

Netbewuste Nieuwbouw Het stedenbouwkundig perspectief

8 september 2025

Versie: v1.0 – Definitief

Auteur: Planologic (Pim van Wylick, Ties Rijkers)

In opdracht van: Ministerie van Volkshuisvesting en Ruimtelijke Ordening



INTRODUCTIE

Netcongestie: de nieuwe showstopper van woningbouw?

Het wordt met de dag duidelijker: Netcongestie is een belangrijk struikelblok in de realisatie van de gezamenlijke ambitie om 100.000 woningen per jaar te realiseren voor 2030. Veel partijen buigen zich over oplossingen om toch huizen te kunnen bouwen en deze aan te sluiten op het net. In deze context verschijnt vanuit de werkgroep Netbewuste Nieuwbouw het rapport "Handreiking netbewuste energieconcepten voor nieuwbouwwoningen" (geschreven door NuNa Energy & Bureau Buitenklank) over welke maatregelen bouwers, installateurs en ontwikkelaars kunnen nemen tijdens de ontwerp en realisatiefase om de impact op de transportcapaciteit van het stroomnet te beperken

Stedenbouwkundige kaders als beperkende factor

Tegelijkertijd worden er voorafgaand aan de ontwerpfase stedenbouwkundige uitgangspunten vastgesteld, met een direct effect op de energievraag en resulterende piekbelasting. Omdat het effect van deze plankaders tot nu toe niet berekend is, beschouwt men het stedenbouwkundige plan als een gegeven. Daar komt nu verandering in. Het rapport "Netbewuste Nieuwbouw: Het stedenbouwkundig perspectief", biedt gemeentes en (bouwende) ontwikkelaars handvatten waarmee al in de prille planfase gezamenlijk een netbewuste uitgangspositie gecreëerd kan worden. Dit alles onder het motto: voorkomen is beter dan genezen.

Datagedreven simulaties als basis voor keuzes

Het onderzoek - gebaseerd op duizenden simulaties - biedt stakeholders concrete handreikingen voor stedenbouwkundige uitgangspunten zoals oriëntatie, vormfactor, woningtypologie en materialisering, om een gebalanceerd netbewust uitgangspunt te creëren. Gebalanceerd, omdat we deze netcongestie optimalisaties bewust in de bredere context van succesvolle woningbouwontwikkeling plaatsen door te kijken naar de effecten op andere KPI's zoals VEX, GREX en te realiseren aantal woningen,

Samen met de maatregelen *vanaf de schil*, ontstaat hiermee een breed handelingsperspectief door het hele ontwikkelproces van netbewuste nieuwbouw heen.

"De drukte op het elektriciteitsnet, netcongestie, is een urgente uitdaging voor de ambities van het kabinet voor economische groei en werkgelegenheid, de verduurzaming van bedrijven, organisaties en mobiliteit, en de bouw van woningen"

Minister Hermans, 25 maart 2025,

Kamerbrief nr. 559



Inhoudsopgave

1. **Context** | Achtergrond en doelen van het onderzoek
2. **Management summary** | Korte weergave van de belangrijkste inzichten en handreikingen
3. **Onderzoeksopzet** | Toelichting op 2-ledig karakter (piekbelasting en absolute vraag)
4. **Uitkomsten** | Inzicht in gezamenlijke effect van factoren en het belang van individuele factoren
5. **Consequenties voor haalbaarheid projecten** | Relatie van netbewuste uitgangspunten met de haalbaarheid van projecten
6. **Concrete handreikingen** | Praktische do's & don'ts voor partijen betrokken bij netbewuste woningbouw
7. **Vervolgstappen** | Suggesties voor aanvullend en verdiepend onderzoek
8. **Bijlage: Uitgangspunten** | Uitleg van onderliggende aannames, uitgangspunten en modellen



ACHTERGROND | Het belang van een netbewust plankader

Stedenbouwkundige invloeden op netcongestie geplot op ontwikkelproces¹



Ook voor netbewuste nieuwbouw geldt dat cruciale uitgangspunten al in de planfase vastgesteld worden, zonder dat bekend is welke invloed deze uitgangspunten hebben op een KPI zoals piekbelasting.

Woningbouwontwikkeling is een complex spel tussen programmatische ambities, eisen aan omgeving, maakbaarheid en financiële haalbaarheid.

Daarbij worden in de planfase cruciale aannames en uitgangspunten vastgesteld, zonder dat er hard inzicht is in de consequenties op uitvoerbaarheid en haalbaarheid van het project.

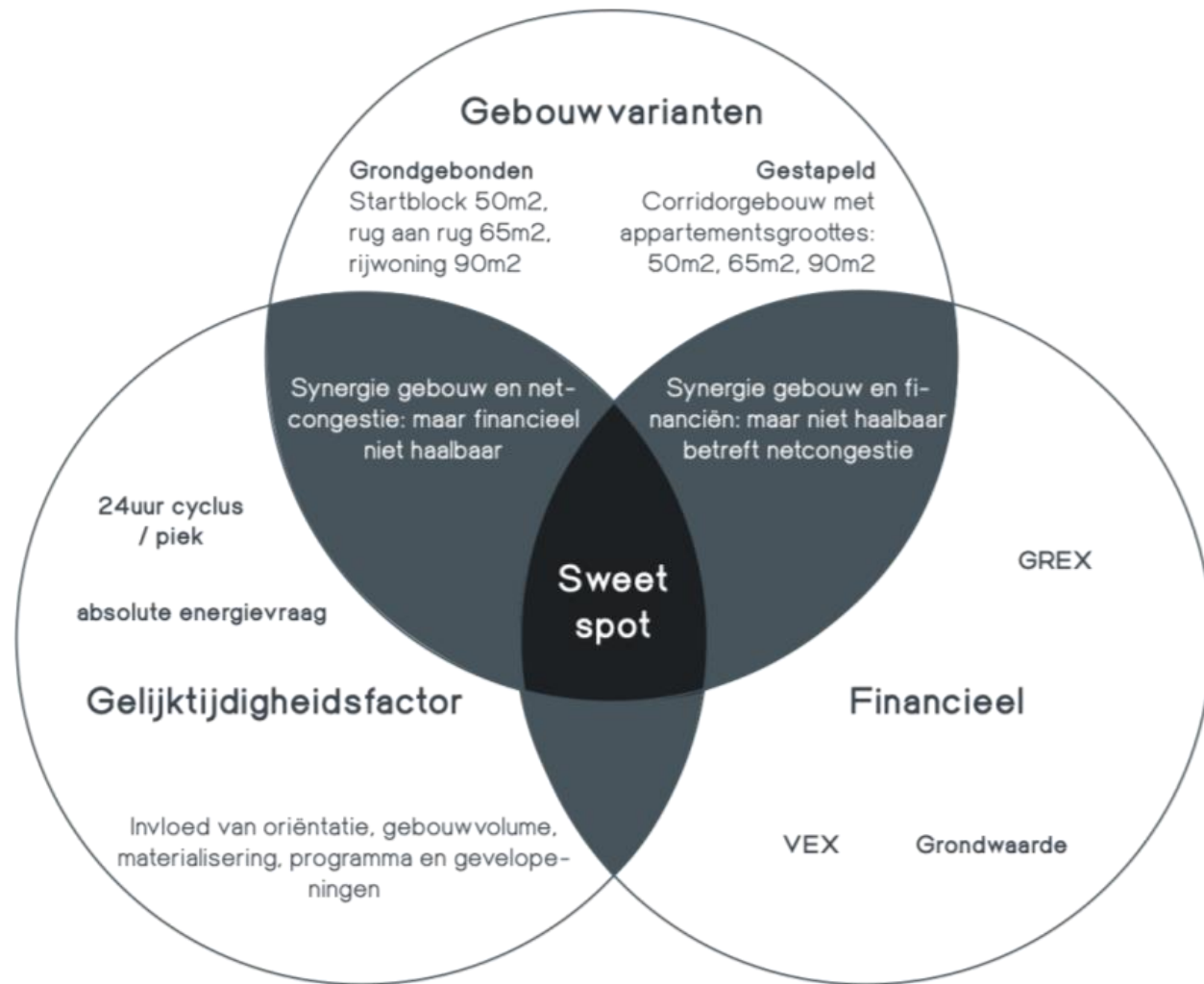
Dit geldt ook voor netbewust bouwen. O.b.v. eerder onderzoek verwacht Planalogic dat bepaalde uitgangspunten (zoals gebouwvorm, materialisering en oriëntatie) effect gaan hebben op de warmtevraag en daarmee de hoogte en spreiding van piekbelasting.

Onbekend is welk effect deze factoren in samenhang hebben en welke algemene rules-of-thumb er zijn om vooraf rekening mee te houden om netbewust te bouwen. En of deze stelregels niet indruisen tegen andere aspecten van succesvolle ontwikkeling.

¹ Proces en plotting met dank aan Heijmans Vastgoed B.V.



DOEL | Invloed van stedenbouwkundige kaders op netbewuste nieuwbouw



Het onderzoek heeft als doel partijen zoals gemeentes, netbeheerders en ontwikkelaars in een vroeg stadium de dialoog te laten voeren over welke uitgangspunten of vrijheden nodig zijn om netbewust te bouwen.

We kijken zowel naar de effecten op piekbelasting als naar de totale warmtevraag. Dat is van belang omdat een lagere totale behoefte ook de piek in absolute zin verlaagt waardoor meer woningen gerealiseerd kunnen worden met dezelfde beschikbare netcapaciteit.

Voortbouwend op eerder onderzoek van Planalogic, kijken we naar de effecten van vijf factoren in verschillende fases van projectontwikkeling :

1. Oriëntatie
2. Vormfactor
3. Typologie (grondgebonden vs gestapeld) en programmamix
4. Materialisering (incl. kierdichting en isolatie)
5. Gevelopening

We vergelijken duizenden simulaties (op de koudste dag) van verschillende gestapelde varianten (corridor gebouwen) en grondgebonden woningen.

Zie de bijlage voor de gebruikte uitgangspunten.



MANAGEMENT SAMENVATTING



MANAGEMENT SAMENVATTING | Wat zijn de conclusies?

Dit rapport neemt de lezer in detail mee in de inzichten die Planalogic heeft opgedaan uit duizenden ontwerpvarianten.

Om de lezer houvast te bieden zijn de belangrijkste conclusies hiernaast opgesomd.

GEZAMENLIJKE EFFECTEN VAN STEDENBOUWKUNDIGE UITGANGSPUNTEN

1. Stedenbouwkundige uitgangspunten zorgen voor een grote spreiding in de uitkomsten. Tussen het meest gunstige corridorgebouw (met optimale uitgangspunten) en de minst gunstige grondgebonden woning zit 400% verschil in de piek van de warmtevraag.
2. Ook binnen de onderliggende gebouwtypes zijn de verschillen groot. Tussen de meest gunstige en minst gunstige corridorgebouwen zit meer dan 300% verschil in de piek van de warmtevraag.
3. **Het sturen op een goed netbewust plankader kan ook al vroeg in het planproces.** Oriëntatie en vormfactor zijn vroeg in het proces te beïnvloeden en leiden niet tot additionele kosten, maar zelfs tot een reductie in bouwkosten. Sommige maatregelen die later in het proces toegepast worden - bv keuzes rond kierdichting - zijn daarentegen kostbaar.

INDIVIDUELE EFFECTEN VAN STEDENBOUWKUNDIGE UITGANGSPUNTEN

1. **Op jaarbasis heeft oriëntatie een grote invloed op energieverbruik. Voor de piek valt dit mee.** Oriëntatie heeft *gemiddeld* weinig effect op de piekbelasting, omdat andere factoren meer invloed hebben op de piek dan oriëntatie. Als gekeken wordt naar het totale energieverbruik op jaarbasis dan heeft oriëntatie wel een grote invloed.
2. **De vorm van het gebouw is belangrijk voor een netbewuste uitgangspositie.** Compacte gebouwen werken ook positief door op bouwkosten (30% verschil tussen een compacte en niet compacte variant, van dezelfde typologie) en CO₂ footprint (al snel 25% verschil tussen traditionele bouw en gangbare houtbouw).
3. **Grotere programma's (m² BVO) presteren zowel op W_{th}/m^2 als op compactheid beter.** Een groter gebruiksoppervlak van een appartement leidt tot een compacter gebouw doordat er meer diepte gemaakt kan worden met behoud van daglicht in de verblijfsruimtes. Over het algemeen leidt een groter gebruiksoppervlak tot een lagere piek (van ruwweg 9%).
4. **Materialisering maakt uit voor piekbelasting.** Door de materiaalinertie van beton (het houdt beter warmte vast) scoort een beton en metselwerk gebouw 5% beter dan een gebouw met overwegend hout.
5. **Op jaarverbruik hebben gevelopeningen veel invloed.** Afhankelijk van oriëntatie is daar over het algemeen groter beter, maar voor de piekbelasting hebben ze weinig invloed omdat gemeten wordt op één dag, zijnde de kortste dag, met de minste zonne-uren.
6. **Een hogere isolatiewaarde van het glas en betere kierdichting levert een grote reductie van de piek op, tot wel 77%.** Het kan bovendien laat in het proces toegepast worden, maar het leidt tot significante verhoging van de bouwkosten.



