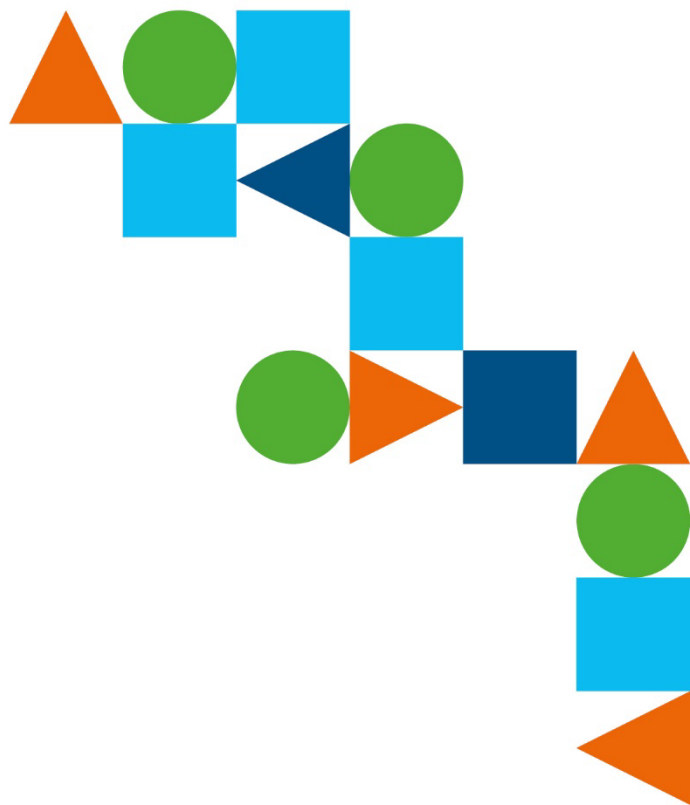


Energievisie Westerdok

Gemeente Almelo



Datum	16 januari 2025
Projectnummer	3678
Status	Eindrapportage
Auteur(s)	Thirza Koopmans & Ronald Schilt

Inhoudsopgave

.....	0
1 Samenvatting	2
2 Inleiding.....	5
Aanleiding en doel	5
Leeswijzer.....	5
3 Uitgangspunten en beleid	6
3.1 Projectuitgangspunten	6
3.2 Betrokken partijen.....	8
3.3 Landelijk beleid en lokaal beleid	9
4 Gebiedsenergieconcept	11
4.1 Inleiding	11
4.2 Gebiedsenergieconcept.....	11
4.3 Afwegingskader	17
4.4 Conclusies, aanbevelingen en vervolgstappen	18
5 Onderbouwing en uitwerking gebiedsenergieconcept	21
5.1 Aanpak.....	21
5.2 Onderbouwing warmte-koude concept.....	21
5.3 Verkenning haalbaarheid energieambitie	32
5.4 Verkenning smart grid concepten	38
5.5 Organisatorische en financiële aspecten.....	42
Bijlage 1 – Verkenning warmte-koude concepten	46
Bijlage 2 – Uitgangspunten programma	47
Bijlage 3 – Uitgangspunten bouwkundige en installatietechnische maatregelen	48
Bijlage 4 - Uitgangspunten warmte-koude vraag en vermogens op gebouwniveau	49
Bijlage 5 - Uitgangspunten warmte-koude bronnen	50

1 Samenvatting

Aanleiding

De gemeente Almelo is voornemens om de spoorzone rond het centraal station te transformeren tot een groen gemengd woon-werkgebied met minimaal 1.000 woningen en 25.000 m² aan voorzieningen. De transformatie is opgedeeld in drie ontwikkelgebieden en drie stadsprojecten. Een van de ontwikkelgebieden betreft Westerdok, welke zich ten noorden van het spoor bevindt en zich richt op een jonge, actieve en internationaal georiënteerde doelgroep. Binnen een periode van 10 tot 15 jaar zullen hier 500 tot 600 woningen worden gerealiseerd tussen de bestaande bebouwing. Merosch is gevraagd om de gemeente te begeleiden en te adviseren met betrekking tot een duurzaam energiesysteem voor ontwikkelgebied Westerdok.

Doel

De gebiedsontwikkeling Westerdok vraagt een vooruitstrevend en passend gebiedsenergieconcept, waarbij zoveel mogelijk gebruik wordt gemaakt van duurzame energie en welke zo weinig mogelijk CO₂ uitstoot veroorzaakt (nu en in de toekomst). Merosch is gevraagd om voor de nieuwbouw de energieconcepten (= opzet van technieken voor warmte- en koude levering in combinatie met de opwek van duurzame energie) in beeld te brengen die invulling geven aan deze ambities en wat de ruimtelijke, financiële en organisatorische consequenties daarvan zijn. Met dit onderzoek kan de ontwikkelcoalitie keuzes maken m.b.t. de te realiseren concepten en bijbehorende afspraken en prestatieparameters (zoals na te streven ambitieniveaus, ruimtelijke reserveringen, etc.) die vervolgens als vertrekpunt dienen voor de verdere uitwerking.

Aanpak

Het onderzoek kent de vier te onderscheiden fasen: 1) Verbinden, 2) Verkennen, 3) Verdiepen, en 4) Verder brengen. Zo werken we van grof naar fijn, met als resultaat een goed onderbouwd en vooruitstrevend energieconcept waarbij rekening is gehouden met de ruimtelijke, technische, financiële, juridische, organisatorische en andere operationele consequenties van de verschillende concepten.

Resultaat: Gebiedsenergieconcept

Duurzaam warmte- en koude concept

Op basis van de huidige stedenbouwkundige opzet, gebiedskenmerken, het programma en een grove berekening van de bijbehorende energievraag lijkt een warmte-koude oplossing op blokniveau op basis van collectieve bodemlussen toegepast op de ontwikkelblokken het meest duurzame en aantrekkelijke concept. Een warmte-koude oplossing op blokniveau o.b.v. collectieve (en individuele) bodemlussen geniet de voorkeur ten op zichte van een warmte-koude oplossing op gebiedsniveau vanwege de omvang, fasering, bodembepalingen en financieel-technische voordelen. Een collectieve warmte-koude voorziening o.b.v. een gebieds-WKO systeem brengt veel complexiteit en risico's met zich mee. De kleinschaligheid van de mogelijk aan te leggen WKO-bronnen maakt het geen financieel-technisch aantrekkelijke optie. Collectieve bodemlussen op blokniveau bieden ruimtelijk-esthetische en duurzaamheidsvoordelen t.o.v. luchtwarmtepompen.

Energieambitie

De energieambitie energieneutraal op gebiedsniveau lijkt haalbaar voor Westerdok, mits voldoende inspanning wordt geleverd om de benodigde PV in te passen op daken. Er dient rekening te worden gehouden met ongeveer 70% dakoppervlak (wat resulteert in ongeveer 50% netto dakoppervlak) beschikbaar voor PV. Hogere ambitieniveaus zoals Nul-op-de-Meter (NOM) Wonen en NOM Leven lijken op basis van de huidige stedenbouwkundige opzet van de gebiedsontwikkeling en bijbehorende energievraag niet realistisch op gebiedsniveau. Wel kan per gebouw en voor de grondgebonden woningen hogere ambitieniveaus worden onderzocht. Het streven is om een zo hoog mogelijk aandeel hernieuwbare opwek te realiseren bovenop het ambitieniveau energieneutraal op gebiedsniveau.

Smart grid oplossingsrichtingen

Voor een toekomstbestendig energieconcept en ten behoeve van ontlasting van het net is het van belang het energieverbruik zo efficiënt (slim) mogelijk in te richten. Als 'no regret' maatregel wordt daarom

aanbevolen om op gebouwniveau smart grid ready (= slim aanstuurbare) PV panelen, warmtepompen (en eventuele laadvoorzieningen op een energie management systeem achter de meter te plaatsen (indien geoutsourcet, idealiter bij dezelfde exploitant). Daarnaast kan de parkeergarage behorend bij het ontwikkelgebied als slimme parkeerhub worden ontwikkeld, waarbij PV en laadvoorzieningen door één partij worden geëxploiteerd.

Conclusies, aanbevelingen en vervolgstappen

Warmte-koude voorziening

Conclusies

1. Er zijn twee opties voor de warmte- koude voorziening van Westerdok uitgebreid verkend, waarbij slechts één concept als kansrijk wordt geacht: een maximaal flexibel concept op basis van bodemenergiesystemen op individueel niveau (collectieve bodemlussen op blokniveau of collectieve bodemlussen op gebouwniveau en individuele bodemlussen op woningniveau).
2. Op basis van de schaalgrootte, bouwdichtheid, fasering en beschikbaarheid van warmtebronnen is een WKO bron-net op gebiedsniveau de enige kansrijke collectieve warmte-koude voorziening voor Westerdok als alternatief.
3. De maximaal collectieve optie o.b.v. een gebieds-WKO systeem biedt veel complexiteit en technische risico's en daarmee financiële nadelen t.o.v. het maximaal flexibele concept.
4. Uit het oogpunt van flexibiliteit, risico's, kosten, duurzaamheid, net efficiëntie en ruimtelijke inpasbaarheid lijkt de individuele optie met collectieve bodemlussen op blokniveau (en/of woningniveau) als basis het meest logische en aantrekkelijke concept voor Westerdok.
5. Omdat de warmte-koude voorzieningen op blokniveau gerealiseerd kunnen worden, kunnen eigenaren op eigen tempo de kavels met eigen warmte-koude voorzieningen ontwikkelen.

Aanbevolen wordt om:

1. Collectieve bodemlussen op blok/gebouwniveau eventueel in combinatie met bodemlussen op woningniveau (voor grondgebonden woningen) als voorkeursvariant aan te merken.
2. Als ontwikkelcoalitie afspraken te maken over de voorwaarden waaronder partijen akkoord gaan om collectieve en/of individuele bodemlussen per blok als uitgangspunt te nemen als warmte-koude concept in Westerdok, waarbij collectieve warmte-koude voorzieningen op basis van een gebieds-WKO systeem (o.b.v. WKO bron-net) afvallen wegens financieel-technisch onaantrekkelijke voorwaarden en risico's m.b.t. de bodemopbouw. Luchtwarmtepompen op gebouw- en of woningniveau dient als fall-back optie, welke in de basis alleen wordt overwogen wanneer er 1) onverwachte beperkingen uit de bodem blijken en/of 2) de markt dusdanig verandert (met betere individuele alternatieven) dat collectieve bodemlussen financieel-technisch en/of m.b.t. net efficiëntie een minder aantrekkelijke individuele optie worden.
3. Rekening te houden met de aanleg van een raster van bodemlussen onder de fundering van de nieuwbouw, met eventuele uitwijkmogelijkheden op de kavel van het blok/gebouw of de woning en/of indien nodig in de openbare ruimte.

Vervolgstappen.

1. Als ontwikkelcoalitie afspraken maken onder welke voorwaarden partijen akkoord gaan met (collectieve en individuele) bodemlussen als uitgangspunt voor de warmte-koude voorziening op gebouw/blokniveau in Westerdok.
2. Afspraken te maken over bodemgebruik voor de aanleg van bodemlussen.

Energieambitie

Conclusies

1. De energie ambitie Energieneutraal (BENG-3 = 100%) lijkt haalbaar op gebiedsniveau indien beschikbare daken maximaal worden benut voor PV panelen. Hogere energie ambities op gebiedsniveau lijken niet realistisch voor Westerdok.

2. Gezien de sterk uiteenlopende bouwdichtheden en beschikbaar dakoppervlak per blok en ontwikkelfase, zal de haalbaarheid van het ambitie niveau op gebouwniveau sterk verschillen. Op gebouwniveau en voor grondgebonden woningen worden hogere ambitieniveaus onderzocht.
3. Er liggen kansen om het aandeel PV panelen in het gebied te verhogen door bijvoorbeeld PV in de gevel en PV op parkeerhub toe te passen.

Aanbevolen wordt om:

1. De energie ambitie Energieneutraal op gebiedsniveau (BENG-3 score = 100%) als vertrekpunt te nemen voor verdere uitwerking.
2. In volgende fases te onderzoeken in welke mate deze ambitie op alle gebouwen behaald kan worden en/of hogere ambitie niveaus haalbaar zijn voor bepaalde ontwikkelingen en/of bijvoorbeeld grondgebonden woningen.
3. In volgende fases te onderzoeken in hoeverre de bestaande bouw in/rondom het ontwikkelgebied energieneutraal gemaakt kan worden.
4. In volgende fases te onderzoeken in hoeverre de parkeerhub Javapark ingezet kan worden bij het behalen van hogere energieambities voor Westerdok.

Vervolgstappen

1. Als ontwikkelcoalitie afspraken maken over de energie ambitie, namelijk minimaal energieneutraal op gebiedsniveau en minimaal Nul-op-de-Meter voor grondgebonden woningen. Tevens energieneutraliteit op alle gebouwen onderzoeken en gebouwen/blokken aanwijzen voor onderzoek naar hogere energie ambities.
2. Als ontwikkelcoalitie verkennen hoe om te gaan met de ruimtelijk-esthetische inpassing van PV panelen in het stedenbouwkundig plan en de architectuur.

Smart grid en toekomstbestendig energieconcept

Conclusies

1. Netcongestie is voor Westerdok een aandachtspunt. Hoewel de netbeheerder aangeeft dat er in het ontwikkelgebied nog ruimte is op het net, kan de snelle elektrificering (e-mobiliteit, warmtetransitie) en heersende nationale netcongestieproblematiek alsnog voor mogelijke beperkingen zorgen binnen de termijn waarin gebouwd zal worden in Westerdok. Gezien de ontwikkelingen m.b.t. netcapaciteit is net efficiënt bouwen wenselijk. Net efficiënt bouwen dient als vertrekpunt in de verdere uitwerking van het plan.
2. Smart grid oplossingen (= aanstuurbare apparaten verbonden via een Energie Management Systeem) kunnen bijdragen aan het voorkomen van netcongestie en bieden financiële en ruimtelijke voordelen.
3. Er zijn verschillende smart grid oplossingen op gebouw- en gebiedsniveau. In de essentie is het vooral belangrijk om zoveel mogelijk achter de meter te plaatsen.

Aanbevolen wordt om:

1. Net efficiënt bouwen als vertrekpunt te nemen in de verdere uitwerking van het plan.
2. In gesprek te blijven met netbeheerder om slimme oplossingen t.b.v. net efficiëntie gezamenlijk te onderzoeken.
3. Op gebouwniveau smart grid ready PV panelen, warmte koude voorziening (warmtepompen) en eventueel laadvoorzieningen op een energie management systeem achter de meter te plaatsen (bij dezelfde exploitant).
4. Op gebiedsniveau in volgende fases te onderzoeken hoe een slimme parkeerhub gerealiseerd kan worden door koppeling van PV panelen en laadpalen.
5. Te onderzoeken of er een wijkbatterij geplaatst kan worden (bijvoorbeeld in een slimme parkeerhub).

Vervolgstappen

1. Een energieprofiel van de gebiedsontwikkeling ontwikkelen en toetsen op netimpact, als onderlegger voor verdere verkenning van smart grid oplossingen.

2 Inleiding

Aanleiding en doel

De gemeente Almelo is voornemens om de spoorzone rond het centraal station te transformeren tot een groen gemengd woon-werkgebied met minimaal 1.000 woningen en 25.000 m² aan voorzieningen. De transformatie is opgedeeld in drie ontwikkelgebieden en drie stadsprojecten. Een van de ontwikkelgebieden betreft Westerdok, welke zich ten noorden van het spoor bevindt en zich richt op een jonge, actieve en internationaal georiënteerde doelgroep. Binnen een periode van 10 tot 15 jaar zullen hier 500 tot 600 woningen worden gerealiseerd tussen de bestaande bebouwing.

Merosch is gevraagd om de gemeente te begeleiden en te adviseren met betrekking tot een duurzaam energiesysteem voor ontwikkelgebied Westerdok. Het doel van de aangeboden werkzaamheden is dan ook om voor Westerdok de energieconcepten (= opzet van technieken voor warmte- en koudelevering in combinatie met de opwek van duurzame energie) in beeld te brengen die passen bij de kenmerken en ambities van het gebied en inzichtelijk te maken wat daarvan de ruimtelijke, financiële en organisatorische consequenties zijn. Daarnaast worden de consequenties van andere duurzaamheidsthema's in relatie tot het energieconcept inzichtelijk gemaakt. Met dit onderzoek kan de gemeente, in samenspraak met de overige grondeigenaren, keuzes maken m.b.t. de te realiseren concepten en bijbehorende afspraken en prestatieparameters (zoals na te streven ambitieniveaus, ruimtelijke reserveringen, etc.) die vervolgens als vertrekpunt dienen voor de verdere uitwerking.

Leeswijzer

Het onderzoek is uitgewerkt tot een beknopte rapportage met de volgende hoofdstukken:

1. Inleiding: Een beknopte introductie over de aanleiding en doel van het onderzoek.
2. Uitgangspunten en beleid: Het beleidskader en kenmerken van de ontwikkeling.
3. Gebiedsenergieconcept: De kern van het rapport met de belangrijkste onderzoeksresultaten. Een uiteenzetting van de kansrijke warmte-koude concepten, haalbaarheid van de energie ambitie en kansrijke smart grid elementen, afwegingskader en conclusies en aanbevelingen.
4. Onderbouwing en uitwerking gebiedsenergieconcept: Een uitwerking van de verkennende en verdiepende fase als aanvullende onderbouwing van het gebiedsenergieconcept.
5. Bijlages: Een overzicht van de technische en programmatische uitgangspunten, berekeningen en overige aanvullende relevante informatie ter ondersteuning van de rapportage.

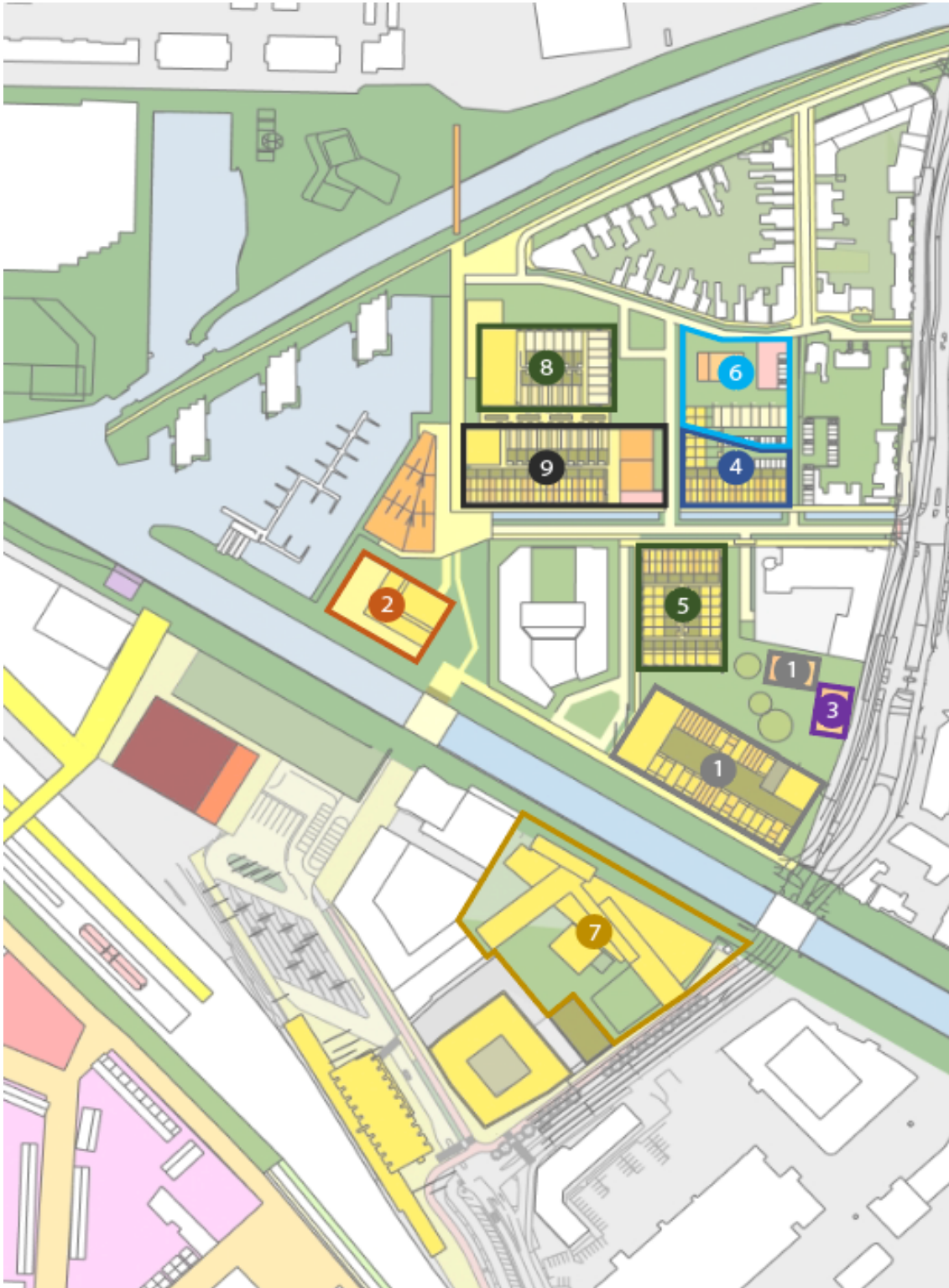
3 Uitgangspunten en beleid

In dit hoofdstuk worden de projectuitgangspunten, betrokken partijen en relevant nationaal en lokaal beleid toegelicht.

