



Energietransitie Katwijk

Onderbouwing van de opgave



CE Delft

Committed to the Environment

Energietransitie Katwijk

Onderbouwing van de opgave

Dit rapport is geschreven door:

Jasper Schilling, Joram Dehens, Christiaan Meijer en Marieke Nauta

Delft, CE Delft, maart 2023

Publicatienummer: 23.220313.039

Gemeenten / Beleid / Toekomst / Energievoorziening / Duurzame energie / Productie / Vraag / Aanbod / Gebouwde omgeving / Industrie / Landbouw / Mobiliteit /

Opdrachtgever: Gemeente Katwijk

Uw kenmerk: Z2952423D2952438

Alle openbare publicaties van CE Delft zijn verkrijgbaar via www.ce.nl

Meer informatie over de studie is te verkrijgen bij de projectleider Jasper Schilling (CE Delft)

© copyright, CE Delft, Delft

CE Delft

Committed to the Environment

CE Delft draagt met onafhankelijk onderzoek en advies bij aan een duurzame samenleving. Wij zijn toonaangevend op het gebied van energie, transport en grondstoffen. Met onze kennis van techniek, beleid en economie helpen we overheden, NGO's en bedrijven structurele veranderingen te realiseren. Al meer dan 40 jaar werken betrokken en kundige medewerkers bij CE Delft om dit waar te maken.



Inhoud

	Samenvatting	4
1	Inleiding	7
	1.1 Katwijk energieneutraal in 2050	7
	1.2 Doel van deze studie	7
	1.3 Leeswijzer	7
2	Opgave van Katwijk	8
	2.1 Opgave energieneutraal Katwijk	8
	2.2 Opgave voor het elektriciteitsnet	10
3	Vraagontwikkeling	11
	3.1 Inleiding	11
	3.2 Gebouwde omgeving	11
	3.3 Industrie	13
	3.4 Landbouw	13
	3.5 Mobiliteit	13
4	Potentie voor opwek van energie	15
	4.1 Inleiding	15
	4.2 Elektriciteit	16
	4.3 Warmte	22
	4.4 Duurzame gassen	24
5	Gevolgen elektriciteitsnet	26
	5.1 Hoe werkt het elektriciteitsnet?	26
	5.2 Gevolgen in de wijk	27
	5.3 Gevolgen op hogere netvlakken: gevolgen voor het onderstation Katwijk	30
	5.4 Alternatieven voor netverzwaring	31
6	Conclusies	33
A	Onderbouwing berekeningen Vraagzijde	35
	A.1 Historisch energieverbruik van Katwijk	35
	A.2 Toekomstige energievraag gebouwde omgeving	36
	A.3 Toekomstige energievraag Industrie en Bouwnijverheid	40
	A.4 Toekomstige energievraag Landbouw en Visserij	40
	A.5 Toekomstige energievraag Mobiliteit	40
B	Onderbouwing berekeningen potentie opwek van energie	43
	B.1 Zon	43
	B.2 Wind	52



	B.3 Warmte	58
	B.4 Duurzame gassen	58
C	Aannames voor bepaling gevolgen elektriciteitsnet	60
	C.1 Bepalen effecten op middenspanningsruimtes	60
	C.2 Bepalen effecten op onderstation	60
	C.3 Warmtetransitie Gebouwde Omgeving	60
	C.4 Mobiliteit	61
D	Bijlage energiecijfers Valkenhorst	64
7	Literatuur	65

Samenvatting

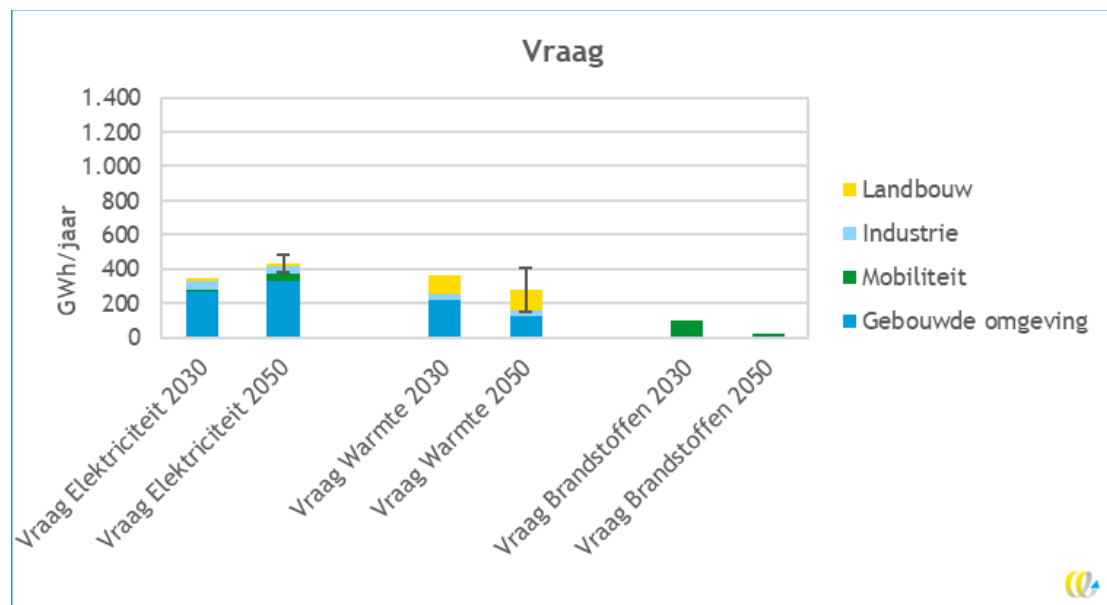
De gemeente Katwijk heeft de ambitie om in 2050 energieneutraal te zijn, en daarmee over het jaar heen net zoveel duurzame energie op te wekken als nodig voor het eigen gebruik. In het regionale Energieakkoord Holland Rijnland is afgesproken dat de regio voor 80% energieneutraal wil zijn. De overige 20% wordt ingevuld door onder andere het benutten van warmtebronnen van buiten de regio.

CE Delft geeft in deze studie een beeld van de verwachte vraag en de potentie voor de opwek van energie. Er is ook gekeken naar de impact van de verwachte vraag op het elektriciteitsnet. Deze studie vormt de basis voor de Lokale Energiestrategie van de gemeente Katwijk.

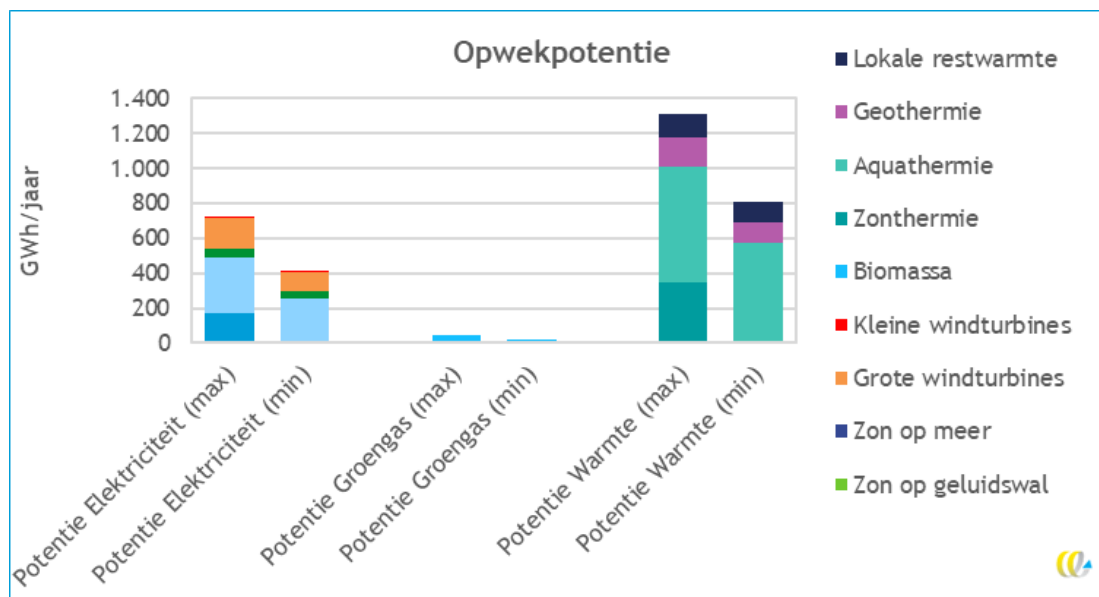
Opgave energieneutraal Katwijk

In Figuur 1 en Figuur 2 zijn de verwachte energievraag en de opwekpotentie van de gemeente Katwijk weergegeven. De vraag heeft betrekking op 2030 en 2050. De opwekpotentie is de maximale potentie, die losstaat van een exact jaartal.

Figuur 1 - Energievraag in de gemeente Katwijk



Figuur 2 - Opwekpotentie in de gemeente Katwijk



Elektriciteit

De elektriciteitsvraag neemt tussen 2030 en 2050 toe. Hoe groot de groei zal zijn, hangt met name af van de keuze die de gemeente maakt voor de warmtevoorziening van woningen.

Indien de gemeente Katwijk in 2050 energieneutraal wil zijn, dan lukt dit niet enkel met zon op daken. Het zal tevens nodig zijn om in te zetten op andere vormen van opwekking. De grootste potentie naast zon op dak ligt bij grote windturbines, zonnevelden (indien mogelijk vanuit milieurestricties) en zon op parkeerplaatsen.

Warmte

De warmtepotentie binnen Katwijk is vele malen groter dan de vraag. Het is echter niet eenvoudig om meer warmte op te wekken dan waar er lokaal vraag naar is. De reden hiervoor is dat er voor elektriciteit een landelijk net ligt, waar stroom aan kan worden geleverd. Warmte kan enkel worden ingevoerd in warmtenetten. Katwijk heeft nog geen warmtenetten, maar in de Transitievisie Warmte worden deze wel voorzien voor enkele gebieden in de gemeente. Om de potentie optimaal te benutten, is het zaak om in te zetten op de uitrol van lokale warmtenetten. Als de gemeente de ambitie heeft om meer warmte op te wekken dan lokaal nodig, dan dient er een regionale warmteleiding te komen voor transport naar buurgemeenten.

Brandstoffen

Waar in 2030 nog fossiele brandstoffen als benzine en diesel worden gebruikt voor transport, zal dit in 2050 zeer sterk zijn afgenomen. Er blijft naar verwachting een klein aandeel auto's en trucks die nog benzine of diesel gebruiken. Voor het bereiken van energieneutraliteit zullen deze brandstoffen gecompenseerd moeten worden met een groter aandeel opwek van hernieuwbare elektriciteit.

Energieneutraliteit enkel mogelijk door in te zetten op wind en zon

De energievraag in de gemeente kan theoretisch worden ingevuld met hernieuwbare energiebronnen in de gemeente Katwijk. De vraag is echter of dit realistisch is. Om in 2050 energieneutraal te zijn, is het nodig om vol in te zetten op het realiseren van opwekking met grote windturbines en grootschalige zonnevelden, ook in gebieden waar milieueffecten te verwachten zijn volgens de PlanMER RES Holland Rijnland. Ook zal de volledige potentie van zon op dak moeten worden gerealiseerd. Dit laatste is niet eenvoudig, omdat dit afhankelijk is van de keuzes van duizenden gebouwegenaren.

Nu actie nodig om bijdrage te leveren aan de RES

Willen de grootschalige wind- en zonprojecten bijdragen aan de RES Holland Rijnland dan is het nodig dat deze nog in deze collegeperiode worden vergund (uiterlijk in 2024). Er res-teren dan nog twee jaar voor het vormgeven van een plan, het vinden van een geschikte partij, het uitvoeren van de bewonersparticipatie en de vergunningverlening. Dit is een zeer ambitieus tijdsplan.