MANAGEMENT SAMENVATTING | Welke handvatten biedt dit partijen

1 

Borg netbewuste uitgangspunten al in het stedenbouwkundig plan

Optimalisatie in de planfase is een win-win, terwijl maatregelen later in het ontwerp (kierdichting, en isolatie) leiden tot hogere bouwkosten. Dit moment mag dus niet gemist worden.

In de planfase hebben oriëntatie en gebouw vorm een grote impact op het jaarlijks verbruik. De gebouw vorm kan ook tot 20% verschil maken in piekbelasting. Bovendien draagt een compactere gebouw vorm bij aan lagere bouwkosten en een lagere CO₂-footprint.

3



Binnen het programma van eisen is bouwvolume het meest relevant

Grotere gebouwen leidt tot voordelen in compactheid, energievraag en piekbelasting doordat ze minder gevelmeters hebben in relatie tot het vloeroppervlak.

4



Bijsturen in het proces

Vanaf de planfase tot aan definitief ontwerp zijn er mogelijkheden om bij te sturen op de piekvraag. Des te vroeger gestuurd wordt op netcongestie des te meer win-wins mogelijk zijn. Later in het proces gaan ingrepen eerder ten kosten van financiële haalbaarheid.

5



Voorkom eenzijdige optimalisatie op piekbelasting

Zorg dat ingrepen t.b.v. netcongestie een haalbare ontwikkeling 'across the board' niet in gevaar brengt.

2 

Netcongestie, duurzaamheid en betaalbaarheid zijn niet tegenstrijdig

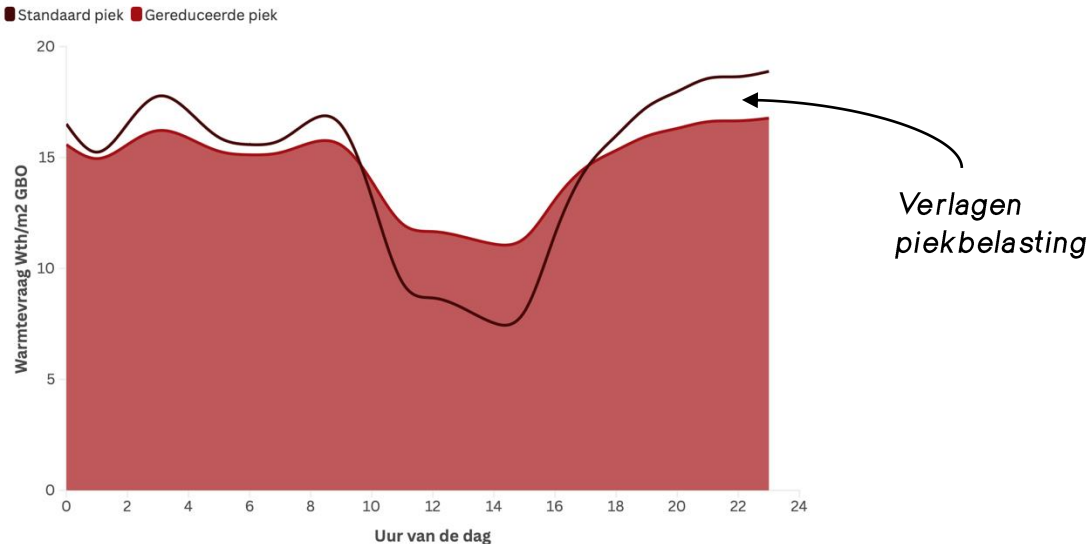
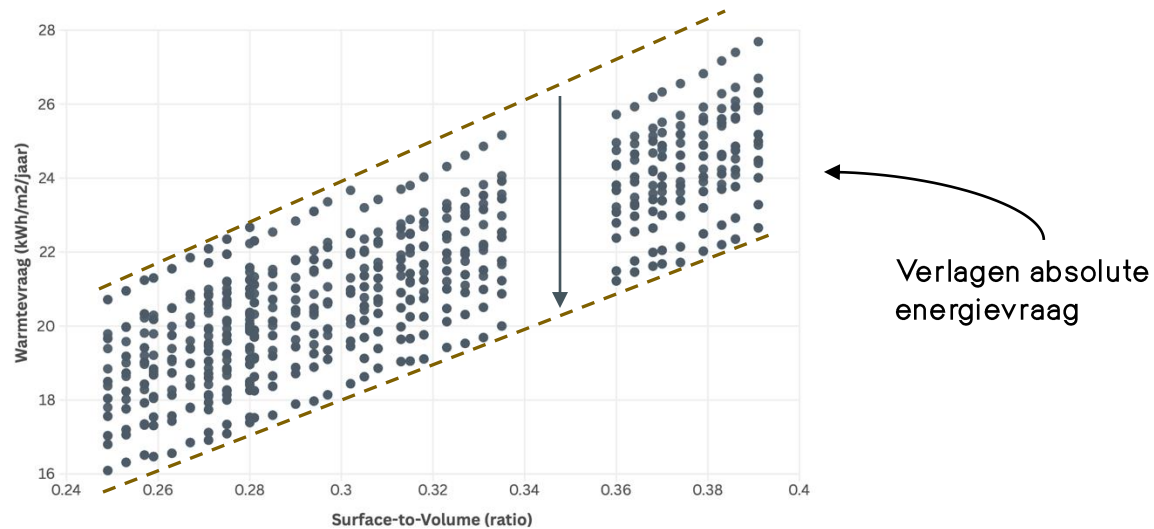
Bouwen in hout en compacte vormen, hebben een gunstige uitwerking op CO₂ uitstoot (al snel 25% verschil tussen traditionele bouw en gangbare houtbouw) en andere duurzaamheidsindicatoren. Bij compact bouwen zijn bouwkosten lager (30% verschil tussen een compacte en niet compacte variant, van dezelfde typologie) waardoor deze ingrepen de betaalbaarheid niet hoeven te schaden.



HET RAPPORT | Onderzoeksopzet



ONDERZOEKSOPZET | Combinatie van absolute energievraag én piekbelasting



Door zowel te kijken naar piekbelasting als naar de absolute energievraag, ontstaat keuzevrijheid in stedenbouwkundige kaders.

Het verlagen van piekbelasting betekent dat netcongestie-gevoelige gebieden ontlast kunnen worden omdat de piek minder heftig wordt.

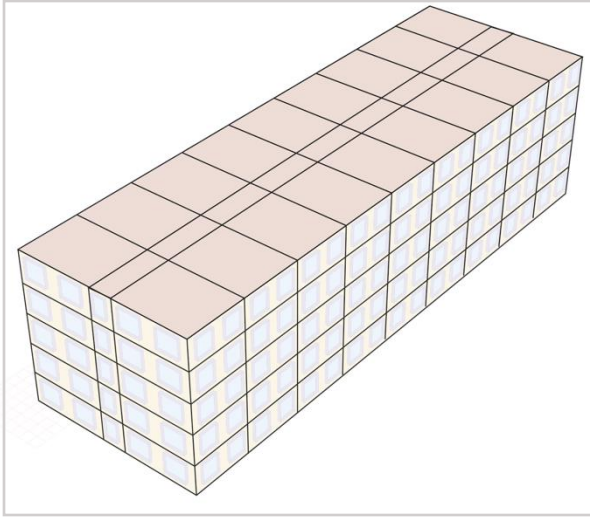
Door tegelijkertijd de absolute vraag ook te verlagen, maakt dat een groter aantal woningen vanuit hetzelfde aanbod bediend kan worden,

Dit betekent dat er keuzevrijheid in programma en uitgangspunten ontstaat waardoor kostbare maatregelen in de schil en installaties gecompenseerd kunnen worden met een betere VEX-GREX.

Juist door zowel naar het jaarlijkse verbruik te kijken, als naar de piekbelasting, kunnen dit soort win-win situaties blootgelegd worden. Een eenzijdige focus op netcongestie, daarentegen, doet het risico ontstaan dat maatregelen ter verlagings van de piekbelasting de haalbaarheid op andere aspecten in gevaar brengt.