3.1 Projectuitgangspunten

Dit hoofdstuk geeft een overzicht van de meest belangrijke gebiedskenmerken en programmatische uitgangspunten.

Figuur 1: Bouwblokken en bestaand programma



3.1.1 Locatiekenmerken

Het ontwikkelgebied is centraal gelegen in de stad Almelo, temidden van bestaande bebouwing. De binnenstad haven van Almelo ligt aan de rand van het ontwikkelgebied. Het oude gerechtsgebouw (7) is onderdeel van het ontwikkelgebied, maar ligt los van de rest van het ontwikkelgebied vanwege de gracht. Ontwikkelvlak 7 zal dus waarschijnlijk sowieso een eigen energievoorziening krijgen. Tevens wordt er een parkeerhub (Javapark) ontwikkeld aan de rand van het ontwikkelgebied.

3.1.2 Programma

Omvang en verdeling

De stedenbouwkundige opzet en het (aangepaste) programma zoals aangeleverd op 25 juni 2024 (door R. de Jong) vormt de basis voor de energieberekeningen. Dit programma gaat uit van 567 wooneenheden (WEQ), waarvan 443 appartementen en 86 grondgebonden woningen. Daarnaast wordt 2.800 m² aan utiliteit gerealiseerd (CitySpa wordt dubbelgerekend in aantal WEQ resulterend in +/- 38 WEQ). Bestaande woningbouw en utiliteit wordt in eerste instantie in de verkenning niet meegenomen. Echter, mocht blijken dat een collectieve energievoorziening zeer kansrijk te zijn in de verkenning dan zal alsnog rekening worden gehouden met de bestaande bebouwing.

Het huidige nieuwbouw (en transformatie) programma bestaat uit 9 bouwvlekken aangeduid met de cijfers 1 t/m 9.

Invulling programma

Ten aanzien van het programma kan de gebiedsontwikkeling nader gekarakteriseerd worden aan de hand van de volgende verdelingen van het programma:

Verdeling programma algemeen

- 60% woningen, 40% werken en voorzieningen (gebiedsbreed)
- 65% appartementen, 35% grondgebonden

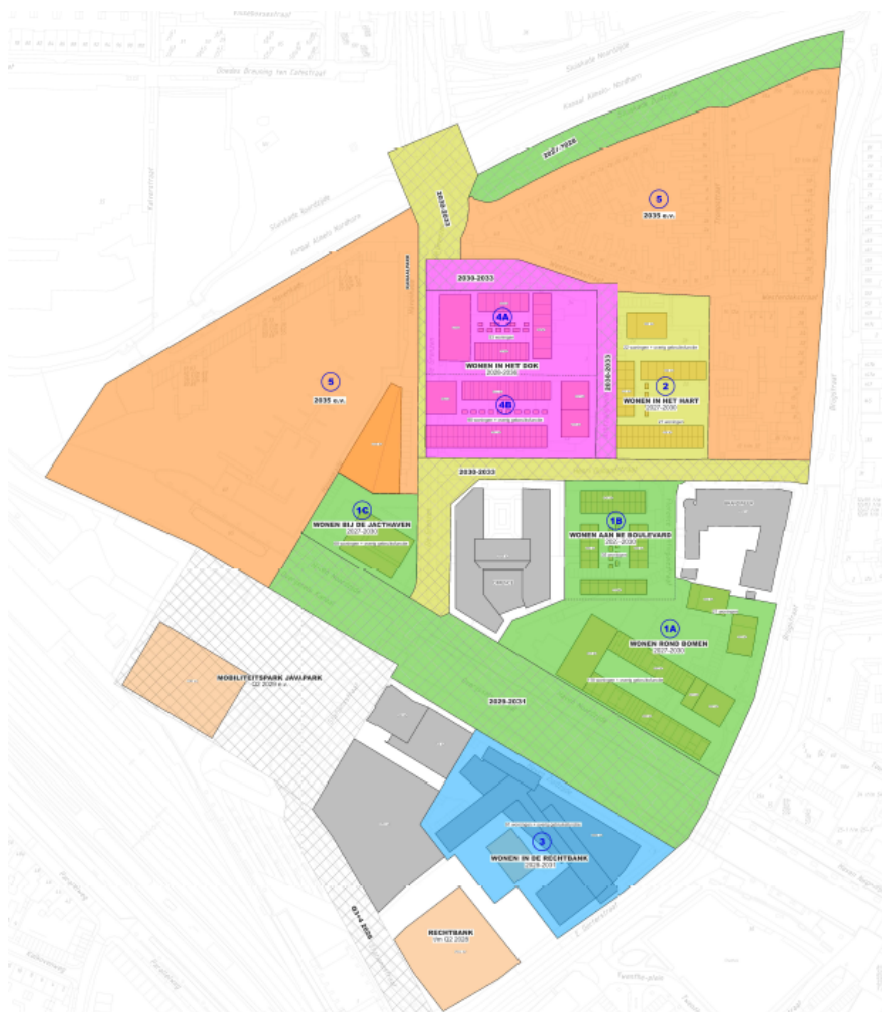
Verdeling programma naar betaalbaarheid

- Sociale huur : middensegment : vrije sector = 30% : 40% : 30%

3.1.3 Projectfasering

In onderstaande figuur wordt een indicatie gegeven van de geplande fasering van de gebiedsontwikkeling.

Figuur 2: Globale fasering bouwblokken



Fase 1 = Groen. Fase 2 = Geel. Fase 3 = Blauw. Fase 4 = Roze. Fase 5 = Oranje.

3.2 Betrokken partijen

Gemeente Almelo

Gemeente Almelo is leidend in de gebiedsontwikkeling Westerdok. Middels actieve grondverwerving, is gemeente Almelo bezig met het in bezit krijgen van een groot deel van de grond benodigd voor de realisatie van deze gebiedsontwikkeling. Daarnaast trekt zij nauw op met ontwikkelaars met grondbezit die meedoen aan de gebiedsontwikkeling en informeert zij bestaande eigenaren met gebouwen zonder directe transformatieopgave.

Werkateliers ontwikkelcoalitie

De ontwikkelplannen voor Westerdok worden in afstemming met de ontwikkelcoalitie ontwikkeld aan de hand van 6-wekelijkse werkateliers. Deze ontwikkelcoalitie bestaat naast de gemeente Almelo uit: Koopmans Vastgoed BV, Neijboer Vastgoed BV, Droste Bouwgroep BV, woonstichting Beter Wonen en woningcorporatie Sint Joseph Almelo.

Overige gebouweigenaren

Gebouwen die geen onderdeel uitmaken van de nieuwbouw en transformatieopgave, maar wel mee worden genomen in de verkennende fase zijn:

- Dimence
- Brandweerkazerne

3.3 Landelijk beleid en lokaal beleid

Voor de ontwikkeling van de energievisie voor Westerdok is het van belang om rekening te houden met de volgende kaders en/of aandachtspunten:

- Wettelijk dient nieuwbouw te **voldoen aan de BENG** (Bijna Energie Neutrale Gebouwen), bestaande uit drie indicatoren:
 - BENG-1 is de maximale energiebehoefte voor verwarming en koeling in kWh/m²/jaar. Deze indicator wordt vooral bepaald door de compactheid van het gebouw, de kwaliteit van de thermische schil (mate van isolatie, open/dicht verhouding) en efficiëntie van installaties.
 - BENG-2 is het maximaal primair fossiel energiegebruik in kWh/m²/jaar.
 - BENG-3 is het minimaal aandeel hernieuwbare energie in %. Deze indicator wordt vooral bepaald door de mate van duurzaamheid van de toegepaste energiebron (bodem, lucht of zon) en de toegepaste energieopwekking (PV-panelen). Ter info: Alleen energie opgewekt op de kavel kan worden meegerekend, extern opgewekte duurzame energie telt officieel niet mee in de BENG-3.
- Gemeente Almelo en de Provincie Overijssel zijn op het gebied van duurzaamheid relatief beleidsarm. Er worden geen bovenwettelijke eisen gesteld. Wel heeft gemeente Almelo het doel van energieneutrale stad opgenomen als stip op de horizon voor 2050, met als tussenstap 55% minder CO₂ uitstoot in 2030. Dit betekent dat ook in een beleidsarme gemeente er nu stappen (moeten) worden gezet op het gebied van verduurzaming van de bestaande bouw en duurzame nieuwbouw, om deze doelstellingen te realiseren. Voor een ontwikkelgebied als Westerdok is een verkenning naar de haalbaarheid van **(minimaal) energie neutraal** daarom een logische stap. Om inzicht te krijgen in de haalbaarheid van energie ambities worden daarom de ambities Energieneturaal, maar ook de hogere ambitieniveaus Nul-op-de-Meter Wonen en Leven als hieronder gedefinieerd onderzocht:
 - Ergieneutraal betekent BENG-3 = 100%.
 - Nul-op-de-Meter Wonen betekent een BENG-3 > 130%, waarbij ook het ingeschatte gebruikersgebonden energieverbruik volledig duurzaam wordt opgewekt.
 - Nul-op-de-Meter Leven betekent een BENG-3 > 175%, waarbij naast het ingeschatte gebruikersgebonden energieverbruik ook het energieverbruik van elektrische mobiliteit (laadvoorzieningen) volledig duurzaam wordt opgewekt.
- In (bijna) heel Nederland heerst problematiek met **netcongestie**. Het elektriciteitsnet is onvoldoende voorbereidt op 1) grootschalige elektrificatie van ons energiesysteem en 2) de decentrale en sterk fluctuerende duurzame opwek van elektriciteit middels zonnepanelen (en windturbines). Zowel afname als (terug)levering aan het net is steeds minder vanzelfsprekend. Dit betekent dat het noodzakelijk is voor Westerdok om (al dan niet met de netbeheerder) naar slimme energie oplossingen te zoeken die de netimpact van de gebiedsontwikkeling minimaliseren.
- De eigen opgewekte duurzame energie via zonnepanelen wordt overdag (tijdens zonuren) opgewekt. Het verbruik van energie vindt niet gelijktijdig plaats. Men spreekt met name over een ochtend- en een avondpiek. Dit betekent dat de eigen opgewekte duurzame energie maar deels zelf wordt gebruikt. Een groot deel van de energie wordt teruggeleverd aan het net en een deel van de benodigde energie wordt van het (slechts gedeeltelijk duurzame) net afgenomen. Om die reden moet het vertrekpunt voor Westerdok zijn om zoveel mogelijk afname en opwek achter dezelfde elektriciteitsaansluitingen te plaatsen. Daarbij is het belangrijk dat **zelfconsumptie** (directe energieconsumptie) zoveel mogelijk wordt gemaximaliseerd. Dit biedt niet alleen een duurzaamheidsvoordeel, maar ook een economisch voordeel.

In onderstaande tabel zijn respectievelijk de wettelijke landelijke BENG-eisen en de gemeentelijke uitgangspunten en ambities voor woningbouw en utiliteit meegenomen, uitgesplitst voor de drie indicatoren. Voor zowel nieuwbouw als utiliteit stelt de beleidsarme gemeente Almelo geen bovenwettelijke eisen of ambities.

Tabel 1 – Wettelijke eisen en gemeentelijke uitgangspunten energieambitie Westerdok Almelo

Onderdeel	Wettelijk	Uitgangspunten nieuwbouw Almelo	Ambitie Westerdok Almelo
Woningen			
BENG-1: maximale energiebehoefte voor verwarming en koeling (in kWh/m2/jaar)	≤ 65	= wettelijk	-
BENG-2: maximaal primair fossiel energieverbruik (in kWh/m2/jaar)	≤ 50	= wettelijk = aardgasvrij	-
BENG-3: minimaal aandeel hernieuwbare energie (in %)	$\geq 40\%$	= wettelijk	energieneutraal
Utiliteit			
BENG-1	≤ 90	= wettelijk	-
BENG-2	≤ 50	= wettelijk	-
BENG-3	$\geq 40\%$	= wettelijk	-

Bij de analyse van de energieconcepten wordt de haalbaarheid van de eisen, uitgangspunten en energie ambitie meegenomen.

4 Gebiedsenergieconcept

4.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt het gebiedsenergieconcept uiteengezet aan de hand van:

1. De **elementen van het voorgestelde gebiedsenergieconcept** bestaande uit het meest kansrijke warmte-koude concept, de haalbaarheid van de energie ambitie aan de hand van de inpasbaarheid van duurzame opwek en smart grid concepten (paragraaf 4.2)
2. Het **afwegingskader m.b.t. de verschillende warmte-koude concepten** (paragraaf 4.3)
3. De **conclusies en aanbevelingen** (paragraaf 4.4)

4.2 Gebiedsenergieconcept

In deze paragraaf worden de drie onderdelen van het gebiedsenergieconcept uiteengezet, namelijk:

1. Duurzaam warmte-koude concept. Een individueel en daarmee maximaal flexibel warmte-koude concept wordt gepresenteerd. Het ontwikkelde concept, de bijbehorende technische aspecten, ruimtelijke inpassing en voor- en nadelen worden toegelicht.
2. Haalbaarheid energie ambitie. Op basis van het duurzame warmte-koude concept zijn op basis van referentieprojecten de benodigde hoeveelheid PV panelen uitgerekend bij de verschillende energie ambities en verkend in welke mate de benodigde panelen in te passen zijn op gebiedsniveau.
3. Smart grid concepten. De uitdaging van netcongestie en het concept smart grid worden toegelicht. met aanwijzingen en kansen op gebouw- en gebiedsniveau.

4.2.1 Duurzaam warmte-koude concept

Op basis van een uitgebreid onderzoek naar mogelijke warmte-koude concepten wordt één kansrijk concept gepresenteerd, namelijk een maximaal flexibel (individueel) warmte-koude concept met bodemenergie op individueel niveau.

Hieronder volgt een korte uiteenzetting van het voorgestelde gebiedsenergieconcept.

Gebiedsenergieconcept: Maximaal flexibel met bodembronnen per ontwikkeling

Toelichting op concept

Voor een maximaal flexibel gebiedsenergieconcept is gekeken naar warmte-koude oplossingen op gebouw- en woningniveau. Uit een uitgebreide analyse komt naar voren dat de inzet van bodemenergie op gebouw- en/of woningniveau (voor grondgebonden woningen) wenselijk is, t.o.v. collectieve open bodembronnen (WKO), luchtwarmtepompen en/of andere all-electric warmte-oplossingen.

In de basis wordt binnen dit concept uitgegaan van:

1. Collectieve bodemlussen op gebouwniveau (appartementen + utiliteit) voor nieuwbouwonontwikkelingen, grondgebonden woningen een eigen bodemlus: Voor de appartementen en utiliteit worden op gebouwniveau collectieve bodemlussen geboord met een centrale warmtepomp per gebouw met afleversets in de appartementen. Grondgebonden woningen kunnen individueel een bodemlus aanleggen, of meedoen aan de collectieve bodemlussen. Door de bodemlussen collectief aan te leggen zijn minder bodemlussen per appartement/woning nodig en

worden de kosten voor de boringen gedeeld. Vanwege de gewenste maximale boordiepte van 100 meter en de aanleg van ondergrondse parkeergarages (met als gevolg max. +/- 95m boordiepte) maakt dat er relatief veel bodemlussen nodig met als gevolg hogere investeringskosten. Indien maatregelen worden getroffen is diepere boordiepte mogelijk. Voor deze variant rekenen we met een maximale boordiepte van 175 meter (170 meter rekening houdend met de ondergrondse parkeergarages). In het voorgestelde concept gaan we uit van ondiepe boringen en collectieve bodemlussen voor de appartementen en utiliteit, en individuele bodemlussen per grondgebonden woning. Voor het oude gerechtsgebouw en het gebouw van Koopman, gaan we uit van diepe grondboringen vanwege de beperkte ruimte op de kavel t.o.v. het benodigd vermogen.

2. Luchtwarmtepomp als alternatief: Indien de techniek van luchtwarmtepompen dusdanig verbeterd dat het een vergelijkbare netimpact heeft en een vergelijkbare energierekening oplevert voor bewoners, kan gekozen worden voor luchtwarmtepompen in plaats van bodemlussen. Aangezien er voor alle gebouwen/blokken in de basis voldoende toepassingsmogelijkheden lijken van bodemenergie en luchtwarmtepompen op dit moment een minder duurzaam warmte-alternatief is (en zonder koeling), worden luchtwarmtepompen in de omschrijving van dit warmte-koude concept verder niet meegenomen. Ter vergelijking worden luchtwarmtepompen wel meegenomen in het afwegingskader in paragraaf 4.3 en in de onderbouwing en uitwerking van het gebiedsenergieconcept hoofdstuk 5.

In onderstaande tabel wordt het aantal bodemlussen benodigd op gebouwniveau (met een uitsplitsing van aantal collectieve en individuele lussen) voor zowel ondiepe (95 meter) als diepe boringen (170 meter). Tevens wordt een indicatie gegeven van de inpasbaarheid van de bodemlussen door de footprint (oppervlak) van de bodemlussen, wanneer deze in een raster van 5 bij 5 meter worden geplaatst, te vergelijken met de footprint van het gebouw. Dit gezien de bodemlussen idealiter onder de fundering van gebouwen worden aangelegd. Ten derde wordt een indicatie gegeven van het benodigd bronvermogen en aantal benodigde doubletten per ontwikkeling om de haalbaarheid van een WKO-systeem per ontwikkeling inzichtelijk te maken.

Tabel 2 – Toepasbaarheid bodembronnen (bodemlussen en/of WKO) per ontwikkeling

Gebouw	Ondiepe bodemlussen				Diepe bodemlussen			WKO	
	Footprint gebouw	Aantal lussen (95m diep)	Footprint raster in m2 (5 meter afstand)	Inpasbaarheid op footprint gebouw	Aantal lussen (170m diep)	Footprint raster in m2 (5 meter afstand)	Inpasbaarheid op footprint gebouw	Benodigd bronvermogen	Benodigd aantal doubletten
Westerdok									
1A	2.582	84	1.020	+	47	560	+	238	1,8 (2)
1B	302	13	145	+	7	70	+	38	0,3 (1)
2	800	61	745	+/-	34	405	+	175	1,3 (2)
3	302	18	200	+	10	100	+	50	0,4 (1)
4	897	20	225	+	11	115	+	57	0,5 (1)
5	1.287	31	360	+	17	190	+	87	0,7 (1)
6	662	27	315	+	15	165	+	78	0,6 (1)
7	425 + oude geb.	49	585	-	27	315	+	139	1,0 (1)
8	1.602	50	600	+	28	325	+	142	1,1 (2)
9	2.114	64	775	+	36	420	+	182	1,4 (2)

2. Technische aspecten

Per ontwikkeling is gekeken naar de toepasbaarheid van bodemlussen, kleinschalige WKO op gebouw/blokniveau en een luchtwarmtepomp. Hieronder worden per warmte(-koude) oplossing de belangrijkste technische aspecten benoemd.

- Bodemplussen

Bij grondgebonden woningen en kleinere nieuwbouwwontwikkelingen zijn bodemplussen uitermate geschikt. Alhoewel er aandacht wordt gevraagd voor de boordiepte (100 meter wenselijk, 175 meter mogelijk) en de ruimtelijke inpassing de nodige aandacht vraagt, is er in potentie voldoende capaciteit beschikbaar in de bodem. Belangrijkste verschil is echter dat er geen regeneratievoorzieningen getroffen hoeven te worden zoals bij een WKO-bron.

- WKO-bron op gebouw/blokniveau

Bij een WKO op gebouw/blokniveau hoeft er geen bron-net aangelegd te worden. Wel moet er alsnog een regeneratievoorziening op gebouw/blokniveau gerealiseerd worden (bijvoorbeeld in de vorm van dry coolers), welke ruimte inneemt op het dak. Daarnaast is er per ontwikkeling maar één bron beschikbaar en aangezien WKO de nodige onderhoud en beheer behoeft, kan dit in de praktijk ongemak opleveren. Tevens wordt slechts in beperkte mate voordeel gehaald uit mogelijke gelijktijdigheid (factor 0,8 – 1,0) van een WKO als collectieve oplossing. Dit betekent dat er een relatief hoog bronvermogen nodig is t.o.v. het aantal aangesloten woningequivalenten vergeleken met grotere (deelgebieds-)WKO systemen (met een gelijktijdigheidsfactor van 0,55). Dit betekent ook dat er meer WKO bronnen moeten worden geslagen (met hoge investeringskosten) wat in dit ontwikkelgebied zeer lastig in te passen is in de bodem. Een WKO-bron op blokniveau zal zeer waarschijnlijk niet worden gekozen.

- Luchtwarmtepomp

Luchtwarmtepompen zijn zeer flexibel, hebben geen specifieke eisen en kunnen per gebouw en woning geïnstalleerd worden. Echter, luchtwarmtepompen zijn wel de minst duurzame warmte-oplossing, bieden geen koeling en hebben de grootste impact op het elektriciteitsnet.

