigen) geen impact op energiebehoefte als isolatie doorloopt tussen woning en garage.
- Achtergevel, schuine kap op ZW zijde.
- Trapgat < 4 m² en leidingschachten ook kleiner dan 0,5 m², dus geen aftrek Ag op begane grond en eerste verdieping.
- Begane grond vloer grenzend aan kruipruimte.

3 Woning L vrij

- Referentie: 15 passiefhuizen uit catalogus en 2 projecten.
- Grote diversiteit.
- 2 verdiepingen + schuine kap i.v.m. PV panelen.
- Relatief veel glas.
- Door het relatief grote schiloppervlakte meer aandacht nodig voor transmissieverlies (passief).
- Door ligging/ruimte op vrij kavel is er meer ruimte voor zon oriëntatie; schuin dakvlak dus niet pal oost/west → achtergevel, groot dakvlak op ZW. Voorgevel met dakkapel op NO.
- Voorstel 8x11 met relatief veel glas.
- Garage is losstaand gebouw, dus niet meegenomen in EPC.
- Kachel met rookgasafvoer?
- Veelvoorkomend: 2 verdiepingen + schuine kap.
- Trapgat 4 m² maar leidingschachten kleiner dan 0,5 m², dus op eerste verdieping alleen aftrek van trapgat.
- Begane grond vloer grenzend aan kruipruimte.

4 Woning M tussen

- Referentie: 2 projecten en internetvoorbeelden.
- 70-85 m² begane grond BVO → 10x7 meter.
- Kenmerken groter begane grond oppervlak en soms deels eerste verdieping, zowel plat dak als hellend dak → gekozen voor plat dak.
- Slaapkamer en badkamer begane grond → slaapkamer aan achterzijde want voorzijde is entree + trap + woonkamer. Daardoor 2 puien met deur aan achterzijde.
- Toegang van badkamer ook vanuit hoofdslaapkamer beneden.
- Huizen zijn niet vrijstaand, tussen/hoekwoning in projectbouw → dus tussenwoning en voordeur in voorgevel.
- Veelal geen appartement.
- Trapgat < 4 m² en ook leidingschachten kleiner dan 0,5 m², dus geen extra aftrek van Ag op de verdieping.
- Begane grond vloer grenzend aan kruipruimte.

5 Woonwagen

- Veel variatie in net als bij vrijstaande woning.
- Tekeningen van 1 leverancier, afbeeldingen van 2e leverancier.
- Voorstel o.b.v. tekening: 6,5 x 13 buitenwerkse maten, met extra uitbouw bij entree.
- Geheel 1laags, licht hellend dak.
- Tekeningen met dikte ontvangen van woonwagenbouwer voor gevel, vloer en dakopbouw: Rc-waarde vloer en dak 3,0 en voor wand 2,5 aanhouden. Voor wanden een dikte van 150 mm en dak 160 mm.
- Tussen schuin dak en het geïsoleerd plafond/dak van de woonwagen is ruimte. Deze ruimte is beschouwd als AOR.
- Begane grond grenzend aan buitenlucht onder. Maat aangehouden voor luchtlaag conform tekeningen, daarmee hoogte ten opzichte van maaiveld bepaald.
- Grote glaspuien aan voorzijde op ZW oriënteren.

6 Logieswoning

- Referentie: 8 projecten met verschillende type woningen.
- Vrijstaand (soms geschakeld).
- Hellend dak (soms plat of licht hellend), verdieping op stahoogte.

- 2 laags (soms 1 laags).
- persoons (ook 2-12 persoons)→ betekent een slaapkamer op de begane grond+badkamer, en 2 slaapkamers + badkamer op de eerste verdieping.
- 40-120 m² BVO → buitenmaat 10,4*7,4 m.
- Voorgevel met voordeur en dakkapel op Noord. Achtergevel met puien op Zuid.
- Grote tuinpui op west (niet perse op zuid vanwege ligging in park aan strand/vijver etc.).
- Vaak 2 kleine dakkapellen, soms 1 wat grotere: →dakkapel meenemen.
- Geen open haard in tekeningen.
- Gemengde bouw (weinig metselwerk).
- Entree aan lange zijde vakantiewoning.
- Trapgat < 4 m² en ook leidingschachten kleiner dan 0,5 m², dus geen extra aftrek van Ag op de verdieping.
- Begane grond vloer grenzend aan kruipruimte.

7 Woongebouw M

- Referentie: 11 projecten, 1 van de projecten heeft een galerij.
- Hierbij pure woongebouwen bekeken, niet voorzien van commerciële plint.
- Afmetingen appartementen variëren van 54 m² per appartement naar 108, 130-150 en 200 (penthouses) en onbekend. Het aantal woningen in een gebouw varieert ook van 35 tot 400.
- Het aantal bouwlagen varieert van 3-13 bij de referentieprojecten, waarbij 5 en 6 bouwlagen het meeste voorkomt.
- Metselwerk, uitgaande van traditionele bouw gemengd/zwaar.
- Veel glas in de gevels.
- Balkons van de appartementen steken uit ten opzichte van de gevel maar liggen ook in 1 lijn.
- Buitenaftmetingen bovenverdiepingen veelal gelijk aan de onderliggende verdiepingen.
- Parkeergarage → niet, parkeren op straat.
- Begane grond: bergingen + entree ten kostte van de helft van de appartementen. Dus begane grond maar 3 appartementen.
- grootte: voorstel gemiddeld 90 m², circa 8x11.
- Aangehouden 6 bouwlagen met 6 appartementen, 3 appartementen op begane grond.
- Rondom een kern.
- Balkons.
- Op de begane grond bergingen → worden beschouwd als Aangrenzend onverwarmde ruimten.
- Een berging/fietsenstalling deur.
- Begrenzing begane grond vloer is grond.
- Uitstekende liftpuut en liftopbouw ten opzichte van de rest van het gebouw.

8 Woongebouw XL studios

- Gebaseerd op voorbeeldgebouw.
- Op de begane grond is een fietsenstalling gelegen. Deze worden als sterk geventileerd beschouwd. Valt dus buiten EPC maar wel meegenomen in BVO van het gebouw.
- Op de begane grond verder een aantal gemeenschappelijke algemene ruimten. Maar geen andere gebruiksfuncties dan woonfunctie gelegen in woongebouw.
- De liftschachten, trapgaten en indelingen zijn aangehouden conform voorbeeld.
- Plat dak aangehouden.
- Achtergevel, tuinzijde op ZW aangehouden.
- Gezien de afmetingen van de 'kleine woningen' zijn er met uitzondering van een aantal kopwoningen geen balkons meegenomen.

- Begane grond vloer grenzend aan grond. Ook bij dit gebouw is er sprake van liftputten en -opbouwen.

9 Combinatiegebouw L

- Referentie: 8 projecten waarvan 4 hoge torens op plint en 4 commerciële onderlaag in lijn met bebouwing (kleinschaliger).
- Projecten in 1 lijn met plint.
- Commerciële functies met 4 en 5 bouwlagen erop.
- Gevels iets meer gesloten dan bij de hoge torens, duidelijk balkons te zien.
- Metselwerk, uitgaande van traditionele bouw gemengd/zwaar).
- De gele gemeenschappelijke verkeersruimte, behoort bij de woonfuncties. Er is dus geen gemeenschappelijke ruimten met de utiliteitsfuncties.

10 Combinatiegebouw XL

- Referentie: 8 projecten waarvan 4 hoge torens op plint en 4 commerciële onderlaag in lijn met bebouwing (kleinschaliger).
- Projecten met woontorens: bij deze projecten zien de torens er veelal aan alle zijden gelijk uit, d.w.z. veel glas en overstek voor balkons. Hoogte van de torens varieert van 30 bouwlagen, 16 verdiepingen, 32, en nog zonder omschrijving. De commerciële plint varieert in functie: hotel, retail, winkel, kantoor.
- Getallen van 3 projecten. Percentage commercieel is 17-28% tov woon
- Of 2 gevels van de woontoren is gelijk met de plint, dus op de hoek van het gebouw situeren.
- Voorstel: plint 5 bouwlagen.
- Toren: 30 bouwlagen (van 3 meter) → bovenste lagen (penthouses, Nwoon halveren op bovenste 2 lagen) 80-120 m².
- Nwoon verloop aantal per verdieping maar voor energieprestatie maakt dat niet uit.
- Verwarmde kern in kelder (2laags) meenemen voor zowel woon als commercieel (controle).
- Entree woon/commercieel gescheiden.
- Bergingen en parkeren in kelder (begrenzing sv).
- Woontoren Ag circa 87% van BVO.
- Uitwerking: per verdieping 6 appartementen en 30 bouwlagen met appartementen. Kern gebaseerd op voorbeeldproject.
- Hoeken van het gebouw voorzien van balkons.
- Op de begane grond van het gebouw zijn voornamelijk gemeenschappelijke ruimten, winkels en bijeenkomstfuncties gelegen. De industrie functie is opslag en keuken van de bijeenkomstfunctie.
- Op de eerste verdieping nog meer bijeenkomstfunctie en nog een kleine keuken (Industrie).
- Op de tweede, derde en vierde verdieping zijn kantoren en kleine overlegplekken gelegen.
- Op de vierde verdieping zijn verder nog de technische ruimten van de woontoren en de technische (gemeenschappelijke) ruimten van de u-functies gelegen.
- Uitgegaan wordt van een kelder van 2 verdiepingen onder het gebouw (contouren gelijk aan rest van het gebouw). Hierdoor kernen doorgezet en grenst begane grond aan SV.
- Verdiepingshoogtes: bgg 5 m, verd 1 t/m 4 4 m en de woontoren 3 m. Kelder is 4 m en 2.95 m.

11 Ubouw XS 100

- Uitwerking: een eenlaags gebouw met voor het gehele gebouw 1 gebruiksfunctie van $8 \times 12,5 = 100$ m² BVO.
- Gebruiksfunctie varieert (5x): bijeenkomstfunctie, gezondheidszorgfunctie zonder bed, kantoorfunctie, sportfunctie, winkelfunctie.
- Op 1 korte en 1 lange zijde glas aanbrengen. ZO en ZW oriëntatie.

- Plat dak aangehouden, hoogte gebouw is $3 + 0.5 = 3.5$ m.
- Geen aftrek op de Ag van leidingschachten etc.
- Verdiepingshoogte: 3m.

12 Ubouw XS 200

- Uitwerking: een tweelaags gebouw met voor het gehele gebouw 1 gebruiksfunctie van $2 \times 8 \times 12,5 = 200$ m² BVO.
- Gebruiksfunctie varieert (5x): bijeenkomstfunctie, gezondheidszorgfunctie zonder bed, kantoorfunctie, sportfunctie, winkelfunctie.
- Op 1 korte en 1 lange zijde glas aanbrengen. ZO + ZW oriëntatie. Achterzijde ook nog een raam.
- Plat dak aangehouden, hoogte gebouw is $3 + 0.5 = 3.5$ m.
- Aftrek Ag obv trapgat (geen lift) van leidingschachten etc.
- Verdiepingshoogte: 3m.

13 Winkel S

- Referentie: 7 projecten, waarvan 6 supermarkten en 1 autoshowroom.
- BVO's varieert van 1240-1250-1500-1630-2200 m² (supermarkten) en autoshowroom 1400 m² (+80 bijeenkomst en 200 m² kantoor).
- Supermarkten veelal 1 bouwlaag met hogere verdiepingshoogte. In 1 voorbeeld een eerste verdieping met personeels- (ca 4×7.4) en vergaderruimte (5×7.7) en toiletten en gang.
- Voorzijde/entree van het gebouw zeer transparant, rest van het gebouw veel gesloten.
- Supermarkt zou ook wel staalbouw kunnen zijn. Andere gevels en opbouw dak.
- Uitwerking: rechthoekig, 1 laags, afmetingen $\pm 50 \times 32$ + een extra ruimte voor laden en lossen.
- Er van uitgegaan dat magazijn ruimte is meegenomen in de winkelfunctie.
- De overige ruimten met kantoor- en bijeenkomst en gemeenschappelijk invoeren → zijn weergegeven in plattegrond. Kantoorfunctie aan gevel i.v.m. daglichttoetreding + extra raam in gevel.
- De koel- en vriescel zijn als lichte industrie functie beschouwd en vallen dus buiten het Ag van de winkelfunctie (gevel en dak niet aangepast: cel grenst alleen aan vloer en niet aan gevel (cel) staat los in de winkel). Dus ook geen aftrek van dakvloer).
- Afschuining gevel bij entree van het gebouw: Boven de entree is loze ruimte → dus geen vloer met buiten onder beschouwen.
- Constructie bestaat uit stalen constructie : kolommen met spanten. Dit levert geen aftrek van Ag op. Verder geen leidingschachten, vides etc.
- Verdiepingshoogte: variërend van 7 naar 4 meter.