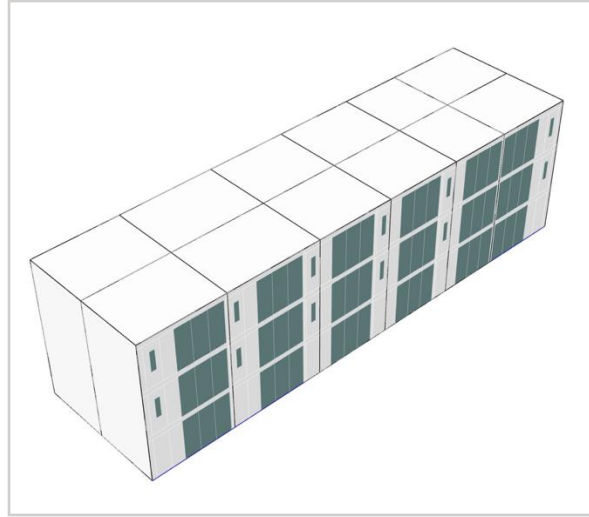


ONDERZOEKSOPZET | Gebruikte typologieën in de studie



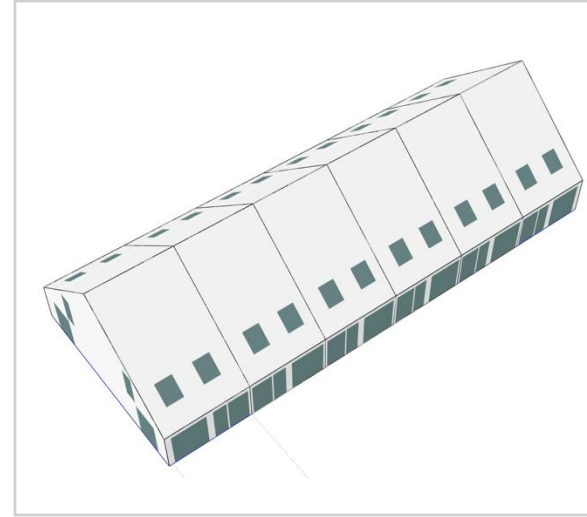
Corridor

50m², 65m² en 100m² appartementen
3-6 verdiepingen
Gevelopeningen: 40% of 70%



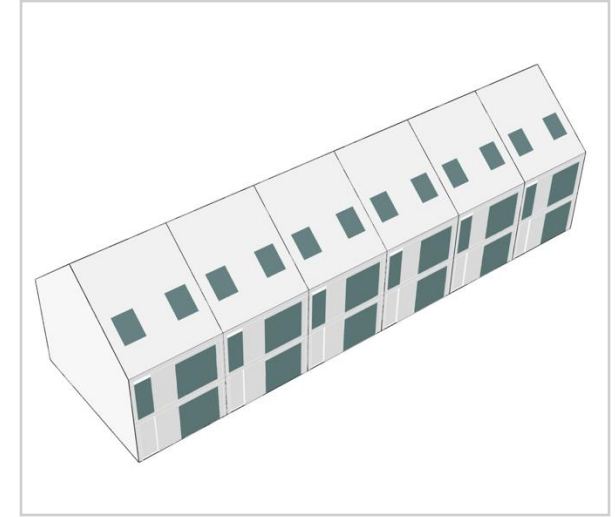
Grondgebonden 50m²

Conceptwoning van 50m² GBO
3 verdiepingen
Gevelopeningen as-is



Grondgebonden 65m²

65m² GBO
1 verdieping met kap
Gevelopeningen as-is



Grondgebonden 100m²

100m² GBO
2 verdiepingen met kap
Gevelopeningen as-is

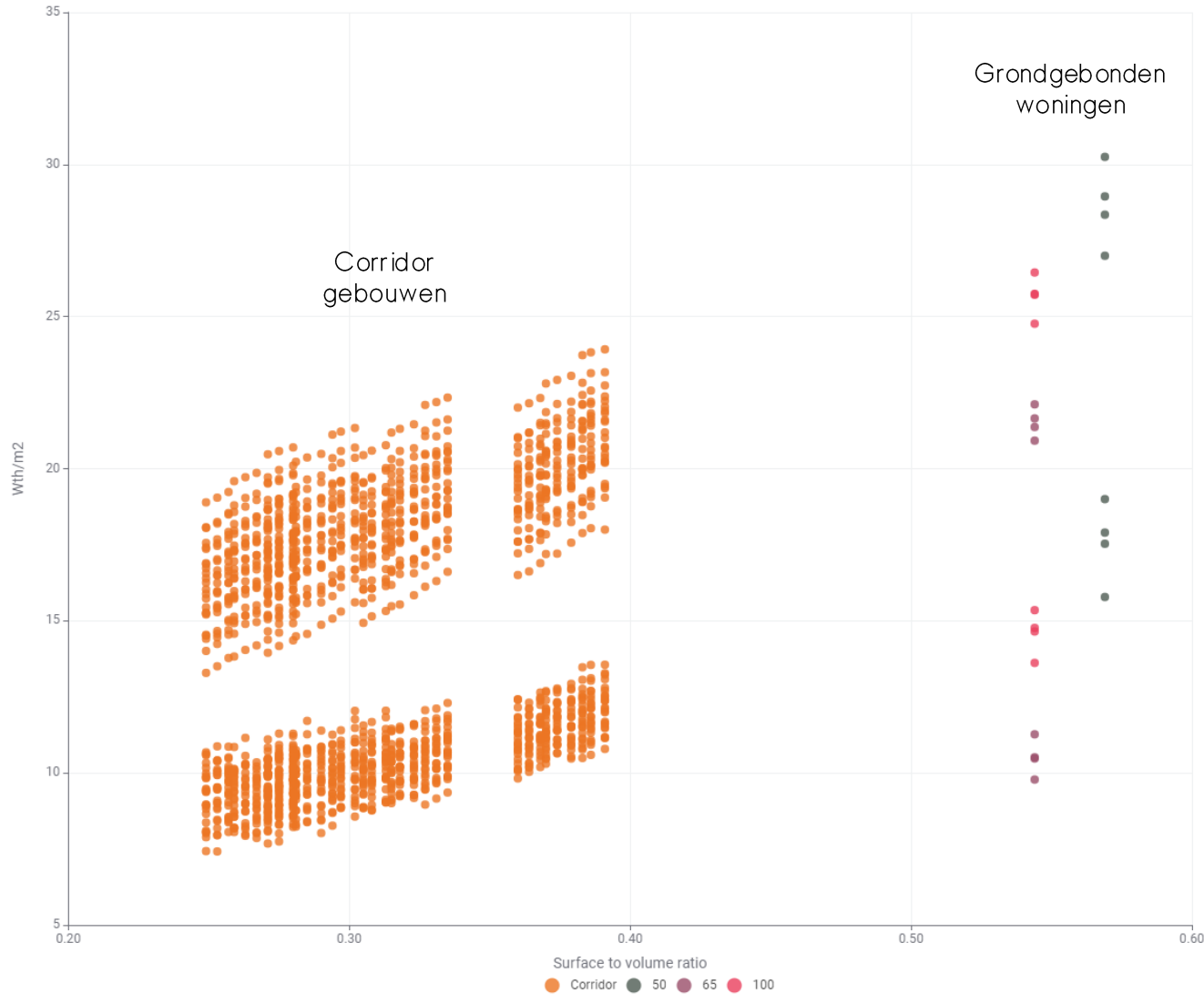
Zie de bijlage achter in het document voor een volledig overzicht van de gebruikte uitgangspunten en onderliggende modellen.



HET RAPPORT | Resultaten en conclusies



SPREIDING TOTALE SET | Tot wel 400% verschil in W_{th}/m^2 tussen uitersten



Voor het eerst zien we de gezamenlijke impact van de maatregelen in scope en kunnen we inzoomen op de individuele effecten.

De woningen in het corridorgebouw bewegen in de range tussen 7 W_{th}/m^2 en 24 W_{th}/m^2 . Terwijl grondgebonden varianten tussen 10 en 31 W_{th}/m^2 zitten.

Grondgebonden woningen zijn gevormd rond het programma van een enkele woning en hebben als gevolg vaak maar een kleine variatie in gebouwvorm, en daarmee gevelopeningen, omdat de indeling van een dergelijk beperkt gebruiksooppervlak niet veel andere variaties toestaat.

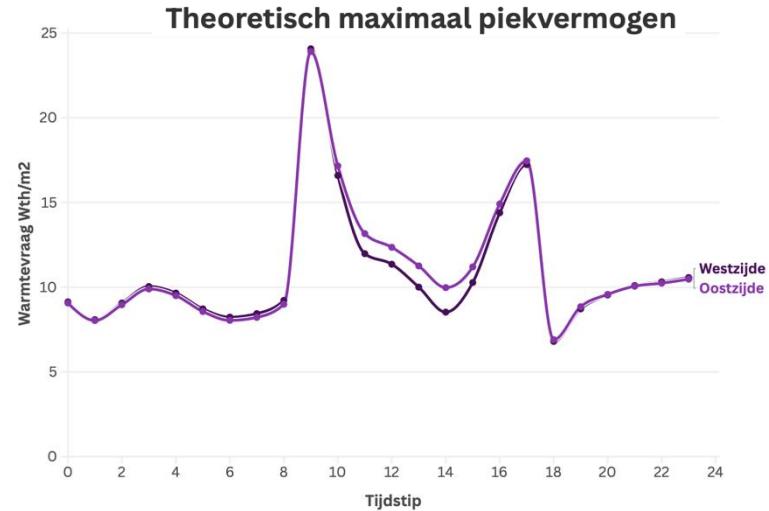
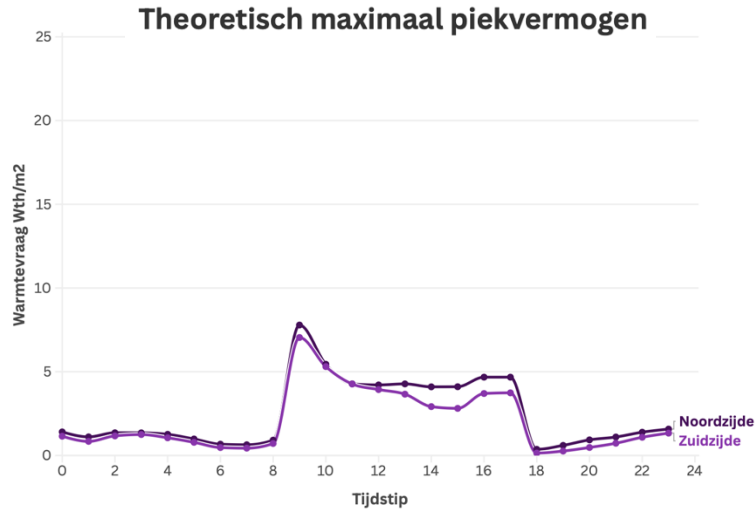
Voor gestapelde bouw (meergezinswoning) is die variatie groter, simpelweg omdat het totale metrage aan gebruiksooppervlak groter is en dus meer mogelijkheden biedt. Bij gestapelde bouw hebben corridorwoningen meestal de grootste variatiemogelijkheden door hun rechthoekige vorm.

Leeswijzer

- X-as: compactheid (gemeten in surface-to-volume ratio). Hoe lager de score, hoe compacter, hoe beter
- Y-as: W_{th}/m^2 : gemeten inclusief warmte-terugwinning.
- De kleur van de bolletjes is gerelateerd aan woningtypes (corridor en rijwoningen van verschillende formaten). Zie legenda onder grafiek



ANALYSE CORRIDOR | Grote verschillen tussen gunstige en ongunstige varianten



Tussen de meest gunstige en minst gunstige corridorgebouwen zit meer dan 300% verschil in de piek van de warmtevraag.

De oranje punten uit de grafiek op de vorige pagina geven de hele bandbreedte aan piekvraag weer voor een corridorgebouw. Van deze varianten worden hiernaast de gunstigste en ongunstigste variant getoond.

Deze verschillen worden verklaard door het samenspel van de factoren:

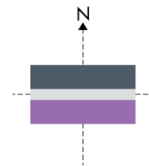
- Oriëntatie
- Programma
- Gebouwworm
- Materialisering
- Gevelopeningen
- Isolatie waarde en kierdichting

In de pagina's hierna tonen we de welke effecten het grootste verschil maken.

Gunstigste variant

Oriëntatie: Oost/West
 Surface-to-Volume: 0,253
 Woninggroottes: 60m² GBO
 Materialisering: CO₂ intensief
 Aantal verdiepingen: 6
 Gevelopeningen: 40%
 Kierdichting: Verbeterd

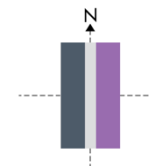
Warmtevraag piek: 7,4 W_{th}/m²



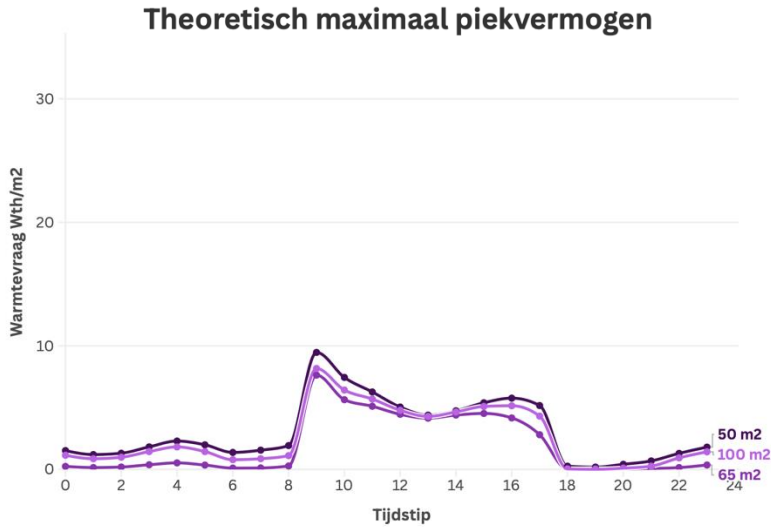
Ongunstigste variant

Oriëntatie: Noord/Zuid
 Surface-to-Volume: 0,391
 Woninggroottes: 45m² GBO
 Materialisering: CO₂ opslag
 Aantal verdiepingen: 3
 Gevelopeningen: 70%
 Kierdichting: Standaard

Warmtevraag piek: 24,1 W_{th}/m²
 (325% hoger)



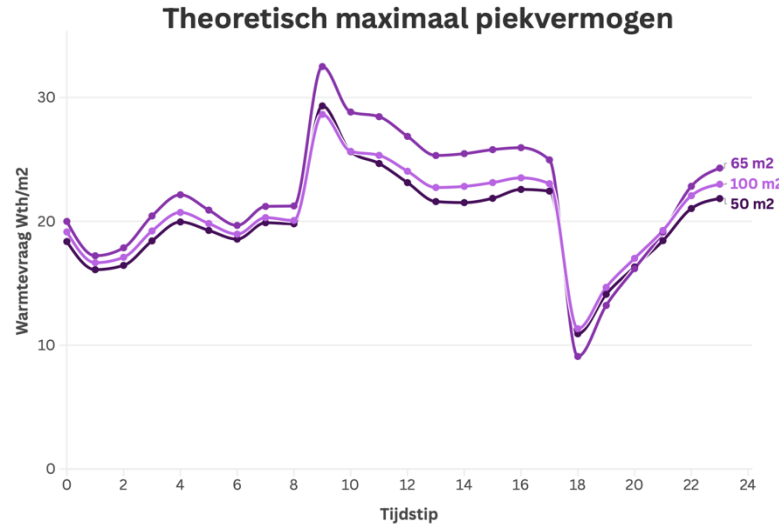
ANALYSE GRONDGEBONDEN | Grote effecten zichtbaar



Gunstigste variant

Oriëntatie: Noord/Zuid
 Surface-to-Volume: per type hetzelfde
 Woninggroottes: 50, 65, 100m² GBO
 Materialisering: CO₂ intensief
 Aantal verdiepingen: per type hetzelfde
 Gevelopeningen: per type hetzelfde

Warmtevraag piek: 9,5 W_{th}/m² (50m²)
 Warmtevraag piek: 7,6 W_{th}/m² (65m²)
 Warmtevraag piek: 8,2 W_{th}/m² (100m²)



Ongunstigste variant

Oriëntatie: Oost/West
 Surface-to-Volume: per type hetzelfde
 Woninggroottes: 50, 65, 100m² GBO
 Materialisering: CO₂ opslag
 Aantal verdiepingen: per type hetzelfde
 Gevelopeningen: per type hetzelfde

Warmtevraag piek: 29,3 W_{th}/m² (50m²)
 Warmtevraag piek: 32,5 W_{th}/m² (65m²)
 Warmtevraag piek: 28,6 W_{th}/m² (100m²)

Respectievelijk 308%, 427% en 349% hoger.