3. Ruimtelijke inpassing

De footprint (oppervlak van het raster) van de bodemplussen is reeds weergegeven in tabel 2.

4. Voor- en nadelen

Hieronder volgt voor bodemplussen, WKO op gebouw/blokniveau en luchtwarmtepompen een compact overzicht van de voor- en nadelen en eventuele aandachtspunten.

Tabel 3 – Voor- en nadelen bodemplussen

Bodemplussen	
Voordelen	Nadelen
+ Duurzaam	- Hoge investeringskosten
+ Automatische koeling	- Ondergronds ruimtebeslag
+ Verschillende exploitatievormen mogelijk	
+ Geen onderhoudskosten	
+ Lage energielasten	
Overige aandachtspunten	
•	

Tabel 4 – Voor- en nadelen WKO (gebouw/blokniveau)

Voordelen	Nadelen
+ Duurzaam	- Mogelijke beperkingen vanuit gebruik ondergrond
+ Automatische koeling	- Meerdere relatief kleine bronnen nodig, waardoor hogere investeringskosten
+ Verschillende exploitatievormen mogelijk	- Regeneratievoorziening nodig
+ Ruimtelijke inpasbaarheid	- Collectieve beheervorm vereist
	+/- Minder flexibel (wel per fase op te bouwen)
Overige aandachtspunten	
• Rekening houden met ongunstige bodemopbouw Almelo	

Tabel 5: Voor- en nadelen WKO (gebouw/blokniveau)

WKO (gebouw/blokniveau)	
Voordelen	Nadelen
+ Duurzaam	- Hogere investeringskosten dan gebieds-WKO
+ Automatische koeling	- Regeneratievoorziening nodig
+ Verschillende exploitatievormen mogelijk	- Hoge onderhoudskosten
+/- Per gebouw/blok te realiseren	
Overige aandachtspunten	
• Rekening houden met ongunstige bodemopbouw Almelo	

4.2.2 Haalbaarheid energie ambitie

In Westerdok streven we ernaar een minimaal energieneutraal gebied te realiseren. Op basis van het warmte-koude concept als beschreven in de vorige paragraaf (op basis van gebieds-WKO en/of bodemenergie individueel) is in deze paragraaf een indicatie gegeven van het totaal benodigd aantal PV panelen voor het behalen van de verschillende energie ambities 1) Energieneutraal, 2) Nul-op-de-Meter Wonen (NOM) en 3) Nul-op-de-Meter Leven (NOM incl. mobiliteit).

Uitgangspunten aanvullende energievraag en duurzame energie opwekcapaciteit

- Bouwkundige en installatietechnische maatregelen: Energie reducerende bouwkundige en installatietechnische maatregelen zoals opgenomen in bijlage 3 worden toegepast.
- Bodemenergie als warmte-koude bron per ontwikkeling en energievraag warmtepompen: Er wordt uitgegaan van het duurzame warmte-koude concept als beschreven in 3.3. Het concept o.b.v. bodemenergie met een (elektrische) energievraag voor de water-water warmtepompen (die de warmte opwaarderen tot de juiste temperatuur) heeft een lagere (elektrische) energievraag als luchtwarmtepompen.
- Beschikbaar dakoppervlak: Er wordt uitgegaan van bruto 14.896 m² dakoppervlak (nieuwbouw + oude gerechtsgebouw) wat zicht vertaalt naar netto 7.435 m² beschikbaar dakoppervlak voor duurzame energie opwek, waarbij (netto) 50% van het totale dakoppervlak voor PV wordt gebruikt. Aangezien het gaat om netto dakoppervlak moet rekening worden gehouden met een groter bruto oppervlak voor duurzame energie opwek (70%), afhankelijk van de keuzes m.b.t. de invulling van dak voor overige functies (groen-blaauwe daken, collectieve daken en ruimte voor installaties) en mogelijk ongunstige oppervlaktes wegens oriëntatie en beschaduwning.
- Opwekcapaciteit panelen: Er wordt uitgegaan van PV panelen met een minimaal vermogen 375 Wp/paneel van 1,6m², ofwel 225 Wp/m²
- Benodigd aantal panelen per woningtype en utiliteit: Het benodigd aantal panelen per woningtype wordt gebaseerd op basis van referentieprojecten van Merosch, zoals opgenomen en verwerkt in tabel 6.

Inventarisatie haalbaarheid energie ambities met PV op dak

In onderstaande tabel 6 wordt het benodigd aantal PV panelen en dakoppervlak weergegeven bij de verschillende energie ambities. In de laatste twee kolommen wordt aangegeven wel percentage van het netto dakoppervlak voor energie opwek nodig zal zijn om de energie ambitie te halen en óf de energie ambitie haalbaar is.

Tabel 6 – Haalbaarheid energie ambities op gebiedsniveau

	Range benodigde PV per WEQ	Gemiddeld benodigde PV	Totaal aantal panelen	Totaal m2 panelen	% benutting dak bij netto 50% beschikbaarheid	Haalbaarheid energie ambitie
BENG (Bouwbesluit)	-	-	-	-	-	++
Energie neutraal	5 - 13	7 - 8 11,2 – 12,4 m2	4.055	6.488 m2	87%	+
Nul-op-de-Meter Wonen	10 – 17	12 - 16 19,2 – 25,6 m2	7.150	11.440 m2	154%	-
Nul-op-de-Meter Leven	16 – 23	18 - 22 28,8 – 35,2 m2	10.550	16.880 m2	227%	--

Ook is er een berekening gemaakt van de haalbaarheid van de energieambities energieneutraal en Nul-op-de-Meter op blokniveau.

Tabel 7 – Haalbaarheid energie ambities op blokniveau

Gebouw	Dakoppervlak			Energie neutraal			Nul-op-de-Meter Wonen		
	Bruto dakoppervlak gebouw	Netto dakoppervlak 70%	Netto dakoppervlak 50%	Aantal PV	Aantal m2 panelen	Inpasbaarheid op footprint gebouw	Aantal PV panelen	Aantal m2 panelen	Inpasbaarheid op footprint gebouw
<i>Westerdok</i>									
1A	2.582	1.807	1.291	809	1.294	+/-	1.444	2.310	-
1B	302	211	151	126	202	+/-	216	346	-
2	800	560	400	616	986	+/-	1.056	1.690	-
3	302	211	151	147	235	-	252	403	-
4	897	628	449	192	307	+	336	538	+/-
5	1.287	901	644	262	419	+	488	781	+/-
6	662	463	331	165	264	+	308	493	-
7	425 + 3.896	3.025	2.161	637	1.019	+	1.092	1.747	+
8	1.602	1.121	801	356	570	+	656	1.050	+/-
9	2.114	1.480	1.057	745	1.192	+/-	1.300	2.080	-

Uit de eerste analyses o.b.v. de benodigde PV panelen en daarbij behorende vierkante meters dakoppervlak voor energie opwek (tabel 6) kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- BENG-3 = 40% (de wettelijke eis) is eenvoudig haalbaar zonder inpassing van PV;
- BENG-3 = 100% (energie neutraal) op gebiedsniveau lijkt haalbaar. Circa 87% van het beschikbare dakoppervlak voor energie opwek (50% van het totale dakoppervlak) dient te worden voorzien van PV panelen.
- BENG-3 = > 100% ('energieleverend') op gebiedsniveau is nader te onderzoeken. Er zal netto meer dan 50% van het dak ingezet moeten worden van PV panelen en/of met behulp van andere vormen van inpassing van PV (zie paragraaf 5.3.5).
- BENG-3 = > 175% (Nul-op-Meter Wonen/Leven) op gebiedsniveau is praktisch onhaalbaar.

Uitgangspunten realisatie energie ambitie Energie neutraal op gebiedsniveau

Om de mogelijke energie ambitie energieneutraal (of hoger) te halen zetten we in op de volgende maatregelen:

1. **Energievraag reductie** door maatregelen zoals benoemd in bijlage 3, of gelijkwaardige maatregelen. Hiermee wordt energiezuiniger en gezonder dan Bouwbesluit niveau gebouwd.
2. **Daken** worden voorzien van PV. Minimaal 70% van het beschikbare dakoppervlak wordt bruto PV oppervlak (= netto 50% dakoppervlak), met een minimaal vermogen van de PV-panelen van 225

Wp/m². Hierbij kan de inzet van dakoppervlak worden gemaximaliseerd met bijvoorbeeld PV op een verhoogde pergola en of een (lage) zonnecroon op de hoogste daken.

3. **Er wordt een energie ambitie van energieneutraal (BENG-3=100%) op gebiedsniveau afgesproken.** Er wordt onderzocht in welke mate grondgebonden woningen Nul-op-de-Meter kunnen worden gerealiseerd.

4. **Kansen:**

- **Aanvullende kansen PV op (parkeer)dak en bestaande bebouwing:** De parkeerplaatsen op maaiveld, de bestaande bebouwing (Dimence en Brandweer) en de parkeerhub kunnen mogelijk worden voorzien van PV.
- **Optimalisatie PV op dak:** Door de PV aan te leggen op een verhoogde pergola kan de PV geoptimaliseerd worden met een hoger netto percentage.
- **Toevoegen PV in de gevel:** Bepaalde hoger gelegen en gunstig georiënteerde geveldelen komen in aanmerking om te worden voorzien van PV op de gevel, indien deze esthetisch ingepast kunnen worden. Hier worden in volgende fases afspraken over gemaakt.

5. **Organisatorisch:**

- Uitgaande van een energiesysteem op blok/gebouwniveau, vraagt om onderlinge afspraken in het aandeel te installeren PV op de kavel, afhankelijk van de energievraag en beschikbaar dak (en gevel)oppervlak. Oftewel, **afspraken op kavelniveau om de ambitie op gebiedsniveau te kunnen realiseren en waarborgen.**
- **Bij de aanbesteding van de eventuele outsourcing** van het energiesysteem worden de partijen uitgedaagd om **binnen de ruimtelijke kaders een zo hoog mogelijke BENG-3 score te realiseren.** Dit wordt één van de selectiecriteria.

Tot slot kan worden ingezet op smart grid principes om op andere manieren bij te dragen aan een Energieneutraal Westerdok.

4.2.3 Smart grid

Netcongestie

Netcongestie, de overbelasting van het elektriciteitsnet, is een groeiende uitdaging, omdat het bestaande elektriciteitsnetwerk nooit is gebouwd op de onvoorspelbare vormen van decentrale elektriciteitsproductie van hernieuwbare energie, de stijgende elektriciteitsvraag met grote afnamepieken, en netverzwaring zowel tijdrovend is als forse investeringen vraagt.

De regionale netbeheerder Coteq geeft aan dat er nog ruimte op het elektriciteitsnet is in het ontwikkelgebied de komende jaren. Echter voorzien wij dat de sterk toenemende vraag naar elektriciteit mede door ontwikkelingen als de elektrische auto in deze fase wel passende aandacht vraagt. Immers geldt dat er pas zekerheid kan worden afgegeven over de aansluiting wanneer deze wordt aangevraagd. Het net efficiënt en slim inrichten van het energiesysteem is dus wenselijk.

Slimme aansturing en uitwisseling van energie

Als 'no regret' maatregel wordt aanbevolen om slimme sturing en energie-uitwisseling (= software) tussen de drie onderdelen PV, collectieve warmtepompen en laadvoorzieningen (= hardware) te realiseren.

De essentie hiervan is dat de duurzaam opgewekte elektriciteit zo veel mogelijk in Westerdok zelf wordt gebruikt. Dit door het energieopwekkingsprofiel van de zonnepanelen te koppelen met de laadprofielen van de elektrische auto's en warmtepompen. Dit resulteert in duurzamere elektriciteit, minder piekbelasting op het elektriciteitsnet en er wordt minder elektriciteit terug geleverd aan het elektriciteitsnet. Dit maakt dat er kleinere of minder elektriciteitsaansluitingen en transformatoren nodig zijn, resulterend in een financieel

voordeel. Daarnaast levert het direct gebruiken van zelf opgewekte elektriciteit financieel meer op dan wanneer dit wordt terug geleverd aan het net.

Kansrijke smart grid elementen

De volgende smart grid elementen lijken kansrijk voor de gebiedsontwikkeling Westerdok:

- Smart grid ready hardware en software op gebouwniveau: Het koppelen van aanstuurbare (= slimme/smart grid ready) zonnepanelen en warmtepompen en laadvoorzieningen (indien deze op gebouwniveau worden voorzien) achter één meter, aangestuurd door een (Home) Energie Management Systeem (EMS) is een basis uitgangspunt. Eisen aan de producten en EMS kwaliteiten kunnen worden opgenomen in een Programma van Eisen voor de gebiedsontwikkeling.
- Slimme parkeerhub: Indien Javapark als slimme parkeerhub ontwikkeld wordt en onderdeel blijft van het ontwikkelgebied lijkt het koppelen van zonnepanelen en slimme (bi directionele) laadvoorzieningen achter één meter kansrijk. De slimme parkeerhub kan ruimtelijk opgenomen worden in het plan en vervolgens kunnen de benodigde laadoplossingen worden opgenomen in een Programma van Eisen voor de openbare ruimte.

4.3 Afwegingskader

In onderstaande tabel worden de kenmerken van de verschillende warmte-/koude voorzieningen samengevat. Naast de individuele oplossing met bodemenergie (o.b.v. bodemlussen), zijn ter vergelijking tevens de kenmerken van een individuele oplossing op basis van luchtwarmtepompen en een collectieve gebieds-WKO weergegeven.

Tabel 8 – Afwegingskader warmte- koudevoorzieningen

	Individueel	Individueel	Collectief
	1: Bodembron	2: Luchtwarmtepomp	3: WKO
<i>Technische aspecten</i>			
Beschikbaar warmtevermogen t.b.v. warmtevraag	+ Voldoende	+ Niet van toepassing	+ Voldoende
Benodigde voorzieningen	+/- Bronnen, warmtepompen, afleversets, leidingwerk	+/- Warmtepompen, buiten-units, afleversets	+/- Bronnen, leidingwerk, warmtepompen, afleversets, regeneratie voorziening
Technische flexibiliteit	+ Per ontwikkeling te faseren	+ Per ontwikkeling te faseren	+/- Per blok te faseren
Impact op elektriciteitsnet	+/- Vergelijkbaar	- Meest	+/- Vergelijkbaar
Duurzaamheid	+ Duurzaam	- Minder duurzaam	+ Duurzaam
Aanwezigheid koeling	+ Automatische koeling	- Niet automatisch koeling	+ Automatische koeling
Specifieke eisen	- Mogelijke beperkingen vanuit ondergrond	+ Geen specifieke eisen	- Mogelijke beperkingen vanuit ondergrond
Koppeling met bestaande bebouwing	- Koppeling niet mogelijk	- Koppeling niet mogelijk	+ Koppeling mogelijk
<i>Ruimtelijke aspecten</i>			
Ruimtebeslag in/aan gebouwen	Centrale TR: 50-100 m ² Woning TR: 0,5 m ²	Dak: NTB m ²	Centrale TR: 50-150 m ² Woning TR: 0,5 m ² Regeneratie: n.t.b.
Ruimtebeslag in openbare ruimte	Zie paragraaf 5.3	Zie paragraaf 5.3	Zie paragraaf 5.3 Regeneratie: n.t.b.
<i>Organisatorische & financiële aspecten</i>			

Exploitatiemogelijkheden	+ Verschillende exploitatievormen mogelijk	+ Verschillende exploitatievormen mogelijk	+ Verschillende exploitatievormen mogelijk
Organisatorische flexibiliteit	+ Geen gezamenlijke organisatievorm benodigd	+ Geen gezamenlijke organisatievorm benodigd	- Gezamenlijke organisatievorm benodigd
Investeringskosten (kwalitatief)	- Veel bronnen, weinig leidingwerk	+ Geen bronnen, geen leidingwerk	- Veel bronnen, meer leidingwerk
Indicatieve investeringskosten (per woning, excl. BTW)	€ 20.000 / € 25.000 (o.b.v. collectieve bodemlussen per blok en individuele warmtepomp / bodemlus per woning)	€ 10.000 / € 12.000 (o.b.v. collectieve warmtepomp per blok / warmtepomp per woning) .000	NTB
Indicatieve BAK	€ 15.000 - € 17.000 (o.b.v. collectieve bodemlussen per blok en individuele warmtepomp / bodemlus per woning)	NVT	NTB
Exploitatiekosten en energielasten (kwalitatief)	+ Energie laag, onderhoud laag	+/- Onderhoud laag, energie hoog	+/- Onderhoud hoog, energie laag
Impact energieambitie			
Haalbaarheid Energieneutraal	+ Haalbaar met veel PV-panelen	+/- Moeilijk haalbaar met veel PV-panelen	+ Haalbaar met veel PV-panelen

4.4 Conclusies, aanbevelingen en vervolgstappen

Warmte-koude voorziening

Conclusies

1. Er zijn twee opties voor de warmte- koude voorziening van Westerdok uitgebreid verkend, waarbij slechts één concept als kansrijk wordt geacht: een maximaal flexibel concept op basis van bodemenergiesystemen op individueel niveau (collectieve bodemlussen op blokniveau of collectieve bodemlussen op gebouwniveau en individuele bodemlussen op woningniveau).
2. Op basis van de schaalgrootte, bouwdichtheid, fasering en beschikbaarheid van warmtebronnen is een WKO bron-net op gebiedsniveau de enige kansrijke collectieve warmte-koude voorziening voor Westerdok als alternatief.
3. De maximaal collectieve optie o.b.v. een gebieds-WKO systeem biedt veel complexiteit en technische risico's en daarmee financiële nadelen t.o.v. het maximaal flexibele concept.
4. Uit het oogpunt van flexibiliteit, risico's, kosten, duurzaamheid, net efficiëntie en ruimtelijke inpasbaarheid lijkt de individuele optie met collectieve bodemlussen op blokniveau (en/of woningniveau) als basis het meest logische en aantrekkelijke concept voor Westerdok.
5. Omdat de warmte-koude voorzieningen op blokniveau gerealiseerd kunnen worden, kunnen eigenaren op eigen tempo de kavels met eigen warmte-koude voorzieningen ontwikkelen.

Aanbevolen wordt om:

1. Collectieve bodemlussen op blok/gebouwniveau eventueel in combinatie met bodemlussen op woningniveau (voor grondgebonden woningen) als voorkeursvariant aan te merken.
2. Als ontwikkelcoalitie afspraken te maken over de voorwaarden waaronder partijen akkoord gaan om collectieve en/of individuele bodemlussen per blok als uitgangspunt te nemen als warmte-koude concept in Westerdok, waarbij collectieve warmte-koude voorzieningen op basis van een gebieds-WKO systeem

(o.b.v. WKO bron-net) afvallen wegens financieel-technisch onaantrekkelijke voorwaarden en risico's m.b.t. de bodemopbouw. Luchtwarmtepompen op gebouw- en of woningniveau dient als fall-back optie, welke in de basis alleen wordt overwogen wanneer er 1) onverwachte beperkingen uit de bodem blijken en/of 2) de markt dusdanig verandert (met betere individuele alternatieven) dat collectieve bodemlussen financieel-technisch en/of m.b.t. net efficiëntie een minder aantrekkelijke individuele optie worden.

3. Rekening te houden met de aanleg van een raster van bodemlussen onder de fundering van de nieuwbouw, met eventuele uitwijkmogelijkheden op de kavel van het blok/gebouw of de woning en/of indien nodig in de openbare ruimte.

Vervolgstappen.

1. Als ontwikkelcoalitie afspraken maken onder welke voorwaarden partijen akkoord gaan met (collectieve en individuele) bodemlussen als uitgangspunt voor de warmte-koude voorziening op gebouw/blokniveau in Westerdok.
2. Afspraken te maken over bodemgebruik voor de aanleg van bodemlussen.

Energieambitie

Conclusies

1. De energie ambitie Energieneutraal (BENG-3 = 100%) lijkt haalbaar op gebiedsniveau indien beschikbare daken maximaal worden benut voor PV panelen. Hogere energie ambities op gebiedsniveau lijken niet realistisch voor Westerdok.
2. Gezien de sterk uiteenlopende bouwdichtheden en beschikbaar dakoppervlak per blok en ontwikkelfase, zal de haalbaarheid van het ambitie niveau op gebouwniveau sterk verschillen. Op gebouwniveau en voor grondgebonden woningen worden hogere ambitieniveaus onderzocht.
3. Er liggen kansen om het aandeel PV panelen in het gebied te verhogen door bijvoorbeeld PV in de gevel en PV op parkeerhub toe te passen.

Aanbevolen wordt om:

1. De energie ambitie Energieneutraal op gebiedsniveau (BENG-3 score = 100%) als vertrekpunt te nemen voor verdere uitwerking.
2. In volgende fases te onderzoeken in welke mate deze ambitie op alle gebouwen behaald kan worden en/of hogere ambitie niveaus haalbaar zijn voor bepaalde ontwikkelingen en/of bijvoorbeeld grondgebonden woningen.
3. In volgende fases te onderzoeken in hoeverre de bestaande bouw in/rondom het ontwikkelgebied energieneutraal gemaakt kan worden.
4. In volgende fases te onderzoeken in hoeverre de parkeerhub ingezet kan worden bij het behalen van hogere energieambities voor Westerdok.