Liander heeft gevolgen netimpact in beeld, maar er is reële kans op netcongestie

In deze studie is ook gekeken naar de gevolgen van de verwachte vraagontwikkeling op het elektriciteitsnet voor het onderstation Katwijk. De verwachting van de netbeheerder is dat er netcongestie kan optreden tot circa 2027. De gemeente Katwijk kan hier vooral helpen door de plannen van de netbeheerder te faciliteren. Voor de langere termijn is er nog veel onzekerheid over de verwachte warmtevoorziening in Katwijk. Wanneer hierover meer duidelijkheid komt, kan dat nog worden meegenomen in de investeringsplanning.

Goede afstemming nodig voor een robuust energiesysteem

Om elektrisch verwarmen, zon op dak en elektrisch verkeer te faciliteren, is het nodig dat er in alle wijken in Katwijk extra middenspanningsstations worden bijgeplaatst. Gemiddeld gaat het om een verdubbeling tot verdrievoudiging van het aantal stations. Met name in het centrum van Katwijk aan Zee (specifiek de buurten Midden, Overduin en De Noord) is er weinig ruimte om deze stations te plaatsen.

Het is daarom verstandig om bij iedere herinrichting van de openbare ruimte ook bewust te kijken naar de inpassing ervan in het toekomstig energiesysteem. Het is hiervoor noodzakelijk om proactief met netbeheerder Liander op te trekken.

Tot 2030 geen ruimte voor aansluiten grote zon- en windprojecten

Tot 2030 heeft Liander geen ruimte op het net voor het aansluiten van grootschalige wind- en zonprojecten. Deze ruimte zal er tegen 2030 wel zijn. Dit betekent niet dat projectontwikkeling pas in 2030 kan starten, wel dat er bij projectontwikkeling rekening moet worden gehouden dat het project pas in 2030 kan worden gerealiseerd.

1 Inleiding

1.1 Katwijk energieneutraal in 2050

De gemeente Katwijk heeft de ambitie om in 2050 energieneutraal te zijn. Hiervoor ligt de prioriteit de komende vier jaar op het isoleren van huizen en initiatieven van inwoners te ondersteunen (Gemeente Katwijk, 2022). Tegelijkertijd vraagt de ambitie voor energieneutraliteit om het verkennen van de opgave om in de gemeente evenveel energie op te wekken als in de toekomst naar verwachting wordt verbruikt (zie Textbox 1).

Textbox 1 - Energieneutraliteit

Een energieneutrale gemeente is een gemeente die over het jaar heen net zoveel duurzame energie opwekt als dat het nodig heeft voor haar energiegebruik. In de regio is de doelstelling om voor 80% energieneutraal te zijn. De overige 20% wordt ingevuld door onder andere het benutten van warmtebronnen van buiten de regio.

Wil de gemeente een bijdrage leveren aan de RES Holland Rijnland, dan dienen hernieuwbare-energieprojecten in de regio uiterlijk 2025 worden vergund. Het is daarmee zaak dat zon- en windprojecten in deze coalitieperiode worden uitgewerkt en vergund.

1.2 Doel van deze studie

Deze studie brengt in beeld wat de opgave is van het energieneutraal worden van de gemeente Katwijk. Deze studie geeft antwoord op de volgende vragen

1. Wat is de verwachte energiebehoefte van de gebouwde omgeving en elektrische mobiliteit in 2030 en 2050 in Katwijk?
2. Wat is de potentie voor de grootschalige opwek van wind- en zonne-energie in Katwijk?
3. Wat zijn de gevolgen van de verwachte energiebehoefte op het elektriciteitsnet?

Doel van de studie is om feitelijke input te geven aan de Lokale Energie Strategie (LES) van de gemeente Katwijk. De LES wordt de opvolger van het energieprogramma 2015-2020. De LES zal ook in beeld brengen wat de bijdrage van Katwijk zal zijn aan de ambities van de regionale energiestrategie Holland Rijnland.

1.3 Leeswijzer

In deze rapportage geven we eerst in Hoofdstuk 2 een beknopt overzicht van de opgave in Katwijk. Vervolgens pellen we deze opgave verder af. In Hoofdstuk 3 gaan we dieper in op de vraagontwikkeling naar verschillende soorten van energie in Katwijk. In Hoofdstuk 4 gaan we in op de potentie van energieopwekking. In Hoofdstuk 5 kijken we naar de gevolgen van de energietransitie op het elektriciteitsnet in Katwijk. Tot slot geeft Hoofdstuk 6 een aantal conclusies en beleidsadviezen naar aanleiding van de uitgevoerde analyse.

2 Opgave van Katwijk

De gemeente Katwijk heeft de ambitie om in 2050 energieneutraal te zijn. In dit hoofdstuk geven we kort het overzicht van de opgave om dit doel te bereiken. De verdere uitwerking van de vraagontwikkeling, de energiepotentie en de opgave van het elektriciteitsnet komen aan bod in de verdere hoofdstukken in deze rapportage.

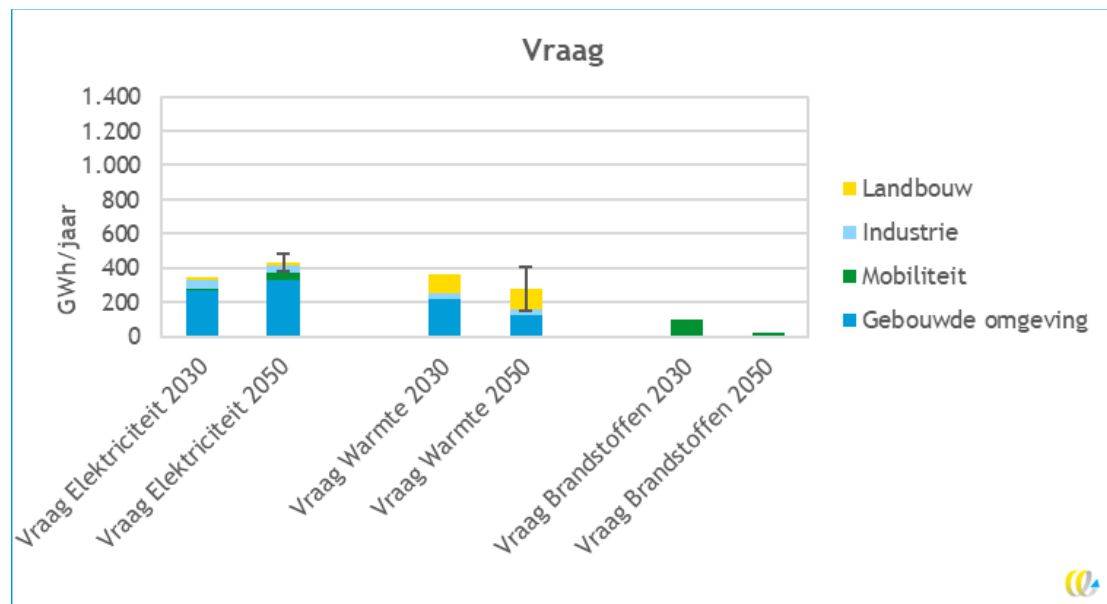
2.1 Opgave energieneutraal Katwijk

Energieneutraliteit betekent dat er, over het jaar heen, evenveel energie wordt opgewekt als verbruikt door een gemeente. Dit hoeft niet te betekenen dat je dezelfde soort energie opwekt als gebruikt. Zo wordt er in de gemeente benzine gebruikt door auto's, maar mag de opwek bestaan uit elektriciteit uit zonne-energie. Enkel de som van de opwek in de gemeente en de som van het verbruik van de gemeente dienen elk jaar even hoog te zijn.

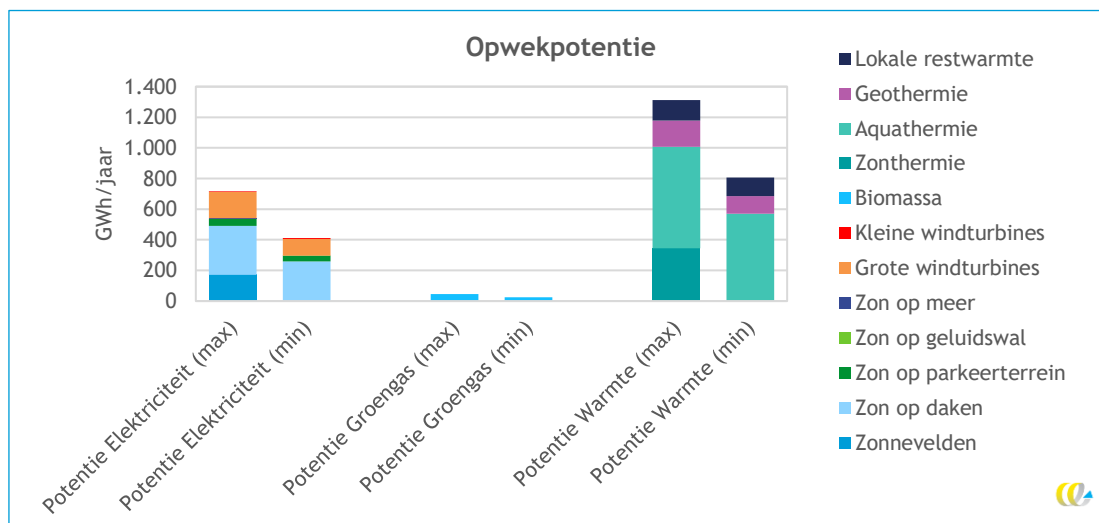
De gemeente Katwijk heeft lokale potentie voor opwek van energie. We kijken in deze studie naar op opwek van elektriciteit uit wind en zon, en mogelijke bronnen van warmte voor warmtenetten. Er is niet gekeken naar de productie van hernieuwbare gassen.

In Figuur 3 zijn de verwachte toekomstige energievraag en de opwekpotentie van de gemeente Katwijk weergegeven. De vraag is weergegeven voor de jaren 2030 en 2050. De opwekpotentie is een maximale potentie, die losstaat van een exact jaartal.

Figuur 3 - Vraag in de gemeente Katwijk



Figuur 4 - Opwekpotentie in de gemeente Katwijk



We kijken los naar de verhouding in vraag en aanbod van elektriciteit warmte en brandstoffen.

Elektriciteit

De elektriciteitsvraag neemt tussen 2030 en 2050 nog een grote vlucht. Waar in 2030 de elektriciteitsvraag theoretisch kan worden opgevangen door *alle* daken van Katwijk maximaal te voorzien van zon op dak, is dat voor 2050 niet langer voldoende. Hierbij merken wij op dat het een zeer grote uitdaging is om 100% van de beschikbare potentie daadwerkelijk gerealiseerd te krijgen: de gemeente kan dit namelijk niet afdwingen, en is daarmee afhankelijk van de duizenden individuele gebouweigenaren om hun dak zo efficiënt mogelijk te benutten. Landelijke studies geven aan dat afhankelijk van het ambitieniveau tussen de 15 en 80% van het theoretisch potentieel benut zou kunnen worden. Financiële incentives van gebouweigenaren kunnen leiden tot het niet, of niet maximaal, benutten van de volledige potentie.

De elektriciteitsvraag voor 2050 is nog zeer onzeker. Dit hangt onder meer af van de verwachte groei van waterstofauto's en de keuze die de gemeente maakt voor de warmtevoorziening van de woningen in Katwijk. Duidelijk is echter dat de elektriciteitsvraag nog flink zal toenemen.

Wil de gemeente Katwijk in 2050 energieneutraal zijn, dan zal het nodig zijn om naast zon op dak ook in te zetten op andere vormen van opwekking. De grootste potentie bestaat hierbij uit grote windturbines, gevolgd door zonnevelden (uitgaande van de potentie in het maximale scenario) en zon op parkeerplaatsen. Kleinschalige windturbines en zon op geluidswallen leveren een zeer kleine bijdrage aan de energieneutraliteit.

Warmte

De warmtepotentie binnen Katwijk is vele malen groter dan de vraag. Het is echter niet eenvoudig om meer warmte op te wekken dan waar er lokaal vraag naar is. De reden hiervoor is dat er voor elektriciteit een landelijk net ligt waar stroom op kan worden ingevoerd.