Tussen de meest gunstige en minst gunstige grondgebonden woningen zit 300% tot 400% in de piek van de warmtevraag.

De grafiek op pagina 14 geeft aan de rechterzijde de hele bandbreedte aan piekvraag weer voor de grondgebonden woningen. Van deze varianten worden hiernaast de gunstigste en ongunstigste variant getoond.

Tussen de verschillende woningtypes valt het verschil mee. Maar de verschillen tussen gunstige en ongunstige varianten *van zelfde omvang* lopen op tot 427%

Deze verschillen worden verklaard door het samenspel van de factoren:

- Oriëntatie
- Programma
- Gebouwworm
- Materialisering
- Gevelopeningen
- Isolatie waarde en kierdichting

In de pagina's hierna tonen we de welke effecten het grootste verschil maken.



Invloed van factoren: een leeswijzer

In dit onderzoek zijn variaties in oriëntatie, gebouwworm, programma, materialisering, isolatie, kierdichting en gevelopeningen onderzocht. Om de invloed van de afzonderlijke onderdelen op de piekbelasting te bepalen, wordt de correlatie bepaald als ook het verschil in procenten.

In de pagina hierna worden alle effecten in één visualisatie getoond (zie voorbeeld hieronder). Daarin staan steeds twee getallen getoond:

1. De correlatie
2. Het verschil tussen laagste en hoogste waarde

Gevelopeningen				+0.0855 5,3% verschil	+0.0855 5,3% verschil
Isolatie en kierdichting					0.9291 77,4% verschil
Materialisering			+0.0831 5,1% verschil	+0.0831 5,1% verschil	+0.0831 5,1% verschil
Programma		-0.1232 9,0% verschil	-0.1232 9,0% verschil	-0.1232 9,0% verschil	
Gebouwworm		+0.2512 20,4% verschil	+0.2512 20,4% verschil		
Oriëntatie	0.0365 2,2% verschil	0.0365 2,2% verschil			
	Ontwikkeldkader	Stedenbouwkundig plan	Schetsontwerp	Voorlopig ontwerp	Definitief ontwerp



Correlatie: Hoe sterk hangt isolatie samen met de piekbelasting.

Een waarde van 0,9291 betekent een zeer sterke samenhang (maximaal is 1,0). Hoe dichterbij 1,0, hoe sterker het verband. Als er niet of nauwelijks verband is, zal de waarde dichterbij 0, of 0, zijn.

Als het correlatiegetal *positief* is, leidt een *hogere* waarde van het onderdeel (bijvoorbeeld een hogere Surface-to-Volume) tot een hogere waarde van de piekbelasting.

Als het correlatiegetal *negatief* is, leidt een *lagere* waarde (bijvoorbeeld een lager gebruiksoppervlak) tot een hogere waarde van de piekbelasting.

Percentage verschil: Dit toont het verschil tussen de laagste en de hoogste waarde.

In het voorbeeld hiernaast: gebouwen met verbeterde isolatiewaardes voor glas en sterk verbeterde kierdichting gebruiken gemiddeld 77,4% minder energie voor verwarming dan gebouwen met standaardwaardes (conform Bouwbesluit).

Berekening verschillen

De manier van berekening van verschillen, verschilt per factor. Zie hiervoor de bijlage voor de gebruikte methodes en uitgangspunten.



Invloed van factoren en mogelijkheden in de tijd

Gevel- openingen				+0,0855 5,3% verschil *	+0,0855 5,3% verschil *
Isolatie en kierdichting					0,9291 77,4% verschil *
Materialisering			+0,0831 5,1% verschil *	+0,0831 5,1% verschil *	+0,0831 5,1% verschil *
Programma		-0,1232 9,0% verschil **	-0,1232 9,0% verschil **	-0,1232 9,0% verschil **	
Gebouw vorm		+0,2512 20,4% verschil **	+0,2512 20,4% verschil **		
Oriëntatie	0,0365 2,2% verschil *	0,0365 2,2% verschil *			
	Ontwikkel- kader	Stedenbouw kundig plan	Schets ontwerp	Voorlopig ontwerp	Definitief ontwerp

Het sturen op een goed netbewust plankader kan zowel vroeg als laat in het planproces.

Als dit vroeg gebeurt, door oriëntatie en gebouwworm, heeft dit een gunstig effect op bouwkosten en duurzaamheidsdoelstellingen. Als het later in het proces gebeurt door isolatie en kierdichting, verhoogt het de bouwkosten.

De lastige component voor piekbelasting is oriëntatie. Deze heeft *gemiddeld* weinig invloed op de piekbelasting maar de *absolute verschillen in piekbelasting* lopen op tot 14%. Als we kijken naar jaarlijks verbruik dan heeft oriëntatie een grote invloed.

Als we kijken naar de timing, dan speelt gebouwworm een belangrijke rol. Samen met oriëntatie zijn dit belangrijke factoren die ook nog eens in het begin van het planproces vastgesteld worden. Verkeerde aannames in het begin kunnen dus grote gevolgen hebben voor de piekvraag. Later corrigeren kan door het significant verbeteren van isolatie en kierdichting maar die maatregelen leiden wel tot hogere bouwkosten.

Leeswijzer

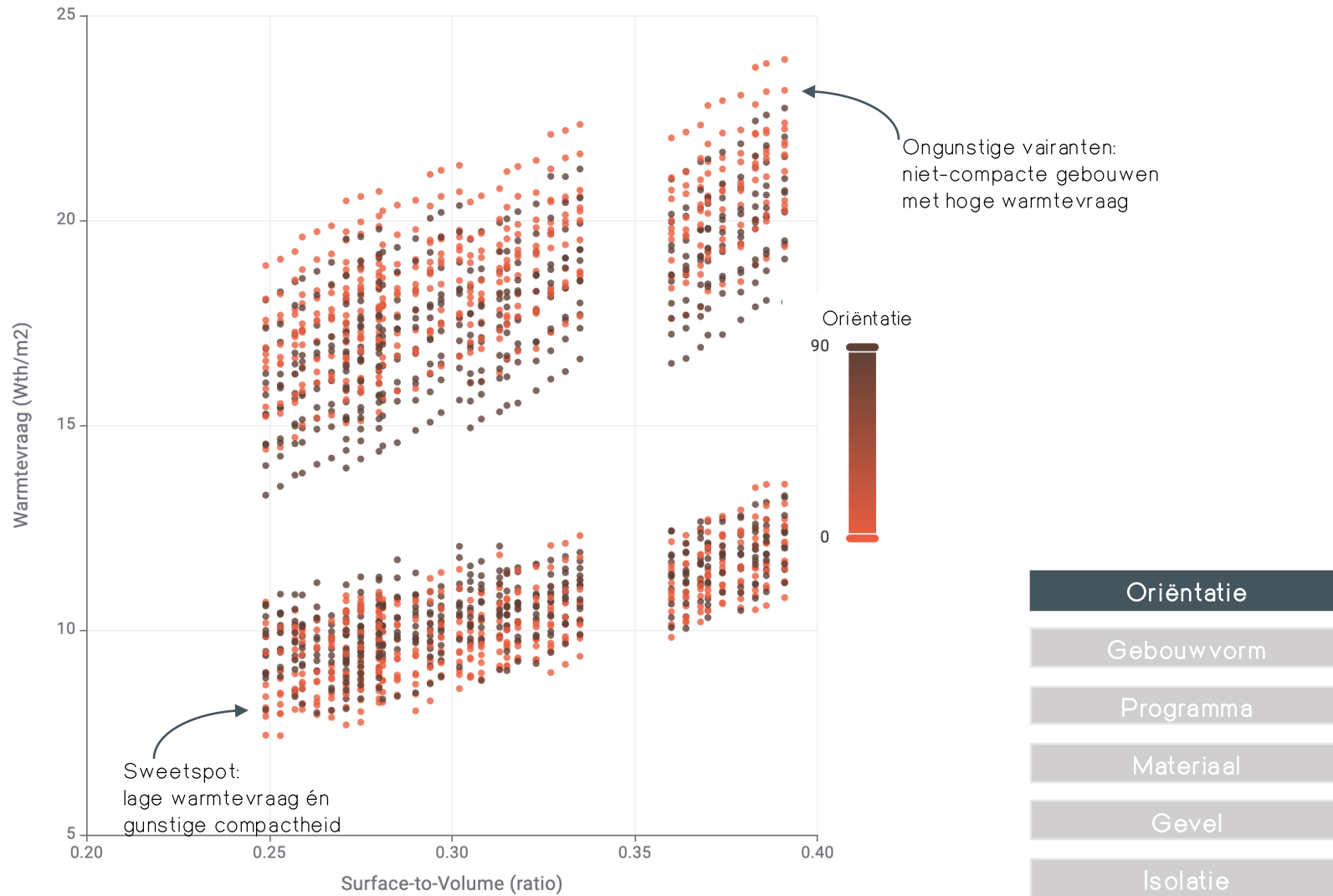
Dikgedrukt getal: correlatie. Dit getal ligt tussen 0 (geen correlatie) en 1 (sterke correlatie).

* Binair: verschil tussen de hoogste en laagste waarde.

** Kwantiel: verschil tussen de hoogste 25% en de laagste 25%.



INVLOED VAN ORIËNTATIE | Oriëntatie raakt primair het jaarverbruik.



Het meten van de piek van de warmtevraag gebeurt op de koudste dag; 21 december. Dat is ook de dag met het minste zonlicht.

Op jaarbasis heeft oriëntatie een grote invloed op energieverbruik. Voor de piek van de warmtevraag valt dit mee.

De lastige component voor piekbelasting is oriëntatie. Deze heeft *gemiddeld* weinig invloed op de piekbelasting maar de *absolute verschillen* lopen op tot 14%.

Dat komt omdat andere factoren een grotere invloed hebben op de piek van de warmtevraag dan oriëntatie. Zodoende kan een Noord/Zuid oriëntatie op de koudste dag de ene keer gunstig lijken, de andere variant geeft een beter waarde bij een Oost/West oriëntatie.

Als gekeken wordt naar energieverbruik op jaarbasis dan heeft oriëntatie een grote invloed. Deze dient bij voorkeur dus wel zo vroeg mogelijk in het proces meegenomen te worden.

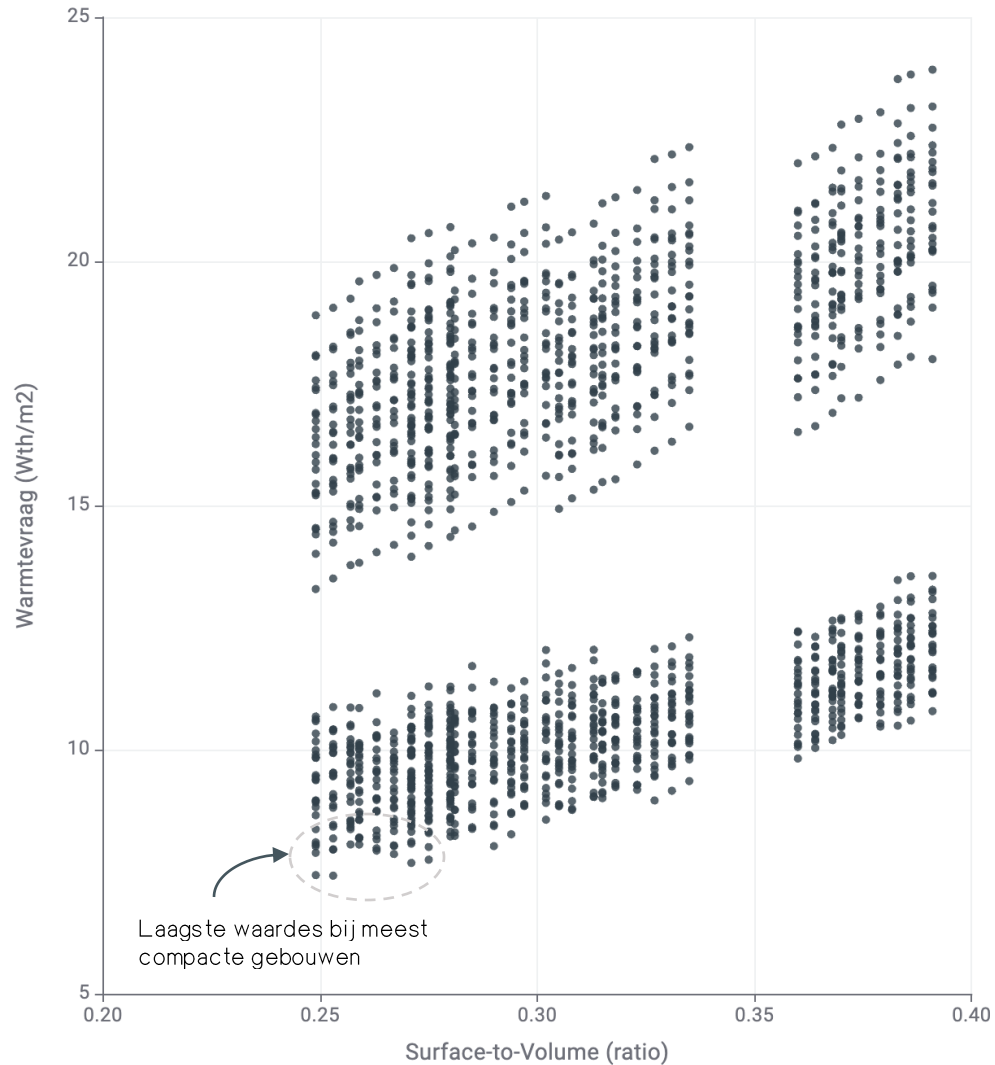
Leeswijzer

0: Oriëntatie van het gebouw is Noord/Zuid

90: Oriëntatie van het gebouw is Oost/West



INVLOED VAN VORMFACTOR | Compactheid is key



De vorm van het gebouw – en compactheid in het bijzonder – is belangrijk voor een netbewuste uitgangspositie. De verschillen zijn significant.