Vervolgstappen

1. Als ontwikkelcoalitie afspraken maken over de energie ambitie, namelijk minimaal energieneutraal op gebiedsniveau en minimaal Nul-op-de-Meter voor grondgebonden woningen. Tevens energieneutraliteit op alle gebouwen onderzoeken en gebouwen/blokken aanwijzen voor onderzoek naar hogere energie ambities.
2. Als ontwikkelcoalitie verkennen hoe om te gaan met de ruimtelijk-esthetische inpassing van PV panelen in het stedenbouwkundig plan en de architectuur.

Smart grid en toekomstbestendig energieconcept

Conclusies

1. Netcongestie is voor Westerdok een aandachtspunt. Hoewel de netbeheerder aangeeft dat er in het ontwikkelgebied nog ruimte is op het net, kan de snelle elektrificering (e-mobiliteit, warmtetransitie) en heersende nationale netcongestieproblematiek alsnog voor mogelijke beperkingen zorgen binnen de

termijn waarin gebouwd zal worden in Westerdok. Gezien de ontwikkelingen m.b.t. netcapaciteit is net efficiënt bouwen wenselijk. Net efficiënt bouwen dient als vertrekpunt in de verdere uitwerking van het plan.

2. Smart grid oplossingen (= aanstuurbare apparaten verbonden via een Energie Management Systeem) kunnen bijdragen aan het voorkomen van netcongestie en bieden financiële en ruimtelijke voordelen.
3. Er zijn verschillende smart grid oplossingen op gebouw- en gebiedsniveau. In de essentie is het vooral belangrijk om zoveel mogelijk achter de meter te plaatsen.

Aanbevolen wordt om:

1. Net efficiënt bouwen als vertrekpunt te nemen in de verdere uitwerking van het plan.
2. In gesprek te blijven met netbeheerder om slimme oplossingen t.b.v. net efficiëntie gezamenlijk te onderzoeken.
3. Op gebouwniveau smart grid ready PV panelen, warmte koude voorziening (warmtepompen) en eventueel laadvoorzieningen op een energie management systeem achter de meter te plaatsen (bij dezelfde exploitant).
4. Op gebiedsniveau in volgende fases te onderzoeken hoe een slimme parkeerhub gerealiseerd kan worden door koppeling van PV panelen en laadpalen.
5. Te onderzoeken of er een wijkbatterij geplaatst kan worden (bijvoorbeeld in een slimme parkeerhub).

Vervolgstappen

1. Een energieprofiel van de gebiedsontwikkeling ontwikkelen en toetsen op netimpact, als onderlegger voor verdere verkenning van smart grid oplossingen.

5 Onderbouwing en uitwerking gebiedsenergieconcept

5.1 Aanpak

De verkenning volgt op de verbinding, waarin alle relevante documenten, onderzoeken, uitgangspunten, belangen en wensen zijn opgehaald. In de verkenning zijn de volgende activiteiten uitgevoerd om te komen tot de meest kansrijke en realistische energieconcepten welke antwoord geven aan de gestelde ambities:

- **Omgeving en gebiedsanalyse** ter bepaling van de meest voor de hand liggende warmte- en koude infrastructuur en bronnen. Bestaande onderzoeken naar de bodem en bodemenergiesystemen en warmtebronnen en warmtenet ontwikkelingen zijn geraadpleegd..
- **Programma analyse** ter bepaling van de meest voor de hand liggende clustering van warmte-koude vraag en/of schaalniveaus van warmte-koude oplossingen o.b.v. ligging, eigendom, samenstelling programma (wonen/utiliteit) en fasering.
- **Grove berekening energiebehoefte** (warmte, koude en elektra) per bouwvlek om inzicht te krijgen in de mate van energievraag.
- **Quickscan mogelijke energieconcepten**. Op basis van bovenstaande analyses zijn de meest kansrijke energieconcepten geïdentificeerd en aan de hand van de grove berekeningen getoetst op toepasbaarheid, waaronder WKO (OBES), bodemlussen (GBES), luchtwarmtepompen, PVT, etc.
- **Grove berekening mate van energieneutraliteit** o.b.v. verwacht aantal panelen per type woning.
- **Aandacht voor netcapaciteit en netcongestie**. Contact met netbeheerder m.b.t. verwacht beschikbare netcapaciteit en netcongestieproblematiek.
- **Smart grid oplossingsrichtingen**. Kansen voor net efficiënte en/of slimme oplossingen.

Op basis van de verkenning worden twee kansrijke warmte-koude gebiedsconcepten geïdentificeerd welke na afstemming met de gemeente Almelo en in afstemming in het externe werkatelier in de verdiepende fase nader worden uitgewerkt.

3. Verdiepen

In deze fase zijn de voorgestelde energieconcepten nader uitgewerkt, met aandacht voor de ruimtelijk/esthetische, technische, juridische, organisatorische en andere operationele consequenties. Resultaat van deze fase zijn heldere conclusies en aanbevelingen

4. Verder brengen

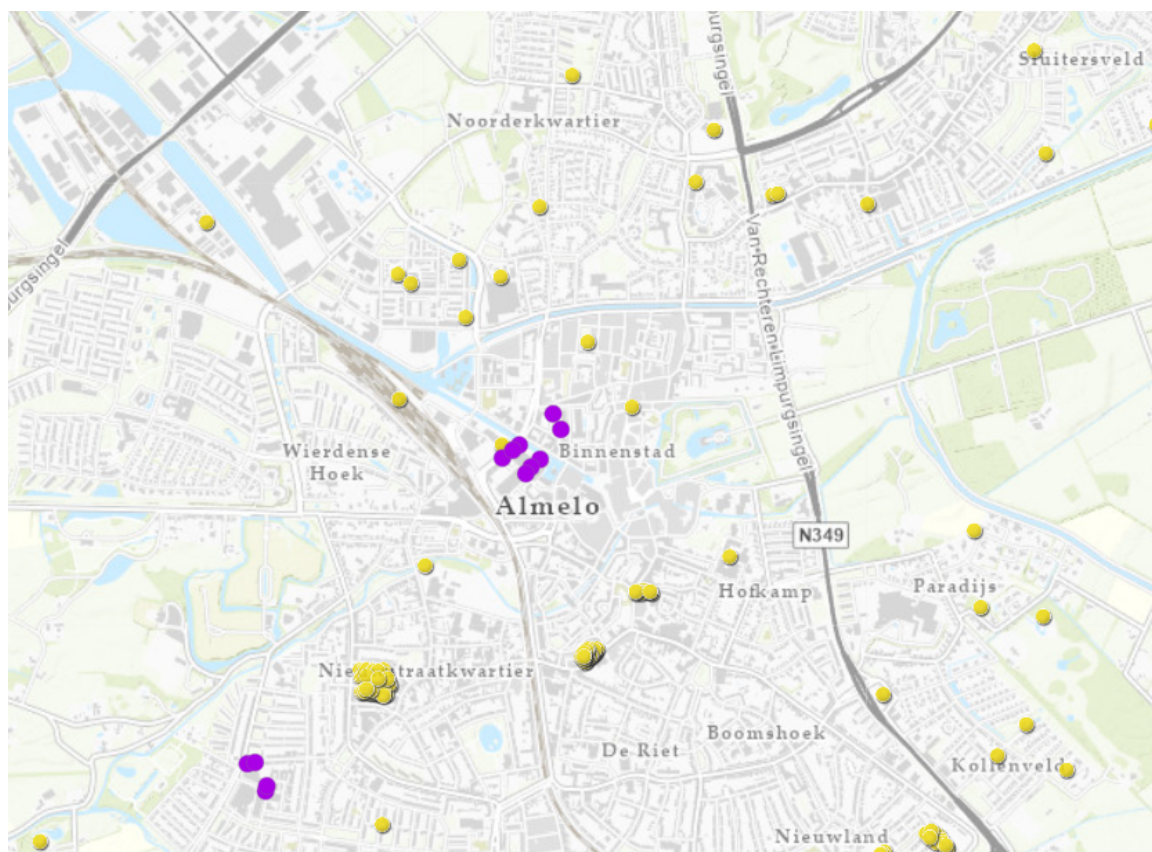
De conclusies van het onderzoek en de aanbevelingen worden na afstemming met de werkgroep Energie aangescherpt en gedeeld met betrokken partijen.

5.2 Onderbouwing warmte-koude concept

5.2.1 Uitgangspunten warmte-koude concept

Uit bestaande onderzoeken en projecten blijkt dat Almelo een relatief ongunstige bodem heeft voor bodemenergie. Uit ervaringscijfers van het nabijgelegen Stadhuis van Almelo, waarvoor drie WKO doubletten (6 bronnen) zijn aangelegd, blijkt dat een maximaal debiet van slechts 20m³/uur haalbaar is. Dit is dan ook het maximale debiet dat in deze fase van het onderzoek kan worden aangehouden voor een mogelijke WKO.

Figuur 3: Bodemenergiesystemen (bron: WKO-tool)



Paars = Open bodemenergiesystemen (OBES). Geel = Gesloten bodemenergiesystemen (GBES).

Vanuit een eerste verkenning met de betrokken partijen blijkt geen duidelijke voorkeur voor een warmte-koude concept en er worden bij voorbaat geen energieconcepten uitgesloten.

De belangrijkste uitgangspunten die we meenemen in het onderzoek naar passende warmte-koude concepten zijn de volgende, waarbij de eerste warmte-koude voorzieningen al afvallen:

- **De bodemopbouw in het gebied is complex wat maakt dat de bodem de aanleg van goed functionerende open bodemenergiesystemen (OBES) lastig maar niet onmogelijk maakt.** Het nabijgelegen Stadhuis van Almelo heeft drie WKO bronnen (doubletten), elk met een debiet van slechts 20m³/uur. Dit vanwege de complexe bodemopbouw in Almelo en dit gebied. Hoewel dit vermogen normaal te laag wordt geacht voor het rendabel uitvoeren van een WKO systeem, heeft de gemeente Almelo als eigenaar de realisatie van dit WKO systeem mogelijk gemaakt met een eigen sluitende business case. Het behoort tot de mogelijkheden dat gemeente Almelo opnieuw de rol van ontwikkelaar/eigenaar/exploitant op zich pakt, gezien de complexe bodem en moeilijke business case voor commerciële exploitanten.
- **De bodem lijkt geschikt voor gesloten bodemenergiesystemen (GBES).** Er geldt geen maximale boordiepte, echter wordt een boordiepte van 100 meter als wenselijk gezien. Diepere boringen tot 175 meter lijken in de basis ook mogelijk, echter zal hier aanvullend bodemonderzoek naar moeten worden gedaan in verband met eventuele voorzorgsmaatregelen m.b.t. materialisatie (ter bescherming van de bodemlussen).
- **Almelo is bezig met de ontwikkeling van een warmtenet. Dit warmtenet lijkt qua planning niet aan te sluiten op de gebiedsontwikkeling Westerdok.** Laagtemperatuurbronnen in de omgeving lijken onvoldoende warmte te kunnen leveren. Overigens zal dit midden- of hoogtemperatuur warmtenet meer bedoeld zijn voor het verduurzamen van de bestaande bebouwing.
- **Er zijn in de directe omgeving geen geschikte warmtebronnen met voldoende capaciteit beschikbaar;** het nabijgelegen RWZI is ongeschikt als warmtebron gebleken in een onderzoek voor het gebied Aalderinkshoef.
- **Er worden geen warmte-koude concepten bij voorbaat uitgesloten.**
- **Uitvoerbaarheid van het warmte-koude concept bij een flexibele, nog nader uit te werken, fasering heeft prioriteit.**

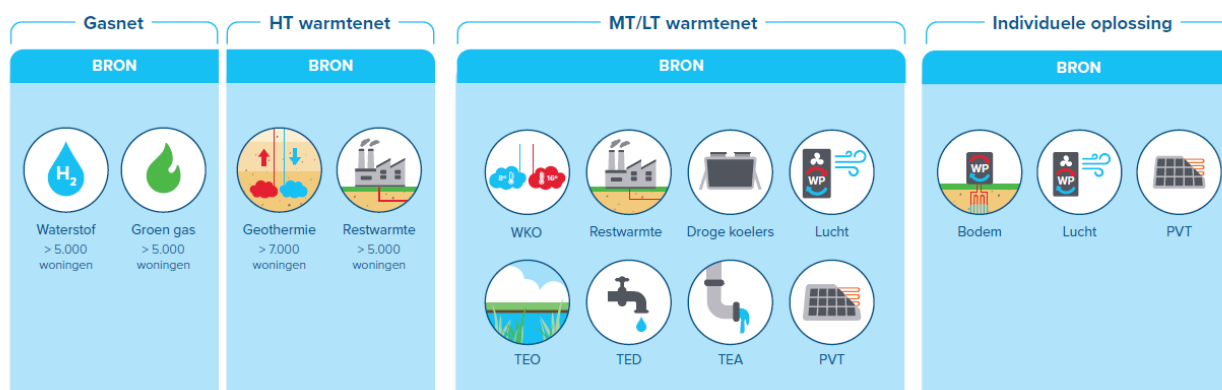
5.2.2 Verkenning warmte-koude infrastructuren

Verkenning collectieve warmte-koude infrastructuren

Sinds het verbod op nieuwe aardgas aansluitingen, zijn er voor nieuwbouw grofweg een tweetal energie-infrastructuren mogelijk die bepalen welke warmte- en koudeconcepten haalbaar zijn. Ten eerste is dat aansluiting op een warmtenet, waarbij warmte van een centrale warmtebron middels warmteleidingen naar de gebouwen wordt getransporteerd. Ten tweede is dat het voorzien van een enkelvoudige elektriciteitsnet, ofwel all-electric net, waarbij zeer laagtemperatuur warmte van een natuurlijke warmtebron (grondwater, bodem, zon of lucht) door een warmtepomp op gebouw-/woningniveau wordt opgewaardeerd naar een voldoende hoge temperatuur voor verwarming en warm tapwater.

Een gasnet o.b.v. waterstof is tot noch toe verboden en er is nog geen groene (of blauwe waterstof) beschikbaar. De verwachting is dat waterstof in de toekomst wel een rol gaat spelen in de energiemix en mogelijk zelfs in de gebouwde omgeving, echter zal dit op de korte termijn (tot 2030) en voor (energiezuinige) nieuwbouw geen interessante optie zijn, waarbij groene waterstof met name in de industrie en mobiliteit een grote rol gaat spelen en naar verwachting erg duur zal zijn voor toepassing in de gebouwde omgeving.

Figuur 4: Warmte-koude infrastructuren



Voor de twee kansrijke infrastructuur, een warmtenet of individuele oplossing met een all-electric infrastructuur, zit het grote verschil in de mate van collectiviteit die benodigd is. Daar waar een warmtenet per definitie een vorm van collectiviteit ten aanzien van het warmte-/koudeconcept vraagt, biedt een all-electric net de mogelijkheid om een individueel warmte-/koudeconcept per gebouw of woning toe te passen.

Verkenning kansrijkheid warmtenet

Om de haalbaarheid van een (collectief) warmtenet te onderzoeken wordt gekeken naar:

- 1) Minimale schaalgrootte;
- 2) Bouwdichtheid;
- 3) Volloopsnelheid;
- 4) Aanwezigheid warmte (en koude) bron.

Minimale schaalgrootte

Het eerste criterium voor een warmtenet is voldoende schaalgrootte voor aanleg van een warmtenet. Voor hoog en middentemperatuur (HT/MT) warmtenetten is een minimale schaalgrootte van 4.000 woningequivalenten (WEQ) benodigd. Voor lage temperatuur (LT) warmtenetten met restwarmte minimaal 1.000 WEQ en voor een zeer lage temperatuur warmtenet op basis van TEO/TEA en/of een WKO een minimale schaalgrootte van ongeveer 200 WEQ. Gezien de omvang van de gefaseerde gebiedsontwikkeling van omgerekend 567 WEQ lijkt alleen een (zeer) lage temperatuur (LT) warmtenet een optie. Dit warmtenet zou kunnen worden gevoed met bijvoorbeeld bodemenergie (OBES) als warmtebron.

Bouwdichtheid

Ten tweede moet er een voldoende hoge warmtevraag zijn per hectare. Vuistregel voor de aanleg van een collectieve warmte-/koudevoorziening is dat er minimaal 50 woningen(equivalenten) per hectare moeten zijn om het rendabel te maken. Dit heeft te maken met de kosten voor de aanleg van de warmteleidingen én de warmteverliezen door transport en distributie over langere afstanden. Op basis van deze vuistregel, lijkt Westerdok een voldoende hoge bouwdichtheid te hebben voor de toepassing van een collectieve warmte-/koudevoorziening. Een uitzondering op deze vuistregel geldt overigens voor zeer lage temperatuur warmtenetten. Deze zijn minder afhankelijk van de bouwdichtheid omdat warmteverliezen door transport en distributie lager is bij een zeer lage temperatuur warmtenet. Op basis van de bouwdichtheid is Westerdok geschikt voor een warmtenet.

Volloopsnelheid

Een derde criterium voor het rendabel kunnen toepassen van een collectieve warmte-/koudevoorziening is de fasering, c.q. de volloopsnelheid waarmee gebouwen kunnen worden aangesloten. Een collectieve warmte-/koudevoorziening brengt in zijn algemeenheid grote voorinvesteringen met zich mee, die op een zo snel mogelijke manier moeten worden gedekt door de verkoop van warmte (en koude). Dit laatste is afhankelijk van hoe snel de nieuwbouwwijk wordt ontwikkeld, opgeleverd en dus aangesloten op de collectieve warmte-/koudevoorziening.

Voor nu is aangenomen dat Westerdok als geheel in ongeveer 10 jaar ontwikkeld wordt, waarbij met name de fasering van het noordelijke deel in zijn geheel nog onzeker is. Daarnaast is er ook nog enige onzekerheid qua programma en aantallen woningen in de brede zin. Hiermee is duidelijk dat snelle aansluiting en daarmee een grootschalige collectieve warmte-/koudevoorziening voor Westerdok als geheel niet realistisch is, tenzij deze voldoende flexibel en modulair uitbreidbaar is.

Aanwezigheid warmte (en koude) bron

Indien de bouwdichtheid voldoende hoog is en er bovendien zicht is op voldoende volloopsnelheid voor een modulair uitbreidbaar (Z)LT deelgebiedswarmtenet, is een vierde criterium voor een collectieve warmte-koude voorziening dat er in de nabijheid van het gebied een warmte (en koude) bron aanwezig is die voldoende groot is. Op basis van de verkenning blijkt dat een warmtenet o.b.v. van thermische energie uit oppervlaktewater (TEO), afvalwater (TEA) of drinkwater (TED) niet mogelijk. Ook is er geen lage temperatuur restwarmtebron aanwezig in de nabije omgeving. PVT zal in onvoldoende warmte kunnen bieden op gebiedsniveau vanwege de hoge bouwdichtheid. Een warmtenet op basis van luchtwarmtepomp en dry coolers is mogelijk, maar niet wenselijk. Luchtwarmtepompen (of dry coolers) zijn duurzamer wanneer deze op individueel of gebouwniveau wordt ingezet. Bodemenergie (WKO) is een aantrekkelijke bron voor een warmtenet (zeer lage temperatuur warmte uit de bodem wordt op gebiedsniveau opgewaardeerd en via een warmtenet gedistribueerd naar de verschillende gebouwen en woningen) of bron-net (zeer lage temperatuur bron-net, warmte wordt per gebouw/woning opgewaardeerd).

Uit een eerste scan van de omgeving lijkt het erop dat de bodem in de vorm van warmte-koude opslag (WKO) de meest kansrijke bron is. Hoewel de ondergrond van Almelo over het algemeen niet zeer geschikt is voor een WKO gezien het beperkte vermogen, behoort het wel tot de opties.

Collectieve WKO of all-electric

WKO op basis van bodemenergie lijkt de enige toepasbare warmte (en koude) bron met voldoende capaciteit te zijn, mits het aantal benodigde WKO bronnen in te passen is in het gebied. Idealiter worden de WKO bronnen middels een bron-net aan elkaar verbonden en ten behoeve van de fasering wordt dit bron-net modulair opgebouwd. Daarnaast zijn er verschillende individuele (all-electric) warmte-koude voorzieningen mogelijk.

Individuele oplossingen

Individuele warmte-koude oplossingen passend binnen het all-electric spoor, zoals bodemlussen, luchtwarmtepompen en PVT, zijn alle drie een optie voor Westerdok. Waar de bodem matig geschikt is voor open bodemenenergiesystemen (OBES = WKO), lijkt de bodem voldoende geschikt voor gesloten

bodemenergiesystemen (bodemwarmtewisselaar, ofwel bodemlussen). De mate van toepasbaarheid van PVT hangt vooral samen met het beschikbaar dakoppervlak van het gebouw of de woning.

Selectie individuele en/of collectieve oplossingen

Op basis van de verkenning naar infrastructuur en oplossingen lijken bodemwarmtepompen, WKO en luchtwarmtepompen de meest geschikte oplossingen voor ontwikkelgebied Westerdok.