Warmte kan enkel worden ingevoed in warmtenetten. Katwijk heeft nog geen warmtenetten, maar in de Transitievisie Warmte worden deze wel voorzien voor enkele gebieden in de gemeente. Zou de gemeente Katwijk de ambitie hebben om meer warmte op te wekken dan waar lokaal behoefte aan is, dan is het noodzakelijk dat er een regionale warmteleiding is waar de Katwijkse warmte op ingevoed kan worden voor gebruik in buurgemeenten.

Brandstoffen

Waar in 2030 nog fossiele brandstoffen als benzine en diesel worden gebruikt voor (bestel-) auto's en trucks, zal dit in 2050 zeer sterk zijn afgenomen. Er blijft naar verwachting een klein aandeel trucks die nog (bio)diesel gebruiken, en een klein gebruik van (bio)benzine in het personenvervoer. Deze brandstoffen kunnen niet worden opgewekt in de gemeente Katwijk en zullen voor energieneutraliteit gecompenseerd moeten worden met een groter aandeel opwek van hernieuwbare elektriciteit. Ter referentie: deze vraag is minder dan 20% van de energievraag en komt ongeveer overeen met de volledige potentie van zon op dak voor de nieuwbouwwoningen, of 50% van de potentie voor zonnepanelen in Katwijk (uitgaande van provinciale beperkingen).

2.2 Opgave voor het elektriciteitsnet

Zoals in Paragraaf 2.1 is te zien, zal voor steeds meer activiteiten (rijden, verwarmen, productie van goederen) in de toekomst gebruik gemaakt worden van elektriciteit. Daarnaast is de ambitie om ook meer duurzame elektriciteit op te wekken. Op daken van woningen, maar mogelijk ook met andere zon- en windprojecten. Hiervoor moet het bestaande net verzaamd worden en er zijn meer onderstations en middenspanningsstations in de wijk nodig. Indicatief moeten voor de vraagontwikkelingen in deze studie twee tot drie keer zoveel middenspanningsstations in de buurten in Katwijk worden geplaatst. Hiervoor zijn ook extra of zwaardere elektriciteitskabels nodig, die in de straat moeten worden ingegraven. Een goede inpassing van deze stations en de benodigde kabels vraagt om proactieve afstemming tussen de gemeente Katwijk en de netbeheerder.

Netbeheerder Liander is van plan om in 2027 het onderstation Katwijk te verzwaren¹. De vraagontwikkeling zoals weergegeven in deze studie, past binnen de voorziene stijging in de elektriciteitsvraag voor dit station, en geeft daarmee geen reden om deze planning aan te passen. De voorziene verzwaring is wel afhankelijk van de uitbreiding van het bovenliggende 150/50 kV-station in Sassenheim. Liander verwacht dat het goed mogelijk is dat de capaciteitsvraag op dit station voor die tijd gaat leiden tot netcongestie, waarmee ook de gemeente Katwijk te maken krijgt met congestie. In 2027 wordt het station verzaamd, waardoor er weer ruimte ontstaat op het net.

De overige onderstations in de gemeente Katwijk, het huidige station Rijnsburg en het toekomstige station Valkenburg dat een deel van Valkenhorst van stroom gaat voorzien, zijn in deze studie niet onderzocht. Ook hier geldt dat het goed mogelijk is dat er tot 2027 netcongestie kan gaan optreden.

¹ Deze verzwaring is afhankelijk van de hoofdvoeding uit het onderstation Sassenheim.

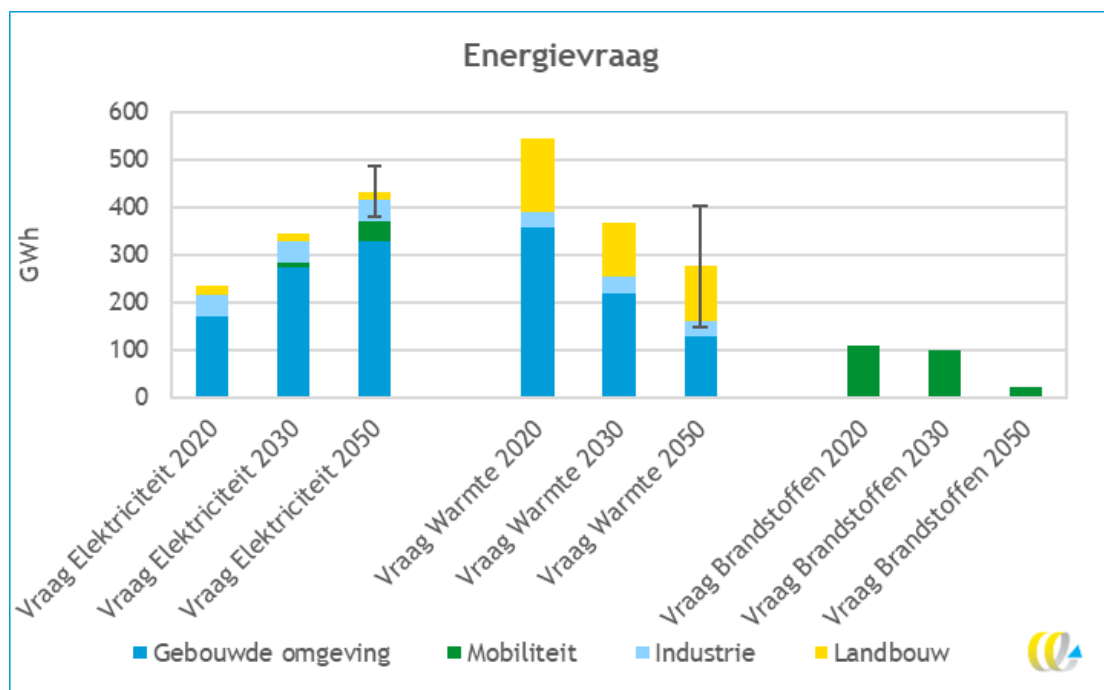
3 Vraagontwikkeling

3.1 Inleiding

Door de energietransitie verandert de vraag naar energie in Katwijk. Momenteel bestaat nog meer dan 70% van de energievraag uit fossiele brandstoffen zoals aardgas, benzine en diesel. In 2050 moeten fossiele brandstoffen verdwijnen of gecompenseerd worden. Woningen en bedrijven worden verwarmd met warmtenetten of warmtepompen, auto's en trucks rijden elektrisch. Daarnaast neemt ook de bevolking van Katwijk toe. Met de bouw van Valkenhorst, maar ook door andere nieuwbouwprojecten.

In Figuur 5 staat het effect op de energievraag voor heel Katwijk weergegeven. Te zien is dat de verwachte vraag naar met name elektriciteit in 2050 nog zeer onzeker is. De totale energievraag in Katwijk zal dalen in 2050, met 6-27% ten opzichte van 2020.

Figuur 5 - Verwachte vraag naar de energiedragers warmte, elektriciteit en brandstoffen in de gemeente Katwijk



Hierna gaan wij nader in op de vraagontwikkeling voor de belangrijkste sectoren in Katwijk.

3.2 Gebouwde omgeving

De gebouwde omgeving bestaat uit de woningen en gebouwen (kantoren, zwembaden, scholen) in de gemeente Katwijk.

De elektriciteitsvraag van apparatuur blijft constant

Net zoals in de Klimaat- en Energieverkenning 2022 (PBL, 2022b) veronderstellen we dat de elektriciteitsvraag van apparatuur constant blijft. Hierbij gaan we ervan uit dat twee effecten elkaar opheffen, namelijk een toename van de elektrische apparatuur en een hogere efficiëntie van de elektrische apparatuur. Door de uitbreidingsplannen neemt het elektriciteitsverbruik toe. Dit elektriciteitsverbruik schalen we lineair met het aantal woningen.

Isoleren verlaagt de warmtevraag

Wanneer alle woningen en utiliteitsgebouwen naar energielabel B zijn geïsoleerd in 2050, zal de warmtevraag in 2050 255 GWh/jaar bedragen in plaats van de huidige 375 GWh/jaar; dit is een besparing van 32%. Hierbij is rekening gehouden met de uitbreidingsplannen in de gemeente. Wanneer ervan wordt uitgegaan dat het isoleren lineair in de tijd wordt gerealiseerd, zal de warmtevraag in 2030 336 GWh/jaar bedragen.

Nieuwbouw

Volgens de woningbouwplannen van de gemeente komen er tussen 2020 en 2032 9.252 woningen bij en worden er 453 woningen gesloopt. Hiermee neemt het aantal woningen in de gemeente toe met 32%. Hiervan is 20% ten gevolge van Valkenhorst (5.600 woningen). De overige 12% is woningverdichting in bestaand woongebied. Al deze nieuwbouw wordt aardgasvrij opgeleverd. We nemen in de berekeningen aan dat nieuwbouw met een elektrische warmtepomp verwarmd zal worden.

Van het aardgas af: warmtevisie

Volgens de huidige doelstellingen van de warmtevisie zullen 5.000 woningen van het gas af zijn in 2030. Hierbij zullen 3.700 bestaande woningen deels met elektriciteit verwarmd worden, namelijk de woningen die worden aangesloten op een aquathermiewarmtenet (2.700 woningen) en de woningen met een individuele warmtepomp (1.000 woningen). 1.300 woningen worden aangesloten op een warmtenet waarbij nagenoeg geen elektriciteit nodig is.

In 2050 moet de volledige gebouwde omgeving aardgasvrij worden verwarmd. De warmtevisie geeft nog geen zekerheid over de voorziene warmtetechniek in de gemeente, en daarmee is de energievraag ook nog niet bekend. De warmtetechniek bepaalt namelijk de behoefte aan bronwarmte of elektriciteit. Om deze reden hebben wij voor 2050 in beeld gebracht wat de bandbreedte is van twee uiterste scenario's:

1. Een scenario waarin veel buurten overschakelen op een elektrische warmtepomp.
2. Een scenario waarin veel buurten overschakelen op een warmtenet.

Toekomstige energievraag gebouwde omgeving

De verwachte energievraag van de gebouwde omgeving is weergegeven in Tabel 1. De energievraag in 2050 is relatief onzeker en afhankelijk van de uiteindelijke techniekeuze. Voor het jaar 2030 baseren we ons op de verkenningbuurten uit de warmtevisie.

Tabel 1 - Verwachting energievraag gebouwde omgeving (exclusief elektrisch laden)

	2020	2030	2050
Aantal woningen	27.000	36.000 (woningbouwplannen)	44.000 (aanname ²)
Warmtevraag (GWh/jaar)	375	336	255
Aardgasverbruik (GWh/jaar)	375	207	0
Elektriciteitsverbruik voor warmte (GWh/jaar)	0	48	Maximaal 105 (wanneer merendeel GO-warmtepomp)
Warmteverbruik (GWh/jaar)	0	12	Maximaal 255 (wanneer merendeel GO op warmtenet)
Elektriciteitsverbruik apparatuur (GWh/jaar)	170	226	277

3.3 Industrie

Ongeveer 8% van de energievraag in de gemeente komt vanuit de industrie. We brengen de toekomstige energievraag van de industrie in beeld aan de hand van de landelijke verwachtingen over de ontwikkeling van de industrie volgens de Klimaat- en Energieverkenning 2022. De Klimaat- en Energieverkenning 2022 geeft projecties tot en met 2030 (PBL, 2022b). Ten opzichte van 2020 neemt het elektriciteitsverbruik in de industriële sector toe met 16% richting 2030. Het warmteverbruik (bijna altijd gasverbruik) neemt af met 4%. Hoe de industrie daarna ontwikkelt is onduidelijk en vraagt om een specifieke analyse per bedrijf. Om deze reden houden we na 2030 de energieverbruiken in de industrie constant.