14 Winkel XL

- Referentie: 3 projecten.
- BVO's 28.500 en 20.000 m².
- Lastig in te schatten maar lijken 2 bouwlagen.
- Gebouwen zijn niet transparant (dichte doos), alleen bij entree iets glas.
- Uitwerking: voorstel gebouw 210×100 m en hoogte 6 m. Gedeelte van het gebouw 2 laag met voornamelijk kantoor en bijeenkomstfunctie.
- Woonwinkel is als leidraad gebruikt voor indeling met nooduitgangen en laden en lossen achterin de winkel. Ook gebruiksfuncties zijn hierbij beschouwd. Achterin is het laden en lossen als lichte industrie functie, dus buiten energiegebouw gezien maar binnen de thermische schil.
- Begane grond ligt ook nog overige gebruiksfunctie van keuken = lichte industrie buiten het energiegebouw.
- Gemeenschappelijke ruimten zijn de toiletten en technische ruimten.

- Alleen op de eerste verdieping kantoren.
- Let op liftput en liftuitloop.
- Verdiepingshoogte: winkel 1 laags is 6 m.
- Verdiepingshoogte: 2 laagse gedeelte is 3.5 m per verdieping.

Winkelcentrum - niet verder uitgewerkt als apart gebouw: meegenomen bij 9 combinatiegebouw L

- Referentie: 2 projecten.
- Grote variatie vanuit praktijk; bijna geen nieuwbouw projecten van wijkvoorzieningen (supermarkt met aantal winkels); alternatief commerciële plint.
- BVO's 22300 en 25000 m².
- Transparantie van de gevels is afhankelijk van project maar zal meer zijn dan bovenstaande grote winkels.
- Minder compact, langgerekt of carrevorming.
- Lastig in te schatten maar lijken 2 bouwlagen.

15 Logiesgebouw M

- Referentie: 5 projecten, waarvan hotel/wonen.
- Minimale is 5 bouwlagen, maar ook 22 verdiepingen, 30 verdiepingen.
- Onderste bouwlaag, bijeenkomstfunctie (restaurant), steekt vaak ook iets uit ten opzichte van de hoteltoeren.
- 1320 (inbreiding)-15500 m² hotel.
- Iets minder transparante gevel dan de woontoren in het combinatiegebouw.
- Voorstel: alleen onderste bouwlaag 1,25 keer zo groot als rest. Onderste 2 bouwlagen bijeenkomst met wat kantoor, rest beddentoren.
- Uitwerking: Gebruik gemaakt van een voorbeeldproject wat betreft kamergrootte (7,2*3,9) en leidingschachten en ander referentieproject gebruikt voor de uitwerking van gevelopeningen.
- Begane grond restaurant functie.
- 2 liften en entree.
- Glas op begane grond tot op vloerniveau.
- Op eerste verdieping zijn kantoorvertrekken en bijeenkomstzalen gelegen, boven gelegen verdiepingen zijn de hotelkamers gelegen.
- Let op klimatiseringszones zijn er 2: begane grond en eerste verdieping in 1 en de hotelkamers vanaf verdieping 2.
- Verdiepingshoogte: bgg en 1^e : 4 m.
- Verdiepingshoogte: vanaf 2: 3 m.

16 Gezondheidsgebouw zonder bed S

- Referentie: 4 projecten.
- BVO: 850-890-1100-2200.
- Varieert van 1-3 laags.
- Ook uiterlijk van de gebouwen varieert (50% transparant), lijkt op klein kantoor.
- Ook wel sprake van klein overstek van eerste verdieping op begane grond > model voor verschillende vormvarianties die optreden (hoger/schuin dak, uitbouw, gevelverspringing).
- Voorstel 2 bouwlagen, 1.000 m².
- Uitwerking: voorbeeld gezondheidscentrum gehanteerd genomen voor buitenkant. Ook gebruik gemaakt van Bouwadvies van landelijke huisartsen Vereniging.
- Begane grond verdiepingshoogte 3.5 m i.v.m. hoge glaspartijen en bv deur onder uitkraging. Uitgaande van SBR S01.01.302.1 is er tenminste 0.6 m ruimte nodig voor vloer + isolatie. Bij 3 meter wordt dit te krap met een deur van ten minste 2.4 doorgang.

- Eerste verdiepingshoogte 3 m.
- Gezien de grootte van het gebouw uitgegaan van 2 wachtkamers en kantoren en overleg ruimten voor beneden verdieping en bovenverdieping.
- Door bovenstaande ook lift in het gebouw en dus liftput en liftuitloop.
- Vide in het gebouw van > 4 m².
- Achterzijde van het gebouw nog een installatieruimte met directe deur naar buiten.
- Entreezijde (voorgevel) op ZW.

17 Gezondheidsgebouw met bed M

- Referentie: 4 projecten.
- 3, 4 en 5 bouwlagen.
- BVO varieert: 4800-5000-6600-21400 m².
- Uiterlijk van de gebouwen vergelijkbaar met appartementengebouwen, dus glas ook.
- Functies in de gebouwen zijn divers: wonen, zorg functies (bv fysio), bed gebonden functies etc.
- Voorstel: 6.000 m² 4 bouwlagen, langgerekt.
- Uitwerking: voor plattegronden voorbeeldproject gehanteerd. Verpleegkamers zijn 8.4*7.2 m groot. Glasoppervlakten zijn van vloer tot onderkant plafond met een breedte van een halve kamer (3.6 m).
- Grotere liften toepassen.
- Entree begane grond, naast kantoorfunctie op begane grond is gemeenschappelijke ruimte gelegen (is installatieruimte met directe deur naar buiten).
- Op de verdiepingen in het midden van gebouw, bijeenkomstruimten en daarnaast is een vide gelegen.
- Op de kopse kanten van het gebouw, trappenhuis en liften.
- Verdiepingshoogten 3 m.

18 Gezondheidsgebouw met bed XL

- Referentie: 6 projecten.
- BVO en bouwlagen varieert sterk van 10-85.000 en van 3 tot 7 en zelfs een hoge toren.
- Gebouw met hogere en lagere gedeeltes.
- Gebouwen zijn semitransparant (50%?).
- Gebouwwormen zijn verschillen, er is sprake van verschillende vleugels, maar een toren is maar bij 1 referentieproject.
- Voorstel 40.000 BVO, vleugels met 4 bouwlagen, hoofdgebouw 6 bouwlagen.
>> glas: rij ramen 1,5 m hoog met tussenliggende dichte delen; verdiepingshoogte 3,5m.
- Uitwerking: voorbeeldproject gehanteerd. Het principe van de ligging van functies daarvan overgenomen. In de vleugels liggen allemaal bed, niet bed en gemeenschappelijke ruimten. Deze liggen tezamen in 1 klimzone (en ook rekenzone).
- bijna alle beschouwde ziekenhuizen hebben ruimten op -1 liggen.
- Op begane grond geen ruimten voor bedgebonden patiënten in hoofdgebouw, eventueel wel in vleugels.
- Op de begane grond van het hoofdgebouw bevindt zich de entree, een aantal bijeenkomst, kantoorruimten en winkelfunctie (apotheek). De industriefunctie is opslag en behoort toe aan de bijeenkomstfunctie (keuken van het restaurant).
- Veel ziekenhuizen hebben vides, dus ook hier gekozen voor vides boven de bijeenkomstfuncties. Op de 1^e en 2^e verdieping.
- Op de eerste verdieping hoofdgebouw zijn vooral de niet-bed gebonden behandelkamers gelegen. (huisartsenpost etc) Stukje bedgebonden voor bv spoedeisende hulp.
- Op de 2^e verdieping hoofdgebouw liggen bed en niet-bed gebonden ruimten wisselend.

- Op de 3^e verdieping hoofdgebouw vind je de ok's → bed gebonden ruimten. De industriefunctie op deze verdieping is een laboratorium. Ook nog enkele bijeenkomstruimten op deze verdieping (overleg ruimten).
- Op de 4^e verdieping hoofdgebouw vind je de technische ruimten (liggen 1 verdieping boven de OKk en 1 beneden de IC). Daarnaast wat kantoor en bijeenkomstfuncties.
- OP de 5^e verdieping is de IC afdeling met nog wat behandelkamers en overlegplekken.
- De 6^e verdieping zijn de liftuitlopen en de trap/vloer om op het dak te komen.
- 2 klimzones: hoofdgebouw en vleugels. Het hoofdgebouw bestaat vervolgens weer uit 4 verschillende rekenzones.
- Verdiepingshoogten 3.8 m en voor de kelder 3 m.

19 Cellengebouw

- Voor het cellengebouw zijn geen referenties beschikbaar. Er is gebruik gemaakt van het bestaande referentiegebouw dat is gebaseerd op de PI Nieuwegein uit 1999.
- Voor de beeldvorming is in sketchup een 3D afbeelding gemaakt van dit cellengebouw (buitenhulling). Er is echter geen informatie beschikbaar om de gegevens gedetailleerd vast te leggen in een sketchup model met plattegronden.

20 Onderwijsgebouw S

- Referenties: alle typen onderwijsgebouwen: 15 scholen uit top 15 energiezuinige scholen en 14 losse projecten.
- Basisscholen variëren van 1342 t/m 2868 m² en zijn 1 - 2 laags → 2 bouwlagen is meest voorkomend, circa 2.500 m² kiezen.
- Veelal zijn de basisscholen voorzien van gymzaal (79-399 m²).
- Veelal plat dak.
- Niet heel veel glas in de gevels 20-30%? Ter plaatse van gymzaal, gesloten gevels, verder redelijk gelijke verdeling glasoppervlakten.
- Groepsruimte 56 m².
- Voorstel: 25x20 en 25x25 geschakeld over 15 m → en dan aanleun gymzaal over 15 m (2 laags, verdiepingshoogte 4 m).
- Uitwerking: gebruik gemaakt van praktijkvoorbeeld.
- Glas in lokalen vanaf 80 cm tot 3 meter.
- Plafond frisse scholen klasse A is 3.2 meter.
- Verdiepingshoogte 4 meter aangehouden.
- Bij binnenkomst plein met vide erboven, centrale deel. Aan de randen lokalen en kantoren. Bibliotheek. Stuk sport dat niet bij de sportzaal zit is kleedkamer ed. boven gelijke indeling, techniek boven de kleedkamers. Nooduitgang in gymzaal.

21 Onderwijsgebouw M

- Referenties: alle typen onderwijsgebouwen: 15 scholen uit top 15 energiezuinige scholen en 14 losse projecten.
- Onderdeel zijn: scholen, bibliotheek, peuterspeelzaal, kinderdagverblijf en gymzaal.
- BVO variëren van 1524-5980 m².
- Gebouwen hebben 1-4 lagen, veelal 2.
- Delen van de gebouwen hebben open karakters en gesloten karakters.
- Vrijstaand gebouw.
- Veelal plat dak.
- Duidelijk zeer transparante entree op begane grond.
- Vides.