5.2.3 Technische kenmerken kansrijke warmte-koude concepten

Om tot een geschikte warmte-/koude voorziening te komen voor Westerdok, zijn de volgende kansrijke concepten met elkaar vergeleken:

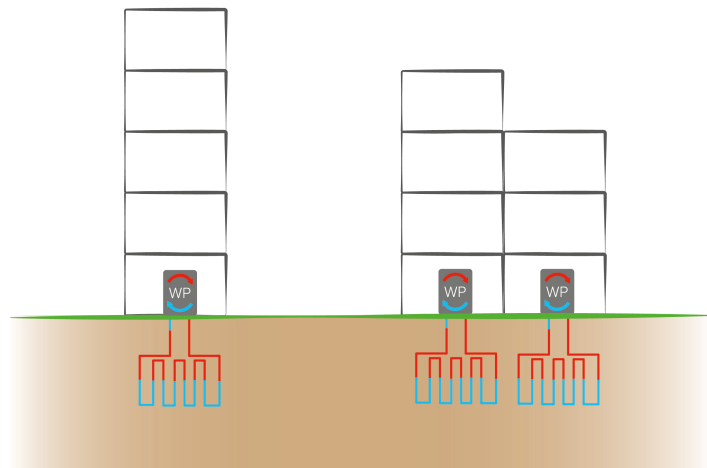
1. Bodemwarmtepompen;
2. Warmte-koudeopslag (WKO);
3. Luchtwarmtepompen.

Onderstaand wordt nader ingegaan op hoe deze concepten kunnen worden toegepast in Westerdok Almelo.

Bodemlussen

Bij dit type warmte-koudevoorziening wordt gebruik gemaakt van warmte en koude uit de bodem, met behulp van gesloten bronnen. Door middel van lussen in de bodem (gevuld met water of een antivriesvloeistof), kan warmte in de winter en koude in de zomer worden onttrokken. De warmte wordt met een warmtepomp verder opgewaardeerd tot geschikte temperaturen voor verwarming en warm tapwater.

Figuur 5: Bodemlussen



In de regel geldt dat een warmte- koude voorziening op basis van gesloten bodemlussen op individueel niveau (per ontwikkeling of gebouw) wordt toegepast. In tegenstelling tot WKO, ligt een bodemlussensysteem op gebiedsniveau (en in mindere mate blokniveau) dus minder voor de hand.

De ondergrond in Almelo lijkt redelijk geschikt te zijn voor gesloten bodemlussen. Idealiter wordt alleen het grondoppervlak onder gebouwen en parkeergarages voor gesloten bodemlussen gebruikt. Op gebouwniveau kan het echter zo zijn, bij een hoog gebouw of dichtbebouwd blok, dat de footprint onder het gebouw onvoldoende is om in de benodigde energie te voorzien. In dat geval moeten bodemlussen ook in binnentuinen of openbaar gebied geboord worden en/of op grotere schaal aan elkaar verbonden worden.

Er is geen maximale boordiepte van toepassing in dit gebied, echter wordt een boordiepte van 100 meter als wenselijk aanbevolen. Daarom gaan we uit van een boordiepte van +/- 95 meter per lus (rekening houdend met eventueel ondergronds parkeren), of 170 meter per lus, waarbij mogelijk aanvullende

voorzorgsmaatregelen m.b.t. materialisatie moeten worden getroffen. In den beginsel horen bodemlussen binnen de grenzen van de eigen kavel geïnstalleerd te worden en het gebruik van openbaar gebied uitsluitend is toegestaan na goedkeuring van de gemeente. De gemeente geeft aan geen hier geen bezwaar tegen te hebben en staat open voor het toestaan van bodemlussen in het gehele gebied.

Tabel 9: Voor- en nadelen bodemlussen

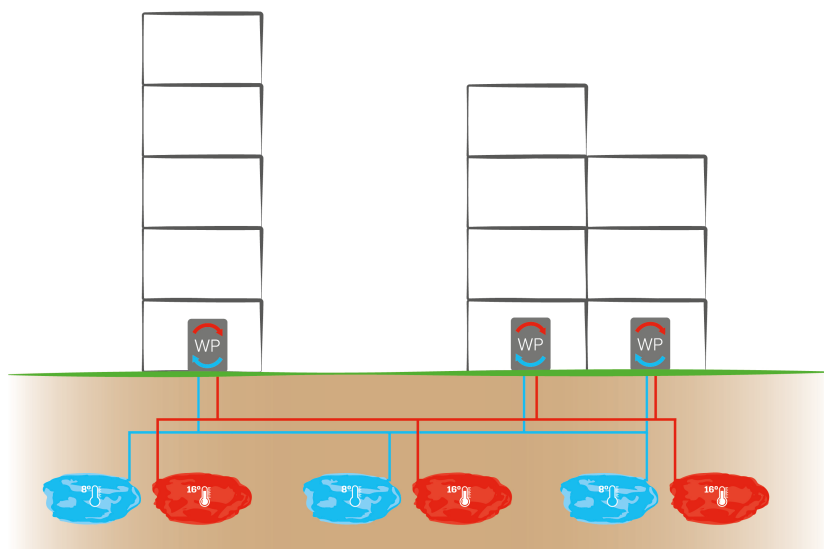
Bodemlussen	
Voordelen	Nadelen
+ Duurzaam	- Hoge investeringskosten
+ Automatische koeling	- Ondergronds ruimtebeslag
+ Verschillende exploitatievormen mogelijk	
+ Geen onderhoudskosten	
+ Lage energielasten	
Overige aandachtspunten	
•	

De uitwerking van bodemlussen als duurzame warmte-koude voorziening voor het ontwikkelgebied Westerdok wordt in hoofdstuk 3 in het gebiedsenergieconcept reeds nader toegelicht.

Warmte-/koudeopslag (WKO)

Bij warmte-/koudeopslag (WKO) wordt warmte en koude onttrokken en ook weer teruggevoerd aan de bodem (c.q. grondwater). Door middel van warmtepompen wordt de warmte opgewaardeerd tot geschikte temperaturen voor verwarming en warm tapwater. De koude wordt in de zomer direct ingezet voor (vloer)koeling van de gebouwen.

Figuur 6: Warmte-/koudeopslag (WKO)



Voor Westerdok kan WKO op een tweetal schaalniveaus worden ingezet.

- 1) Gebiedsniveau: een collectief WKO-systeem
- 2) Blok/gebouwniveau: een WKO-systeem per ontwikkeling of gebouw.

In het geval van een gebieds-WKO zijn er één of meerdere WKO-bronnen nodig. De voorkeur heeft de aanleg van meerdere bronnen, om eventuele resonantie te verminderen, en ten behoeve van het modulair en daarmee gefaseerd ontwikkelen van het WKO-systeem, parallel aan de nieuwbouwentwikkelingen. Het beperkt onttrekbare vermogen in de bodem vraagt om aanleg van meerdere bronnen en dit sluit goed aan bij de algemene wensen voor een gebieds-WKO systeem. De WKO-bronnen kunnen verdeeld over het gebied

geslagen en door middel van een bron-net aan elkaar gekoppeld. Bij beide schaalniveaus kan voor gekozen worden voor een centrale warmtepompcentrale op deelgebiedsniveau of een warmtepomp op gebouw-/woningniveau. In het geval van een centrale warmtepompcentrale wordt de temperatuur van de warmte op een centraal punt in het gebied opgewaardeerd, waarna het via een decentraal warmtenet naar de verschillende gebouwen wordt getransporteerd. In dat geval is er geen sprake van een bron-net maar een warmtenet. In het andere geval wordt de temperatuur van de warmte pas op gebouw-/woningniveau opgewaardeerd.

Bij aanleg van een WKO-systeem dient rekening gehouden te worden dat de bronnen met een minimale filterlengte en boordiameter gerealiseerd moeten worden. Hiermee wordt voorkomen dat er te kleine WKO-systemen worden gerealiseerd en de ondergrond optimaal wordt benut. Daarnaast dient er in den beginsel rekening mee gehouden te worden dat de WKO-bronnen met bijbehorend leidingwerk binnen de grenzen van de eigen kavel geïnstalleerd, maar wel in openbaar gebied (niet onder gebouwen). Gebruik in openbaar gebied is uitsluitend toegestaan na afstemming en goedkeuring van de gemeente. Gemeente Almelo geeft aan hier geen bezwaar tegen te hebben en staat open voor de aanleg van WKO-systemen in de openbare ruimte.

Een groot punt van aandacht voor de toepassing van WKO in het gebied is de complexe bodemopbouw. Uit de nabijgelegen bronnen (van het stadhuis) blijkt dat er slechts een debiet van 20 m³/uur kan worden onttrokken, zonder problemen. Dit maakt dat het voordeel van een WKO, weinig bronnen voor veel warmte, niet opgaat. Uit een eerste berekening blijkt dat er wel 6 doubletten, oftewel 12 bronnen in het gebied moeten worden aangelegd in het ontwikkelgebied om voldoende warmte uit de bodem te kunnen onttrekken. Gezien de omvang van het ontwikkelgebied lijkt dit lastig inpasbaar.

Een ander belangrijk aandachtspunt bij de toepassing van WKO, is de wijze waarop de bronnen geregenereerd worden. Het programma bestaat namelijk voor het overgrote deel uit woningbouw, waarvan de warmtevraag significant hoger is dan de koudevraag. Hierdoor wordt er ook meer warmte onttrokken uit het WKO-systeem dan koude. Vanuit regelgeving moet een WKO-systeem echter thermisch in balans zijn. Om dit te realiseren zullen er regeneratievoorzieningen getroffen moeten worden die warmte aan het grondwater toevoegen. Dit kan op verschillende manieren. De meest voor de hand liggende methoden voor Westerdok zijn:

- Aquathermie/TEO: warmteterugwinning uit de gracht in de zomer;
- Droge koelers: installaties die in de zomer uit omgevingslucht warmte winnen;
- Zonthermische panelen: panelen die uit zonnestraling warmte winnen;
- Luchtwarmtepomp i.c.m. WKO: combinatie van luchtwarmtepompen met warmte-/koudeopslag, waarbij een gedeelte van de warmtevraag door de luchtwarmtepompen wordt verzorgd.

Tabel 10: Voor- en nadelen gebieds-WKO systemen

Voordelen	Nadelen
+ Duurzaam	- Mogelijke beperkingen vanuit gebruik ondergrond
+ Automatische koeling	- Meerdere relatief kleine bronnen nodig, waardoor hogere investeringskosten
+ Verschillende exploitatievormen mogelijk	- Regeneratievoorziening nodig
+ Ruimtelijke inpasbaarheid	- Collectieve beheervorm vereist
	+/- Minder flexibel (wel per fase op te bouwen)
Overige aandachtspunten	
• Rekening houden met ongunstige bodemopbouw Almelo	

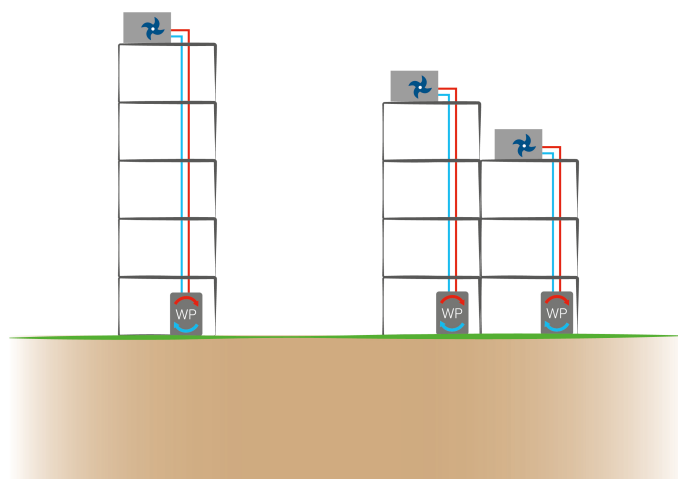
Tabel 11: Voor- en nadelen WKO (gebouw/blokniveau)

WKO (gebouw/blokniveau)	
Voordelen	Nadelen
+ Duurzaam	- Hogere investeringskosten dan gebieds-WKO
+ Automatische koeling	- Regeneratievoorziening nodig
+ Verschillende exploitatievormen mogelijk	- Hoge onderhoudskosten
+/- Per gebouw/blok te realiseren	
Overige aandachtspunten	
• Rekening houden met ongunstige bodemopbouw Almelo	

Luchtwarmtepomp

Een luchtwarmtepomp haalt warmte uit de buitenlucht en waardeert die warmte op tot geschikte temperaturen voor verwarming en warm tapwater. Een luchtwarmtepomp kan in de zomer ook koelen, maar met een matig energetisch rendement (vergelijkbaar met dat van een airco). Een luchtwarmtepomp bestaat uit een binnen- en buitenunit. Voor nieuwbouw worden de buitenunits bijna altijd op de daken geplaatst. De binnenuit kan zowel op de begane grond als in een technische ruimte op het dak worden gesitueerd.

Figuur 7: Luchtwarmtepompen



Een van de grote voordelen van luchtwarmtepompen voor Westerdok is dat de bodem niet gebruikt wordt en er op dit vlak dus ook geen beperkingen zijn zoals deze er wel zijn voor bodemenergiesystemen. Er zijn daarentegen ook verschillende nadelen, zie tabel 12.

Tabel 12: Voor- en nadelen luchtwarmtepomp

Voordelen	Nadelen
+ Geen bronnen, geen leidingwerk nodig in openbaar gebied	- Minder duurzaam
+ Geen specifieke eisen	- Meeste impact op het elektriciteitsnet
+ Te ontwikkelen per gebouw	- Geen automatische-koeling
+ Lage investeringskosten	- Voorkomen geluidsoverlast aandachtspunt
	- Esthetische inpassing buiten-unit aandachtspunt
	+/- Hogere energielasten
Overige aandachtspunten	
-	

5.2.4 Eerste uitwerking benodigde bronnen en haalbaarheid bodembronnen

Om de haalbaarheid van de verschillende warmte-/koudevoorzieningen te bepalen, is bepaald hoeveel bodemenergiebronnen danwel elektrisch vermogen benodigd zijn in de volgende situaties:

- 1) Bodembronnen op bouwvlakniveau;
- 2) WKO op deelgebiedsniveau.

Toelichting optie 1: Bodembronnen op bouwvlakniveau

Uit de eerste analyse van kansrijke warmte-koude concepten komt naar voren dat bodembronnen op bouwvlakniveau het meest kansrijk lijkt. Deze optie is maximaal flexibel en is per bouwblok te realiseren. Dit biedt naast de technische voordelen ook organisatorische, juridische en naar waarschijnlijkheid financiële voordelen t.o.v. een collectief systeem.

1. Berekening benodigde bodembronnen op bouwvlakniveau

Voor een warmte-koude oplossing o.b.v. bodembronnen op bouwvlakniveau is per bouwvlak een berekening gemaakt naar het collectief benodigd aantal bodemlussen. Er wordt gerekend met een maximaal vermogen van 2,85 kWh per bodemlus, passend bij een boordiepte van 95 meter. Een tweede berekening is gemaakt op basis van bodemlussen met een boordiepte van 170 meter, waarbij gerekend wordt met een maximaal vermogen van 5,1 kWh per bodemlus. In onderstaande tabel wordt het aantal bodemlussen benodigd op gebouwniveau (met een uitsplitsing van aantal collectieve en individuele lussen) voor zowel ondiepe (95 meter) als diepe boringen (170). De bodemlussen dienen minimaal 5 meter uit elkaar geplaatst te worden. Om de ruimtelijke haalbaarheid te aantal benodigde bodemlussen per gebouw wordt omgezet in een raster van bodemlussen (5 x 5 meter) en vergeleken met de footprint van het gebouw. Bodemlussen kunnen immers (idealiter) onder de fundering worden aangebracht.

Ten derde wordt een indicatie gegeven van het benodigd bronvermogen en aantal benodigde doubletten per ontwikkeling om de haalbaarheid van een WKO-systeem per ontwikkeling inzichtelijk te maken.

Tabel 13 – Toepasbaarheid bodembronnen (bodemlussen en/of WKO) per ontwikkeling

Gebouw	Ondiepe bodemlussen				Diepe bodemlussen			WKO	
	Footprint gebouw	Aantal lussen (95m diep)	Footprint raster in m2 (5 meter afstand)	Inpasbaarheid op footprint gebouw	Aantal lussen (170m diep)	Footprint raster in m2 (5 meter afstand)	Inpasbaarheid op footprint gebouw	Benodigd bronvermogen	Benodigd aantal doubletten
Westerdok									
1A	2.582	84	1.020	+	47	560	+	238	1,8 (2)
1B	302	13	145	+	7	70	+	38	0,3 (1)
2	800	61	745	+/-	34	405	+	175	1,3 (2)
3	302	18	200	+	10	100	+	50	0,4 (1)
4	897	20	225	+	11	115	+	57	0,5 (1)
5	1.287	31	360	+	17	190	+	87	0,7 (1)
6	662	27	315	+	15	165	+	78	0,6 (1)
7	425 + oude geb.	49	585	-	27	315	+	139	1,0 (1)
8	1.602	50	600	+	28	325	+	142	1,1 (2)
9	2.114	64	775	+	36	420	+	182	1,4 (2)

2. Technische aspecten

Per ontwikkeling is gekeken naar de toepasbaarheid van bodemlussen, kleinschalige WKO op gebouw/blokniveau en een luchtwarmtepomp. Hieronder worden per warmte(-koude) oplossing de belangrijkste technische aspecten benoemd.

- Bodemlussen

Bij grondgebonden woningen en kleinere nieuwbouwontwikkelingen zijn bodemlussen uitermate geschikt. Alhoewel er aandacht wordt gevraagd voor de boordiepte (100 meter wenselijk, 175 meter

mogelijk) en de ruimtelijke inpassing de nodige aandacht vraagt, is er in potentie voldoende capaciteit beschikbaar in de bodem. Belangrijkste verschil is echter dat er geen regeneratievoorzieningen getroffen hoeven te worden zoals bij een WKO-bron.

- WKO-bron op gebouw/blokniveau

Bij een WKO op gebouw/blokniveau hoeft er geen bron-net aangelegd te worden. Wel moet er alsnog een regeneratievoorziening op gebouw/blokniveau gerealiseerd worden (bijvoorbeeld in de vorm van dry coolers), welke ruimte inneemt op het dak. Daarnaast is er per ontwikkeling maar één bron beschikbaar en aangezien WKO de nodige onderhoud en beheer behoeft, kan dit in de praktijk ongemak opleveren. Tevens wordt slechts in beperkte mate voordeel gehaald uit mogelijke gelijktijdigheid (factor 0,8 – 1,0) van een WKO als collectieve oplossing. Dit betekent dat er een relatief hoog bronvermogen nodig is t.o.v. het aantal aangesloten woningequivalenten vergeleken met grotere (deelgebieds-)WKO systemen (met een gelijktijdigheidsfactor van 0,55). Dit betekent ook dat er meer WKO bronnen moeten worden geslagen (met hoge investeringskosten) wat in dit ontwikkelgebied zeer lastig in te passen is in de bodem.

- Luchtwarmtepomp

Luchtwarmtepompen zijn zeer flexibel, hebben geen specifieke eisen en kunnen per gebouw en woning geïnstalleerd worden. Echter, luchtwarmtepompen zijn wel de minst duurzame warmte-oplossing, bieden geen koeling en hebben de grootste impact op het elektriciteitsnet.

3. Ruimtelijke inpassing

De footprint (oppervlak van het raster) van de bodemlussen is reeds weergegeven in tabel 2.

4. Voor- en nadelen

De voor- en nadelen zijn reeds toegelicht in tabel 9 en 11.

Toelichting optie 2: WKO-bronnen op deelgebiedsniveau

Voor het Noordelijke deel van Westerdok zijn er op gebiedsniveau in totaal 6 doubletten nodig, o.b.v. een debiet van 20 m³/uur. Gezien het beperkte debiet en het aantal bronnen, is het logisch om een WKO systeem modulair op te bouwen in het noordelijk deel aan de hand van de fasering.

1. Berekening aantal bodembronnen op deelgebiedsniveau

Uit een eerste analyse van de gebiedsontwikkeling blijkt dat de enige mogelijke collectieve warmte-koude oplossing een WKO is. Uit een verdiepende analyse aan de hand van de gebiedskenmerken, de potentie van de bodem, de programmatische kenmerken en clustering, de veronderstelde fasering en eerste berekeningen van de warmte- en koudevraag van de verschillende programmatische clusters in het gebied,

Uit nabijgelegen WKO-systemen (Stadhuis) blijkt dat slechts een debiet van 20m³/uur kan worden onttrokken uit de bodem zonder problemen. In de berekeningen wordt daarom uitgegaan van een maximaal debiet van 20m³/uur per bodembron.

In de berekening van het aantal bodembronnen worden de 8 nieuwbouwblokken in het gebied ten Noorden van de gracht (dus alle gebouwen exclusief het oude gerechtsgebouw) meegenomen, inclusief de grondgebonden woningen, zie tabel 14.