3.4 Landbouw

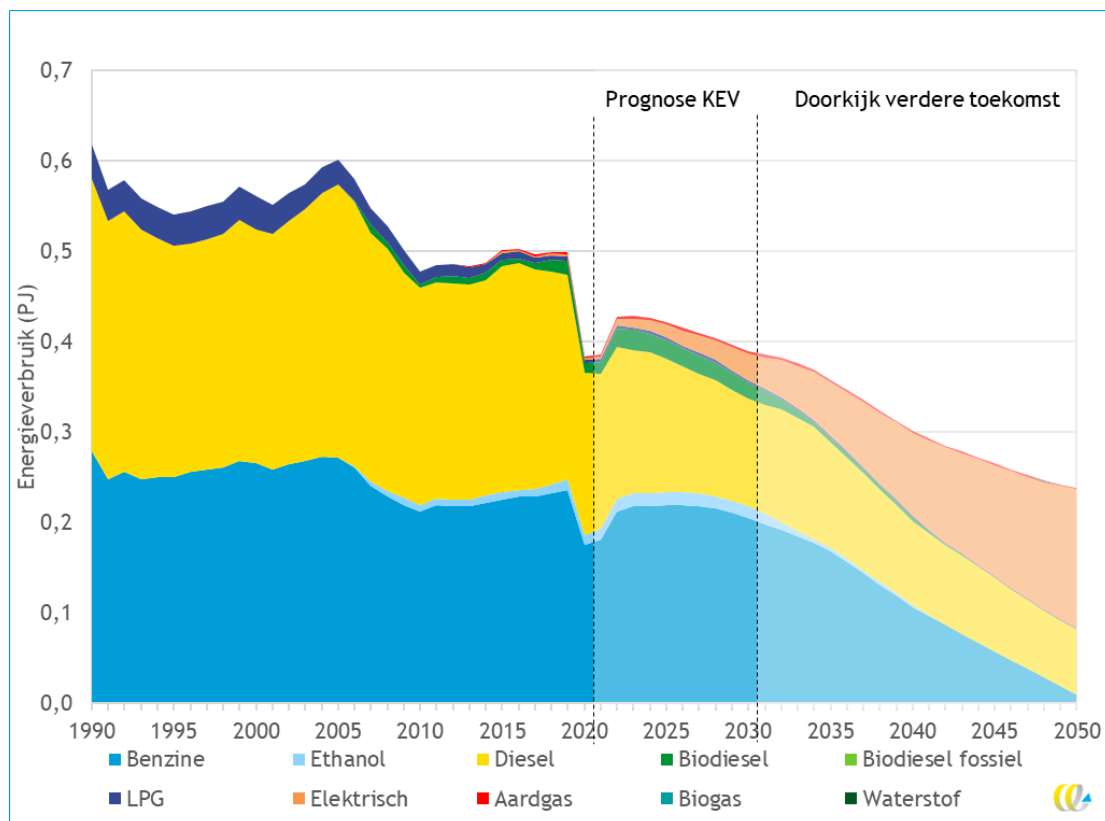
Ongeveer 20% van de energievraag in Katwijk is afkomstig uit de landbouw. Het gaat hier met name om het gasverbruik vanuit de kassen. Ook hier brengen we de toekomstige energievraag van de landbouw in beeld aan de hand van de KEV 2022 (PBL, 2022b). Ten opzichte van 2020 neemt het elektriciteitsverbruik in de landbouwsector af met 2% richting 2030. Het warmteverbruik (bijna altijd gasverbruik) neemt af met 31%. Na 2030 houden we de energieverbruiken in de landbouw constant.

3.5 Mobiliteit

Voor mobiliteit kijken we naar de verwachte energievraag van het wegverkeer: de auto's, bestelauto's en trucks die binnen de gemeente rijden. De verwachte vraag naar energie per energiedrager voor het wegverkeer is weergegeven in Figuur 6.

² Eigen aanname CE Delft uit eerder onderzoek voor de gemeente Katwijk (CE Delft, 2021b).

Figuur 6 - Historische en verwachte energieverbruik Katwijk per brandstofssoort



Door elektrificatie van voertuigen zal de totale vraag naar energie van deze voertuigen afnemen. In 2019 was de vraag nog 0,50 PJ; de verwachting is dat dit gaat dalen naar 0,24 PJ in 2050. Deze daling in energievraag is vooral te verklaren door het hogere rendement van elektrische aandrijving. Ook zorgt technologische vooruitgang ervoor dat voertuigen steeds efficiënter worden.

De KEV geeft aan dat personenauto's tegen 2050 allemaal elektrisch zullen zijn, waardoor de vraag naar benzine vrijwel helemaal wegvalt. We zien ook dat de rol van diesel veel kleiner wordt. Dit komt doordat ook bestelbusjes allemaal elektrisch zullen gaan rijden tegen 2050. Volgens onze berekeningen zal 64% van de energievraag van personenauto's, bestelauto's en trucks uit elektriciteit bestaan in 2050. Voorlopig wordt aangenomen dat het resterende deel (36%), de energievraag van voornamelijk trucks, met een (bio)diesel-vormige brandstof wordt voorzien. De productie van deze brandstof vindt naar verwachting niet binnen de gemeentegrenzen plaats.

Overige vormen van mobiliteit

Wegverkeer is goed voor 85% van de energievraag van mobiliteit. De overige 15% is afkomstig van mobiele werktuigen. Denk hierbij aan hijskranen, graafmachines, en tractoren. Het is lastig om een inschatting te geven over de toekomstige energievraag van deze werktuigen. Deels omdat nog onduidelijk is hoe deze verduurzamen, maar vooral omdat de inzet van deze werktuigen in grote mate afhangt van het aantal bouwprojecten in de gemeente. Het is daarom lastig om een trendverwachting te geven voor deze energievraag. Om deze reden is deze vraag niet meegenomen in deze studie.

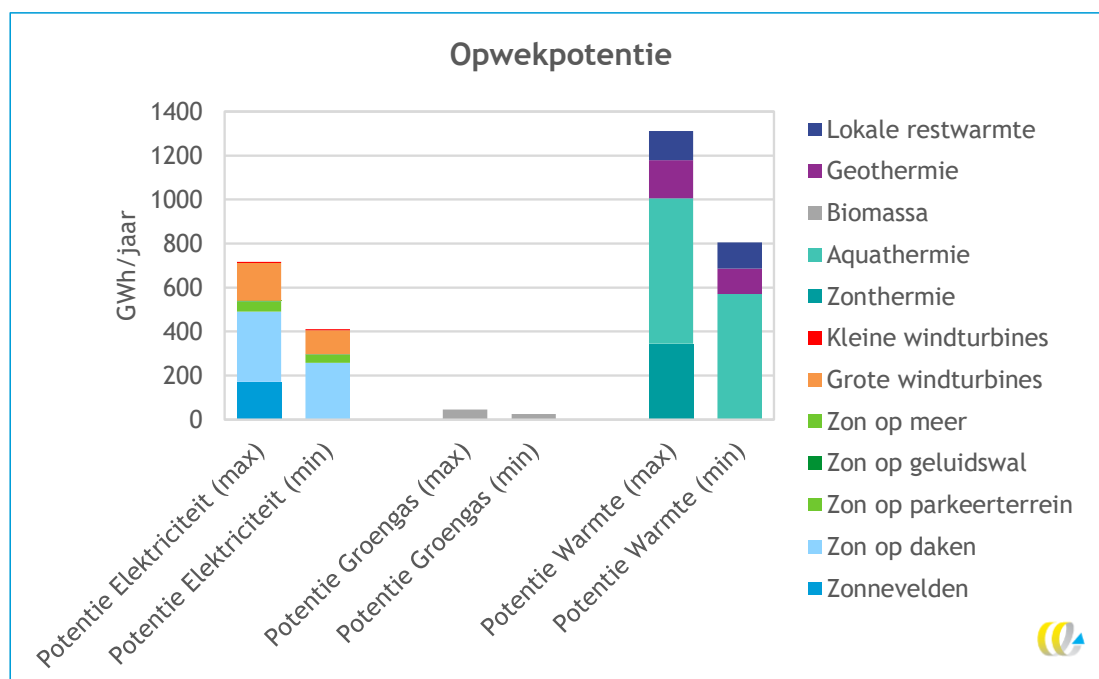
4 Potentie voor opwek van energie

4.1 Inleiding

De gemeente Katwijk wil energieneutraal zijn (Gemeente Katwijk, 2022) en daarmee over het jaar heen net zoveel duurzame energie opwekken als dat de gemeente nodig heeft voor haar energiegebruik. Om te weten welk deel van de energievraag binnen de gemeente Katwijk kan worden opgewekt, wordt in dit hoofdstuk de potentie voor de opwek van energie in beeld gebracht, zowel voor elektriciteit als voor warmte. Deze potenties kun je niet bij elkaar optellen. Dit komt doordat de potentie van warmte enkel kan worden benut indien er een warmtenet in de gemeente is, die de warmte inzet voor de gebouwde omgeving.

Voor zowel elektriciteitsopwekking als warmte is een bandbreedte (min-max) aangegeven (zie Figuur 7).

Figuur 7 - Opwekpotentie



In de volgende paragrafen werken we deze potentie en de onderbouwing van de bandbreedte verder uit.

Textbox 2 - Relatie met de RES Holland Rijnland

De gemeenten in Holland Rijnland hebben de gezamenlijke ambitie om Energieneutraal te zijn. Deze ambitie is verankerd in het Energieakkoord Holland Rijnland en later vertaald in de RES 1.0. Om deze ambitie te behalen, zijn er verschillende ambities in de RES 1.0 vastgelegd (Holland Rijnland, 2019):

- Energieneutrale regio in 2050 (waarvan 80% met duurzame opwek in eigen regio).

- 30% besparing in 2050 ten opzichte van 2015.
- Voor 2025 wordt ingezet op:
 - 1,1 Twh besparing;
 - 1,05 TWh aan opwek van duurzame energie, waarvan 0,25 Twh door zon op grote daken.

De gemeenteraad van Katwijk heeft de RES 1.0, en daarmee de regionale doelen, vastgesteld. Hierbij is wel aangegeven dat de gemeente Katwijk zich bij haar inspanning voor de opwek van energie vooral zal richten op 'no regret'-maatregelen zoals (meer) zonnepanelen op daken van bedrijven, openbare gebouwen en van particulieren, boven parkeerterreinen en langs infrastructuur.

Welke projecten tellen mee in het landelijk bod van de RES?

De RES regio Holland Rijnland biedt haar plannen aan de Rijksoverheid aan. Niet alle activiteiten vanuit de RES tellen echter mee in het landelijk bod. De Rijksoverheid kijkt met name naar de plannen voor grootschalige opwek van zon (zonnevelden en grootschalige zonnedaken van meer dan 15 kWp, ongeveer 43 panelen of meer) en windenergie op land. Vergunningen voor deze projecten moeten uiterlijk 1 januari 2025 zijn vergund, willen ze meetellen als bijdrage aan het landelijk bod (NPRES, 2022). Het is daarmee zaak dat grootschalige zon- en windprojecten nog in deze coalitieperiode worden uitgewerkt en vergund.

4.2 Elektriciteit

De potentie voor opwek van hernieuwbare elektriciteit bestaat uit verschillende varianten van zonne-energie en windenergie. Hierna worden deze verder in beeld gebracht.