De grafiek hiernaast laat zien dat een kleinere Surface-to-Volume ratio (m.a.w een compact gebouw) overeenkomt met lagere W_{th}/m^2 waarden.

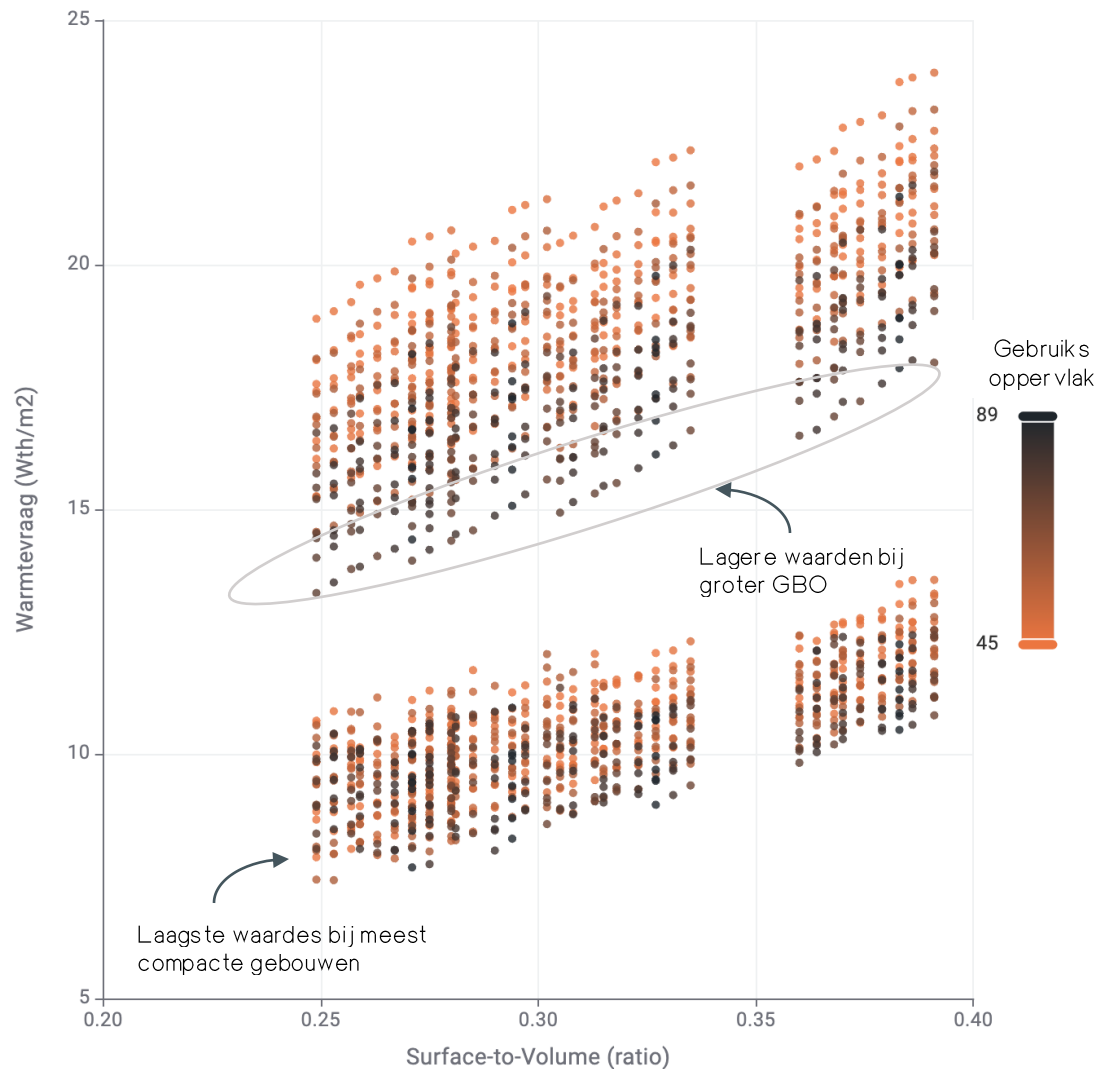
De Surface-to-Volume ratio wordt berekend door alle dak- en geveloppervlak op te tellen en te delen voor het volume van het gebouw. Des te lager de ratio, des te minder gebouwschil er om een verwarmd volume zit. En des te minder verliesoppervlak er dus is.

Een lagere Surface-to-Volume ratio leidt ook tot een lagere CO_2 footprint en lagere bouwkosten. Er is immers minder materiaal nodig.

Deze verbanden zien we zowel bij de corridor als bij de grondgebonden woningen terug.



INVLOED VAN PROGRAMMA | Size does matter



Programma's met meer m² BVO, binnen gestapelde bouw, presteren zowel op W_{th}/m^2 als op compactheid beter. Dit geeft stedenbouwers een effectief stuurmiddel in handen.

De spreiding laat een consistent beeld zien. Een groter gebruiksoppervlak van een appartement leidt tot een lagere piek, *bij gelijkblijvende compactheid*.

Alleen heeft een variabele als Surface-to-Volume een grotere impact. Er zijn varianten met kleine appartementen die een lagere piekvraag hebben doordat ze in een compacter gebouw geplaatst zijn.



Leeswijzer

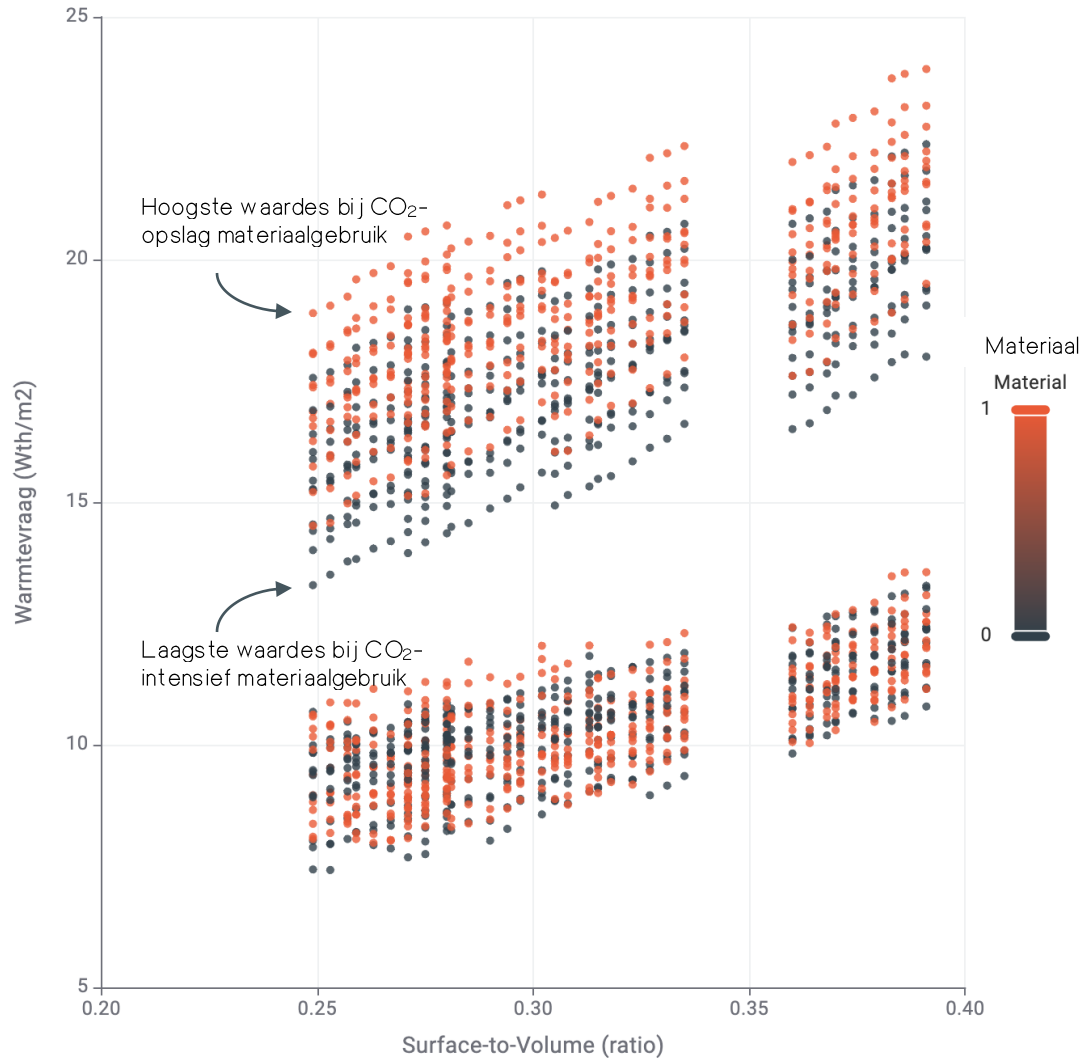
X-as: compactheid (gemeten in Surface-to-Volume ratio). Hoe lager de score, hoe beter

Y-as: W_{th}/m^2 : gemeten inclusief warme terugwinning.

De kleur van de bolletjes is gebaseerd op het gebruiksoppervlak van het appartement (50m², 65m², 90m²)



INVLOED VAN MATERIALISERING | Niet in beton gegoten



Door de materiaalinerentie van beton (het houdt beter warmte vast) scoort een beton en metselwerk gebouw iets beter dan een gebouw met overwegend hout. Het verschil is ongeveer 5%.

De spreiding laat een consistent beeld zien. Een gebouw met voornamelijk beton en metselwerk heeft een iets lagere piekvraag dan een overwegend houten gebouw. Beton houdt beter warmte vast waardoor de piek iets lager ligt.

Een gebouw bestaande uit beton en metselwerk heeft een slechte score betreft CO₂-uitstoot. Het selecteren van een dergelijke gebouw voor het reduceren van de piekvraag is daarmee geen logische keuze. Een variant met een gunstige Surface-to-Volume of verbeterde isolatie kan beter gekozen worden om de piek te verlagen. Dit heeft hetzelfde effect zonder negatieve impact op CO₂-uitstoot.