- Veelal sportzaal in gebouw (252-812 m²) → Geen aanleun gymzaal.
- Sportzaal buitenmaat 15x25m, 7,5m h (obv NOC/NSF 1/3 sporthal/sportzaal 14x24m, 7m hoog).
- Groter dan basisschool → circa 4000 m² 2 laags 50x40.
- Uitwerking Ag circa 4000 m², volgens geschetste gebouwworm.
- Sporthal iets opgerekt voor de toestellenberging.
- Op de bg rechts van de ingang kinderopvang.
- Entree onder de luifel op bg.
- Naast sport de kleedkamers, in zelfde klimzone.
- Eigen ingang voor sport.
- Bijeenkomst ruimte voorzien van extra lichtvoorziening.

22 Onderwijsgebouw L

- Referenties: alle typen onderwijsgebouwen: 15 scholen uit top 15 energiezuinige scholen en 14 losse projecten/
- BVO variëren van 2850-9200 m².
- Gebouwen hebben 1-4 lagen, veelal 3 lagen.
- Het aanwezig zijn van sportzaal varieert in de informatie.
- Gevels zijn meer transparant dan bij basisschool.
- We zien ook wel gebouwen met vaste zonwering op enige afstand van de gevel.
- Indicatief 5000 m² BVO Excl gymzaal, 3 laags (4 m hoog).
- 40*70 = 2800 *3 → vide → 10x10 (incl. daklicht).
- Aula aan de gevel over 2 verdiepingen 15 x 20 op smalle kant.
- Uitwerking: gebruik gemaakt van 2 praktijkvoorbeelden.
- Sport ca 50 m² per kleedkamer, 4 stuks. Kleedkamers in de hoek gezet i.v.m. logistiek. Ook materialenberging erbij.
- Sporthal: (2/3 sporthal (buitenmaat 33x29m, 7,5m hoog (obv NOC/NSF 2/3 sporthal 32x28, 7m hoog).
- Atrium aangehouden zoals aangegeven, middengebiet met veel gemeenschappelijk en vide.
- M² onderwijs relatief laag door groot glasvlak voorgevel met atrium en sporthal aan de andere zijde. Zoveel mogelijk omhoog gezet door lokalen dieper te maken en gymzaal op te schuiven.

23 Onderwijsgebouw XL

- Referenties: alle typen onderwijsgebouwen: 15 scholen uit top 15 energiezuinige scholen en 14 losse projecten.
- HBO : BVOs variëren van 6116-12000 m².
- Aantal bouwlagen varieert van 3-7, met deze voorbeelden: circa 2000 /bouwlaag.
- Atrium in gebouw aanwezig.
- Krijgen meer en meer het karakter van een kantoorgebouw.
- Universiteits/onderzoeksgebouw :BVO variëren van 25.000-33.000 m².
- In de voorbeeldgebouwen zijn ook labfuncties gelegen: geen EPC-eis.
- Uiterlijk van kantoorgebouwen.
- Voorstel 15000 m² → 50*50 atrium (25*25) 8 bouwlagen.
- Uitwerking: in het midden een atrium, daaromheen een verkeerszone. Onderwijs en kantoor aan de gevel.
- Veel glas, strook dichtgezet t.b.v. toiletten en beperking glasoppervlak.
- Techniek op bg en bovenste verdieping.
- Atrium deels voorzien van bijeenkomstplekken, voor de pg schuin afgesneden.

24 Sportfunctie M

- Referentie: 6 projecten.
- Gebouw veelal 1 volume (dus geen gecombineerde volumes), 1 referentie met meerdere bouwlagen.
- 2256 -2750-3400-4081-4170-6050 BVO m².
- Hogere verdiepingshoogte, vaak verschillende niveaus.
- Veelal grote glasvlakken maar ook hele stukken gesloten gevel.
- Vrijstaand gebouw.
- Niet echt te zien in de referenties maar daklichten kunnen hierbij wel aanwezig zijn.
- Voorstel: rechthoekig volume, 3.500 BVO, 50 x 70m, 1 bouwlaag, dak met 2 niveaus (circa 15-20% van oppervlak lager) >> 25x50 6m hoog, rest 4m hoog, 3m hoge glasgevel in hoge deel 25+15m lang op hoek. Rest een paar ramen, horecastukje nog.
- Uitwerking: gebruik gemaakt van praktijkvoorbeeld.
- Verdiepingshoogte kelder 2.6 m, begane grond 4 en 8 meter hoogte.
- Er zijn sportfuncties, kantoor en bijeenkomst op de begane grond gelegen. Kleedruimten etc. vallen onder de sportfunctie en gaan mee in de klimatisering van het zwembad. Voor kantoren en bijeenkomst en gemeenschappelijk een andere klimzone aanhouden.
- In de kelder zijn bufferruimten en installatieruimten voor het zwembad gelegen. Vanwege de ontoegankelijkheid van de bufferruimten zijn deze zwart (en worden niet meegenomen binnen het energiegebouw maar liggen wel binnen de thermische schil). De andere ruimten in de kelder zijn ten behoeve van de sportfunctie.
- Rest van de begane grond heeft een kruipruimte.
- Onder de gemeenschappelijke ruimten vallen ook de installatieruimten voor verwarming etc. van het gebouw.

25 Sportfunctie L

- Referentie: 4 projecten.
- BVO varieert van 2500-4000-11600-14700 m².
- Gebouwen bestaan uit sporthallen, zwembaden, horeca.
- Gebouwen hebben gecombineerde volumes, (sporthal steekt uit).
- Meer gesloten karakter dan de zwembaden.
- Voorstel: 8.000 BVO, 1 bouwlaag, lager en hoger bouwvolume (circa 20-30% van oppervlak lager) >> totaal indicatief 70 x 115. Circa 4.000 BVO: 2 zalen met 3 sportvelden, dat is basis voor sporthal: buitenmaat (28,5+13+28,5)=70x49, 10m hoog (o.b.v. NOC/NSF sporthal 28x48m, 9m hoog, 13m extra breedte voor kleedkamers/toestellen, tribune erboven, ontsluiting) 3000 m² zwemdeel: circa 50*60m, 1000 m² overig (horeca/entree): 1500 m² 4m hoog (1000 m overig+500m² van zwembad, dus 50x30m, hoger zwembaddeel 50x50m 6m?).
- Uitwerking: voor het zwembad gedeelte is de plattegrond vergelijkbaar met sportgebouw L. Voor de sportfunctie is gebruik gemaakt van een voorbeeld project wat betreft zalen, tribune en kleedkamers en toestellenbergingen.
- Verdiepingshoogte kelder 2.6 m, begane grond 3,32 en 4 en 6 en 9,6 meter hoogte.
- Er zijn sportfuncties, kantoor en bijeenkomst op de begane grond gelegen. Kleedruimten etc. vallen onder de sportfunctie en gaan mee in de klimatisering van het zwembad. Voor de sporthallen, tribune etc. een aparte klimzone. Voor kantoren en bijeenkomst en gemeenschappelijk een andere klimzone aanhouden.
- In de kelder zijn bufferruimten en installatieruimten voor het zwembad gelegen. Vanwege de ontoegankelijkheid van de bufferruimten zijn deze zwart (en worden niet meegenomen binnen

het energiegebouw maar liggen wel binnen de thermische schil). De andere ruimten in de kelder zijn ten behoeve van de sportfunctie.

- Rest van de begane grond heeft een kruipruimte.
- Onder de gemeenschappelijke ruimten vallen ook de installatieruimten voor verwarming etc. van het gebouw. Liggen boven de toestellenbergingen van de sporthallen.
- lift in het gebouw om op de tribune te komen. Geen aparte liftuitloop, wel een liftput.

26 Kantoor S

26 t/m 28 Kantoor algemeen

- Referentie: 15 projecten.
- Wisselend in BVO en verdiepingen.
- Veelal vrij transparante gevels, alleen vloerranden dicht.
- Wisselend overstekken langs vloerranden.
- Begane grond soms commercieel (bijeenkomstfunctie, retail, sportfunctie).
- Vrijstaand gebouw, veelal langgerekt.
- Vaak verspringing: volumes met verschillende bouwlagen of kleinere gevel verspringingen > dus inefficiëntie in schil in brengen.
- Uitwerking: Kantoorgebouw van 20*30 m aan een bedrijfshal 100x200 m.
- Er is 1 centrale trap, geen lift meegenomen.
- Daglichtopeningen zijn niet doorlopend, losse ramen → minder glas dan kantoor M.
- Op begane grond, centrale entree met gemeenschappelijke ruimten.
- Diepte kantoorvertrekken 7.2 m aangehouden en aangrenzende gang 1.8 m.
- Verder vooral gemeenschappelijke ruimten en bijeenkomstfunctie in het midden van het gebouw.
- Naar industriehal is aangrenzend verwarmd!
- Verdiepingshoogte is 3 m.

27 Kantoor M

- Zie Kantoor algemeen bij 26 Kantoor S.
- Indicatief middel 4.000-6.000, groot 20-30.000.
- Voorstel middel:, per bouwlaag 1.200 m², 5 verdiepingen, rechthoekig.
- Uitwerking: voorbeeld kantoorgebouw gehanteerd. 18*55 m aangehouden. Verdiepingshoogte 3.5 m.
- Aanneمة gedaan voor 2 liften met liftput 1.4 meter en uitloop van 0.2 m.
- Op begane grond wat meer gemeenschappelijke ruimten en bijeenkomstruimten.
- Op de verdiepingen iedere keer 1 bijeenkomstruimte, daardoor minder gemeenschappelijke ruimten.
- Alles in 1 klimatiseringszone.
- Op begane grond glas tot op grond en voor de rest van de verdiepingen op een hoogte van 0.9 m. Glas heeft een hoogte van 1.75 m.
- Geen extra aftrek voor constructie gedaan. Uitgegaan van kolommen, daar waar nodig.

28 Kantoor XL1

- Zie Kantoor algemeen bij 26 Kantoor S.
- Voorstel groot: circa 24.000.
- Rechthoekige torenvariant: 12 verdiepingen, 2000 per bouwlaag: 25? x 80?
- Uitwerking: 25x60+25x25. Op het rechthoekige deel 3 extra verdiepingen geplaatst (3) om vergelijkbaar vloeroppervlak met kantoor XL2 te hebben.

- Hier geen extra kelderverdiepingen en toerit parkeergarage aangehouden.
- Op de begane grond is de industriefunctie van een keuken van het restaurant gelegen. + meer gemeenschappelijke ruimten, zoals entree, afval opslag en installaties.
- Op de begane grond geen kantoorfunctie.
- In de rest van het gebouw : kantoor en bijeenkomstfunctie en gemeenschappelijke ruimten.
- Door de hoge verdiepingshoogte geen liftuitlopen op de bovenste lagen.

29 Kantoor XL2

- Zie Kantoor algemeen bij 26 Kantoor S.
- U vorm met atrium: voorstel 2000 per bouwlaag, gebouw: 60*35.
- Uitwerking: circa 3000 per bouwlaag een gebouw van 80*60 m en 8 verdiepingen hoog. Onderste verdiepingshoogte is 4,5 meter en de rest van de verdiepingen 3,8 aangehouden.
- Op de begane grond zijn een inrit van een parkeergarage (kruis op tekening), laden en lossen en de industriefunctie van een keuken van het restaurant gelegen. + meer gemeenschappelijke ruimten, zoals entree, afval opslag en installaties.
- Op de begane grond geen kantoorfunctie.
- In de rest van het gebouw : kantoor en bijeenkomstfunctie en gemeenschappelijke ruimten.
- Door de hoge verdiepingshoogte geen liftuitlopen op de bovenste lagen.
- Uitgegaan van 2 parkeerlagen eronder, dus liften en trappen lopen door.