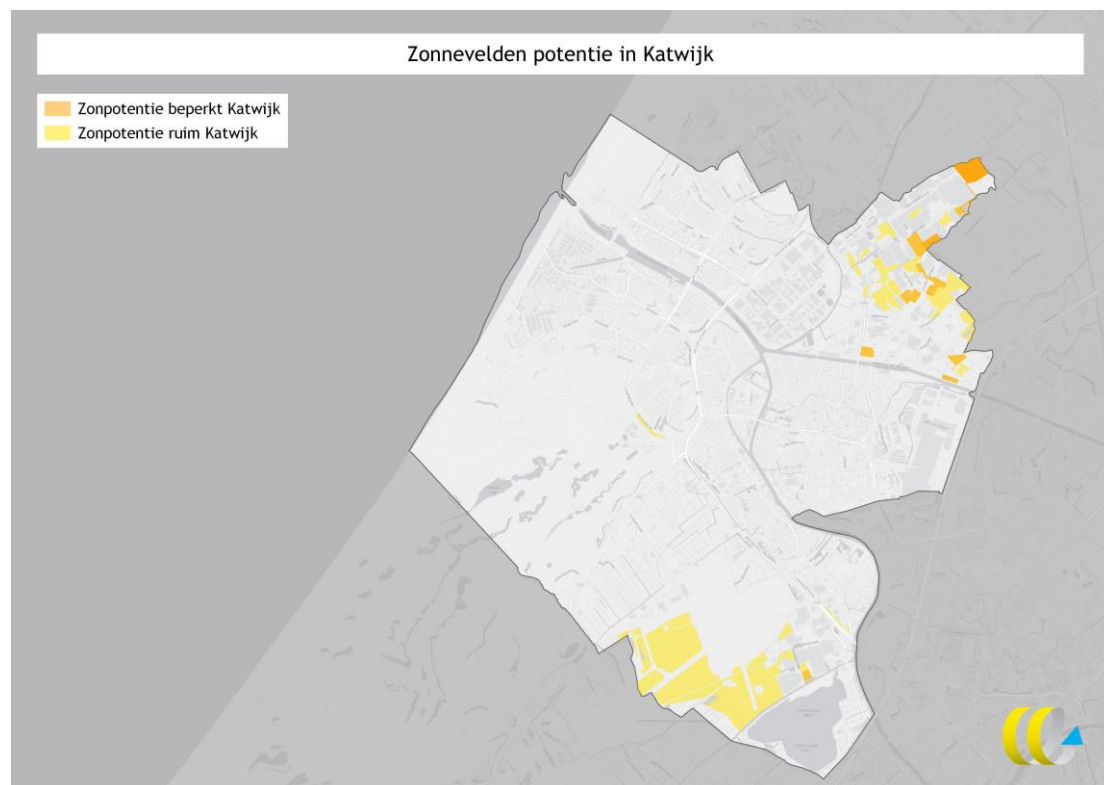
Zon

De potentie voor zonne-energie valt uiteen in de potentie voor zonnevelden, zon op daken, zon op parkeerterreinen, zon langs infrastructuur en zon op veld.

Zonnevelden

Er is theoretisch in totaal 141 hectare aan grond beschikbaar in Katwijk, waarop zonnevelden geplaatst kunnen worden (ruime potentie). Wanneer de provinciale regels voor plaatsing van zon op veld worden aangehouden dan blijft hier nog 36 hectare van over (beperkte potentie). Dit komt onder meer omdat de provincie het realiseren van zonnevelden op de meeste landbouwgronden niet toestaat. Tot slot geeft de PlanMER nog een aanvullende effectenbeoordeling, die adviseert nagenoeg alle resterende gebieden te vermijden vanuit milieuperspectief. Hierdoor blijft er feitelijk geen zonneveldpotentie over. In Figuur 8 is de locatie van de gebieden met potentie weergegeven, in Tabel 2 de bijbehorende potentie.

Figuur 8 - Zonpotentie inclusief plannen Valkenhorst



Tabel 2 - Potentieel zonnevelden volgens provinciale regelgeving

	Eenheid	Ruim theoretisch potentieel	Beperkt potentieel volgens omgevingsvisie Provincie	Beperkt potentieel + effectenbeoordeling PlanMER
Oppervlakte	ha	141	36	-0
Zonnestroompotentie	GWh	188	47,5	-0

Er is reeds een bestaand zonnepark in Katwijk bij de AWZI. Dit zonnepark heeft een opbrengst van 1,4 GWh per jaar (Alles over Katwijk, 2018).

Zon op daken

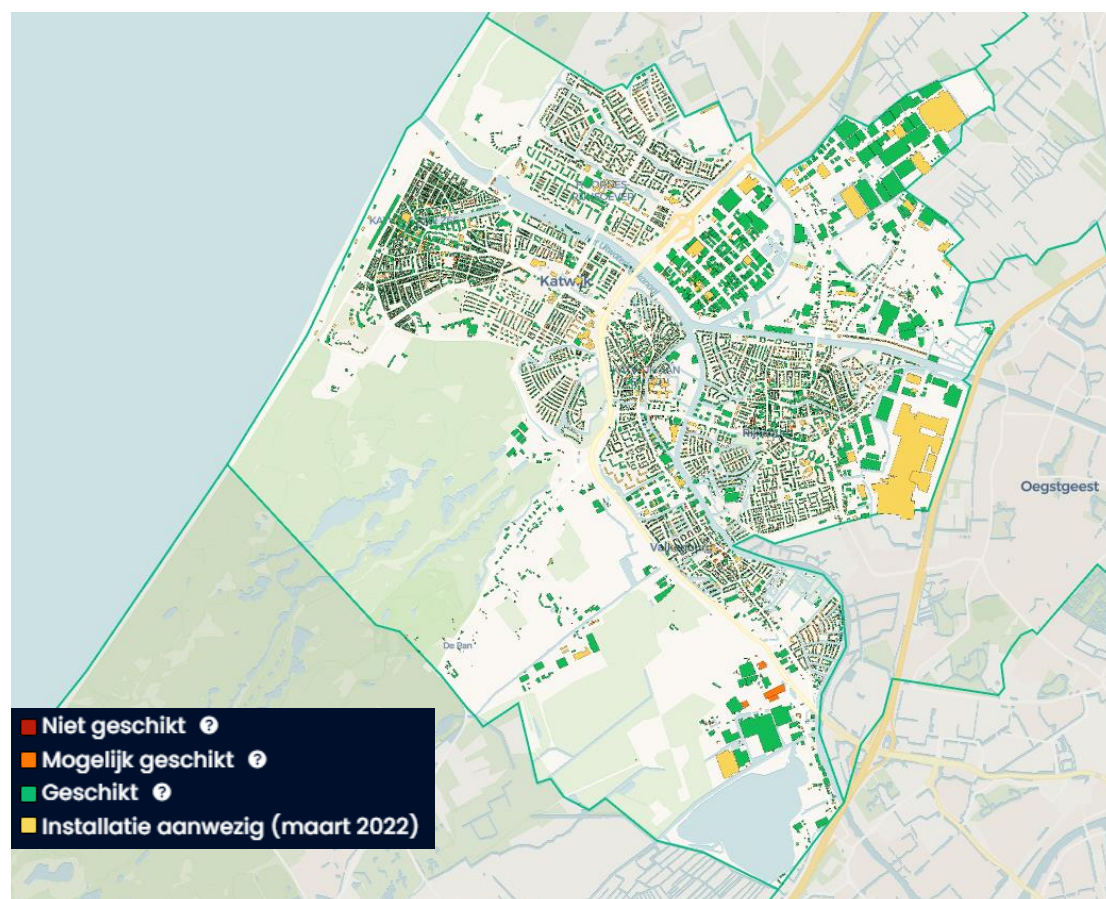
De laatste jaren groeien de aantallen zonnepanelen op daken hard. Liander geeft aan dat inmiddels bijna een kwart van de consumenten en ondernemers in haar verzorgingsgebied nu zonnepanelen heeft (Liander, 2023). Zon op dak telt ook mee voor de RES-opgave voor hernieuwbare opwekking wanneer grote daken worden volgelegd. Het gaat hierbij om projecten groter dan 15 kWp (circa 30-40 panelen).

De totale potentie van zon op dak is 256-317 GWh/jaar, waarvan circa 104-108 GWh/jaar op kleine daken en circa 152-209 GWh/jaar op grote daken. Dit is de maximaal realiseerbare potentie, wanneer geschikte daken (bestaande bouw en nieuwbouw) worden benut. Afhankelijk van het ambitieniveau is de inschatting dat tussen 15 en 80% van dit technisch potentieel benut zal gaan worden. De ondergrens volgt uit een lager ambitieniveau (70 GWh/jaar

landelijk) en een gebalanceerde ontwikkeling van zon-pv op daken en zon-pv op velden. De bovengrens volgt uit een hoger ambitieniveau (200 GWh/jaar landelijk) en een focus van de ontwikkeling van zon-op-daken (CE Delft & Generation.Energy, 2021).

De huidige opwek van zonnestroom op daken bedraagt 27 GWh/jaar, waarvan 12 GWh/jaar op woningdaken.

Figuur 9 - Geschiktheid bestaande daken Katwijk



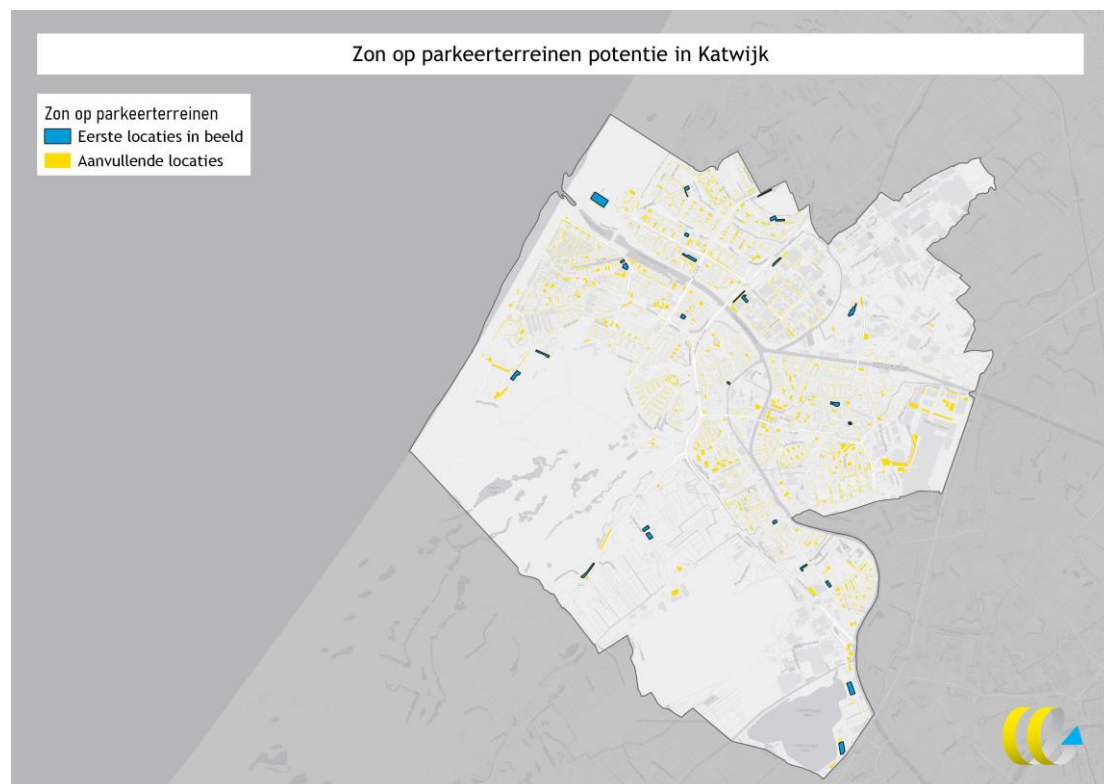
Bron: (Zonedakje, 2023).

Zon op parkeerplaatsen

Parkeerplaatsen kun je voorzien van overkappingen met zonnepanelen. De totale potentie van zon op parkeerterreinen in Katwijk bedraagt 38-46 GWh/jaar. Dit is een maximaal potentieel. De daadwerkelijke mogelijkheden hangen onder meer af van de bereikbaarheid van vrachtverkeer (hoogte), eigenaarschap van de grond, aanwezigheid van bomen, organisatie van evenementen, bodemkwaliteit inclusief mogelijke explosieven en archeologisch belang, waterinfiltratie, bestemmingsplan, inpassing en omgevingskwaliteit. De verwachting is dat daarmee slechts een beperkt deel van deze potentie kan worden gerealiseerd.

Een deel van de grotere parkeerlocaties was al in beeld bij de gemeente. De gemeente voert onderzoek uit naar de verschillende aspecten en afwegingen die op deze parkeerterreinen spelen. In Figuur 10 staan de locaties weergegeven die zijn meegenomen in de potentieberekening.

Figuur 10 - Zon op parkeerterreinen potentie Katwijk



Overige vormen van zonne-energie

Tot slot kun je zonnepanelen plaatsen op geluidsschermen en wegbermen langs wegen, en kun je zon op water plaatsen (bijvoorbeeld op meren). De potenties hiervoor in Katwijk zijn beperkt.