Leeswijzer

X-as: compactheid (gemeten in Surface-to-Volume ratio). Hoe lager de score, hoe beter

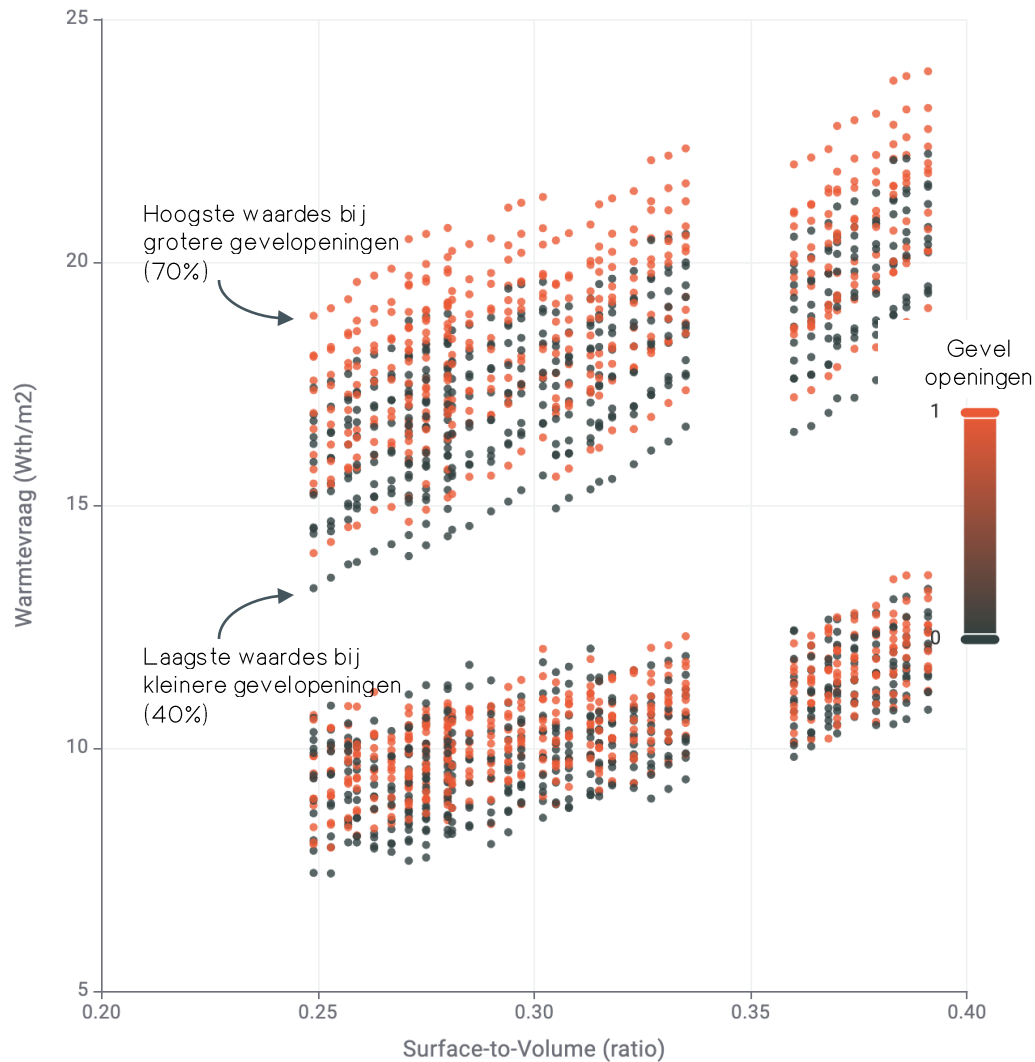
Y-as: W_{th}/m²: gemeten inclusief warme terugwinning.

0: CO₂-intensief: Traditionele bouw met beton en metselwerk

1: CO₂-opslag: CLT en houtskeletbouw



INVLOED VAN GEVELOPENINGEN | Groot op jaarbasis, klein op de piek



Gevelopeningen kan – als naar piekbelasting wordt gekeken – een verkeerd beeld geven.

Op jaarbasis hebben gevelopeningen veel invloed. Over het algemeen is groter daar beter (afhankelijk van oriëntatie). Maar voor de piekbelasting op de koudste dag hebben ze weinig invloed, zo rond de 5%.

Dat gevelopeningen weinig invloed hebben op de piekvraag is best logisch. De piek wordt berekend op 21 december, de koudste maar ook kortste dag van het jaar. Dan is er weinig zoninstraling en warmt een woning nauwelijks op door de zon. Een gevelopening heeft een lager isolatiewaarde dan een dicht geveldeel. Daardoor verliest een woning op de koudste dag meer warmte dan er binnenkomt door de zon. In het vroege voorjaar slaat dat om naar meer opwarming door de zon dan dat er warmteverlies is door de gevelopening. Op jaarbasis bekeken zouden, afhankelijk van oriëntatie, grotere gevelopeningen leiden tot minder warmteverbruik.

Leeswijzer

X-as: compactheid (gemeten in Surface-to-Volume ratio). Hoe lager de score, hoe beter

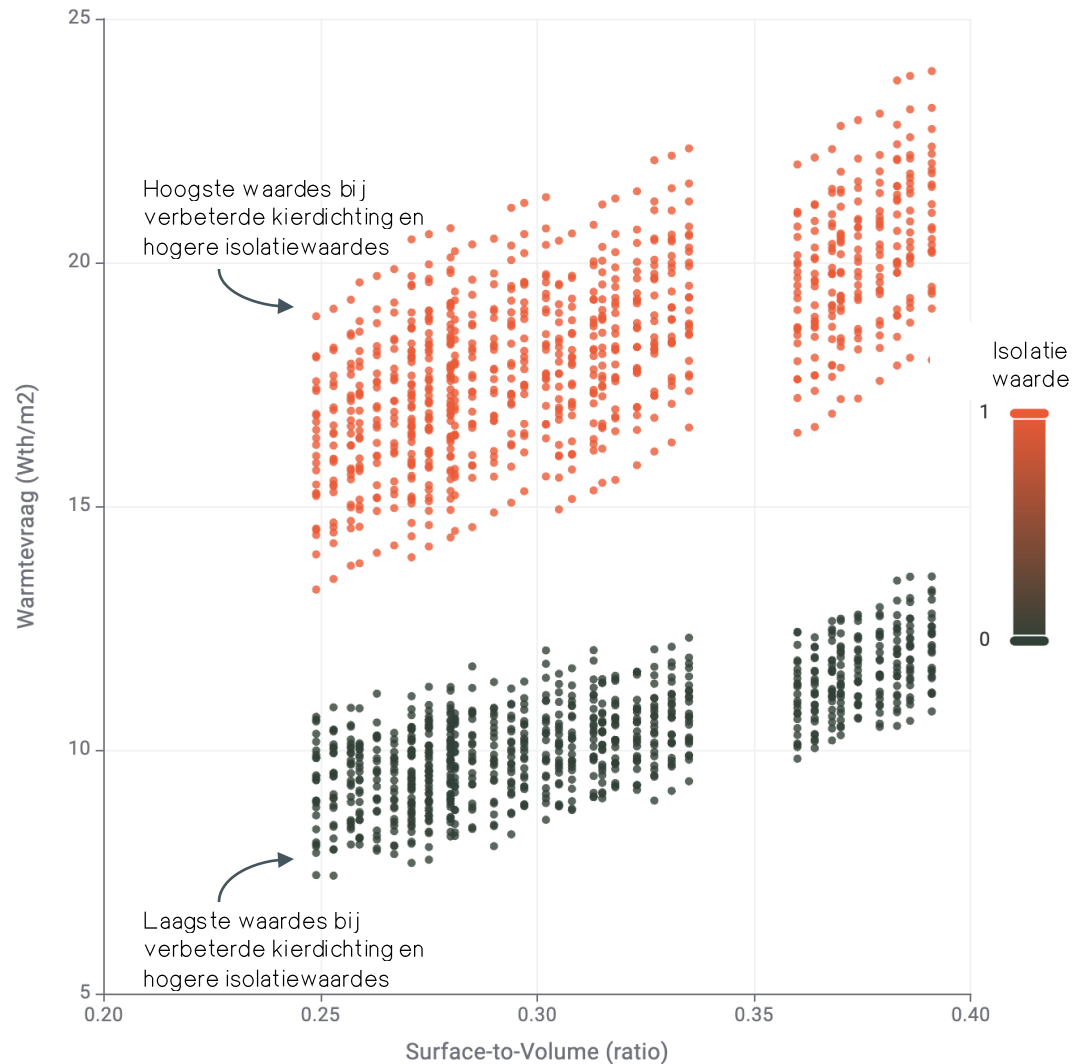
Y-as: W_{th}/m^2 : gemeten inclusief warme terugwinning.

0: 40% van de gevel is opening (ramen)

1: 70% van de gevel is opening (ramen)



INVLOED VAN ISOLATIE EN KIERSDICHTING | Grote invloed met een prijskaartje



Een hogere isolatiewaarde van het glas en betere kierdichting van de gehele gevel levert een grote reductie van de piek op. En voor het energieverbruik op jaarbasis helpt het ook. En het kan bovendien laat in het proces toegepast worden. Maar het komt met een prijskaartje; een verhoging van de bouwkosten.

In de grafiek hiernaast is duidelijk te zien dat verbeteren van de isolatiewaarde van glas en betere kierdichting leidt tot een sterke reductie van de piekvraag.

Waar verbeteren van oriëntatie en Surface-to-Volume leiden tot een win-win op piekvraag en bouwkosten is dat bij deze ingreep niet het geval. De bouwkosten stijgen door duurdere materialisering.

Maar het toepassen van betere isolatie en kierdichting kan wel betekenen dat er meer woningen aangesloten kunnen worden op het net.

Leeswijzer

X-as: compactheid (gemeten in Surface-to-Volume ratio). Hoe lager de score, hoe beter

Y-as: W_{th}/m^2 : gemeten inclusief warme terugwinning.

0: Glas U-waarde $1,4 W/(m^2.K)$, kierdichting $0,375 dm^3/s.m^2$

1: 0: Glas U-waarde $1,0 W/(m^2.K)$, kierdichting $0,175 dm^3/s.m^2$



STEDENBOUWKUNDIGE OPZET | 3x zoveel meters of 2x zoveel woningen

Gunstig scenario	GBO (m2)	Wth/m2 ¹	Wth (woning)	Aantal	Percentage	Wth (totaal)
Grondgebonden - Starterswoning	50	15,78	789,00	20	10%	15.780,0
Grondgebonden - Rug-aan-rugwoning	65	9,78	635,70	20	10%	12.714,0
Grondgebonden - Rijwoning	114	20,94	2387,16	26	13%	62.066,2
Gestapeld - Corridor	90	7,41	666,90	134	67%	89.364,6
Totaal				200	100%	179.924,8
Gemiddeld Wth/m2		10,4				

Ongunstig scenario	GBO (m2)	Wth/m2	Wth (woning)	Aantal	Percentage	Wth (totaal)
Grondgebonden - Starterswoning	50	30,25	1512,50	20	10,0%	30.250,0
Grondgebonden - Rug-aan-rugwoning	65	22,11	1437,15	16	8,0%	22.994,4
Grondgebonden - Rijwoning	114	40,69	4638,66	30	15,0%	139.159,8
Gestapeld - Corridor	50	23,92	1196,00	134	67,0%	160.264,0
Totaal				200	100,0%	352.668,2
Gemiddeld Wth/m2		29,0				

¹ De genoemde waarden in Wth/m2 zijn zonder installatietechnische optimalisatie

Op de vorige pagina's zijn de vier onderzochte gebouwtypen los van elkaar bekeken. Stedenbouwkundig vormen ze een mix. Die kan gunstig uitpakken maar ook ongunstig.

De tabel hiernaast laat zien wat de verschillen op stedenbouwkundig niveau zijn als er 200 woningen worden gerealiseerd waarbij er enerzijds alleen maar gunstige keuzes worden gemaakt betreft netcongestie. En anderzijds wat er gebeurt als overall alleen maar ongunstige keuzes worden gemaakt.

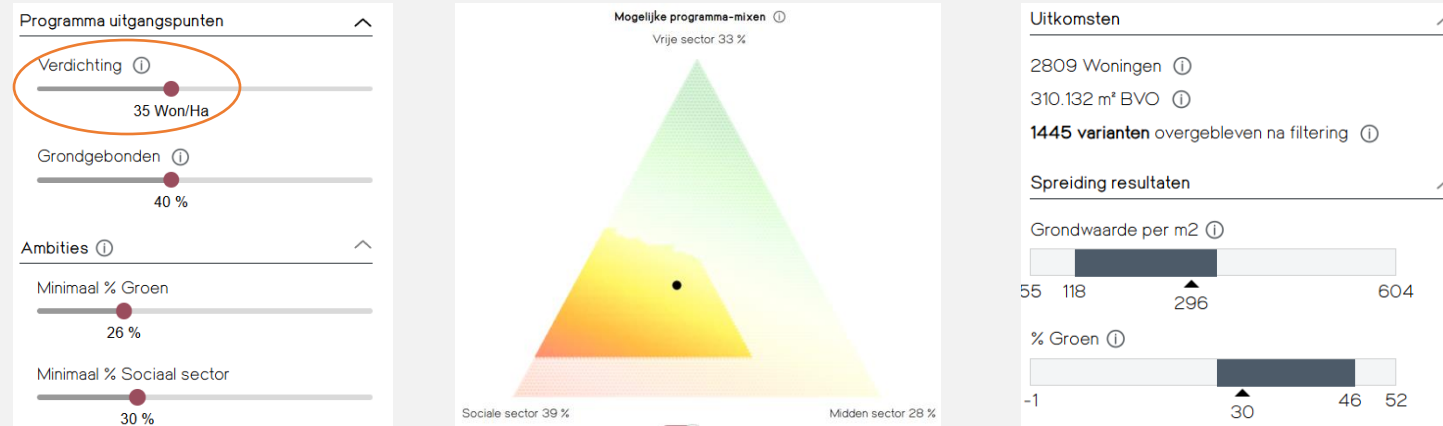
Bij alleen gunstige keuzes kunnen er bijna 2x zoveel woningen gerealiseerd worden (stel dat uitgegaan wordt van een capaciteit van 352.668 W). Gemeten in het aantal vierkante meters is dat zelfs 3x zoveel.