30 Bijeenkomstgebouw S

- Referenties 4 gebouwen: 3 clubverzamelgebouwen, 1 paviljoen.
- Veel glas, 2-3 bouwlagen, overstek.
- Begane grond kleedkamers, bovenliggende verdieping glas en kantine met terras/balkon.
- 1650, 1800, 2140 en 3000 m² (paviljoen).
- Bv 1 gevel grenzend aan grond.
- Veelal plat dak met overstek.
- Voorstel 2 laags, 1800 m², plat dak.
- Uitwerking: gebruikgemaakt van het clubverzamelgebouw. Geen schuindak en ook geen 2^e verdieping aangehouden, enkel begane grond en eerste verdieping gemodelleerd.
- lift = een plateau lift dus geen liftput of schachtuitloop.
- Begane grond niet grenzend aan grond, alleen deuren. Zullen vooral kleedruimten etc. in zijn gelegen. In geval van een paviljoen, kunnen er ook besloten verblijfsruimten met een bijeenkomstfunctie liggen. Kleedkamers beschouwd als bijeenkomstfunctie
- Trappen in het gebouw.
- Op de begane grond ook een aantal kantoorruimten.
- Veelal kantine of restaurantfunctie met aangrenzende keuken (industriefunctie).
- Verdiepingshoogte is 3.3 m, let op overstekken bij 1^e verdieping.

31 Bijeenkomstgebouw M

31 t/m 33 bijeenkomst algemeen: theater/poppodium/museum/bioscoop

- Referenties: 10 gebouwen, waarvan 1 poppodium, 1 museum, 3 theaters, 5 bioscopen.
- Theater en poppodium: 10730, 3900, 12450 BVO, 1 tot 3 bouwlagen (in 1 gebouw).
- Kleine bioscopen: 2800+1900commercieel, 1600AG, 1700AG.
- Grote bioscopen 11662 BVO, 14080 BVO, zowel 1 als 3 bouwlagen.
- Museum → tot 2 verdiepingen.
- Veelal glas bij entree en verder vrij gesloten gevels.
- Veelal gestapelde blokkendozen.

- Bij theaters altijd sprake van toneeltoren (30 m, 19 m) (minimaal 18m), klein gedeelte 3 laags.
- Te maken met grote vides.
- Vooral plat dak.
- Museum grote variatie, theater altijd toneeltoren (apart extra hoog volume), bioscoop zowel klein als groot.
- Voorstel: bijeenkomst klein 2.200 m², klein deel 2 bouwlagen (entree/foyer/kantoor/horeca), rest 1 bouwlaag, grote verdiepingshoogte.
- Uitwerking: twee bioscopen als voorbeeld gebruikt maar uitgebreid met zalen. Op begane grond en eerste verdieping ruimten waar gedronken kan worden.
- Op begane grond, nooduitgangen naar buiten. Door 3 zalen naast elkaar extra vluchtgang creëren.
- Op begane grond, kantoorfunctie maar is < 90% van rekenzone, dus mag als bijeenkomst worden beschouwd.
- Weinig vloeroppervlak kwijt aan leidingschachten etc.
- Geen lift aangehouden want die kunnen op begane grond de zaal binnen. → geen liftputten en uitlopen.
- Lichte industrie (keuken) op begane grond.
- Geen kelder.

32 Bijeenkomstgebouw L

- Zie bijeenkomst algemeen bij 31 Bijeenkomst M.
- Voor dit gebouw weinig voorbeeldmateriaal voorhanden.
- Keuzes voor indeling: 1 grote (film)zaal, verder voornamelijk bijeenkomstfuncties, klein beetje kantoor en industrie (keuken) behorende bij restaurant. Grote vlek gemeenschappelijk aan de achterzijde betreft technische ruimten.
- In de gevel verschillende daglichtopeningen, entreezijde de meeste. Verder 2 daklichten.
- Bevochtiging in museumzalen. Kantoren, entree, restaurant en filmzaal in aparte klimatiseringszone.

33 Bijeenkomstgebouw XL

- Zie bijeenkomst algemeen bij 31 Bijeenkomst M.
- Voorstel voor bijeenkomst groot, 12.000m², deels 1 deels 2 bouwlagen.
- Voorstel voor bijeenkomst extra groot (theater) 1 bouwlaag, deels 3 bouwlagen (entree/kantoor/horeca); allemaal hoge volumes (van 3 verdiepingen). Theater is feitelijk bijeenkomst groot met toneeltoren.
- Uitwerking: in overleg met theateradviseur DGMR standaard indeling voor theater opgesteld. Laad en los zone is industrie functie (aangrenzend verwarmd). Ruime entree/foyer zone zoals ook bij theater aan de Schie en theater Zuidplein.
- Op de begane grond, verschillende gebruiksfuncties, gedeelte voor keuken (lichte industrie functie).
- Geen liftuitlopen getekend, wel liftputten. Verder verschillende dak niveaus.

Bijlage 4

Titel

Uitgangspunten

Invoerparameters basis installaties

Verwarming

In de concepten zijn ten aanzien van verwarming de volgende verwarmingssystemen met bijbehorende uitgangspunten toegepast:

- HR-combiketel 107 (HR107):
 - voor woningen en utiliteit XS100 en XS200 een individueel systeem
 - forfaitaire opwekkingsrendementen voor verwarming
 - hulpenergie kwaliteitsverklaring: Intergas kombi kompakt HRE 24/18A
- Elektrische warmtepomp met als bron buitenlucht (Wpbu kwal):
 - kwaliteitsverklaring voor opwekkingsrendement en hulpenergie warmtepomp forfaitair: Alpha Innotec LWD 50A/SX LWD 50A/SRX buitenlucht; $T_{sup} \leq 35$
- Elektrische warmtepomp met als bron bodem (Wpbo kwal):
 - kwaliteitsverklaring voor opwekkingsrendement en hulpenergie warmtepomp: Alpha Innotec WZSV 62 (H)(K)3M / SWCV62 (H)(K)3 bodem; $T_{sup} \leq 35$
- Elektrische (of gasgestookte) warmtepomp met als bron grondwater of aquifer (Wpaq (gas)):
 - aanvoertemperatuur 30-35°C
- Externe warmtelevering (EWL 1,5)
 - equivalent opwekkingsrendement (conform NVN 7125) van 1,5

Voor alle verwarmingssystemen geldt:

- individuele regeling
- LT-systeem
- individuele bemetering
- woningen: geïsoleerde leidingen in AOR en/of kruipruimte en een geïsoleerde verdeler
- utiliteit: geïsoleerde leidingen en kanalen
- hoofdcirculatiepomp met pompregeling
- afgifte: vloer/wand/betonkern $R_c \geq 2,5$, $\leq 50\text{gr}$, in vrijwel alle gevallen tot 8m hoogte.

Koeling

Bij koeling zijn de volgende koelsystemen met bijbehorende uitgangspunten toegepast:

- bodemkoeling/koudeopslag
- compressiekoeling
- split unit.

Voor alle koelsystemen geldt:

- HT-systeem
- toestel zonder verder specificaties
- forfaitair vermogen van de opwekker
- een toerenregeling voor hulpenergie ventilatoren en pompen en tevens een automatische toerenregeling voor meer dan 50% van asvermogens circulatiepompen
- koude direct van buiten en opwekkingsrendement inclusief hulpenergie ventilatoren.

Voor woningen is er vanuit gegaan dat alleen in de concepten met een warmtepomp er koeling is: bij systemen met als bron bodem vrije koeling en systemen met buitenlucht als bron:

HT compressiekoeling.

Tapwater

Ten aanzien van warm tapwater zijn verschillende systemen in de concepten opgenomen.

De leidinglengten voor badkamer en keuken zijn afgestemd op het woningtype en het type installatie.

Voor de verschillende systemen, gelden de volgende uitgangspunten:

- HR-combiketel:
 - individueel systeem
 - kwaliteitsverklaring Intergas Kombi Kompakt HRE 24/18, opwekkingsrendement 0,775 tot 8569 MJ tapwatervraag, daarboven 0,8
- Elektrische combiwarmtepomp buitenlucht:
 - individueel systeem
 - kwaliteitsverklaring Alpha Innotec LWD 50A/SX LWD 50A/SRX icm buffervat WWS 202 of HTD anders dan retourlucht. Het rendement is afhankelijk van de tapwaterbehoefte die door het toestel opgewekt moet worden.
- Elektrische combiwarmtepomp buitenlucht:
 - individueel systeem
 - kwaliteitsverklaring Alpha Innotec WZSV 62 (H)(K)3M bodem. Het rendement is afhankelijk van de tapwaterbehoefte die door het toestel opgewekt moet worden.
- Elektrische booster warmtepomp
 - individueel systeem
 - kwaliteitsverklaring opwekkingsrendement COP=3
- Indirect gestookte boiler op HR107 ketel of op externe warmtelevering (igb HR of igb EWL):
 - collectief systeem, binnen thermische schil
 - voorraadvaten warm water indirect verwarmd
 - minimaal 20 mm isolatie voorraadvat, leidingwerk etc.
 - opwekkingsrendement en distributierendement forfaitair
 - minimaal 20 mm isolatie van distributieleidingen
- Afleverset (afleverset)
 - externe warmtelevering via een individuele afleverset
- Elektro boiler (eb)
- Elektro geiser of elektrisch doorstroomtoestel (el.geiser)

Douchewarmteterugwinning (DWTW)

Ten aanzien van DWTW zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Aansluitwijze: zowel op de koude douchekraan als op inlaat. Dit geeft de hoogste benuttingsgraad.
- Rendementen:
 - 0,6 (verticale DWTW) - toegepast in tussenwoning met hellend dak, de hoekwoning en de vrijstaande woning
 - 0,45 (horizontale DWTW: douchebak of -goot) - toegepast in de levensloopbestendige woning, appartementen en woonwagons
 - 0,40 (forfaitair) - toegepast in hotel en sportgebouwen.

Toepassing van een DWTW heeft bij concepten met een combiwarmtepomp in een aantal gevallen invloed op het berekende opwekkingsrendement voor warm tapwater. Door toepassing van een DWTW neemt de hoeveelheid warm tapwater die door het toestel opgewekt moet worden af. Hierdoor daalt het rendement van het toestel.

Zonneboiler

Er zijn voor tapwater drie typen zonneboilers toegepast:

- 2,47 m² - kwaliteitsverklaring Dutch Solar Systems (DSS) ZB 120 S
- 4,5 m² - kwaliteitsverklaring HR Solar hrs 200/4,8 AR
- groot:
 - methode B
 - opslagvat volume 1000 liter, locatie verwarmde ruimte
 - leiding warmteopslag-collector geïsoleerd
 - collectortype vlakke plaat, glas of kunststof afdekking, wel spectraal
 - forfaitaire waarde warmteoverdrachtscoëfficiënt warmtewisselaar en warmteoverdracht warmteopslag

Voor alle zonneboilers geldt:

- voorverwarmer zonneboiler
- oriëntatie en helling afhankelijk van dakvlak; bij platte daken: oriëntatie zuid, helling 30°

Ventilatie

Ten aanzien van ventilatie zijn zowel systemen met alleen mechanische afzuiging als balansventilatiesystemen in de verschillende concepten toegepast:

- Natuurlijke toe- en mechanische afvoer
 - toegepaste systeemtypen: C.2b (zelfregelende roosters), C.4c (met CO₂ regeling, winddrukgestuurd) en C.4c met kwaliteitsverklaring (freg = 0,48)
 - maximale ventilatiecapaciteit bij koude behoefte
- Balansventilatie met WTW
 - toegepaste systeemtypen: D.2b2 (standaard), D.5a (met CO₂ regeling) en D.5a met kwaliteitsverklaring (freg = 0,40)
 - kwaliteitsverklaring warmteterugwinning van 95%, dissipatie inbegrepen bij rendement
 - bypass aandeel 100%
 - praktijkrendement correctiefactor (f_{rend}):
 - 0,8 voor utiliteit en appartementen. . Er is vanuit gegaan dat deze waarde als (forfaitaire) onderwaarde wordt vastgesteld.
 - 0,81 voor grondgebonden woningen op basis van de volgende invoergegevens: geïsoleerde ventilatiekanalen, geen constante volume regeling, leidinglengte tussen de wtw-unit en buiten: 2 m. f_{rend} = 1-(0.02*2+0.05+0.10).