Langs wegen zijn er mogelijkheden langs de Westerbaan en bij een nieuwe geluidswal langs de N206 ter hoogte van de Baron van Wassenaarlaan. De totale opbrengst hiervan bedraagt 1,61 TJ.

Hiernaast kun je drijvende zonnepanelen plaatsen op het Valkenburgse meer. Bij een benutting van 5% van het meeroppervlak (55,8 ha) is hier nog 2,64 TJ aan elektriciteit op te wekken. De vraag is hoe haalbaar deze potentie in werkelijkheid is. Om deze reden is deze potentie meegenomen in de maximuminschatting van elektriciteitsopwekking, en niet in de minimale inschatting.

Wind

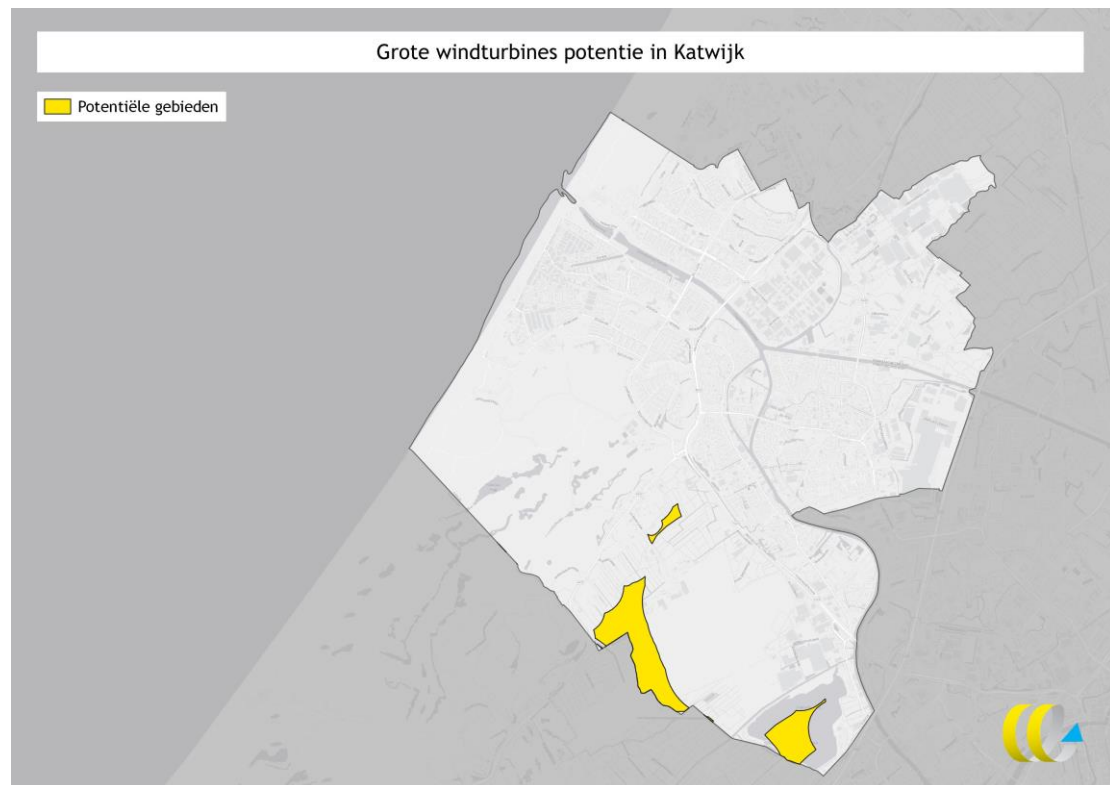
Voor windenergie is gekeken naar de mogelijkheden van plaatsing van grote windturbines (5,6 MW) en kleine windturbines (10 kW).

Grote windturbines

Voor deze analyse zijn we uitgegaan van een referentieturbine met een vermogen van 5,6 MW (de Vestas V-150). Deze turbine heeft een masthoogte van 166 meter en een rotor-diameter van 150 meter.

De potentiële locaties voor grote windturbines bevinden zich enkel rondom en in het Valkenburgse meer en het voormalige vliegveld Valkenburg. Dit komt overeen met de eerdere studies ((Antea, 2019), (NPRES, 2020)). In de voorliggende analyse is echter ook de nieuwbouwwijk Valkenhorst meegenomen. Rondom de woonkern zijn windmolens niet toegestaan. Hiervoor is een afstand van 500 meter als beperking op basis van geluid meegenomen. In Figuur 11 is in geel aangegeven wat de mogelijke gebieden voor de plaatsing van grote windturbines van het type Vestas V-150 zijn.

Figuur 11 - Grote windturbines potentie Katwijk



Het totaal aantal windturbines dat hier maximaal geplaatst kan worden is beperkt, en kan voor de verschillende gebiedjes afzonderlijk worden bepaald:

- Op het Valkenburgse meer: in theorie zouden hier drie grote windturbines kunnen worden geplaatst. Dit komt overeen met de potentiëstudie van Antea Group (Antea, 2019). Witteveen & Bos heeft een nader onderzoek uitgevoerd naar de mogelijkheden voor wind rondom het Valkenburgse meer. In deze studie is geconcludeerd dat plaatsing

van windturbines rondom of in het Valkenburgse meer gevolgen heeft voor milieu, omgeving en dat bepaalde locaties leiden tot risico's voor de businesscase.

- Ten zuidwesten van nieuwbouwwijk Valkenhorst is een gebied waar een paar windturbines geplaatst zouden kunnen worden. Hier zouden vier turbines geplaatst kunnen worden.
- Ten noordwesten van Valkenhorst is ruimte voor één windturbine.

Samen resulteren deze mogelijke locaties in maximaal acht te plaatsen windturbines met een totale jaarlijkse opbrengst van 172 GWh. Wanneer niet wordt uitgegaan van de potentie op het Valkenburgse meer, resteert een potentie van 107,5 GWh.

Kleine windturbines

In deze studie gaan we uit van de EAZ Twaalf turbine; een windturbine met een nominaal vermogen van 10 kW (zie Figuur 12).

Figuur 12 - Een EAZ Twaalf-windmolen (links) en visualisatie van de visuele effecten van deze molen op het landschap (rechts)



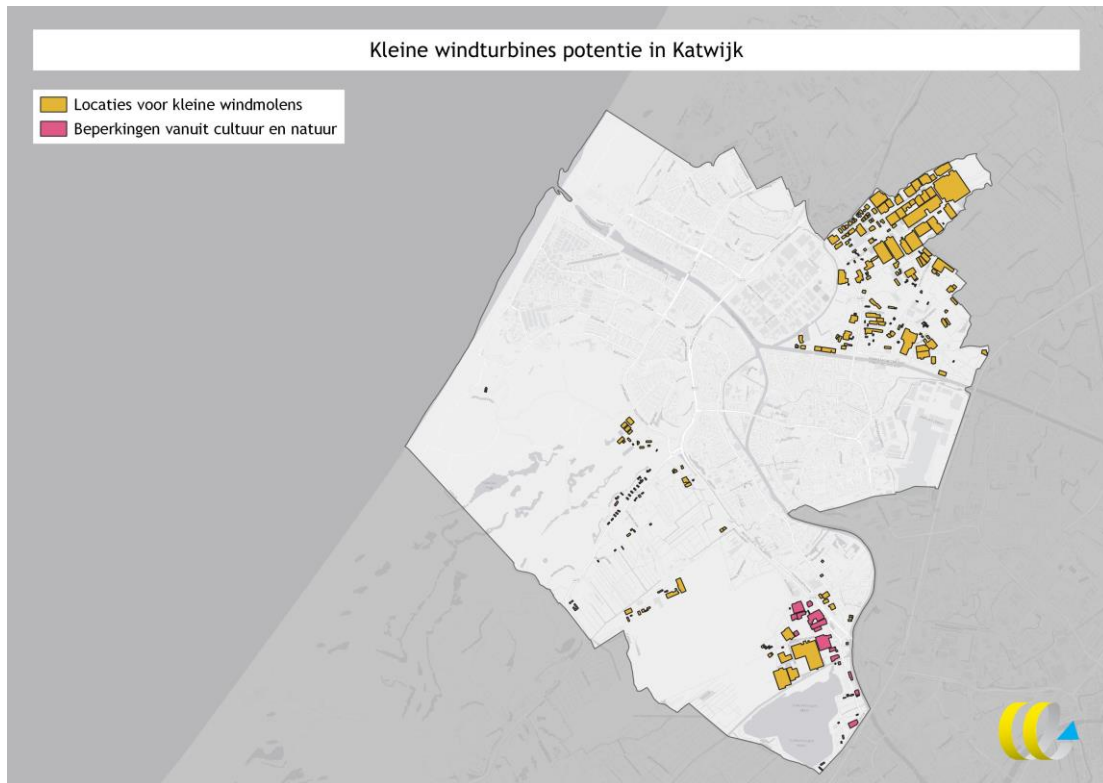
Bron: (EAZ, 2022).



Bron: (RES Noord-Holland, 2021).

Om de potentie voor deze molens in Katwijk te bepalen, zijn wij ervan uitgegaan dat molens worden geplaatst bij gebouwen met een industriële functie, in het buitengebied van Katwijk. Er zijn 281 potentiële locaties voor plaatsing in Katwijk. Als men daarnaast ook nog rekening houdt met de provinciale beperkingen vanuit cultuur en natuur, wordt het aantal geschikte locaties 231. In Figuur 13 is te zien welke potentiële locaties (geel en roze samen) er voor kleine windturbines zijn. De gele locaties zijn de mogelijkheden bij toepassing van de provinciale beperkingen.

Figuur 13 - Potentiële locaties voor kleine windturbines

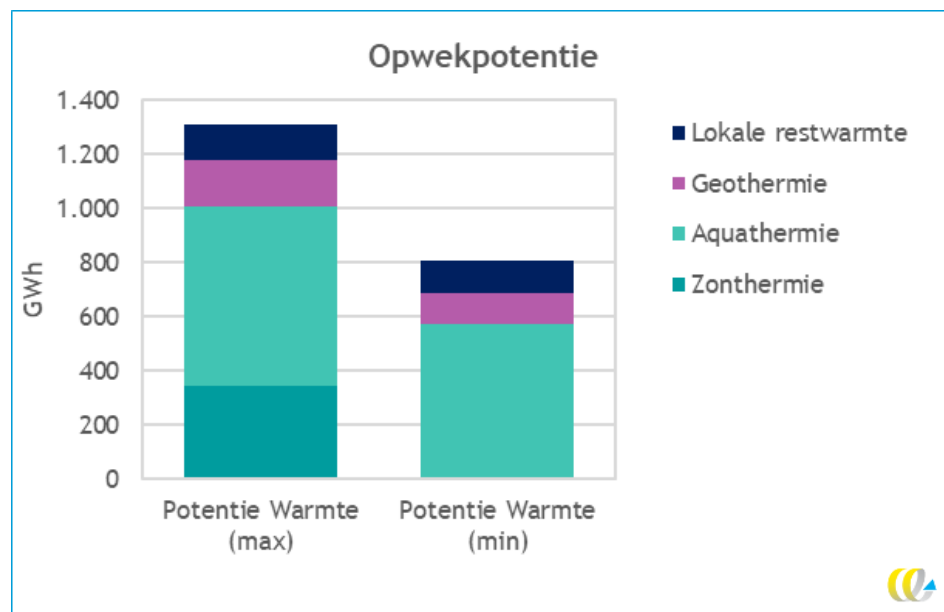


Doordat een kleine windturbine een zeer kleine opbrengst heeft, is de potentie voor opgewekte elektriciteit, ondanks het grote aantal molens, laag. Uitgaande van de volledige potentie van 281 molens is er een potentie van 6,4 GWh. Wanneer rekening wordt gehouden met de provinciale beperkingen, resteert er een potentie van 5,2 GWh.

4.3 Warmte

De potentie van warmtebronnen in deze studie is overgenomen uit een eerder onderzoek over duurzame warmteoplossingen in Katwijk (CE Delft, 2021b). De warmtepotentie is weergegeven in Figuur 14.