Zie de volgende pagina's voor het effect van de maatregelen op de financiële haalbaarheid van een project.



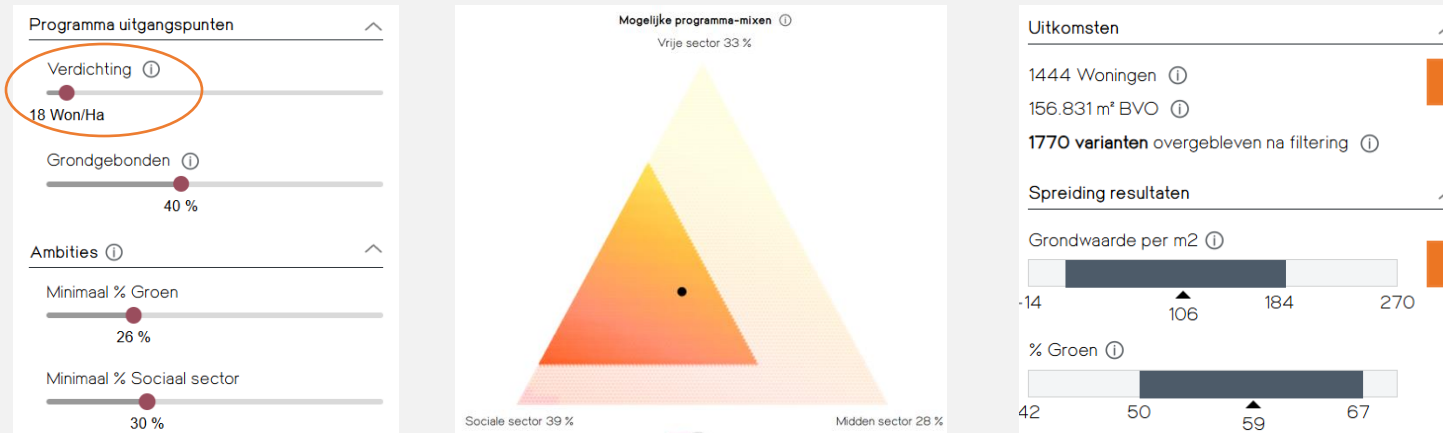
MAATREGELLEN PIEKBELASTING VS HAALBAARHEID | Rekenvoorbeeld 1: Niet-netbewuste uitgangspunten schaden ook de financiële haalbaarheid

Scenario 1: uitgangssituatie



1

Scenario 2: minder huizen



2

3

De consequenties van niet netbewuste uitgangspunten zijn enorm. De grondwaarde daalt met bijna tweederde omdat er de helft minder woningen gerealiseerd worden.

- 1 In de vergelijking tussen de twee scenario's links, is het aantal woningen/hectare (de verdichting) aangepast. Het getal (18 wo/h) is afgeleid van de realiseerbare GBO's in het ongunstige scenario uit de tabel op de vorige pagina.
- 2 De consequentie is dat er maar de helft van het aantal woningen gerealiseerd kunnen worden¹ t.o.v. de uitgangssituatie.
- 3 En belangrijker: de residuele grondwaarde keldert van €296 naar €106 per m2.

Anders gezegd, een ongunstige startpositie met "verkeerde" uitgangspunten, heeft een desastreus effect op de haalbaarheid.

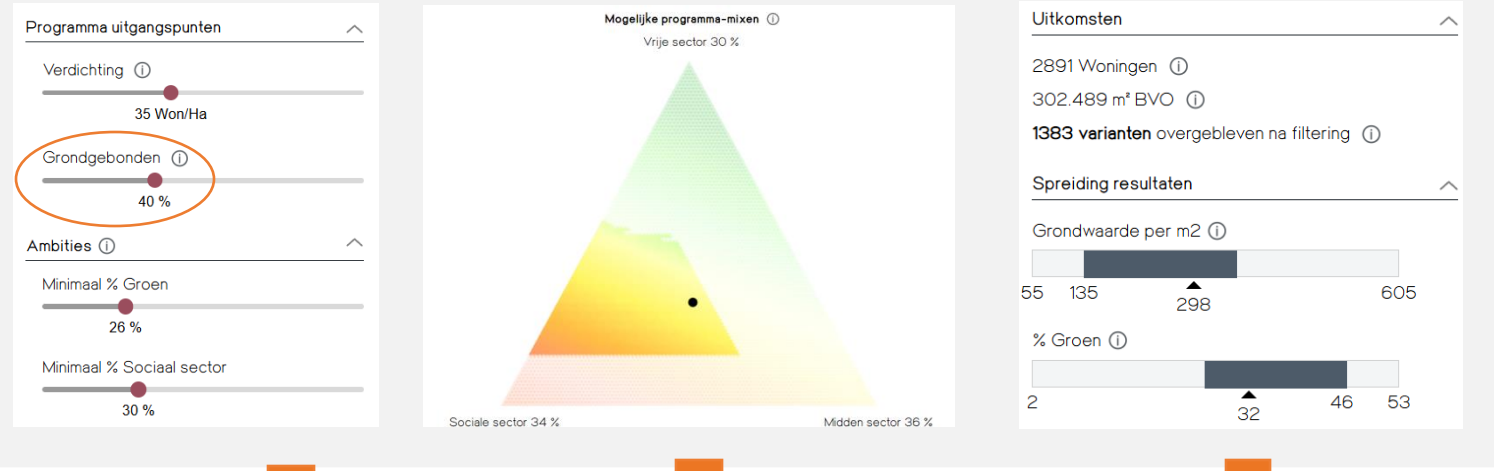
¹ In dit rekenvoorbeeld wordt uitgegaan van een netbudget voor het project, waarbinnen de ontwikkeling moet blijven. Dit is nog geen gemeengoed, maar wordt wel mee geëxperimenteerd

De hiernaast getoonde tool wordt in de bijlage verder uitgelegd.



MAATREGELLEN PIEKBELASTING VS HAALBAARHEID | Rekenvoorbeeld 2: Ook netbewuste maatregelen kunnen een keerzijde hebben

Scenario 1: uitgangssituatie

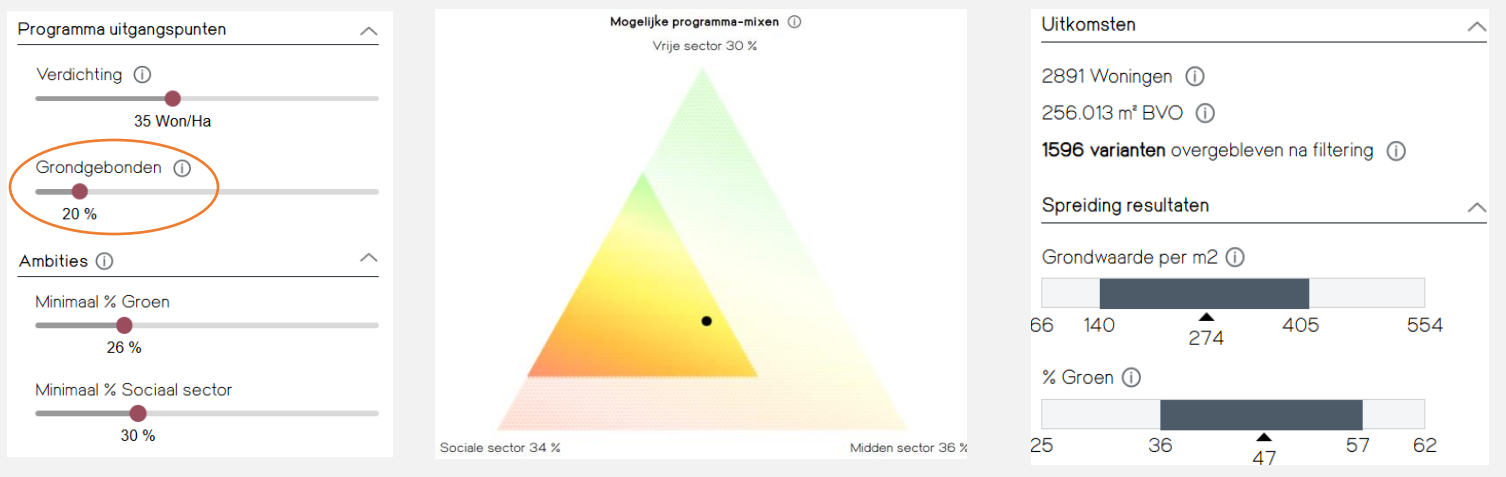


1

2

3

Scenario 2: Meer gestapeld



Een netbewust stedenbouwkundig plan met een negatieve business case wordt niet gebouwd. Het voorbeeld van eenzijdige optimalisatie op netcongestie laat de residuele grondwaarde met 8% dalen.

- 1 In de vergelijking tussen de twee scenario's links, is het percentage grondgebonden woningen verlaagd naar 20% om te profiteren van de (oriëntatie) voordelen van gestapelde bouw.
- 2 Hiermee zijn er door lager grondbeslag, meer programma varianten mogelijk
- 3 En belangrijker: het negatieve effect is dat de residuele grondwaarde significant daalt van €298 naar €274 per m2.

Anders gezegd, de kosten en baten van maatregelen t.b.v. reductie van piekbelasting moeten in de integrale context van haalbare gebiedsontwikkeling gezien worden.



Samenvattend

Terugkijkend op de volledige analyse, staan hiernaast de belangrijkste conclusies weergegeven.

GEZAMENLIJKE EFFECTEN VAN STEDENBOUWKUNDIGE UITGANGSPUNTEN

1. Stedenbouwkundige uitgangspunten zorgen voor een grote spreiding in de uitkomsten. Tussen het meest gunstige corridorgebouw (met optimale uitgangspunten) en de minst gunstige grondgebonden woning zit 400% verschil in de piek van de warmtevraag.
2. Ook binnen de onderliggende gebouwtypes zijn de verschillen groot. Tussen de meest gunstige en minst gunstige corridorgebouwen zit meer dan 300% verschil in de piek van de warmtevraag.
3. **Het sturen op een goed netbewust plankader kan ook al vroeg in het planproces.** Oriëntatie en vormfactor zijn vroeg in het proces te beïnvloeden en leiden niet tot additionele kosten, maar zelfs tot een reductie in bouwkosten. Sommige maatregelen die later in het proces toegepast worden - bv keuzes rond kierdichting - zijn daarentegen kostbaar.

INDIVIDUELE EFFECTEN VAN STEDENBOUWKUNDIGE UITGANGSPUNTEN

1. **Op jaarbasis heeft oriëntatie een grote invloed op energieverbruik. Voor de piek valt dit mee.** Oriëntatie heeft *gemiddeld* weinig effect op de piekbelasting, omdat andere factoren meer invloed hebben op de piek dan oriëntatie. Als gekeken wordt naar het totale energieverbruik op jaarbasis dan heeft oriëntatie wel een grote invloed.
2. **De vorm van het gebouw is belangrijk voor een netbewuste uitgangspositie.** Compacte gebouwen werken ook positief door op bouwkosten (30% verschil tussen een compacte en niet compacte variant, van dezelfde typologie) en CO₂ footprint (al snel 25% verschil tussen traditionele bouw en gangbare houtbouw).
3. **Grotere programma's (m² BVO) presteren zowel op W_{th}/m^2 als op compactheid beter.** Een groter gebruiksoppervlak van een appartement leidt tot een compacter gebouw doordat er meer diepte gemet behoud van daglicht in de verblijfsruimtes. Over het algemeen leidt een groter gebruiksoppervlak tot een lagere piek (van ruwweg 9%).
4. **Materialisering maakt uit voor piekbelasting.** Door de materiaalinerentie van beton (het houdt beter warmte vast) scoort aakt wordt een beton en metselwerk gebouw 5% beter dan een gebouw met overwegend hout.
5. **Op jaarverbruik hebben gevelopeningen veel invloed.** Afhankelijk van oriëntatie is daar over het algemeen groter beter, maar voor de piekbelasting hebben ze weinig invloed omdat gemeten wordt op één dag, zijnde de kortste dag, met de minste zonne-uren.
6. **Een hogere isolatiewaarde van het glas en betere kierdichting levert een grote reductie van de piek op, tot wel 77%.** Het kan bovendien laat in het proces toegepast worden, maar het leidt tot significante verhoging van de bouwkosten.