Voor alle ventilatiesystemen geldt:

- ventilatiedebiet onbekend; er wordt dan gerekend met een afgeleide (indicatie) van het ventilatiedebiet op basis van de vereisten uit het Bouwbesluit
- energiegebruik ventilatoren forfaitair
- ventilatortype is gelijkstroom
- luchtdichtheidsklasse LUKA C voor de ventilatiekanalen

PV (Fotovoltaïsche cellen)

Ten aanzien van PV-systemen zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Op hellende daken: oriëntatie en hellingshoek afhankelijk van oriëntatie en helling van dak
- Op platte daken:
 - opstelling in hellende rijen: oriëntatie zuid, helling 30°
 - platte opstelling op volledig dakvlak: afwisselende rijen op ZW en NO of op W en O, helling 5°
- Op overstekken: afhankelijk van oriëntatie gevels, helling 5°

- Op gevels: afhankelijk van oriëntatie gevels, helling 90°
- Minimale belemmering
- Bouwintegratie matig geventileerd bij hellend dak en anders sterk geventileerd.

Voor het maximale oppervlakte aan PV is uitgegaan van het volledige dakoppervlak (A_T) bij platte daken en 100% van A_T van het hellende dak (van de oriëntatie met de hoogste opbrengst) met aftrek van de oppervlakte van de eventuele zonneboilers en dakramen. Er is geen rekening gehouden met het extra oppervlak van de geveldikte en eventuele dak overstek.

Voor het maximale vermogen is uitgegaan van zonnepanelen met een Wattpiek vermogen van 200 Wp/m^2 . Momenteel zijn deze in de markt alleen beschikbaar tegen een duidelijke meerprijs. De verwachting is dat de ontwikkeling van het vermogen van PV panelen de komende jaren doorzet en dat PV panelen met een vermogen van 200 Wp/m^2 in 2020 voor een marktconforme prijs beschikbaar zijn.

Gegevens lineaire warmteverliezen woonfuncties

Voor de lineaire warmteverliezen (koudebruggen) is gerekend met de uitgebreide methode bij (alleen) de grondgebonden woningen en appartementen.

Er is gebruik gemaakt van de beschikbare SBR referentiedetails met een opslag van 25%. Waar mogelijk is uitgegaan van de passiefhuisdetails. Hierbij wordt in het SBR-referentiedetail over het algemeen rekening gehouden met een R_c van 6,5 m².K/W voor de vloer, een R_c van 8 of 10 m².K/W voor de gevel en een R_c van 10 m².K/W voor het dak. Voor open delen is daarbij uitgegaan van een U-waarde van 0,8 W/m².K. Voor een aantal posities zoals bij een dakkapel waren geen passiefhuisdetails beschikbaar. Hierbij is uitgegaan van de details voor het standaard niveau (R_c en U-waarde conform Bouwbesluit) of voor het comfort niveau met enigszins hogere R_c -niveaus ten opzichte van Bouwbesluit. Bij de specifieke details voor appartementen waren geen passiefhuisdetails beschikbaar.

Lineaire warmteverliezen		Psi waarde (W/mK)		Psi waarde incl. 25% correctie (W/mK)
omschrijving	SBR nummer	Ψ	Ψ	bron
vloer-kozijn deur/zijlicht	102.0.1.01.T2	0,243	0,304	SBR Passief
vloer-metselwerk voorgevel	101.0.3.01.T2	0,201	0,251	SBR Passief
vloer-metselwerk zijgevel	103.2.0.01.T2	0,246	0,308	SBR Passief
kozijnen onder	201.0.3.01.T2	0,180	0,225	SBR Passief
kozijnen zij	202.0.3.01.T2	0,058	0,073	SBR Passief
kozijnen boven	203.0.3.01.T2	0,065	0,081	SBR Passief
hoek gevel	205.2.3.01.T2	0,030	0,038	SBR Passief
dak-voorgevel	401.0.3.01.T2	0,013	0,016	SBR Passief
dak-buren	402.2.0.03.T1	0,019	0,024	SBR Passief
dak-zijgevel	403.2.0.01.T2	0,065	0,081	SBR Passief
nok dak	404.0.0.01.T2	0,025	0,031	SBR Passief
plat dak - gevel	409.0.3.01.T1	0,071	0,089	SBR comfort
dak kilkeper	421.4.0.01	0,031	0,039	SBR standaard
gevel-buren	204.2.3.02.G1	0,000	0,000	SBR standaard
vloer-gevel	301.0.3.01.T1	0,000	0,000	SBR standaard
plat dak-gevel	451.2.0.01	-0,124	-0,093	SBR standaard
<i>Specifiek voor appartementen</i>				
vloer-metselwerk langsgew	151.2.0.04	0,399	0,499	SBR standaard
vloer kozijn entree	152.0.0.01	0,453	0,566	SBR standaard
plat dak - gevel	419.1.0.02	0,085	0,106	SBR standaard
plat dak - opgaande gevel	451.1.0.01	-0,110	-0,083	SBR standaard
hoek gevel	251.2.3.01	0,075	0,094	SBR standaard
balkon - balkondeur	352.0.3.06	0,110	0,138	SBR standaard
balkon/galerij-gevel	351.0.3.01	0,430	0,538	SBR standaard
balkon-raam-raam	352.0.1.04	0,103	0,129	SBR standaard
rand bergingen-balkon	353.0.3.01	0,213	0,266	SBR standaard
AOR binnenmuur - verdiepingsvloer	380.1.0.01	-0,161	-0,121	SBR standaard
AOR buitenmuur - verdiepingsvloer	360.0.3.01.T1	0,420	0,525	SBR standaard
bg vloer - binnenmuur AOR	111.1.0.01	0,000	0,000	SBR standaard
vloer-gevel	368.0.3.01.G1	0,000	0,000	SBR standaard

Bijlage 5

Titel	Overzicht concepten per gebouw
-------	--------------------------------

Gehanteerde afkortingen

Schil		
Rc	BB	Rc-waarde van vloer/gevel/dak = 3,5/4,5/6,0 m ² K/W
infiltratie	0,xxx	opgegeven waarde is $q_{v10;spec}$ [dm ³ /sm ²]
U	x/y	betreft U-totaal voor ramen/deuren
Verwarming		
systeem	kwal	kwaliteitsverklaring voor desbetreffende systeem
	Wpbo	elektrische warmtepomp met bron: bodem
	Wpbu	elektrische warmtepomp met bron: buitenlucht
	Wpaq	elektrische warmtepomp met bron: grondwater/aquifer
	Wpr	elektrische warmtepomp met bron: retourlucht
	WpaC	collectieve elektrische warmtepomp met bron: grondwater/aquifer
	HR107	HR107 ketel-LT systeem
	EWL 1,5	externe warmtelevering met opwekkingsrendement van 1,5
Koeling		
systeem	bodem	bodemkoeling
	HT compr	compressiekoelmachine HT-systeem
	HT split	split unit HT-systeem
	ko	koudeopslag
	nvt	geen koeling
Transportmedium		
	w	water
	l	lucht
	k	koelmiddel
Tapwater		
systeem	kwal	kwaliteitsverklaring voor desbetreffende systeem
	combi	combi toestel met verwarming
	eb	elektroboiler
	el.geiser	elektrische geiser/doorstroomtoestel
	igb HR/EWL	collectief indirect gestookte boiler op HR-ketel of Externe WarmteLevering
	wp	warmtepomp
	zb	zonneboiler met vermelde collectoroppervlak in m ²
Ventilatie		
systeem	kwal	kwaliteitsverklaring voor desbetreffende systeem
	D2b2	mechanische toe- en afvoer: type WTW, geen zonering, geen sturing, volledige bypass
	D5a	mechanische toe- en afvoer: type CO ₂ -sturing met twee of meer zones
	C2b	natuurlijke toevoer, mechanische afvoer: type winddrukgestuurde toevoer (drukverschil 1 Pa < Δp ≤ 5 Pa)
	C4c	natuurlijke toevoer, mechanische afvoer: type CO ₂ -sturing op afvoer per verblijfsruimte
wtw	xx%	rendement warmterugwinning (Nwtw)
debiet	(%)BB	ventilatie op basis van Bouwbesluit x %
spui	D/O/R	dicht (geen spuivoorziening), open (te openen ramen), roosters
Verlichting		
regeling	veeg	veegschakeling
	vertrek	vertrekschakeling
	d.vertrek	dubbele vertrekschakeling
	vda	veegschakeling met daglichtregeling