Figuur 14 - Opwekpotentie warmte



Anno 2023 is er al meer bekend over de beschikbare warmte van WarmtelinQ voor Katwijk en haar buurgemeenten, en de potentie van geothermie in de regio. Het onderzoeksbureau Fakton voert daarom aanvullend onderzoek uit naar de potentie van warmte en mogelijkheden voor warmtenetten in opdracht van gemeente Katwijk. Deze gegevens zullen naar verwachting in maart 2023 bekend zijn en zijn derhalve nog niet meegenomen in dit overzicht.

Om de warmtepotentie ook daadwerkelijk te benutten, zijn warmtenetten nodig en moeten de bronnen, de temperatuur van het warmtenet en de warmtevraag van de woningen op elkaar zijn afgestemd. Zo is warmte op lage temperatuur, uit bijvoorbeeld aquathermie en zonthermie, het meest geschikt voor goed geïsoleerde woningen met Label A en B. Bronnen als geothermie en restwarmte vanuit WarmtelinQ zijn direct geschikt voor de minder goed geïsoleerde woningen. Het aanvullende onderzoek van Fakton (2023) zal meer inzicht geven in hoeverre het warmteaanbod op basis van temperatuur aansluit bij de temperatuurvraag van de woningen.

Een andere belangrijke kanttekening is dat het bij sommige bronnen, zoals aquathermie en lokale restwarmte, ook nodig is om de warmte met elektrische warmtepompen geschikt te maken voor het verwarmen van gebouwen.

Hierna worden beknopt de bevindingen uit het onderzoek over duurzame warmteoplossingen in Katwijk (CE Delft, 2021b) weergegeven.

Zonthermie

Zonnevelden kunnen gebruikt worden voor de opwekking van zonwarmte in plaats van zonnestroom. Wanneer ingezet wordt op de opwek van zonthermie, is er daarmee minder ruimte voor zonnevelden. De potentie van zonthermie is bepaald op dezelfde wijze als de potentie voor zonnevelden (zie pagina 16). De zonwarmtepotentie bedraagt 379 GWh/jaar wanneer uit wordt gegaan van de ruime theoretische potentie. Wanneer uit wordt gegaan

van de beperkingen op basis van het beleid van de provincie Zuid-Holland, is de resterende potentie 96 GWh/jaar. Wanneer aanvullend rekening gehouden wordt met de effectenbeoordeling van de PlanMER, blijft er feitelijk geen potentie over.

Aquathermie

Er zijn drie soorten aquathermie. Deze staan hieronder beknopt weergegeven met hun potenties.

1. Thermische energie uit oppervlaktewater (TEO): 500 GWh/jaar.
2. Thermische energie uit afvalwater (TEA): 58 GWh/jaar.
3. Thermische energie uit drinkwater (TED): 13-104 GWh/jaar³.

Er is elektriciteit nodig om de warmte uit aquathermie op te waarden naar bruikbare temperaturen.

Geothermie

Afhankelijk van de inpassing van doubletten in de regio Holland Rijnland, bedraagt de geothermiepotentie volgens het onderzoek van IF-Technology 115-173 GWh/jaar (IF Technology, 2020) Geothermiewarmte is rechtstreeks bruikbaar in warmtenetten voor de gebouwde omgeving.

Lokale restwarmte

De restwarmtepotentie voor de restwarmtebronnen in de gemeente bedraagt 130 GWh/jaar.

Grootschalig restwarmtetransport

Het is het plan om de transportleiding WarmtelinQ uit te breiden richting Holland Rijnland. Deze aftakking heet de WarmtelinQ+. Inschattingen op basis van regioanalyses geven een mogelijke afname van 0-94 GWh/jaar aan (Qirion & Osborne, A., 2020). Deze potentie is niet meegenomen in de analyse, aangezien dit geen lokale warmtebron is.

4.4 Duurzame gassen

Duurzame gassen als waterstof en groengas kunnen het gebruik van aardgas in de gemeente vervangen. Wanneer deze gassen lokaal worden geproduceerd, draagt het inzetten van deze gassen bij aan de energieneutraliteit.

Waterstof

Waterstof (H₂) is een energiedrager, geen energiebron. Duurzame waterstof wordt geproduceerd met hernieuwbare elektriciteit. Het gebruik van waterstof draagt enkel bij aan de energieneutraliteit wanneer de waterstof gebruikmaakt van lokaal geproduceerde elektriciteit. Bij het produceren van waterstof gaat ongeveer een derde van de energie verloren.

³ De grote range wordt aangegeven door de drinkwaterleidingbeheerder Dunea.



Eén deel elektriciteit wordt bij elektrolyse omgezet naar 0,68 deel waterstof (CE Delft, 2020a).

Wanneer de gemeente voor haar energieneutraliteit in zou zetten op lokale waterstof-productie, concurreert deze met de in dit rapport weergegeven potentie voor opwek van elektriciteit. De energieneutraliteitsdoelstelling komt dichterbij door deze elektriciteit direct in te zetten, in plaats van te gebruiken voor de productie van waterstof.

Groengas

Groengas is gas uit biomassa dat opgewerkt is tot aardgaskwaliteit en via het bestaande gasnet naar de gebouwen kan. Dit gas heeft exact dezelfde samenstelling als aardgas, en kan dan ook zonder aanpassingen gebruikt worden in woningen of in de industrie.

Groengas kan op verschillende manieren worden opgewerkt. Momenteel wordt groengas vaak geproduceerd door middel van vergisting. Hiernaast is ook vergassing in opkomst. Hierbij wordt biomassa via superkritische watervergassing omgezet naar groengas. Een voorbeeld van deze techniek staat in de gemeente Alkmaar. De opbrengst van superkritische watervergassing is ruwweg twee maal zo hoog als via reguliere vergisting.

Er is in de gemeente een technische potentie aan biomassareststromen om jaarlijks circa 2,8 tot 5,2 miljoen m³ groengas te produceren (afhankelijk van het gebruik van vergisting of vergassing). Dit komt overeen met ongeveer 5-8% van huidige gasverbruik van Katwijk.

Het is echter zeer de vraag of het volledige technische potentieel kan worden benut. Vaak worden reststromen al nuttig ingezet in andere sectoren. De kentallen die in de berekeningen worden gebruikt zijn inschattingen, en zullen niet voor alle situaties (gemeenten) even accuraat zijn. Er zal altijd gekeken moeten worden of deze stromen daadwerkelijk benut kunnen worden, en of de reststromen niet al hoogwaardiger worden gebruikt.

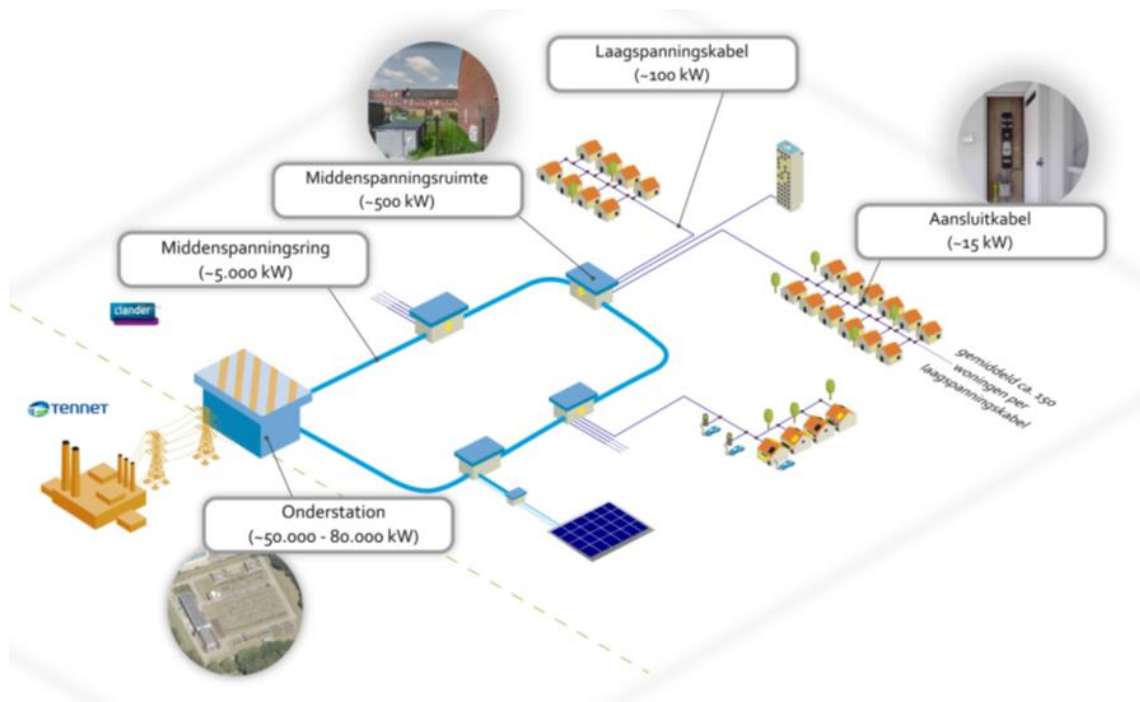
5 Gevolgen elektriciteitsnet

5.1 Hoe werkt het elektriciteitsnet?

Het bestaande elektriciteitsnet is aangelegd om elektriciteit van grote, centrale elektriciteitscentrales te transporteren naar bedrijven en huishoudens:

- Bovengrondse en ondergrondse kabels transporteren elektriciteit uit elektriciteitscentrales en het buitenland naar zeer grote energieafnemers of de regionale netten. Deze hoogspanningskabels zijn eigendom van TenneT.
- Een onderstation zet deze hoogspanning om naar middenspanning. Middenspanningsnetten transporteren elektriciteit naar grote organisaties en lokale wijknetten. Onderstation en het middenspanningsnet zijn eigendom van Liander.
- Middenspanningsstations in wijken en buurten zetten middenspanning om naar laagspanning, die wordt geleverd aan huishoudens en (kleinere) bedrijven. Ook deze stations en de laagspanningsnetten zijn eigendom van Liander.

Figuur 15 - Overzicht van het energiesysteem



Bron: (Liander, 2020).

Energietransitie zorgt voor snelle veranderingen

Met de energietransitie verandert het energiesysteem snel: over acht jaar zal circa 85% van de in Nederland opgewekte elektriciteit bestaan uit wind- en zonne-energie. Wind- en zonne-energie leiden tot pieken en dalen in de stroomproductie. Ook wordt deze energie op andere plekken in het net geproduceerd dan met de huidige elektriciteitscentrales. Tot slot wordt er voor steeds meer activiteiten (rijden, verwarmen, productie) gebruik gemaakt van

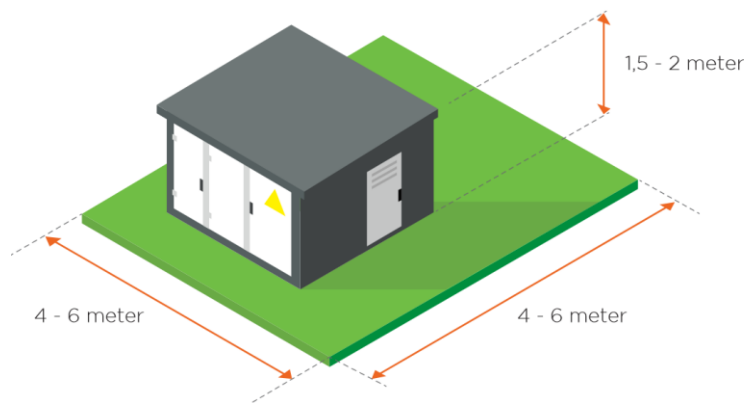
elektriciteit. Zowel de vraag als het aanbod van elektriciteit nemen hiermee toe. De capaciteit van het huidige net is op veel plekken niet berekend op deze toename. Het bestaande net moet verzwaard worden en er zijn meer onderstations en middenspanningsstations nodig. Tegelijkertijd moeten we slimmer omgaan met het net: door elektriciteit lokaler te gebruiken of slimmere afspraken te maken over wanneer elektriciteit op het net wordt ingevoerd of afgenomen.