Concrete handreikingen



Borg netbewuste uitgangspunten al in het stedenbouwkundig plan

Optimalisatie in de planfase is een win-win, terwijl maatregelen later in het ontwerp (kierdichting, en isolatie) leiden tot hogere bouwkosten. Dit moment mag dus niet gemist worden.

In de planfase hebben orientatie en gebouw vorm een grote impact op het jaarlijks verbruik. De gebouwworm kan ook tot 20% verschil maken in piekbelasting. Bovendien draagt een compactere gebouwworm bij aan lagere bouwkosten en een lagere CO₂-footprint.

3



Binnen het programma van eisen is bouwvolume het meest relevant

Grotere gebouwen leidt tot voordelen in compactheid, energievraag en piekbelasting doordat ze minder gevelmeters hebben in relatie tot het vloeroppervlak.

4



Bijsturen in het proces

Vanaf de planfase tot aan definitief ontwerp zijn er mogelijkheden om bij te sturen op de piekvraag. Des te vroeger gestuurd wordt op netcongestie des te meer win-wins mogelijk zijn. Later in het proces gaan ingrepen eerder ten kosten van financiële haalbaarheid.

5



Voorkom eenzijdige optimalisatie op piekbelasting

Zorg dat ingrepen t.b.v. netcongestie een haalbare ontwikkeling 'across the board' niet in gevaar brengt.

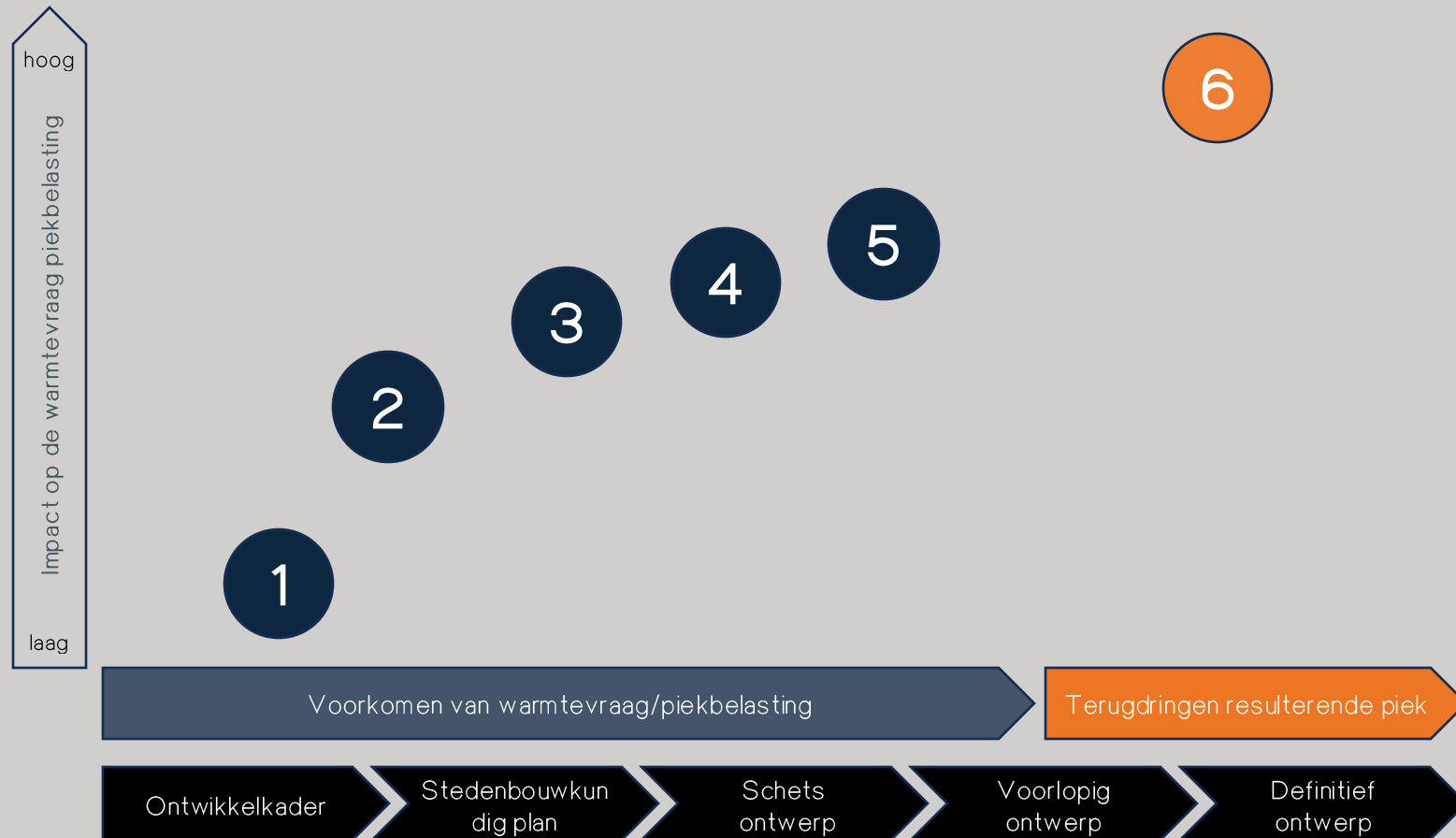


Netcongestie, duurzaamheid en betaalbaarheid zijn niet tegenstrijdig

Bouwen in hout en compacte vormen, hebben een gunstige uitwerking op CO₂ uitstoot (al snel 25% verschil tussen traditionele bouw en gangbare houtbouw) en andere duurzaamheidsindicatoren. Bij compact bouwen zijn bouwkosten lager (30% verschil tussen een compacte en niet compacte variant, van dezelfde typologie) waardoor deze ingrepen de betaalbaarheid niet hoeven te schaden.



Routekaart



1.) Oriëntatie

Oriënteer bewust door vroegtijdig oriëntatie mee te nemen. Hoewel dit op de kortste dag beperkt invloed heeft op de peikbelasting, heeft oriëntatie een grote invloed op de warmtevraag door het jaar heen.

2.) Gebouwvorm

Ontwerp compact. Een compact gebouw heeft een lagere peikbelasting, lagere warmtevraag door het jaar heen en als bijkomend voordeel lagere bouwkosten en CO₂ uitstoot.

3.) Programma

Bouw het juiste volume; grotere appartement en grotere gebouwen leiden tot een lagere peikvraag.

4.) Materialisering

Materialisering heeft weinig impact op de peikbelasting.

5.) Gevelopeningen

Gevelopeningen hebben weinig impact op de peikbelasting.

6.) Verbeterde isolatie en kierdichting

Kierdichting en verbeterde isolatie is enorm effectief. Maar is een relatief kostbare maatregel en heeft ook consequenties voor het binnenklimaat.



TOT SLOT

In de interactie met de werkgroep Netbewuste Nieuwbouw - en in het bijzonder met de kerngroep - zijn er suggesties naar voren gekomen waarmee de resultaten verrijkt en geborgd kunnen worden in het proces van woningbouwontwikkeling.

Mogelijke vervolgstappen :

- Onderzoek uitgebreider wat de invloed is van netbewuste ingrepen op het jaarlijkse energieverbruik: eenzijdige focus op piekbelasting leidt mogelijk tot tunnelvisie.
- Onderzoek uitbreiding van het model en dataset voor zomerpiek en koellast. Het onderzoek heeft de scope beperkt tot verwarming op koudste dag. De koelingsvraag wordt steeds belangrijker met toenemende verstedelijking en klimaat verandering
- Betrek bouwkosten van individuele ingrepen in de studie zodat er een accuratere afweging gemaakt kan worden tussen maatregelen.
- Bereid de breedte en diepte van simulaties uit. In de werkgroep leeft de wens tot uitbreiding van aantal woningtypes (bv modulaire concepten), aantal typologieën (bv ook portiek en galerij ontsluiting) en dakvorm en helling dak (i.r.t. zonnepanelen en groen dak).
- Neem het bredere ecosysteem mee. Neem in de analyses bv ook energieconcepten of opbrengsten uit zonnepanelen mee. Tevens zijn onderwerpen als systeemflexibiliteit (HEMS, energy hubs, wijkbatterijen) genoemd als kansrijke maatregelen in stedenbouwkundige fase
- Ontsluit data in intuïtieve tooling voor praktische toepassing: Het situationeel toepassen van de inzichten uit het onderzoek kan vereenvoudigd worden met eenvoudige tooling. Hiermee is meer accurate sturing op de piekvraag, maar ook op bovengenoemde aspecten mogelijk



BIJLAGE | Uitgangspunten (model + typologie uitleg)

In dit onderzoek zijn variaties in oriëntatie, gebouwvorm, programma, materialisering, isolatiewaarde en gevelopeningen onderzocht.

Hieronder uitleg over de gebruikte typologieën en uitgangspunten.

Oriëntatie:

1. Oost/West oriëntatie van het gebouw (deze heeft als gevolg een zuid- en een noordgevel)
2. Noord/Zuid oriëntatie van het gebouw (deze heeft als gevolg een west- en een oostgevel)

Gebouw vorm:

Surface-to-Volume (ratio). Alle gevel- en dakoppervlak gedeeld door het volume van het gebouw. Des te lager het getal, des te compacter het gebouw.

Programma:

1. 50m² GBO appartement (corridor) of grondgebonden woning (3-laags)
2. 65m² GBO appartement (corridor) of grondgebonden woning (rug-aan-rug, 1 laags met kap)
3. 100m² GBO appartement (corridor) of grondgebonden woning (rijwoning).

Materialisering:

1. CO₂-intensief materiaalgebruik; veelal beton met metselwerk.
2. CO₂-opslag materiaalgebruik: houtskeletbouw wanden en -gevels, CLT vloeren.

Isolatie en kierdichting:

1. Glas U-waarde 1,4 W/(m².K), kierdichting 0,375 dm³/s.m²
2. Glas U-waarde 1,0 W/(m².K), kierdichting 0,175 dm³/s.m²

Kierdichting betreft het gehele geveleppervlak, dus inclusief dichte delen waarin folie-aansluitingen, doorvoeren etc. zorgen voor verschillen in kierdichting.

Gevelopeningen:

1. 40% open geveldelen (ramen)
2. 70% open geveldelen (ramen)

Rekenmodel

Voor de berekeningen van zowel het piekvermogen als het jaarlijks verbruik is het rekenmodel als volgt opgebouwd:

Software:	EnergyPlus
Weerbestanden:	Amsterdam
Omgeving:	Stedelijk
Datum (piek):	21 december
Datum (jaarverbruik):	1 januari – 31 december
WTW:	85%

Aantal verdiepingen: 3 – 6 (corridor)

Rc-waarde begane grond vloer:	3,7 m ² .K/W
Rc-waarde geveldelen (gesloten):	4,7 m ² .K/W
Rc-waarde dak:	6,3 m ² .K/W

Correlatie

Bij binaire keuzes (bijvoorbeeld 40% of 70%) worden verschillen genomen tussen de laagste en de hoogste waarde.

Surface-to-Volume is een ratio die (in deze studie) per honderdste varieert tussen 0.24 en 0.57. Daar wordt het verschil bepaald tussen de laagste 25% en de hoogste 25%.



BIJLAGE | Rekenvoorbeeld

Op pagina's 26 en 27 zijn een tweetal rekenvoorbeelden opgenomen waarbij piekbelasting en haalbaarheid bekeken worden.

In die rekenvoorbeelden worden twee specifieke configuraties bekeken en de mogelijke ingrepen om problemen met netcongestie te voorkomen.

Die configuraties zijn opgesteld met UrbanInsights; real-time datagedreven gebiedsontwikkeling.

Hierin kan gefilterd worden door meer dan een miljard stedenbouwkundige verkavelingen (met uitgeefbaar gebied, straat, parkeren, groen, wadi's, etc.) met daaraan een VEX en GREX gekoppeld.

De uitkomsten van vier scenario's zijn opgenomen op pagina's 26 en 27.



Schermafbeelding van UrbanInsights



PLANALOGIC b.v.

Prinsengracht 697
1017 JV Amsterdam
the Netherlands

+31 (0)20 6727260
info@planalogic.com
www.planalogic.com