Tabel 14 – Maximaal collectief WKO-systeem (deelgebied) Westerdok

	Maximaal collectief
Deelgebieds-WKO Westerdok	
Aangesloten gebouwen	Alle, exclusief oude gerechtsgebouw.
Aantal aansluitingen	438
Warmtevraag (GJ)	6.675
Koudevraag (GJ)	2.065
Bronzijdig warmtevraag (GJ)	4.770
Bronzijdig koudevraag (GJ)	1.960
Onbalans (GJ)	2.810
Benodigd bronvermogen (kW)	760
Aantal bronnen bij debiet van 20 m ³ /uur)	6 (5,5)
Regeneratievermogen (kW)	415 kW

Overige ontwikkelingen

Bij deze optie dient het Oude gerechtsgebouw een eigen duurzame warmte-koude voorziening te treffen middels bodemlussen.

2. Technische specificaties

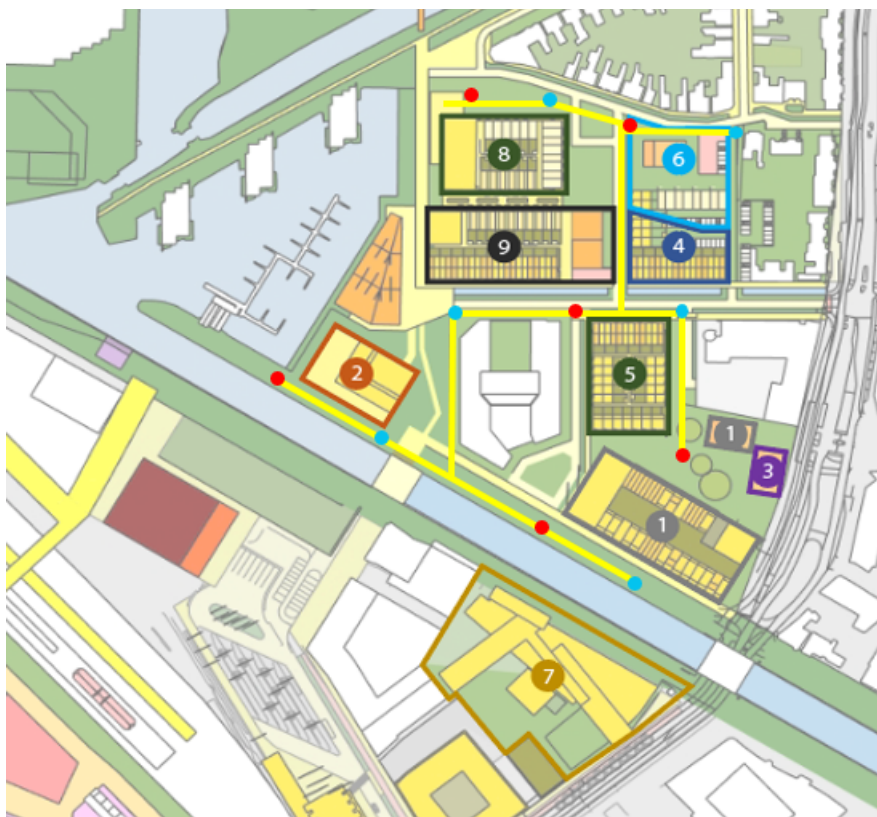
De warmte- en koudevraag, het benodigd bronvermogen, aantal bronnen en regeneratievermogen zijn in tabel 14 weergegeven. Hieronder volgen de eerste bevindingen met betrekking tot het aantal bronnen, de infrastructuur en regeneratievoorziening.

- WKO-bronnen: De deelgebieds-WKO vraagt vanwege de beperkte bodemcapaciteit en bijbehorend debiet (20 m³/uur) om meer bodembronnen dan men zou verwachten bij een gebiedsontwikkeling van deze omvang. Bij de aanleg van een collectief WKO-net zijn er namelijk minimaal 6 doubletten nodig (oftewel 6 warmtebronnen en 6 koudebronnen, totaal 12 bronnen).
- WKO-bronnet: De individuele gebouwen kunnen via een bron-net worden aangesloten op de gebieds-WKO. De warmte die via dit bron-net wordt geleverd wordt met collectieve (water-water)warmtepompen per gebouw of fase opgewaardeerd tot de benodigde temperatuur.
- Regeneratievoorziening: Het WKO-systeem kent een zeer grote onbalans in de warmte- en koudevraag die dient te worden opgelost door de realisatie van een regeneratievoorziening. Mogelijk geschikte regeneratievoorzieningen zijn TEO uit de gracht, droge koelers en eventueel restwarmte van de te realiseren CitySpa. TEO als regeneratievoorziening wordt interessant vanaf (ten minste!) 500 WEQ aansluitingen.
- Aandachtspunten 'Westerdok': Het voorgestelde WKO-systeem wordt geplaatst in een gebied met een complexe bodemopbouw. De technische, organisatorische en financiële impact van de complexiteit van de bodemopbouw dient nader te worden onderzocht, mocht deze optie toch wenselijk worden geacht.

3. Ruimtelijke inpassing

In onderstaand figuur wordt een indicatie gegeven van de mogelijk bronlocaties en hoofd tracé van het WKO-net.

Figuur 8 - Mogelijke bronlocaties en aanleg bron-net



4. Voor- en nadelen

Een WKO is een zeer duurzame collectieve warmte-koude oplossing en heeft normaliter financiële voordelen t.o.v. individuele oplossingen. Echter is door de beperkte capaciteit van de bodem van invloed op de financiële haalbaarheid van dit concept. Daarbij is het aantal bronnen moeilijk inpasbaar. In tabel 10 worden de belangrijkste voor- en nadelen benoemd van WKO op gebiedsniveau.

5.3 Verkenning haalbaarheid energieambitie

5.3.1 Uitgangspunten energie ambitie

In Westerdok streven we ernaar een minimaal energieneutraal gebied te realiseren. Op basis van het warmte-koude concept als beschreven in de vorige paragraaf (op basis van gebieds-WKO en/of bodemenergie individueel) is in deze paragraaf een indicatie gegeven van het totaal benodigd aantal PV panelen voor het behalen van de verschillende energie ambities 1) Energieneutraal, 2) Nul-op-de-Meter Wonen (NOM) en 3) Nul-op-de-Meter Leven (NOM incl. mobiliteit).

Uitgangspunten aanvullende energievraag en duurzame energie opwekcapaciteit

- Bouwkundige en installatietechnische maatregelen: Energie reducerende bouwkundige en installatietechnische maatregelen zoals opgenomen in bijlage 3 worden toegepast.
- Bodemenergie als warmte-koude bron per ontwikkeling en energievraag warmtepompen: Er wordt uitgegaan van het duurzame warmte-koude concept als beschreven in 3.2. Het concept o.b.v. bodemenergie met een (elektrische) energievraag voor de water-water warmtepompen (die de warmte opwaarderen tot de juiste temperatuur) heeft een lagere (elektrische) energievraag als luchtwarmtepompen.
- Beschikbaar dakoppervlak: Er wordt uitgegaan van bruto 14.896 m² dakoppervlak (nieuwbouw + oude gerechtsgebouw) wat zicht vertaalt naar netto 7.435 m² beschikbaar dakoppervlak voor duurzame energie opwek, waarbij (netto) 50% van het totale dakoppervlak voor PV wordt gebruikt.

Aangezien het gaat om netto dakoppervlak moet rekening worden gehouden met een groter bruto oppervlak voor duurzame energie opwek (70%), afhankelijk van de keuzes m.b.t. de invulling van dak voor overige functies (groen-blauwe daken, collectieve daken en ruimte voor installaties) en mogelijk ongunstige oppervlaktes wegens oriëntatie en beschaduwing.

- Opwekcapaciteit panelen: Er wordt uitgegaan van PV panelen met een minimaal vermogen 375 Wp/paneel van 1,6m², ofwel 225 Wp/m²
- Benodigd aantal panelen per woningtype en utiliteit: Het benodigd aantal panelen per woningtype wordt gebaseerd op basis van referentieprojecten van Merosch, zoals opgenomen in tabel 15.

Inventarisatie haalbaarheid energie ambities met PV op dak

In onderstaande tabel 15 wordt het benodigd aantal PV panelen en dakoppervlak weergegeven bij de verschillende energie ambities. In de laatste twee kolommen wordt aangegeven wel percentage van het netto dakoppervlak voor energie opwek nodig zal zijn om de energie ambitie te halen en óf de energie ambitie haalbaar is.

Tabel 15 – Haalbaarheid energie ambities op gebiedsniveau

	Range benodigde PV per WEQ	Gemiddeld benodigde PV	Totaal aantal panelen	Totaal m2 panelen	% benutting dak bij netto 50% beschikbaarheid	Haalbaarheid energie ambitie
BENG (Bouwbesluit)	-	-	-	-	-	++
Energieneutraal	5 - 13	7 - 8 11,2 – 12,4 m2	4.055	6.488 m2	87%	+
Nul-op-de-Meter Wonen	10 – 17	12 - 16 19,2 – 25,6 m2	7.150	11.440 m2	154%	-
Nul-op-de-Meter Leven	16 – 23	18 - 22 28,8 – 35,2 m2	10.550	16.880 m2	227%	--

Ook is er een berekening gemaakt van de haalbaarheid van de energieambities energieneutraal en Nul-op-de-Meter op blokniveau, weergegeven in tabel 16.

Tabel 16 – Haalbaarheid energie ambities op blokniveau

Gebouw	Dakoppervlak			Energieneutraal			Nul-op-de-Meter Wonen		
	Bruto dakoppervlak gebouw	Netto dakoppervlak 70%	Netto dakoppervlak 50%	Aantal PV	Aantal m2 panelen	Inpasbaarheid op footprint gebouw	Aantal PV panelen	Aantal m2 panelen	Inpasbaarheid op footprint gebouw
Westerdok									
1A	2.582	1.807	1.291	809	1.294	+/-	1.444	2.310	-
1B	302	211	151	126	202	+/-	216	346	-
2	800	560	400	616	986	+/-	1.056	1.690	-
3	302	211	151	147	235	-	252	403	-
4	897	628	449	192	307	+	336	538	+/-
5	1.287	901	644	262	419	+	488	781	+/-
6	662	463	331	165	264	+	308	493	-
7	425 + 3.896	3.025	2.161	637	1.019	+	1.092	1.747	+
8	1.602	1.121	801	356	570	+	656	1.050	+/-
9	2.114	1.480	1.057	745	1.192	+/-	1.300	2.080	-

Uit de eerste analyses o.b.v. de benodigde PV panelen en daarbij behorende vierkante meters dakoppervlak voor energie opwek (tabel 15) kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- BENG-3 = 40% (de wettelijke eis) is eenvoudig haalbaar zonder inpassing van PV;

- BENG-3 = 100% (energieneutraal) op gebiedsniveau lijkt haalbaar. Circa 87% van het beschikbare dakoppervlak voor energie opwek (50% van het totale dakoppervlak) dient te worden voorzien van PV panelen.
- BENG-3 = > 100% ('energieleverend') op gebiedsniveau is nader te onderzoeken. Er zal netto meer dan 50% van het dak ingezet moeten worden van PV panelen en/of met behulp van andere vormen van inpassing van PV (zie paragraaf 5.3.5).
- BENG-3 = > 175% (Nul-op-Meter Wonen/Leven) op gebiedsniveau is praktisch onhaalbaar.

Uitgangspunten realisatie energie ambitie Energieneutraal op gebiedsniveau

Om de mogelijke energie ambitie energieneutraal (of hoger) te halen zetten we in op de volgende maatregelen:

1. **Energievraag reductie** door maatregelen zoals benoemd in bijlage 3, of gelijkwaardige maatregelen. Hiermee wordt energiezuiniger en gezonder dan Bouwbesluit niveau gebouwd.
2. **Daken** worden voorzien van PV. Minimaal 70% van het beschikbare dakoppervlak wordt bruto PV oppervlak (= netto 50% dakoppervlak), met een minimaal vermogen van de PV-panelen van 225 Wp/m². Hierbij kan de inzet van dakoppervlak worden gemaximaliseerd met bijvoorbeeld PV op een verhoogde pergola en of een (lage) zonnecroon op de hoogste daken.
3. **Er wordt een energie ambitie van energieneutraal (BENG-3=100%) op gebiedsniveau afgesproken.** Er wordt onderzocht in welke mate grondgebonden woningen Nul-op-de-Meter kunnen worden gerealiseerd.
4. **Kansen:**
 - o **Aanvullende kansen PV op (parkeer)dak en bestaande bebouwing:** De parkeerplaatsen op maaiveld, de bestaande bebouwing (Dimence en Brandweer) en de parkeerhub kunnen mogelijk worden voorzien van PV.
 - o **Optimalisatie PV op dak:** Door de PV aan te leggen op een verhoogde pergola kan de PV geoptimaliseerd worden met een hoger netto percentage.
 - o **Toevoegen PV in de gevel:** Bepaalde hoger gelegen en gunstig georiënteerde geveldelen komen in aanmerking om te worden voorzien van PV op de gevel, indien deze esthetisch ingepast kunnen worden. Hier worden in volgende fases afspraken over gemaakt.
5. **Organisatorisch:**
 - o Uitgaande van een energiesysteem op blok/gebouwniveau, vraagt om onderlinge afspraken in het aandeel te installeren PV op de kavel, afhankelijk van de energievraag en beschikbaar dak (en gevel)oppervlak. Oftewel, **afspraken op kavelniveau om de ambitie op gebiedsniveau te kunnen realiseren en waarborgen.**
 - o **Bij de aanbesteding van de eventuele outsourcing** van het energiesysteem worden de partijen uitgedaagd om **binnen de ruimtelijke kaders een zo hoog mogelijke BENG-3 score te realiseren.** Dit wordt één van de selectiecriteria.

Tot slot kan worden ingezet op smart grid principes om op andere manieren bij te dragen aan een Energieneutraal Westerdok.

5.3.2 Verkenning inpassingsmogelijkheden

1. **PV op dak.** Dakoppervlak van gebouwen vormt de basis voor de inpassing van PV in Westerdok. Gemiddeld levert een netto vierkante meter dakoppervlak met PV ongeveer 190 kWh op (bij panelen van 235 wp/m²).

2. PV op verhoogde pergola op dak. De PV kan op een verhoogde pergola op het dak, eventueel met overstek geplaatst worden, waardoor het aantal vierkante meters PV op dak gemaximaliseerd worden. Zie figuur x voor een principeschets van PV op verhoogde pergola op dak.
3. “Zonnekroon” (geschikt voor hoger gelegen daken waarbij PV zeer duidelijk in zicht komt) voegt middels extra lagen PV panelen extra opbrengst toe op het dak. Installaties kunnen eventueel onder de zonnekroon worden geplaatst. Zie figuur 12 voor een principeschets van een zonnekroon.
4. Onder helling geplaatste PV op overstek/balkons op de gevel. Op gunstig georiënteerde gevels kan op overstekken en/of balkons additionele PV onder helling worden geplaatst voor extra opwek. Zie figuur x voor een principeschets van PV op de gevel.
5. Esthetische (verticaal geplaatste) PV. Op gunstig georiënteerde en hoger gelegen gevels kan esthetische verticale PV panelen worden geplaatst. Verticale PV levert ongeveer 40% opwekcapaciteit t.o.v. een vierkante meter PV op dak. De opbrengst is dus veel lager dan PV op dak. Zie figuur 13 voor een principeschets van esthetische verticale PV oplossingen.

Figuur 9 – PV op groen dak



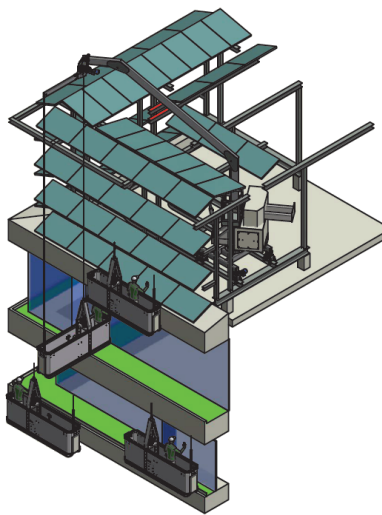
Figuur 10 - Principeschets verhoogde pergola met PV op dak



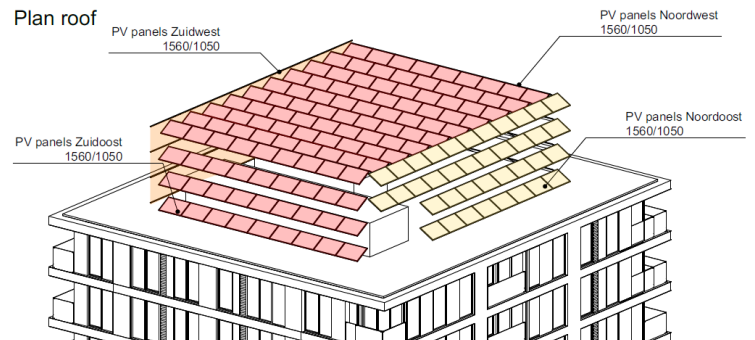
Figuur 11 - PV op verhoogde pergola op dak



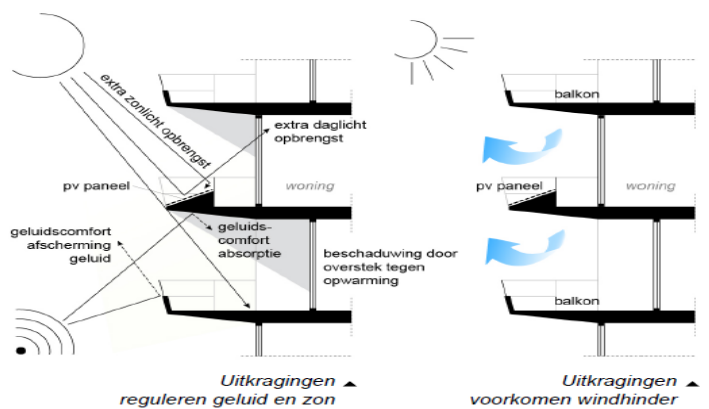
Figuur 12 – Principeschetsen van een zonnekroon



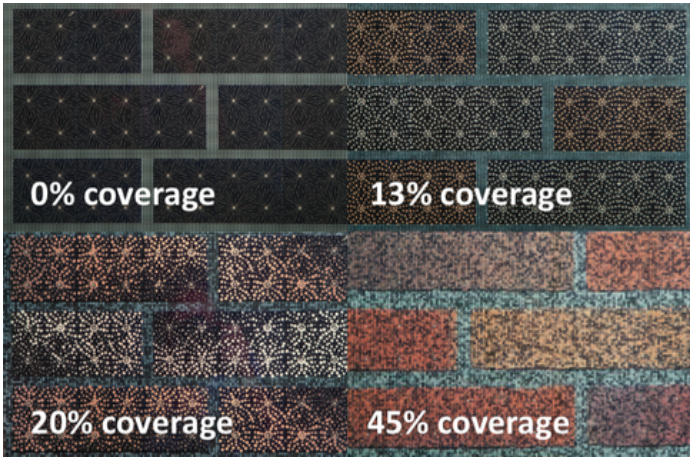
Plan roof



Figuur 13 – Principeschetsen PV in de gevel



Figuur 14 – PV op gevel, onder helling geplaatst en verticaal



5.4 Verkenning smart grid concepten

5.4.1 Definitie netcongestie

Netcongestie, de overbelasting van het elektriciteitsnet, is een groeiende uitdaging, omdat het bestaande elektriciteitsnetwerk nooit is gebouwd op de onvoorspelbare vormen van decentrale elektriciteitsproductie van hernieuwbare energie, de stijgende elektriciteitsvraag met grote afnamepieken, en netverzwaring zowel tijdrovend is als forse investeringen vraagt.

De regionale netbeheerder Coteq geeft aan dat er nog ruimte op het elektriciteitsnet is in het ontwikkelgebied de komende jaren. Echter voorzien wij dat de sterk toenemende vraag naar elektriciteit mede door ontwikkelingen als de elektrische auto in deze fase wel passende aandacht vraagt. Immers geldt dat er pas zekerheid kan worden afgegeven over de aansluiting wanneer deze wordt aangevraagd. Het net efficiënt en slim inrichten van het energiesysteem is dus wenselijk.

Sterk toenemende en fluctuerende elektriciteitsvraag en teruglevering

De autonoom groeiende elektriciteitsvraag van huishoudens, bedrijven en industrie in combinatie met de versnelde overgang naar hernieuwbare energiebronnen ten behoeve van de energietransitie, zoals zonne- en windenergie, en decentrale teruglevering van elektriciteit aan het net zorgt voor enorme invoedings- en afnamepieken op het elektriciteitsnet. Hoewel dit een positieve stap is voor de verduurzaming van het Nederlandse energiesysteem, brengt het ook nieuwe uitdagingen met zich mee. Netcongestie, de overbelasting van het elektriciteitsnet, is een groeiende uitdaging, omdat het bestaande elektriciteitsnetwerk nooit is gebouwd op de onvoorspelbare vormen van decentrale elektriciteitsproductie van hernieuwbare energie, de stijgende elektriciteitsvraag met grote afnamepieken, en netverzwaring zowel tijdrovend is als forse investeringen vraagt.