concept	gebouw		schil		verwarming	tapwater			transportmedium		ventilatie				dak	PV		verlichting		behoefte	primair	hernieuwbaar	w: EPC	opmerking			
code	omschrijving	type concept	Rc [m2K/W]	infiltratie	U [W/m2K]	systeem	systeem	dwtw	zb	koeling	verw	koel	systeem	wtw	debiet	terugreg	spui	At[m2]	[m2]	Wp	[W/m2]	regeling	[kWh/m2]	[kWh/m2]	[-]	u: E/E	
																										EPC	
01.1 TW	S tussen	gas	BB	0,40	1,0/1,4	HR107	combi kwal	0,6	-	nvt	w		D2b2	95%	BB					17,5	3.500	forf	23,8	24,7	51,9%	0,05	
01.2 TW	S tussen	all-electric	5/5/8	0,40	0,9/0,8	Wpbo kwal	combi kwal	-	-	bodem	w	w	C4c kwal		BB					4,5	900	forf	25,0	24,8	61,6%	0,25	
01.3 TW	S tussen	warmtelevering	BB	0,40	1,0/1,4	EWL 1,5	afleverset	0,6	-	nvt	w		D2b2	95%	BB					11	2.200	forf	23,8	15,5	51,9%	0,10	
02.1 HW	M hoek	gas	6/8,5/10	0,15	0,8/1,4	HR107	combi kwal	0,6	-	nvt	w		C4c kwal		BB					19	3.800	forf	24,9	23,5	50,4%	0,02	
02.2 HW	M hoek	all-electric	5/7/8	0,40	1,0/1,4	Wpbo kwal	combi kwal	-	-	bodem	w	w	D5a kwal	95%	BB					5	1.000	forf	25,0	24,4	59,9%	0,23	
02.3 HW	M hoek	warmtelevering	6/7/7	0,40	1,0/1,4	EWL 1,5	afleverset	0,6	-	nvt	w		D5a kwal	95%	BB					12,5	2.500	forf	24,9	14,5	52,0%	0,06	
03.1 VRUJ	L vrij	gas	6/7/8	0,15	0,8/1,4	HR107	combi kwal		4,5	nvt	w		D5a	95%	BB					12,75	2.550	forf	25,0	23,5	50,6%	0,17	Rc wang 3,0
03.2 VRUJ	L vrij	all-electric	6/7/9	0,15	0,9/1,0	Wpbu kwal	combi kwal	0,6	-	HT compr	w	w	D5a kwal	95%	BB					7	1.400	forf	25,0	24,9	52,9%	0,23	Rc wang 3,0
03.3 VRUJ	L vrij	warmtelevering	7/8/10	0,15	0,9/1,4	EWL 1,5	afleverset	0,6	-	nvt	w		D5a	95%	BB					16	3.200	forf	24,8	13,9	51,4%	0,09	Rc wang 3,0
04.1 TW	M tussen plat	gas	6/7/9	0,15	1,0/1,0	HR107	combi kwal	0,45	-	nvt	w		C4c kwal		BB					13,5	2.700	forf	24,9	24,6	54,5%	-0,02	
04.2 TW	M tussen plat	all-electric	6/7/8	0,40	1,0/1,4	Wpbo kwal	combi kwal	-	-	bodem	w	w	D2b2	95%	BB					7,5	1.500	forf	24,9	23,8	65,7%	0,21	
04.3 TW	M tussen plat	warmtelevering	5/6/7,5	0,40	1,0/1,4	EWL 1,5	afleverset	-	-	nvt	w		D5a	95%	BB					9,5	1.900	forf	24,7	19,4	51,7%	0,06	
05.1 WW	woonwagen	gas	3/2,5/3	0,40	1,0/1,4	HR107	combi kwal	0,45	-	nvt	w		D5a	95%	BB					41	8.200	forf	78,6	24,1	75,4%	-0,24	
05.2 WW	woonwagen	all-electric	4/3/4	0,40	1,0/1,4	Wpbo kwal	combi kwal	-	2,4	HT compr	w	w	D2b2	95%	BB					15	3.000	forf	75,7	25,3	75,7%	0,21	
05.3 WW	woonwagen	warmtelevering	4/3/4	0,40	1,0/1,4	EWL 1,5	afleverset	-	-	nvt	w		C2b	-	BB					28	5.600	forf	89,6	25,3	69,0%	-0,13	
06.1 VAK	S tussen	gas	6/8/10	0,15	0,8/0,7	HR107	combi kwal	-	2,4	nvt	w		D5a	95%	BB					6,25	1.250	forf	25,0	20,3	50,6%	0,08	Rc wang 3,0
06.2 VAK	S tussen	all-electric	7/7/10	0,15	0,8/0,7	Wpbo kwal	combi kwal	-	-	bodem	w	w	D5a kwal	95%	BB					4,25	850	forf	24,9	23,9	55,6%	0,16	Rc wang 3,0
06.3 VAK	S tussen	warmtelevering	6/8/10	0,15	0,8/0,7	EWL 1,5	afleverset	0,6	-	nvt	w		D5a kwal	95%	BB					7,25	1.450	forf	25,0	13,2	50,9%	0,02	Rc wang 3,0
07.1 APP	Woongebouw M	gas	5/6/7	0,40	1,0/1,4	HR107	combi kwal	0,45	-	nvt	w		C4c kwal	95%	BB			588	490	98.000	forf	22,9	24,8	51,3%	0,02	PV bijna voldaks	
07.2 APP	Woongebouw M	all-electric	BB	forf	1,0/1,4	Wpbo kwal	el.geiser	-	-	bodem	w	w	D2b2	95%	BB					440	88.000	forf	18,1	25,0	59,5%	0,26	
07.3 APP	Woongebouw M	warmtelevering	BB	forf	1,0/1,4	EWL 1,5	afleverset	-	-	nvt	w		D2b2	95%	BB					400	80.000	forf	18,1	20,8	50,4%	0,13	
08.1 STU	Woongebouw XL	gas	6/6/7	0,35	0,8/0,8	HR107	combi kwal	0,45	-	nvt	w		D5a kwal	-	BB			2625	3344	668.800	forf	14,6	23,6	50,4%	0,09	PV voldaks+gevel ZW+ZO; beschaduwng voldaks niet meegenomen!	
08.2 STU	Woongebouw XL	all-electric	BB	0,40	0,9/0,9	Wpaq	booster wp	-	-	KO	w	w	C4c kwal		BB					1800	360.000	forf	24,9	24,7	54,9%	0,16	PV 3/4 dak; boosterWP COP=3
08.3 STU	Woongebouw XL	warmtelevering	BB	forf	1,0/1,0	EWL 1,5	afleverset	0,45	-	nvt	w		D5a kwal	95%	BB					3344	668.800	forf	15,5	21,8	52,4%	0,10	PV voldaks+gevel ZW+ZO; beschaduwng voldaks niet meegenomen!
																										E/E	
09.1 W+U	Combinatiegebouw L	gas	5/6/7	0,40	1,0/1,4	HR107	combi kwal/eb	0,45/-	-	nvt/HT compr	w/w	-/w	D5a kwal/D2b2	95%/80%	BB	geen	-/D	1958	1060	212.000	forf/12	veeg	32,0	24,9	54,3%	0,113	PV op winkeldeel belemmerd
09.2 W+U	Combinatiegebouw L	all-electric	5/6/7	0,40	1,0/1,4	Wpaq	el.geiser/eb	-	-	KO	w/w	-/w	D5a kwal/D2b2	95%/80%	BB	geen	-/D	1120	224.000	forf/12	veeg	32,0	24,5	65,9%	0,275	zie 9.1	
09.3 W+U	Combinatiegebouw L	warmtelevering	5/6/7	0,40	1,0/1,4	EWL 1,5	afleverset/eb	-	-	nvt/HT compr	w/w	-/w	D5a kwal/D2b2	95%/80%	BB	geen	-/D		900	180.000	forf/12	veeg	32,0	24,4	50,7%	0,218	zie 9.1
10.1 W+U	Combinatiegebouw XL	gas	5/6/7	0,30	0,9/1,4	HR107	combi kwal/eb	0,45/-	-	nvt/HT compr	w/w+I	-/w+I	D5a kwal/D5a	95%/80%	BB/140%	40%	-/D	2679	5160	1.032.000	forf/14-6-4	veeg/vda	24,0	23,7	50,1%	0,272	PV op Ubouwdeel deels belemmerd, winkel geen aanw.det
10.2 W+U	Combinatiegebouw XL	all-electric	BB	forf	1,0/1,4	Wpaq	booster wp/eb	-	-	KO	w/w+I	w/w+I	D5a kwal/D2b2	95%/80%	BB/140%	40%	-/D	3450	690.000	forf/17-6-6	veeg/vda	33,1	24,8	64,6%	0,454	zie 10.1; boosterWP COP=3	
10.3 W+U	Combinatiegebouw XL	warmtelevering	BB	0,40	1,0/1,4	EWL 1,5	afleverset/eb	-	-	nvt/HT compr	w/w+I	-/w+I	D5a kwal/D2b2	95%/80%	BB/140%	40%	-/D	5160	1.032.000	forf/17-6-6	veeg/vda	32,2	24,6	50,0%	0,343	zie 10.1	
11.1 UXS	extra klein XS100	gas	6/7/8	0,40	0,8/0,8	HR107	eb	-	-	HT split	w	k	D5a	95%	BB	geen	O	80	16	3.200	4	vda	49,8	23,9	60,6%	0,026	
11.2 UXS	extra klein XS100	all-electric	6/7/8	0,15	0,8/0,8	Wpbo kwal	eb	-	-	KO	w	w	D5a	95%	BB	geen	O		8	1.600	7	vda	49,5	24,2	64,6%	0,188	
11.3 UXS	extra klein XS100	warmtelevering	6/7/8	0,15	0,8/0,8	EWL 1,5	afleverset	-	-	HT split	w	k	D5a	95%	BB	geen	O		12	2.400	7	vda	49,5	20,9	56,9%	0,162	
12.1 UXS	zeer klein XS200	gas	BB	forf	1,0/1,0	HR107	eb	-	-	HT split	w	k	D5a	95%	BB	geen	O	80	28	5.600	6	vda	48,8	23,0	59,4%	0,049	
12.2 UXS	zeer klein XS200	all-electric	6/6/8	0,40	0,9/0,9	Wpbo kwal	el.geiser	-	-	KO	w	w	D5a	95%	BB	geen	O		18	3.600	9	veeg	49,9	22,1	66,5%	0,191	
12.3 UXS	zeer klein XS200	warmtelevering	6/6/8	0,40	0,9/0,9	EWL 1,5	afleverset	-	-	HT split	w	k	D5a	95%	BB	geen	O		21	4.200	9	veeg	49,9	24,5	50,7%	0,212	
13.1 W	winkel S	gas	BB	0,40	1,0/1,0	HR107	eb	-	-	HT compr	w+I	w+I	D5a	90%	BB	geen	D	1517	335	67.000	8	veeg	49,9	24,7	59,0%	0,045	geen zonwering
13.2 W	winkel S	all-electric	4,5/4,5/6,5	0,40	1,0/1,0	Wpbu	eb	-	-	HT compr	w+I	w+I	D2b2	90%	BB	geen	D		240	48.000	8	veeg	49,8	24,5	66,4%	0,145	zie 13.1
13.3 W	winkel S	warmtelevering	7/6/8	forf	0,9/0,9	EWL 1,5	eb	-	-	HT compr	w+I	w+I	D5a	90%	BB	geen	D		225	45.000	8	veeg	49,9	23,7	50,2%	0,140	zie 13.1
14.1 W	winkel XL	gas	BB	forf	1,0/1,4	HR107	eb	-	-	HT compr	w+I	w+I	D2b2	80%	BB	geen	D	20835	3600	720.000	14	veeg	44,8	23,7	58,1%	0,279	geen zonwering
14.2 W	winkel XL	all-electric	BB	forf	1,0/1,4	Wpaq	eb	-	-	KO	w+I	w+I	D2b2	80%	BB	geen	D		3450	690.000	16	veeg	48,4	24,3	61,8%	0,277	zie 14.1
14.3 W	winkel XL	warmtelevering	BB	forf	1,0/1,4	EWL 1,5	eb	-	-	HT compr	w+I	w+I	D2b2	80%	BB	geen	D		3350	670.000	14	veeg	44,8	24,9	55,1%	0,278	zie 14.1
15.1 log	hotel	gas	6/7/8	0,15	0,9/1,4	HR107	igb	ja	60	HT compr	w+I	w+I	D5a	80%	BB	40%	O	749	575	115.000	4	vertrek/veeg	36,3	24,9	56,5%	0,254	PV toren voldaks, onderbouw half, PV geveloverstek ZW, ZB 60m2
15.2 log	hotel	all-electric	6/7/8	forf	0,9/1,4	Wpaq	igb HR107	-	60	KO	w+I	w+I	D5a	80%	BB	40%	O		630	126.000	6	vertrek/veeg	49,3	24,5	68,6%	0,285	PV toren voldaks, onderbouw half, PV geveloverstek ZW+ZO, ZB 60m2
15.3 log	hotel	warmtelevering	6/7/8	0,15	1,0/1,4	EWL 1,5	igb EWL	-	60	HT compr	w+I	w+I	D5a	80%	BB	40%	O		500	100.000	4	vertrek/veeg	37,3	24,6	54,8%	0,286	zie 15.2, geen PV geveloverstek
16.1 GZH	gezondheid S	gas	BB	forf	1,0/1,4	HR107	eb	-	-	HT compr	w+I	w	D2b2	90%	BB	geen	D	1462	175	35.000	10	d.vertrek	45,9	24,2	60,4%	0,197	
16.2 GZH	gezondheid																										