Netcapaciteit en aansluit restricties

Één van de meest zichtbare tekenen van netcongestie is de groeiende wachtrij van bedrijven en andere grootverbruikers voor een aansluiting op het elektriciteitsnet. Ook voor kleinverbruikers zoals huishoudens is een nieuwe aansluiting de komende jaren geen vanzelfsprekendheid. De wachttijden kunnen aanzienlijk zijn en vertragingen veroorzaken voor zowel nieuwe projecten als uitbreidingen. Er zijn al gevallen bekend waarin opgeleverde nieuwbouwontwikkeling geen aansluiting konden krijgen. Gezien de lange doorlooptijd van de gebiedsontwikkeling Westerdok dient rekening gehouden te worden met de netimpact van het gebiedsenergieconcept en eventuele netcongestie problemen.

Fysieke en administratieve netcongestie

Netcongestie geldt voor zowel afname als invoeding. Daarbij zijn er twee vormen van netcongestie te onderscheiden:

- **Fysieke netcongestie:** Wanneer er onvoldoende netcapaciteit beschikbaar is om alle opgewekte stroom te transporteren naar de locaties waar deze nodig is (invoedingspieken) of wanneer er meer capaciteit wordt gevraagd dan kan worden geleverd (afnamepieken).
- **Administratieve netcongestie of overdimensionering:** Wanneer er fysieke ruimte beschikbaar is op een lokaal net, maar deze al is gereserveerd voor klanten. Er zijn veel klanten die meer capaciteit toegewezen hebben gekregen dan daadwerkelijk op reguliere momenten nodig hebben.

Oplossingsrichtingen fysieke netcongestie: Smart grids

Nieuwe technische, juridisch-organisatorische en financiële oplossingen worden ontwikkeld in co-creatie tussen de markt, ontwikkelaar, gebruiker en netbeheerder. Op dit moment wordt er vooral ingezet op het ontwikkelen en mogelijk maken van zogenaamde 'smart grids', de slimme koppeling en sturing van energiestromen, idealiter in combinatie met opslagcapaciteit in bijvoorbeeld slimme batterijsystemen.

Oplossingsrichtingen administratieve netcongestie: Wet- en regelgeving & nieuwe contracten

De wet- en regelgeving rondom de energietransitie ondergaat voortdurende veranderingen om de flexibiliteit te vergroten en deze uitdaging aan te pakken. Zo werkt de Autoriteit Consument & Markt (ACM) aan aanpassingen van de netcodes (regels die de werking van elektriciteitsnetten reguleren) om flexibele contracten mogelijk te maken, probeert wetgeving overdimensionering tegen te gaan, wordt er gewerkt aan een voorrangsregeling voor maatschappelijke projecten en wordt onderzocht of de introductie van congestie-service-providers kan bijdragen aan het oplossen van congestieproblemen. Dit in afwachting van de nieuwe Energiewet die verdere regelingen zal bevatten om energiedeling tussen bedrijven/gebruikers te vergemakkelijken en te reguleren.

De Autoriteit Consument en Markt (ACM) heeft het per 1 februari 2024 mogelijk gemaakt voor netbeheerders om in congestiegebieden ook contracten zonder vaste transportrechten aan te bieden. De netbeheerder bepaalt bij dit contract wanneer gebruik gemaakt mag worden van transport, veelal de uren buiten de pieken om. Dit zijn 'capaciteitsbeperkende contracten'.

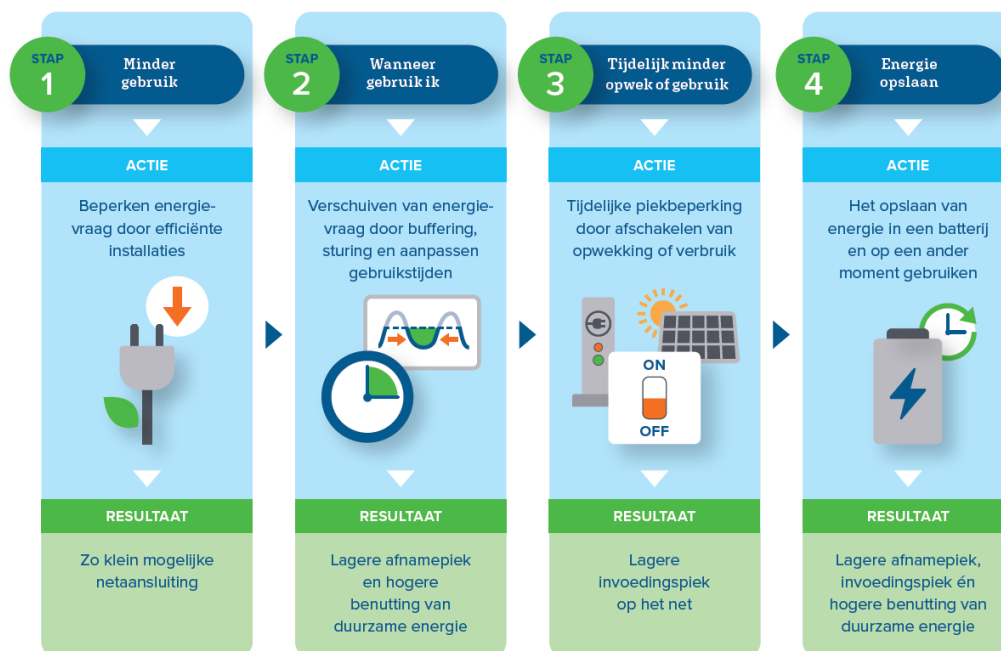
In de praktijk blijkt echter dat deze nieuwe contracten toch vaak geen oplossing kunnen bieden bij netcongestieproblematiek, omdat het geen of onvoldoende verlichting biedt voor de netcongestie op het landelijke net.

5.4.2 Smart grid stappenplan voor slimme gebiedsontwikkelingen

Hieronder worden de vier stappen naar een slimme gebiedsontwikkeling, als geïdentificeerd door Merosch, kort toegelicht.

1. Stap 1: Minder energie gebruiken. De eerste stap is het beperken van de energievraag door het toepassen van energiezuinige en efficiënte bouwkundige en installatietechnische maatregelen (resultierend in een lage BENG-1).
2. Stap 2: Wanneer gebruik ik – Energiegebruik verschuiven. Met een energiezuinige en efficiënte basis volgt stap 2, energie slimmer gebruiken en slim sturen. Een energiemanagementsysteem (EMS) op woning (HEMS) en/of gebiedsniveau en slimme laadpalen kan de energievraag verschuiven en pieken verlagen. Eindgebruikers kunnen ook zelf leren energie slimmer te gebruiken door zelf-monitoring en/of met behulp van een energiecontract met dynamische prijzen (welke inzicht geeft in gunstige afname momenten). Tenslotte ontstaat er mogelijk ook een markt voor congestie-service-providers die op systeemniveau (gekoppeld aan de energiemarkten) kunnen bijsturen in energiegebruik.
3. Stap 3: Tijdelijk minder opwek of gebruik – Energie niet gebruiken. Invoedingspieken op het net kunnen worden verlaagd door het actief afschakelen van PV panelen (curtailment). Afnamepieken kunnen worden verlaagd door het actief afschakelen van energieverbruik van grootverbruikers en/of apparaten met een hoog energieverbruik zoals warmtepompen en laadpalen.
4. Stap 4: Energie opslaan. Om meer flexibiliteit te creëren, afname en invoedingspieken verder af te zwakken en een hogere benutting van duurzame energie te realiseren op woning-, gebieds- en/of systeem-niveau kunnen duurzame batterijsystemen een oplossing bieden. De markt van batterijsystemen is nog volop in ontwikkeling. Vandaag de dag is het vaak nog lastig om een positieve business case te ontwikkelen voor batterijsystemen. Echter in het kader van netcongestie kan een batterijsysteem (i.c.m. met voorgaande stappen) in sommige gevallen een sleutel zijn om in hoge congestiegebieden toch een aansluiting te kunnen krijgen.

Figuur 15 – Stappenplan smart grid



5.4.3 Elementen smart grid op gebouw- en gebiedsniveau

Slimme aansturing en uitwisseling van energie

We richten ons op slimme sturing en energie-uitwisseling (= software) tussen de drie onderdelen PV, collectieve warmtepompen en laadvoorzieningen (= hardware)

De essentie hiervan is dat de duurzaam opgewekte elektriciteit zo veel mogelijk in Westerdok zelf wordt gebruikt. Dit door het energieopwekkingsprofiel van de zonnepanelen te koppelen met de laadprofielen van de elektrische auto's en warmtepompen. Dit resulteert in duurzamere elektriciteit, minder piekbelasting op het elektriciteitsnet en er wordt minder elektriciteit terug geleverd aan het elektriciteitsnet. Dit maakt dat er kleinere of minder elektriciteitsaansluitingen en transformatoren nodig zijn, resulterend in een financieel voordeel. Daarnaast levert het direct gebruiken van zelf opgewekte elektriciteit financieel meer op dan wanneer dit wordt terug geleverd aan het net.

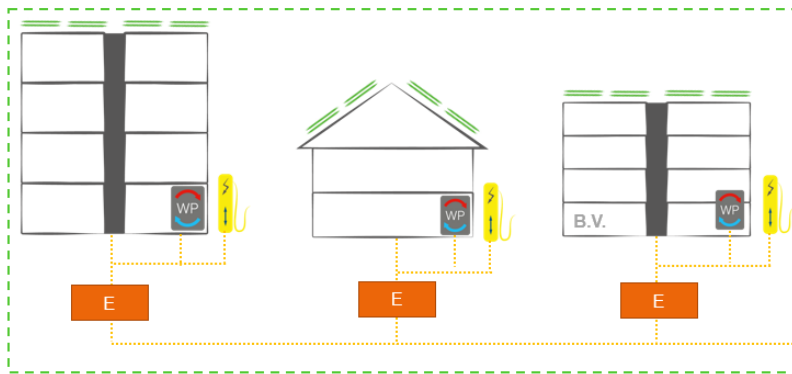
Voor Westerdok kunnen de volgende smart grid elementen op gebouw- en gebiedsniveau worden overwogen.

Slim op woning/gebouwniveau

Op woningniveau dienen, het smart grid stappenplan volgend, in ieder geval de volgende smart grid elementen toegepast te worden (danwel ter voorbereiding op een eventueel smart grid).

- Smart grid ready hardware. Voor alle (nieuwbouw) woningen geldt dat het verstandig is om te investeren in smart grid ready (aanstuurbare) hardware, waaronder een aanstuurbare warmtepomp, zonnepanelen en/of elektrische mobiliteit incl. slimme (bi directionele) laadpaal en/of thuisbatterij.
- Home Energy Management System (HEMS). De aanstuurbare hardware kan achter één meter slim worden aangestuurd met behulp van een Home Energy Management System.

Figuur 16 – Slim op woning- en gebouwniveau

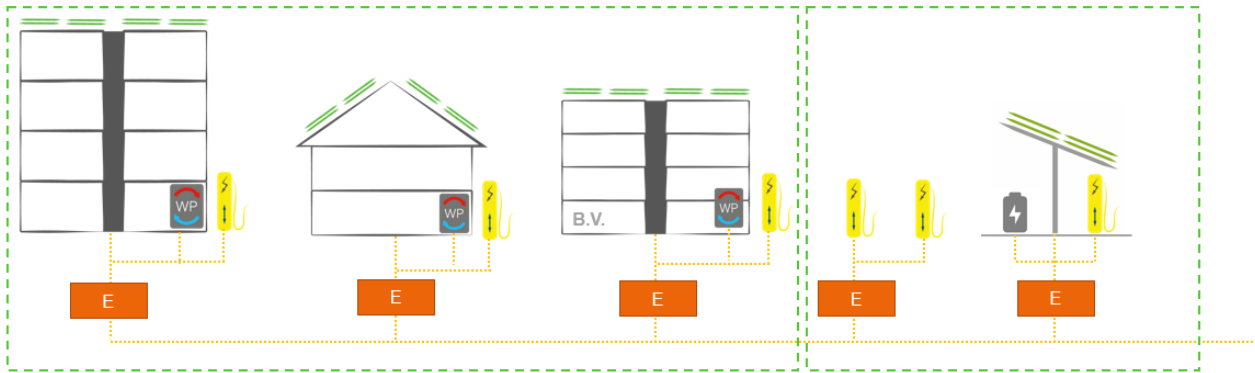


Slim op gebiedsniveau

Op gebiedsniveau kunnen in de openbare ruimte aanvullende slimme voorzieningen worden toegevoegd en slimme-uitwisseling worden geoptimaliseerd, namelijk met behulp van:

- Parkeer/mobiliteitshubs met energie opwek en slimme en/of bi directionele laadvoorzieningen: Indien centrale parkeervoorzieningen zoals parkeerhubs of mobiliteitshubs inclusief deelmobiliteit worden gerealiseerd in een gebied dienen deze idealiter in combinatie met duurzame energie opwek (PV dak op parkeergarage of Solar carports) en slimme (aanstuurbare) laadvoorzieningen gerealiseerd te worden. Elektrische auto's kennen een hoge energievraag. Het (snel) laden van elektrische auto's kan daardoor een grote impact hebben op het net (afnamepiek). Door PV panelen te koppelen aan laadvoorzieningen kan een deel van de energievraag worden ingevuld met lokale duurzame energie. Nog slimmer is het (deels) voorbereiden van laadvoorzieningen voor bi directionele laadpalen. In de toekomst wordt het mogelijk om de autobatterij (van sommige autofabrikanten/types) in te zetten als tijdelijke opslagcapaciteit. Hierbij dient rekening te worden gehouden met het laadprofiel van de gebruikers (bewoners en 'daggen'). Dergelijke parkeerhubs zijn ook de ideale locatie voor eventuele wijkbatterijen in de toekomst.
- Energy Management Systeem (EMS) op gebiedsniveau: Naast slimme sturing op woning en gebouwniveau kan ook ingezet worden op een slimme samenstelling van energieprofielen en slimme sturing van energiestromen binnen een gebiedsontwikkeling. Idealiter wordt het energieprofiel van een gebied gebalanceerd door een diversiteit aan energieprofielen binnen dit gebied opdat afnamepieken worden verminderd en er slimme energie-uitwisseling plaats vindt op gebiedsniveau.
- Energiecoöperatie op gebiedsniveau: Bovenstaande oplossingsrichtingen kunnen worden geoutsourcet, in beheer van de ontwikkelaar worden gerealiseerd maar ook ondergebracht worden in een energie coöperatie op gebiedsniveau waarin bewoners en gebruikers kunnen participeren.
- Slimme gebiedsenergiesystemen als flexibiliteitsprovider op de energiemarkt: In de toekomst zullen goed georganiseerde en juridisch gestructureerde smart grid(-ready) gebiedsenergiesystemen van voldoende omvang ook toe treden als flexibiliteitsprovider op de Nederlandse energiemarkt. Met voldoende stuurbaar vermogen en/of opslagcapaciteit kan dit van waarde zijn voor netbeheerders en congestie-service-providers. Deze markt is volop in ontwikkeling en zal naar verwachting vooral loskomen wanneer opslag onderdeel wordt van gebiedsenergiesystemen en de organisatievormen gestandaardiseerd worden.

Figuur 17 – Slim op gebiedsniveau



5.4.4 Kansrijke smart grid elementen

De volgende smart grid elementen lijken kansrijk voor de gebiedsontwikkeling Westerdok:

- Smart grid ready hardware en software op gebouwniveau: Het koppelen van zonnepanelen en warmtepompen en laadvoorzieningen (indien deze op gebouwniveau worden voorzien) achter één meter, aangestuurd door een (Home) Energie Management Systeem (EMS) is een basis uitgangspunt. Eisen aan de producten en EMS kwaliteiten kunnen worden opgenomen in een Programma van Eisen voor de gebiedsontwikkeling.
- Slimme parkeerhub: Indien een slimme parkeerhub wordt ontwikkeld binnen het gebied lijkt het koppelen van zonnepanelen en slimme (bi directionele) laadvoorzieningen achter één meter kansrijk. De slimme parkeerhubs kunnen ruimtelijk opgenomen worden in het plan en vervolgens kunnen de benodigde laadoplossingen worden opgenomen in een Programma van Eisen voor de openbare ruimte. De parkeergarage Javapark komt in aanmerking voor het vormen van een slimme parkeerhub binnen het plangebied.

5.5 Organisatorische en financiële aspecten

5.5.1 Organisatorische aspecten

Er zijn grofweg een drietal organisatievormen voor de realisatie en exploitatie van een energiesysteem:

- 1) Eigen beheer: Ontwikkende partijen realiseren het energiesysteem zelf en dragen deze over aan de afnemende partijen, welke het energiesysteem in eigendom krijgen en deze (laat) exploiteren. Eventueel ondersteunt/beheert door een externe marktpartij. Bij eigen beheer heeft men zelf de meeste invloed op de kwaliteit van het systeem, voorwaarden, kwaliteit van de service en tarifiering van het energiesysteem. Nadeel is dat de (hoge) investeringskosten voor eigen rekening zijn en het systeem actief gemanaged moet worden, waarvoor de nodige tijd en kennis aanwezig moet zijn.
- 2) Outsourcen: Een externe partij/exploitant realiseert voor eigen rekening en risico het energiesysteem en exploiteert deze langjarig middels de verkoop van warmte, koude en eventueel de afname van elektriciteit aan de laadvoorzieningen en de opwek van elektriciteit door PV-panelen. Bij (integraal) outsourcen worden de ontwikkelende partijen en toekomstige afnemende partijen volledig ontzorgd. Ontwikkende partijen kunnen wel kwaliteitseisen en voorwaarden stellen aan het te realiseren energiesysteem. Nadeel is dat men na ingebruikname geen invloed heeft op de tarifiering, de kwaliteit van service en vaak 'vast zit' aan lange contracten.
- 3) Lokaal energiebedrijf: Vergelijkbaar met outsourcen, maar dan met participatie van een publieke partij. Voordeel is dat er gunstiger voorwaarden en/of tarifiering kan worden gerealiseerd door het

betrekken van een publieke partij zonder winstoogmerk en vertegenwoordiging van de publieke belangen. Nadeel is dat deze organisatievorm vraagt om een kwalitatieve en besluitvaardige publieke partij en meer onderlinge afstemming/overleg (wat kan leiden tot vertraging).

Hierbij geldt dat het bij een collectief WKO-net sowieso noodzakelijk is om gezamenlijk met andere ontwikkelende partijen op te trekken en het om die reden voor de hand ligt om een externe exploitant te selecteren, terwijl dit bij een individuele bodemenergiesysteem of luchtwarmtepomp niet noodzakelijkerwijs het geval is.

Alle beschreven energievoorzieningen zijn al vaak in Nederland toegepast en er zijn meerdere exploitanten op de markt die ervaring hebben met deze systemen. De meeste exploitanten willen daarbij zowel de bronnen als de warmtepompen (inclusief afleverset) exploiteren en zo warmte per GJ aan de bewoners afrekenen. Op die manier kan de meeste invloed worden uitgeoefend op de technische prestaties van het systeem en is de exploitatie voor hen het meest eenvoudig. Ook de verschillende regeneratiemogelijkheden worden in verschillende projecten in Nederland toegepast, hoewel sommige exploitanten voorkeur kunnen hebben voor bepaalde varianten.

Wet collectieve Warmte en mogelijke rol Publiek warmtebedrijf

De nieuwe Wet Collectieve Warmte (WCW) vereist een publiek belang bij een collectieve warmtevoorziening vanaf 1.500 aansluitingen. Vanwege een lager aantal aansluitingen binnen de verschillende energieconcepten zal de wet dus niet op deze manier van toepassing zijn op Westerdok. In de basis biedt de WCW de mogelijkheid (en stimuleert) een publiek belang bijvoorbeeld in de rol van netbeheerder (i.c.m. warmteleverancier) of zelfs exploitant van een collectief WKO-net + invloed nieuwe Wet Collectieve Warmte (WCW). Hoewel het niet verplicht is, is het mogelijk dat een publiek warmtebedrijf een rol pakt in de energievoorziening van Westerdok. De wenselijkheid hiervan dient nader onderzocht te worden.

5.5.2 Financiële aspecten

Onderstaand wordt een indicatie afgegeven van de investeringskosten van de verschillende energieconcepten bij de energieambitie Energieneutraal (ENG).

Tabel 17 – Indicatieve investeringskosten energieconcepten

	Individueel	Individueel	Deelgebied-collectief
	1: Bodemenergie	2: Luchtwarmtepomp	3: WKO
	App. (collectief)	App. (collectief)	App. (collectief)
<i>Indicatieve investeringskosten (excl. BTW)</i>			
Warmte-/koude voorziening	€ 20.000 / € 25.000 (o.b.v. collectieve bodemlussen per blok en individuele warmtepomp / bodemlus per woning)	€ 10.000 / € 12.000 (o.b.v. collectieve warmtepomp per blok / warmtepomp per woning)	NTB
PV-panelen (ENG)	€ 2.750 - € 3.650	€ 3.650 - € 4.500	€ 2.750 - € 3.650
Totaal ENG	€ 20.750 - € 28.650	€ 13.650 - € 16.500	NTB

Opmerkingen m.b.t. investeringskosten

- Luchtwarmtepompen hebben de laagste investeringskosten, bodemenergiesystemen de hoogste.
- Collectieve WKO-net is meestal voordeliger dan individuele bodemenergiesystemen, omdat er minder (dure) bronnen geboord hoeven te worden. Echter is dat in Westerdok niet het geval, vanwege het vele aantal bronnen dat aan moet worden gelegd, de complexiteit, het vele leidingwerk en te verwachten onderhoudskosten. De kosten van het collectieve WKO-systeem zijn op dit moment lastig in te schatten. Er zijn geen referentieprojecten beschikbaar.
- Bodemenergiesystemen vragen minder PV-panelen voor energieneutraliteit dan luchtwarmtepompen.