concept	gebouw		schil			verwarming	tapwater				transportmedium	ventilatie				dak	PV		verlichting		behoefte	primair	hernieuwbaar	w: EPC	opmerking		
code	omschrijving	type concept	Rc [m2K/W]	infiltratie	U [W/m2K]	systeem	systeem	dwtw	zb	koeling	verw	koel	systeem	wtw	debiet	terugreg	spui	At[m2]	[m2]	Wp	[W/m2]	regeling	[kWh/m2]	[kWh/m2]	[-]	u: E/E	
20.1 O	onderwijs S	gas	5/5/6	0,40	1,0/1,4	HR107	eb/igb HR	-		HT compr/-	w+I	w/-	D5a	80%	BB	>20%	O	1384	570	114.000	10	vda/veeg	49,8	37,8	50,7%	0,245	handm. zonwering, gymzaal open plafond
20.2 O	onderwijs S	all-electric	5/5/6	0,40	1,0/1,4	Wpbo	eb/eg	-	-	KO	w+I	w/-	D5a	80%	BB	>20%	O		350	70.000	10	vda/veeg	49,8	48,3	51,0%	0,480	
20.3 O	onderwijs S	warmtelevering	5/6/7	0,20	0,9/1,4	EWL 1,5	eb/igb EWL	-	-	HT compr/-	w+I	w/-	D2b2	80%	BB	>20%	O		320	64.000	6/8	vda/veeg	50,0	30,2	53,0%	0,261	
21.1 O	onderwijs M	gas	BB	forf	1,0/1,4	HR107	eb/igb HR	-		HT compr/-	w+I	w/-	D5a	80%	BB	>20%	O	1987	860	172.000	10	vda/veeg	49,8	35,3	50,5%	0,298	handm. zonwering, gymzaal open plafond
21.2 O	onderwijs M	all-electric	BB	forf	1,0/1,4	Wpaq	eb/eg	-	-	KO	w+I	w/-	D5a/D2b2	80%	BB	>20%	O		510	102.000	10	vda/veeg	50,0	43,3	52,2%	0,476	
21.3 O	onderwijs M	warmtelevering	5/6/8	0,20	0,9/1,4	EWL 1,5	eb/igb EWL	-	-	HT compr/-	w+I	w/-	D2b2	80%	BB	>20%	O		730	146.000	6/8	vda/veeg	49,9	30,1	50,6%	0,331	
22.1 O	onderwijs L	gas	BB	forf	1,0/1,4	HR107	eb/igb HR	-		HT compr/-	w+I	w+I/-	D5a	80%	BB	>20%	O	3492	1800	360.000	12	veeg	47,2	32,3	51,2%	0,376	Gymzaal open plafond
22.2 O	onderwijs L	all-electric	BB	forf	1,0/1,4	Wpaq	eb/eg	-	-	KO	w+I	w+I/-	D5a/D2b2	80%	BB	>20%	O		1200	240.000	10	veeg	45,3	37,7	53,7%	0,439	zie 22.1
22.3 O	onderwijs L	warmtelevering	4,5/4,5/7	forf	1,0/1,4	EWL 1,5	eb/igb EWL	-	-	HT compr/-	w+I	w+I/-	D2b2	80%	BB	>20%	O		1650	330.000	6/8	veeg	49,8	28,8	51,9%	0,336	zie 22.1
23.1 O	onderwijs XL	gas	5/6/7	0,20	0,8/1,4	HR107	eb	-		HT compr/-	w+I	w+I	D5a	80%	BB	>20%	O	1776	2875	575.000	8	vda	39,3	27,0	50,2%	0,373	gymzaal open plafond, PV voldaks, gevel PV ZW+ZO
23.2 O	onderwijs XL	all-electric	BB	forf	1,0/1,4	Wpaq	eb	-	-	KO	w+I	w+I	D5a	80%	BB	>20%	O		1800	360.000	8	vda	45,3	37,8	51,0%	0,446	gymzaal open plafond, PV voldaks,
23.3 O	onderwijs XL	warmtelevering	5/6/7	forf	1,0/1,4	EWL 1,5	eb	-	-	HT compr/-	w+I	w+I	D5a	80%	BB	>20%	O		2800	560.000	8	vda	45,0	25,5	51,1%	0,351	gymzaal open plafond, PV voldaks, gevel PV ZW+ZO(grotendeels)
24.1 S	sport M	gas	BB	0,40	1,0/1,4	HR107	igb	-	-	HT compr/-	w+I	w+I/-	D2b2	80%	200%BB	60%	D	3204	1120	224.000	12/6	veeg/vda	47,3	24,9	71,3%	-0,212	geen aanw.det in gem. ruimten (244Ag)
24.2 S	sport M	warmtepomp	BB	0,40	1,0/1,4	Wpaq gas	igb	ja	60	KO	w+I	w+I/-	D5a	80%	200%BB	60%	D		390	78.000	10/6	veeg/vda	44,3	24,7	66,0%	0,309	zie 24.1
24.3 S	sport M	warmtelevering	BB	0,40	1,0/1,4	EWL 1,5	igb EWL	-	-	HT compr	w+I	w+I/-	D2b2	80%	200%BB	60%	D		730	146.000	12/6	veeg/vda	47,3	25,0	61,7%	0,058	zie 24.1
25.1 S	sport L	gas	BB	0,40	1,0/1,4	HR107	igb	-	80	HT compr	w+I	w+I/-	D2b2	80%	200%BB	60%	D	7230	2900	580.000	12/6	veeg/vda	46,5	24,8	70,8%	-0,103	aanw.det alleen in sportzalen
25.2 S	sport L	warmtepomp	BB	0,40	1,0/1,4	Wpaq	igb	ja	80	KO	w+I	w+I/-	D2b2	80%	200%BB	60%	D		1700	340.000	14/6	veeg/vda	47,2	24,5	72,1%	0,343	zie 25.1, deels open plafond
25.3 S	sport L	warmtelevering	BB	0,40	1,0/1,4	EWL 1,5	igb EWL	-	-	HT compr	w+I	w+I/-	D2b2	80%	200%BB	60%	D		1950	390.000	12/6	veeg/vda	46,5	24,9	62,9%	0,148	zie 25.1
26.1 K	kantoor S bedrijfsgebouw	gas	3,5/5/7	forf	1,0/1,0	HR107	eb	-	-	LT compr	w	w	D2b2	90%	BB	geen	D	565	200	40.000	7	vda	26,6	22,1	50,6%	0,242	
26.2 K	kantoor S bedrijfsgebouw	all-electric	3,5/5/7	forf	1,0/1,0	Wpbu	eb	-	-	HT compr	w	w	D2b2	90%	BB	geen	D		170	34.000	7	vda	26,6	24,1	54,1%	0,264	
26.3 K	kantoor S bedrijfsgebouw	warmtelevering	5/6/7,5	forf	1,0/1,0	EWL 1,5	eb	-	-	LT compr	w	w	C2b		BB	geen			310	62.000	7	vda	49,5	24,5	58,9%	0,270	
27.1 K	kantoor M	gas	5/5/7	forf	1,0/1,0	HR107	eb	-	-	HT compr	w+I	w+I	D5a	80%	140%BB	40%	D	918	480	96.000	6	vda	30,4	19,5	51,7%	0,384	
27.2 K	kantoor M	all-electric	BB	forf	1,0/1,0	Wpaq	eb	-	-	KO	w+I	w+I	D2b2	80%	140%BB	40%	D		400	80.000	6	vda	34,1	24,2	56,0%	0,419	
27.3 K	kantoor M	warmtelevering	BB	forf	1,0/1,0	EWL 1,5	eb	-	-	HT compr	w+I	w	D2b2	80%	140%BB	40%	D		480	96.000	6	vda	30,5	19,7	51,4%	0,387	
28.1 K	kantoor XL 1	gas	BB	forf	0,9/0,9	HR107	eb	-	-	HT compr	w+I	w+I	D5a	80%	140%BB	40%	D	1871	3030	606.000	4	vda	31,3	20,1	5060,0%	0,309	PV voldaks, open plafond, gevel PV 45gr ZW+ZO
28.2 K	kantoor XL 1	all-electric	BB	forf	1,0/1,0	Wpaq	el.geiser	-	-	KO	w+I	w+I	D5a	80%	140%BB	40%	D		1850	370.000	4	vda	32,8	25,0	54,1%	0,340	PV voldaks, open plafond
28.3 K	kantoor XL 1	warmtelevering	BB	forf	1,0/1,0	EWL 1,5	eb	-	-	HT compr	w+I	w	D5a	80%	140%BB	40%	D		2620	524.000	4	vda	31,0	17,3	50,5%	0,276	PV voldaks, open plafond, gevel PV 750 m2 ZW
29.1 K	kantoor XL 2	gas	4,5/4,5/6	forf	0,9/1,0	HR107	eb	-	-	HT compr	w+I	w+I	D5a	80%	140%BB	40%	O	2852	3920	784.000	7	vda	40,9	23,9	52,6%	0,376	PV voldaks+overstek op Z+W, open plafond
29.2 K	kantoor XL 2	all-electric	4,5/4,5/6	forf	0,9/1,0	Wpaq	el.geiser	-	-	KO+wp zb	w+I	w+I	D5a	80%	140%BB	40%	O		2300	460.000	4	vda	40,9	24,5	59,7%	0,356	open plafond
29.3 K	kantoor XL 2	warmtelevering	4,5/4,5/6	forf	0,9/1,0	EWL 1,5	eb	-	-	HT compr	w+I	w+I	D5a	80%	140%BB	40%	O		2850	570.000	4	vda	37,6	18,8	50,5%	0,307	PV voldaks, open plafond
30.1 BK	bijeenkomst S	gas	BB	forf	1,0/1,4	HR107	eb	-	-	HT compr	w+I	w+I	D2b2	80%	140%BB	40%	D	729	450	90.000	8	veeg/vda	48,6	24,1	63,2%	0,047	geen zonwering (wel overstek)
30.2 BK	bijeenkomst S	all-electric	BB	forf	1,0/1,4	Wpbo	eb	-	-	KO	w+I	w+I	D5a	80%	140%BB	60%	D		260	52.000	8	veeg/vda	45,2	23,8	66,4%	0,261	zie 30.1
30.3 BK	bijeenkomst S	warmtelevering	BB	forf	1,0/1,4	EWL 1,5	eb	-	-	HT compr	w+I	w+I	D2b2	80%	140%BB	40%	D		270	54.000	5	veeg/vda	46,1	23,2	51,7%	0,217	zie 30.1
31.1 BK	bijeenkomst M	gas	BB	forf	1,0/1,4	HR107	eb	-	-	HT compr	w+I	w+I	D2b2	80%	180%BB	40%	D	1608	1150	230.000	8	veeg	46,2	24,5	60,5%	0,125	geen zonwering
31.2 BK	bijeenkomst M	all-electric	BB	forf	1,0/1,4	Wpbo	el.geiser	-	-	KO	w+I	w+I	D5a	80%	180%BB	60%	D		340	68.000	8	veeg	41,8	24,5	64,0%	0,287	zie 31.1
31.3 BK	bijeenkomst M	warmtelevering	BB	forf	1,0/1,4	EWL 1,5	eb	-	-	HT compr	w+I	w	D2b2	80%	180%BB	40%	D		750	150.000	5	veeg	43,6	22,5	51,5%	0,262	zie 31.1
32.1 BK	bijeenkomst L	gas	BB	forf	1,0/1,4	HR107	eb	-	-	HT compr	w+I	w+I	D5a	80%	180%BB	60%	D	2866	1220	244.000	20/8	veeg	50,0	24,8	61,4%	0,323	geen aanw.detectie, bevochtiging, entreepui ZW geen zonwering
32.2 BK	bijeenkomst L	all-electric	BB	forf	1,0/1,4	Wpaq COP6	eb	-	-	KO	w+I	w+I	D2b2	80%	180%BB	60%	D		1050	210.000	16/8	veeg	49,8	23,7	67,4%	0,308	zie 32.1
32.3 BK	bijeenkomst L	warmtelevering	BB	forf	1,0/1,4	EWL 1,5	eb	-	-	HT compr	w+I	w+I	D2b2	80%	180%BB	60%	D		1050	210.000	14/8	veeg	47,0	24,7	57,9%	0,322	zie 32.1
33.1 BK	bijeenkomst XL	gas	BB	forf	1,0/1,4	HR107	eb	-	-	HT compr	w+I/I/w+I	w+I/I/w+I	D5a/D5a/D2b2	80%	gem185%BB	60%	D	4181	1900	380.000	8/8/6	vertrek/veeg	43,1	25,0	55,7%	0,282	foyer/theater geen aanw.det., entreepui ZW geen zonwering
33.2 BK	bijeenkomst XL	all-electric	BB	forf	1,0/1,4	Wpaq	eb	-	-	KO	w+I/I/w+I	w+I/I/w+I	D2b2	80%	gem185%BB	60%	D		1650	330.000		vertrek/veeg	47,6	24,6	67,3%	0,336	zie 33.1
33.3 BK	bijeenkomst XL	warmtelevering	BB	forf	1,0/1,4	EWL 1,5	eb	-	-	HT compr	w+I/I/w+I	w+I/I/w+I	D2b2	80%	gem185%BB	60%	D		1800	360.000	10/10/8	vertrek/veeg	47,6	24,6	54,7%	0,336	zie 33.1