- De verschillen in totale investeringskosten lopen redelijk uiteen. Echter zal de total cost of ownership alsnog redelijk vergelijkbaar zijn op de langere termijn.

Opmerkingen m.b.t. exploitatiekosten

- De onderhouds- en beheerskosten van een WKO zijn over het algemeen hoger dan voor individuele bodemplussen en luchtwarmtepompen.
- Daarentegen zijn de energiekosten weer het hoogst bij luchtwarmtepompen en vergelijkbaar voor WKO en bodemplussen.
- Door de extra PV-panelen bij luchtwarmtepompen worden deze hogere energiekosten gecompenseerd zolang de salderingsregeling intact blijft en er geen (hoge) terug lever vergoeding wordt gerekend door energieleveranciers.
- Onderaan de streep zullen de exploitatiekosten onderling niet veel verschillen en voorlopig nog het laagst uitvallen bij individuele bodemplussen en luchtwarmtepompen.
- Met name voor luchtwarmtepompen is er wel een groter risico op hogere energiekosten in de toekomst bij mogelijke wijzigingen in salderingsregeling en ontwikkelingen op de energiemarkt over het algemeen.

Indicatie en toelichting Bijdrage Aansluitkosten (BAK)

Bovenstaande gaat uit van investeren in energievoorziening door de ontwikkelende partij en exploitatie door een kopende partij. Het is echter ook mogelijk om de energievoorziening te outsourcen aan een externe (merkt)partij/exploitant. In dat geval investeert deze exploitant in de (collectieve) warmte-koude voorziening, eventueel aangevuld met de PV-panelen op het dak en e-laadvoorzieningen in de parkeerhubs. In ruil hiervoor betaalt de ontwikkelende partij aan de exploitant een eenmalige aansluitbijdrage (BAK), waarvan de hoogte afhankelijk is van de onrendabele top. De exploitant levert vervolgens gedurende een langjarige periode warmte en koude aan de gebruiker, waarvoor de gebruiker een vaste bijdrage en een variabele bijdrage per afgenomen hoeveelheid warmte en koude betaalt aan de exploitant. In het geval de PV-panelen op het dak en de e-laadvoorzieningen in de parkeergarages ook worden geëxploiteerd door de exploitant, wordt de afname van elektriciteit aan de laadvoorzieningen en de opwek van elektriciteit door PV-panelen eveneens verrekend.

Onderstaand wordt een indicatie gegeven van de BAK voor ontwikkelende partijen indien het energiesysteem op gebieds- of gebouw/blokniveau worden geoutsourcet aan een exploitant, eventueel in combinatie met PV panelen en laadvoorzieningen. Het betreft een indicatie die gebaseerd is op recente vergelijkbare projecten die zijn aanbesteed en waarbij is uitgegaan van een korting van 20% op de maximum tarieven uit de Warmtewet die jaarlijks door de ACM wordt vastgesteld. De ervaring leert dat vanuit het oogpunt van betaalbaarheid voor de bewoners een korting op het maximum tarief wordt afgesproken. De hoogte van de korting kan variëren en is afhankelijk van de wensen van ontwikkelende en afnemende partijen. In de basis geldt dat hoe hoger de korting op de tarieven des te hoger de BAK en vice versa.

De outsourcing van energiesystemen op gebouw/blokniveau met individuele warmte koude voorzieningen wordt ook vaak met een leaseconstructie georganiseerd, waarbij gebruikers de voorziening huren van de exploitant voor een vast bedrag per maand, bij voldoende participatie. Dit betekent dat er geen BAK wordt betaald door de ontwikkelende partij aan de exploitant maar dat huurders direct bij de exploitant huren.

Tabel 18 – Indicatieve investeringskosten bij outsourcing

	Individueel	Individueel	Deelgebied-collectief
	1: Bodemenergie	2: Luchtwarmtepomp	3: WKO
	App. (collectief)	App. (collectief)	App. (collectief)
<i>Indicatieve BAK bij outsourcing</i>			
Warmte-/koude voorziening	€ 15.000 - € 17.000 (o.b.v. collectieve bodemlussen per blok en individuele warmtepomp / bodemlus per woning)	NVT	NTB (geen referentieprojecten beschikbaar)
Warmte-/koude voorziening + PV-panelen (ENG) + laadvoorzieningen	Indicatieve BAK minus 15-25%		

Opmerkingen m.b.t. BAK

- De outsourcing van luchtwarmtepompen is niet gebruikelijk.
- De BAK bij outsourcing van een deelgebieds-WKO zoals omschreven in paragraaf 5.2 is lastig in te schatten in deze fase. Er zijn geen referentieprojecten beschikbaar bij een collectief WKO-systeem op basis 6 doubletten met een dergelijke beperking in broncapaciteit (van 20 m3/uur).
- Door PV-panelen en laadvoorzieningen mee te nemen valt de BAK lager uit. Dit komt doordat op deze manier energie slim uitgewisseld kan worden en de exploitant minder energie hoeft in te kopen, wat een voordeliger business case betekent.

5.5.3 Aandachtspunten organisatievorm en financiën vervolg

Op basis van het voorgestelde energieconcept lijkt het voor de hand liggend om per ontwikkeling de bodembronnen in eigen beheer aan te leggen, danwel uit te besteden aan een exploitant die de voorzieningen via een leaseconstructie direct aanbiedt aan de toekomstige gebruikers.

In de basis zijn alle drie de voorgestelde organisatievormen mogelijk. Hierin kunnen keuzes gemaakt worden op basis van het beschikbare en gewenste investeringsniveau van de ontwikkelende partijen en de gewenste mate van betrokkenheid op de exploitatie van het te realiseren energiesysteem.

Bijlage 1 – Verkenning warmte-koude concepten

Tabel B1 – Verkenning warmte-koude concepten

Warmteoplossing		Type bron	Type aanvoer	Minimale schaalgrootte	Beschikbaar	Potentie gebied	Aandachtspunten
Infrastructuur	Technologie/bron						
Collectief							
Warmtenet	Warmtenet met geothermie	MT/HT-warmte	LT t/m HT	> 4.000 WEQ	Nee	Onzeker	Slecht faseerbaar, vergunningen
	Warmtenet met MT-restwarmte	MT-warmte	LT t/m HT	> 4.000 WEQ	Nee	Nee	Leveringszekerheid, slecht faseerbaar
	Warmtenet met LT-restwarmte (en wijkwarmtepompen)	LT-warmte	ZLT t/m HT	> 1.000 WEQ	Nee	Nee	Leveringszekerheid. Faseerbaarheid
WKO	Warmtenet met WKO, TEA en wijkwarmtepompen	ZLT-warmte	ZLT t/m MT	> 200 WEQ	Nee	Nee	Onvoldoende capaciteit RWZI
	Warmtenet met WKO, TEO en wijkwarmtepompen	ZLT-warmte	ZLT t/m MT	> 200 WEQ	Nee	Nee	Vergunningen, ecologie
	Warmtenet met WKO, TED en wijkwarmtepompen	ZLT-warmte	ZLT t/m MT	> 200 WEQ	Nee	Nee	Drinkwaterkwaliteit
	Warmtenet met WKO, droge koelers en wijkwarmtepompen	ZLT-warmte	ZLT t/m MT	> 50 WEQ	Ja	Ja	Groot benodigd aantal bodembronnen en regeneratievermogen, ruimtebeslag droge koelers (bij voorkeur plaatsing op dak)
	Warmtenet met WKO, zonthermie en wijkwarmtepompen	ZLT-warmte	ZLT t/m HT	> 50 WEQ	Onbekend	Onbekend	Groot ruimtebeslag zonnecollectoren
Groen gas	Warmtenet met biomassaketels	Verbranding	MT en HT	> 1.000 WEQ	Nee	Nee	Luchtvervuiling, omstreden duurzaamheid, leveringszekerheid lange termijn
	Warmtenet met groene waterstofketels	Verbranding	MT en HT	> 100 WEQ	Nee	Nee	Waterstofproductie is duur en energie-intensief
Individueel/kleinschalig							
Warmtepomp met bodemlus(sen)	Warmtepompen met bodemlus(sen) als bron	ZLT-warmte	LT en MT	> 1 WEQ	Ja	Ja	Boordiepte punt van aandacht ivm bodemopbouw, duurder dan lucht-WP
Warmtepomp met buitenlucht	Warmtepompen met buitenlucht als bron (lucht/lucht)	ZLT-warmte	LT	> 1 WEQ	Ja	Ja	Geluidsproductie, geschikt voor 1-2 verblijfsruimtes (niet voor een hele woning)
	Warmtepompen met buitenlucht als bron (lucht/water)	ZLT-warmte	LT en MT	> 1 WEQ	Ja	Ja	Geluidsproductie
PVT	Warmtepompen met PVT-panelen als bron	ZLT-warmte	LT en MT	> 1 WEQ	Ja	Ja	Dakoppervlak, duurder dan lucht-WP

Bijlage 2 – Uitgangspunten programma

Tabel B2 – Uitgangspunten programma

Gebouw	Programma Wonen				Utiliteit		Totaal	
	Aantal appartementen	Oppervlak appartementen in m2	Aantal grondgebonden woningen	Oppervlak grondgebonden woningen in m2	Oppervlak utiliteit in m2	Aantal WEQ	Totaal oppervlak in m2	Aantal WEQ
<i>Westerdok</i>								
1A	77	7.075	25	4.500	1.000	10	11.575	112
1B	18	1.440	0	0	0	0	1.440	18
2	68	7.120	0	0	1.000	10	8.120	88
3	21	1.995	0	0	0	0	1.995	21
4	24	1.920	3	405	0	0	2.325	27
5	18	1.440	17	2.295	0	0	3.735	35
6	8	1.080	11	1.980	300	3	3.360	22
7	91	6.600	0	0	0	0	6.600	91
8	28	3.600	20	3.260	0	0	6.860	48
9	90	7.770	10	800	500	5	9.070	105
Totaal	443	40.040	86	13.240	2.800	38	56.080	529

Bijlage 3 – Uitgangspunten bouwkundige en installatietechnische maatregelen

Tabel B3 – Bouwkundige en installatietechnische uitgangspunten voor Westerdok i.r.t. bouwbesluit

	Bouwbesluit	Uitgangspunten Westerdok
<i>Bouwkundige maatregelen</i>		
Rc-waarde vloeren [$\text{m}^2\text{K/W}$]	$\geq 3,7$	$\geq 3,7$
Rc-waarde gevel [$\text{m}^2\text{K/W}$]	$\geq 4,7$	$\geq 4,7$
Rc-waarde daken [$\text{m}^2\text{K/W}$]	$\geq 6,3$	$\geq 6,3$
U-waarde ramen [$\text{W/m}^2\text{K}$]	$\leq 1,65$	$< 1,0$ (triple glas)
Verhouding open-dichte gevel	-	40% open – 60% dicht
Luchtdichtheid (Q_{v10}) [$\text{dm}^3/\text{s}\cdot\text{m}^2$]	$< 1,0$	$< 0,2$
<i>Installatietechnische maatregelen</i>		
Afgiftesysteem	Niet gespecificeerd vanuit NTA 8800	LT-verwarming en HT-koeling via vloerverwarming voor woningen en utiliteit. Mogelijk alternatief voor utiliteit zijn convectoren of klimaatplafonds.
Ventilatie	Niet gespecificeerd vanuit NTA 8800	Centrale gebalanceerde ventilatie met wtw en vraagsturing (CO_2).
Douche	Niet gespecificeerd vanuit NTA 8800	Niet toegepast (optioneel is douchebak warmteterugwinning voor woningen mogelijk)

Bijlage 4 - Uitgangspunten warmte-koude vraag en vermogens op gebouwniveau

Tabel B4.1: Kengetallen warmte en koude vraag

Categorie	Eenheid	Warmte vraag	Tapwater vraag	Koude vraag
Wonen	[kWh/m ²]	20,4	1800 (per woning)	10,2
Utiliteit	[m ²]	29,8	-	26

Tabel B4.2 : Energiebehoefte Westerdok

Onderdeel	Eenheid	Gemeente h	Gemeente blo	2 Koopman	3 Becks	4 Droste	Lulof Dimen	6 Nejboer	7 Rechtbank	8 Lulof haver	9 gym en Elle	Totaal
Algemeen												
Bruto vloeroppervlakte	[m ²]	11.575	1.440	9.120	1.995	2.325	3.735	3.360	6.600	6.860	9.070	57.080
- Grondgebonden woningen	[m ²]	4.500	0	0	0	405	2.295	1.980	0	3.260	800	13.240
- Appartementen	[m ²]	7.075	1.440	7.120	1.995	1.920	1.440	1.080	6.600	3.600	7.770	40.040
- Commercieel	[m ²]	1.000	0	2.000	0	0	0	300	0	0	500	3.800
Totaal aantal woningen	[#]	102	18	68	21	27	35	19	91	48	100	529
Energievraag gebouwszijdig												
Warmtevraag	[GJ]	1.618	222	1.178	283	346	501	380	1.074	815	1.331	7.748
Koudevraag	[GJ]	517	53	445	73	85	137	140	242	252	361	2.305
Verwarmingsvermogen	[kW]	451	57	330	75	90	137	112	271	235	350	2.107
Koelvermogen	[kW]	231	24	189	34	40	63	62	112	117	163	1.035
Energievraag bronzijdig (WKO-systeem)												
Warmtevraag	[GJ]	1.162	155	854	199	242	356	279	742	590	935	5.513
Koudevraag	[GJ]	491	50	423	70	81	130	133	230	239	343	2.190
Verwarmingsvermogen	[kW]	340	42	250	56	67	102	86	198	178	260	1.580
Koelvermogen	[kW]	242	26	198	36	42	67	65	118	122	171	1.087

Bijlage 5 - Uitgangspunten warmte-koude bronnen

Tabel B5.1 – Uitgangspunten WKO-bronnen

Uitgangspunten WKO bronnen								
Debiet		20	30	50	60	80	100	120
Pw	[kg/m ³]	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Cw	[J/kg grC]	4.180	4.180	4.180	4.180	4.180	4.180	4.180
dT	[grC]	6	6	6	6	6	6	6
q	[m ³ /h]	20	30	50	60	80	100	120
Vermogen per WKO	[kW]	139	209	348	418	557	697	836

Tabel B5.2 – Uitgangspunten bodemlussen

Uitgangspunten bodemlussen			
		Bodemlussen ondiep	Bodemlussen diep
Vermogen per m ²	[W/m]	30	30
Maximale lengte	[m]	95	170
Vermogen per lus	[kW/bodemlus]	2,85	5,10

Bijlage 6 – Randvoorwaarden en ruimtelijke implicaties WKO

Randvoorwaarden

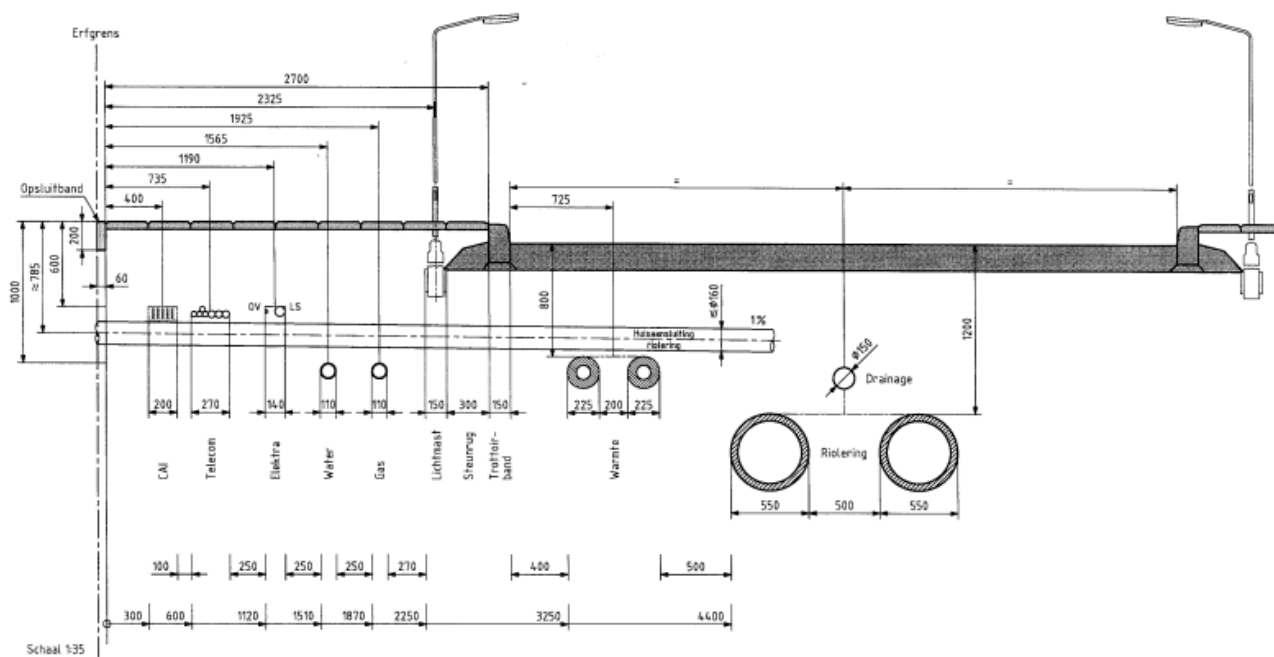
Randvoorwaarden voor de WKO-bronlocaties en leiding- en kabeltracés zijn:

- Werkterrein voor boren bronnen is circa 300 m²;
- Bronputten dienen bereikbaar te zijn voor servicevoertuigen, autokraan en 45 tons kraan;
- Bronafstand tot gebouwen minimaal 15 meter vanaf fundatie gebouwen;
- Zo veel mogelijk onder uitneembare bestrating en groenzones;
- Boomwortelgebieden zo veel mogelijk vermijden;
- Minimaal 80 cm. uit bestaande NUTS-tracés;
- Er dient rekening gehouden te worden met één of meerdere NUTS-aansluitingen voor de bronsturing en een regelkamer voor o.a. de centrale regeling van WKO-bronnen. Dit kan in gecombineerd worden in de technische ruimte van een van de gebouwen.

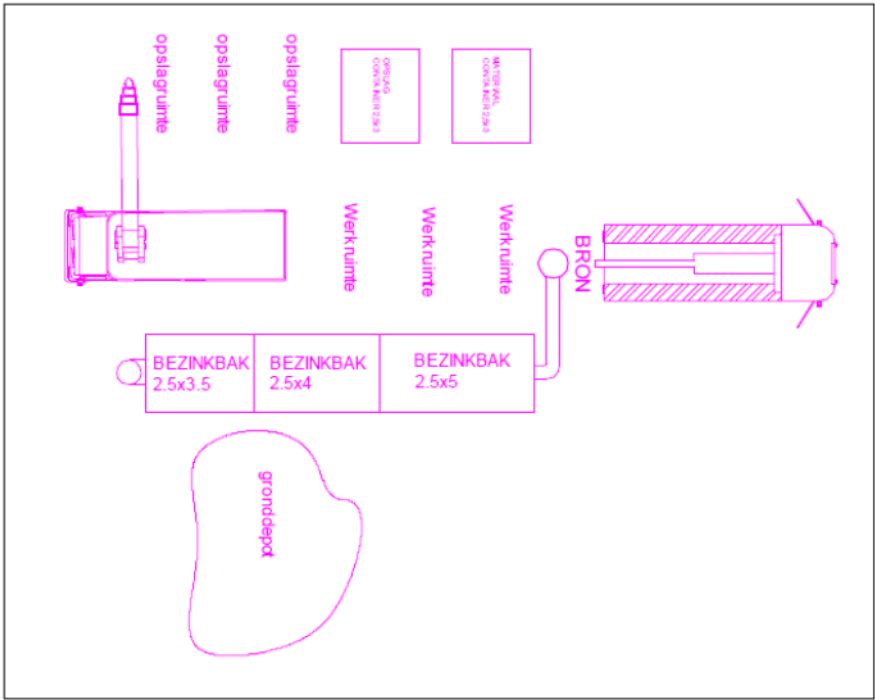
Voorbeeld dwarsprofiel

NEN 7171-1:2009

B.4 Voorbeeld dwarsprofiel voor een woonstraat



Boren van de bronnen



Aanleg leidingwerk



Mogelijke uitvoering bronputten



Merosch B.V.

Eendrachtsweg 3
2411 VL Bodegraven
0172 65 12 64

Monnikenpad 5
3817 VK Amersfoort
033 30 38 909

T 0172 65 12 64
E info@merosch.nl
I merosch.nl

KVK 27311612
BTW NL8224.23.066.B01
IBAN NL80 TRIO 0197 8235 99