Bijlage 6

Titel

Gebouwkenmerken

Algemene gegevens gebouwen			Bouwkundige gegevens																												
			Ag gebruiksfuncties volgens het BouwBesluit															afmetingen gebouw													
			BVO (ca.)	woonfunctie; woonwonen	woonfunctie; andere	bijeenkomstfunctie	bijeenkomstfunctie voor kinderopvang	cellfunctie; in cellengebouw	cellfunctie; andere cellfunctie	gezondheidszorgfunctie; met bedgedeelte	gezondheidszorgfunctie; andere	industriefunctie	kantoorfunctie	logiesfunctie; in logiesgebouw	logiesfunctie; andere	onderwijsfunctie	sportfunctie; niet meting enveramd	winkelfunctie	overige gebruiksfunctie	gemeenschappelijk	Totaal AG	Ag/BVO	Totaal AG energiegebouw	l	b	h	aantal bouwlagen	N woon	hellingshoek dak	oriëntatie dak	
	nr	naam	voorbeeldgebouw	[m2]	[m2]	[m2]	[m2]	[m2]	[m2]	[m2]	[m2]	[m2]	[m2]	[m2]	[m2]	[m2]	[m2]	[m2]	[m2]	[m2]	[m2]	[m2]	[m2]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	
Woningbouw	1	Woning S tussen	Tussenwoning	146	110																110	75%	110	5,4	9,0	11,0	3	1	65/35	NO/ZW	
	2	Woning M hoek	2 onder 1 kap, hoekwoning	180	133																133	74%	133	5,7	10,5	10,9	3	1	40,58	NO/ZW_NW/ZO	
	3	Woning L vrij	vrijstaande woning (geen villa)	264	181																181	69%	181	11,0	8,0	10,2	3	1	45	ZW/NO	
	4	Woning M tussen	Levensloopbestendige woning	105	87,1																87,1	83%	87	7,0	10,0	6,5	2	1	0	-	
	5	Woonwonen	Woonwonen	92	85,1																85,1	93%	85	8,5	13,0	4,1	1	0	13,8	NW/ZO_ZW/NO	
	6	Logieswoning	Vakantie woning 6 personen	154											94,4						94,4	61%	94	10,4	7,4	6,9	2	1	45	NIZ	
	7	Woongebouw M woningen	Appartementengebouw	3.828	3.036														194		3.230	84%	3036	22,0	29,0	18,5	6	33	0	-	
	8	Woongebouw XL woningen XS	Studentenhuisvesting	26.006	21.241														932		22.173	85%	21241	55,0	100,8	52,4	17	604	0	-	
W-bouw/U-bouw	9	Combinatiegebouw L	Combinatiegebouw/winkelcentrum laagbouw	6.666	3.883	329													1.542		5.754	86%	5754	30,0	68,8	19,5	6	45	0	-	
	10	Combinatiegebouw XL	Combinatiegebouw hoogbouw (toren) met plintgebouw	35.465	18.737	5.033						252	3.419						737		3.101	31.279	88%	31027	40,0	70,0	108,5	35	180	0	-
Utiliteitsbouw standaard winkel/logies/zorg/cel	11	Uitbouw XS 100	Vrijstaand kantoor, winkel, cafe, fysiotherapie	100		82,7					82,7*		82,7*					82,7*	82,7*		83	83%	83	8,0	12,5	3,5	1		0	-	
	12	Uitbouw XS 200	Vrijstaand kantoor, winkel, cafe, fysiotherapie 2-laags	200		158,0					158*		158*						158*	158*		158	79%	158	8,0	12,5	7,5	2		0	-
	13	Winkel S	Supermarkt	1.630		26,5						93	15,2						1.365	52,9	1.553	95%	1460	32,0	55,0	7,5	1		5,4	2W	
	14	Winkel XL	Grote winkel	23.442		1.498						2.116	656						18.178	575	23.023	98%	20907	210,0	100,0	6,5	2		0	-	
	15	Logiesgebouw M	Logiesgebouw	4.548		778						115	196	2.337					367	3.793	83%	3678	21,7	37,2	32,5	10		0	-		
	16	Gezondheid zonder bed S	Gezondheidscentrum (niet klinisch), kantoor	974		124						429	64						260	877	90%	877	22,0	30,0	7,0	2		0	-		
	17	Gezondheid met bed L	Verpleeghuis	6.168		451					3.597		124						1.533	5.705	92%	5705	30,0	51,4	12,0	4		0	-		
	18	Gezondheid met bed XL	Ziekenhuis	38.432		2.264					14.950	5.108	1.030	965					202	10.689	35.208	92%	34178	101,5	105,0	27,4	7		1	-	
	19	Cellengebouw	Penitentiare inrichting	18.500		2.919		3.962					2.521						964		5.488	15.854	86%	15854	198,0	25,0	12,0	4		0	-
onderwijs/sport	20	Onderwijs S	Basisschool incl sport	2.547		86							45					1.334	438		457	2.360	93%	2360	40,0	65,0	8,0	2		0	-
	21	Onderwijs M	Multifunctioneel centrum incl sport	4.135		447	287						76					1.780	640		603	3.833	93%	3833	42,5	65,0	12,0	3		0	-
	22	Onderwijs L	VO-school incl sport	8.951		1.223							448					3.954	1.103		1.784	8.512	95%	8512	58,0	103,0	12,5	3		0	-
	23	Onderwijs XL	Hogeschool, kantoor	16.719		3.133							1.071					7.249		4.276	15.729	94%	15729	50,0	50,0	32,5	8		0	-	
	24	Sportfunctie M	Zwembad	3.465		338							244	89				2.240	243	3.154	91%	2910	40,0	70,0	8,5	2		0	-		
	25	Sportfunctie L	Sportcomplex	9.170		1.262							241	158				5.965		1.088	8.714	95%	8473	81,0	119,0	10,0	3		0	-	
kantoor/bijeenkomst	26	Kantoor S	Kantoor klein	1.800		183							1.053							445	1.681	93%	1681	130,0	220,0	9,5	3		0	-	
	27	Kantoor M	Kantoor middel	4.950		487							3.245						651	4.383	89%	4383	18,0	55,0	18,0	5		0	-		
	28	Kantoor XL 1	Kantoor groot variant 1, 2 gebouwen	26.565		3.031						79	15.935						5.587	24.632	93%	24553	50,0	75,0	62,0	16		0	-		
	29	Kantoor XL 2	Kantoor groot variant 2, atrium	26.255		5.219						405	13.597						5.076	24.437	93%	23892	60,0	80,0	31,6	8		0	-		
	30	Bijeenkomst S	Vereenigingsgebouw, vergaderpaviljoen	1.956		1.310						69	50						385	1.814	93%	1745	20,0	60,0	7,1	2		0	-		
	31	Bijeenkomst M	Bioscoop	2.565		2.344						39	10							2.393	93%	2354	45,0	38,5	8,1	2		0	-		
	32	Bijeenkomst L	Museum, bioscoop	5.257		3.982						72	76						906	5.036	96%	4964	50,0	60,0	8,5	2		0	-		
	33	Bijeenkomst XL	Theater, bioscoop	12.105		7.315						1.105	386						2.006	10.812	89%	9707	67,0	70,8	24,7	6		0	-		

Toelichting: Gebouw nr. 26, kantoor S, is een kantoor van 20x30 m dat vóór een bedrijfshal van 100x200m staat. De afmetingen van het totale gebouw zijn 100x220 meter. De (totale) gebouwafmetingen zijn nodig voor het bepalen van de infiltratie. Daarbij dient uitgegaan te worden van de windbelemmering die het totale gebouw veroorzaakt. De in de EPG berekening in te voeren afmetingen zijn voor dit voorbeeldgebouw (met fictieve halgrootte) dus 100x220 meter.

Bijlage 7

Titel

Varianten Ubouw XS 100 en XS 200

Het extra kleine en zeer kleine utiliteitsgebouw van 100 en 200 m² kan gebruikt worden voor verschillende gebruiksfuncties. Onderstaand zijn de resultaten voor achtereenvolgens een kantoor, een sportruimte, een bijeenkomstfunctie (geen kinderopvang), een winkel en een gezondheidspraktijk weergegeven.

Het toegepaste concept is opgesteld voor kantoor en niet aangepast voor de andere gebruiksfuncties. Het gehanteerde verlichtingsvermogen zal niet voor alle functies voldoende zijn (zoals bij een winkel). Met de resultaten is inzichtelijk gemaakt wat de invloed van de andere gebruiksfuncties is. Wanneer het concept niet voldoet aan de BENG indicatoren zijn zonder meer aanvullende maatregelen nodig.

			behoefte [kWh/m ²]	primaair [kWh/m ²]	hernieuwbaar [-]	E/E	EPC
kantoor			<50	<25	>50		
11.1	extra klein XS100	gas	49,8	23,9	60,6%	0,026	0,03
11.2	extra klein XS100	all-electric	49,5	24,2	64,6%	0,188	0,16
11.3	extra klein XS100	warmtelevering	49,5	20,9	56,9%	0,162	0,13
12.1	zeer klein XS200	gas	48,8	23,0	59,4%	0,049	0,04
12.2	zeer klein XS200	all-electric	49,9	22,1	66,5%	0,191	0,16
12.3	zeer klein XS200	warmtelevering	49,9	24,5	50,7%	0,212	0,17
sport, niet matig			<50	<25	>50		
11.1	extra klein XS100	gas	54,3	47,4	43,7%	0,367	0,34
11.2	extra klein XS100	all-electric	52,2	59,8	47,5%	0,503	0,46
11.3	extra klein XS100	warmtelevering	52,2	34,0	44,8%	0,237	0,22
12.1	zeer klein XS200	gas	53,4	46,5	42,0%	0,430	0,39
12.2	zeer klein XS200	all-electric	51,9	47,5	53,0%	0,445	0,41
12.3	zeer klein XS200	warmtelevering	51,9	33,5	43,0%	0,290	0,27
Bijeenkomst overig			<50	<25	>50		
11.1	extra klein XS100	gas	54,7	35,4	51,0%	0,140	0,16
11.2	extra klein XS100	all-electric	53,2	32,0	62,4%	0,259	0,29
11.3	extra klein XS100	warmtelevering	53,2	26,3	51,2%	0,198	0,22
12.1	zeer klein XS200	gas	53,9	34,5	49,4%	0,169	0,19
12.2	zeer klein XS200	all-electric	53,2	28,5	64,8%	0,257	0,29
12.3	zeer klein XS200	warmtelevering	53,2	27,8	47,7%	0,250	0,28
winkel			<50	<25	>50		
11.1	extra klein XS100	gas	58,2	31,7	53,7%	0,035	0,07
11.2	extra klein XS100	all-electric	57,8	25,4	67,1%	0,114	0,20
11.3	extra klein XS100	warmtelevering	57,8	24,3	53,2%	0,103	0,18
12.1	zeer klein XS200	gas	56,4	29,8	53,1%	0,049	0,09
12.2	zeer klein XS200	all-electric	56,4	23,4	67,8%	0,117	0,20
12.3	zeer klein XS200	warmtelevering	56,4	26,3	49,0%	0,1323	0,23
Gezondheid overig			<65	<120	>50		
11.1	extra klein XS100	gas	51,1	29,2	55,8%	0,089	0,08
11.2	extra klein XS100	all-electric	50,1	30,1	61,1%	0,250	0,20
11.3	extra klein XS100	warmtelevering	50,1	23,2	54,3%	0,190	0,16
12.1	zeer klein XS200	gas	50,0	28,2	54,4%	0,119	0,10
12.2	zeer klein XS200	all-electric	50,3	26,7	63,8%	0,247	0,20
12.3	zeer klein XS200	warmtelevering	50,3	26,4	48,9%	0,244	0,20



Dit is een publicatie van:

Rijksdienst voor Ondernemend Nederland
Croeselaan 15 | 3521 BJ Utrecht
Postbus 8242 | 3503 RE Utrecht
T +31 (0) 88 042 42 42
E klantcontact@rvo.nl
www.rvo.nl

Deze publicatie is tot stand gekomen in opdracht van het ministerie van
Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties.

© Rijksdienst voor Ondernemend Nederland | november 2017
Publicatienummer: RVO-112-1701/RP-DUZA

De Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO.nl) stimuleert
duurzaam, agrarisch, innovatief en internationaal ondernemen. Met
subsidies, het vinden van zakenpartners, kennis en het voldoen aan wet- en
regelgeving. RVO.nl werkt in opdracht van ministeries en de Europese Unie.
RVO.nl is een onderdeel van het ministerie van Economische Zaken en
Klimaat.