5.2 Gevolgen in de wijk

Op wijkniveau wordt de stroom geleverd vanuit middenspanningsstations. Deze stations staan veelal in de openbare ruimte. In dichtbebouwde gebieden worden soms bij nieuwbouwprojecten inpandige middenspanningsstations gerealiseerd.

Door de energietransitie neemt de elektriciteitsvraag, maar ook het aanbod vanuit zon op dak, toe. Indicatief moeten hiervoor twee tot drie keer zoveel middenspanningsstations in de buurten in Katwijk worden geplaatst. Dit vraagt om ruimte in de buurt. De benodigde ruimte van een middenspanningsstation is weergegeven in Figuur 16.

Figuur 16 - Benodigde ruimte middenspanningsstation



Bron: (Liander, 2020).

Op (openbare) grond van de gemeente is de aanleg van een middenspanningsstation vergunningsvrij. Wel moet er een kabel- en leidingenvergunning aangevraagd worden. De gemeente Katwijk heeft in haar bestemmingsplannen bouwregels opgenomen met betrekking tot nutsvoorzieningen, zoals middenspanningsstations.

In de wijken is het volgende nodig:

- nieuwe aansluitingen voor woningen die worden verduurzaamd (in de meeste gevallen);
- nieuwe MSR-en;
- verzwaring van kabels of nieuwe kabels.

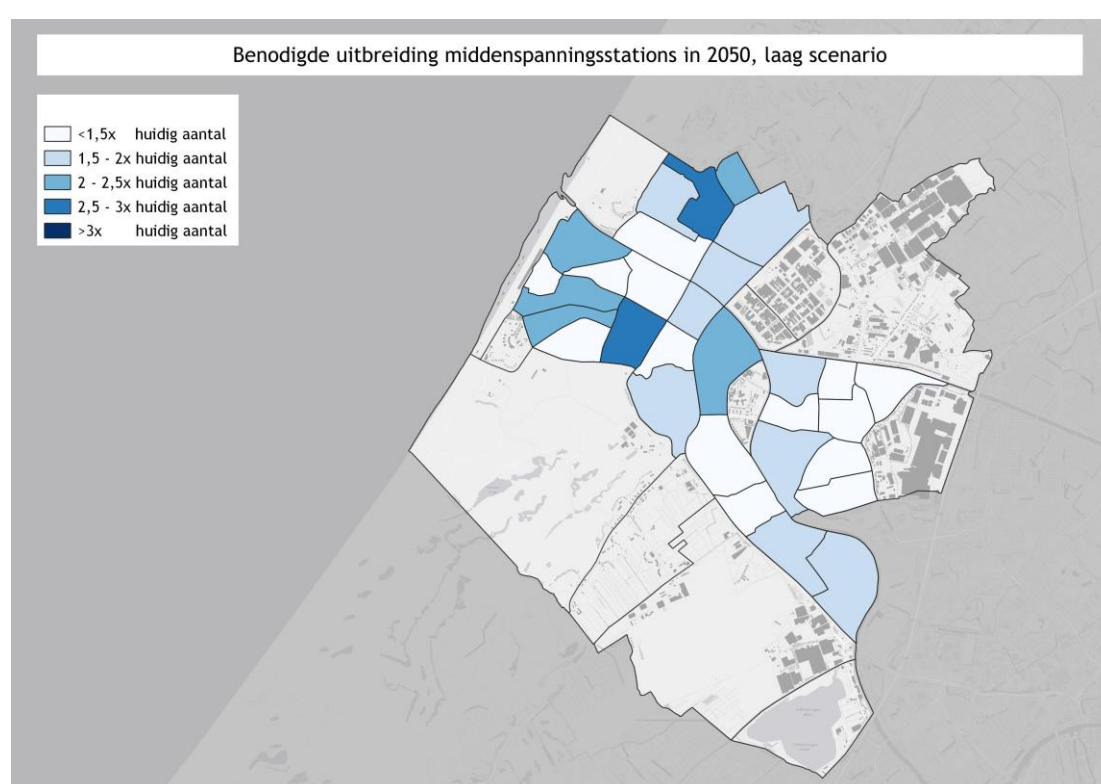
Daarnaast moeten afspraken worden gemaakt over de eigendomssituatie van de grond. Een nieuw station kan na het vinden van een geschikte locatie in een aantal maanden gerealiseerd worden. Liander kent echter op dit moment wel langere doorlooptijden, vanwege personeels- en materiaalkorten. Vanuit het belang van een goede openbare ruimte en het verkorten van doorlooptijden, is het voor de gemeente belangrijk om tijdig met Liander in gesprek te zijn over de geschikte locaties voor nieuwe middenspanningsstations.

Analyse benodigde middenspanningsstations in Katwijk

Samen met Liander is een analyse uitgevoerd naar hoeveel middenspanningsstations de energievraag die geschetst is in Hoofdstuk 113, vraagt in de wijken in Katwijk. Het gaat hierbij om een eerste indicatie van het aantal stations: er zijn uitgebreidere berekeningen nodig om dit definitief te bepalen.

In Figuur 17 en Figuur 18 zijn de resultaten voor de buurten in Katwijk weergegeven.

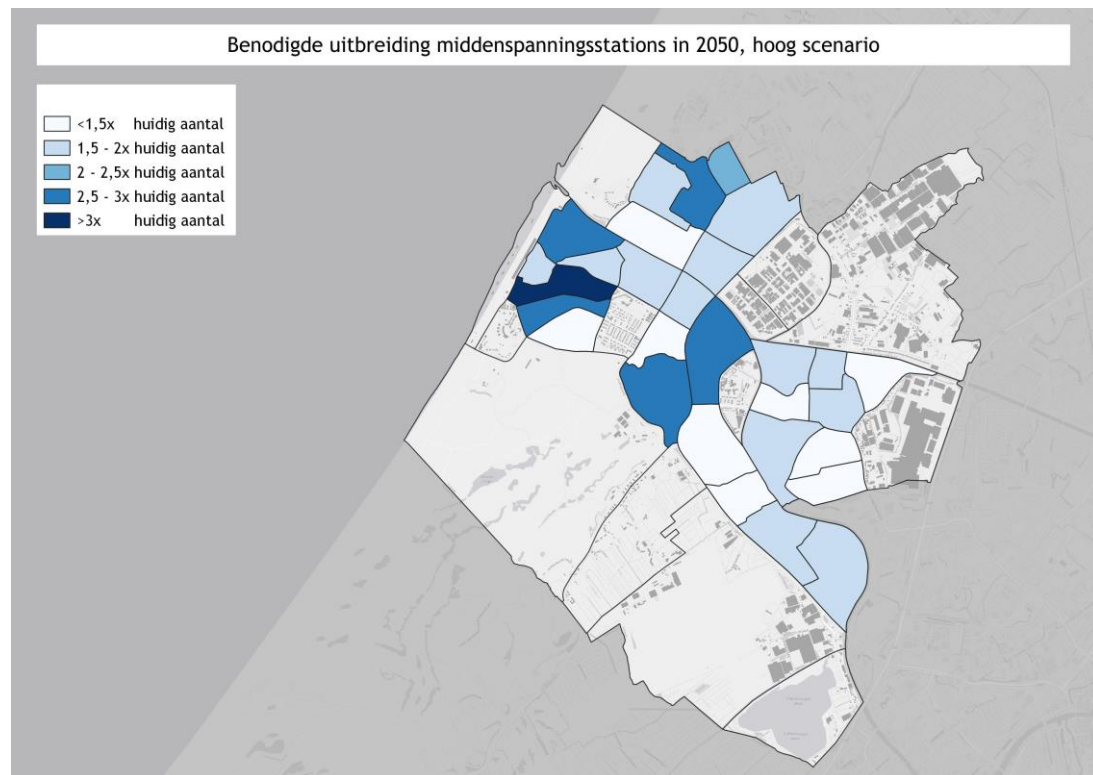
Figuur 17 - Kaart van de indicatieve toename in aantal middenspanningsstations in Katwijk in 2050, laag scenario



Disclaimer bij figuur: dit is een hoog-over-analyse⁴, gebaseerd op totale capaciteit per wijk, spanningsklachten in kabels door grote afstanden worden niet meegenomen. Het kan dus zijn dat er meer locaties nodig zijn dan aangegeven.

⁴ Zo zijn MSR'en voor nieuwbouwprojecten, industrie en andere klantvragen, zoals voor collectieve warmtepompen en andere collectieve systemen in deze berekeningen niet meegenomen. Het model gaat er verder van uit dat elke MSR geüpgraded kan worden naar 630kV. Dit is afhankelijk van de locatie en zal in de praktijk niet altijd gaan.

Figuur 18 - Kaart van de indicatieve toename in aantal middenspanningsstations in Katwijk in 2050, hoog scenario



Disclaimer bij figuur: dit is een hoog-over-analyse⁵, gebaseerd op totale capaciteit per wijk, spanningsklachten in kabels door grote afstanden worden niet meegenomen. Het kan dus zijn dat er meer locaties nodig zijn dan aangegeven.

Te zien is dat gemiddeld genomen het aantal middenspanningsstations moet worden verdubbeld (een groei van 100%). In sommige buurten kan dit oplopen tot een verdrievoudiging wanneer uitgegaan wordt van een grote groei in elektrisch laden en het gebruik van elektrische warmtepompen.

Om de energietransitie ruim baan te geven en inwoners van Katwijk niet te remmen in hun verduurzamingsambities, zal er ruimte gevonden moeten worden voor de plaatsing van deze middenspanningsstations. Met name in het centrum van Katwijk aan Zee (specifiek de buurten Midden, Overduin en De Noord) is er weinig ruimte beschikbaar. Het inpassen van deze stations vraagt dan ook om goede samenwerking en vroegtijdige afstemming tussen de gemeente en Liander.

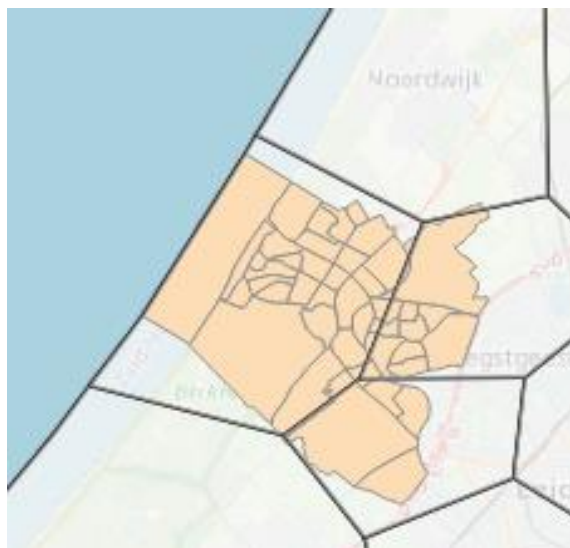
Ook moet opgemerkt worden dat politieke keuzes op het gebied van de aanleg van warmtenetten bepalend zijn voor de opgave in de wijken. Als woningen met een collectief warmtenet worden verwarmd, zal de opgave op het gebied van middenspanningsstations minder groot zijn.

⁵ Zo zijn MSR'en voor nieuwbouwprojecten, industrie en andere klantvragen, zoals voor collectieve warmtepompen en andere collectieve systemen in deze berekeningen niet meegenomen. Het model gaat er verder van uit dat elke MSR geüpgraded kan worden naar 630kV. Dit is afhankelijk van de locatie en zal in de praktijk niet altijd gaan.

5.3 Gevolgen op hogere netvlakken: gevolgen voor het onderstation Katwijk

De middenspanningsstations in Katwijk worden gevoed vanuit zogenaamde onderstations. De stroom in Katwijk wordt momenteel geleverd vanuit drie onderstations, zie Figuur 19.

Figuur 19 - Voedingsgebieden van de onderstations in de gemeente Katwijk



Zoals te zien is, wordt een groot deel van Katwijk momenteel gevoed door één onderstation: het onderstation Katwijk. De verwachte ontwikkelingen op dit onderstation hebben we nader geanalyseerd⁶.

Liander heeft voor ieder van haar onderstations een inschatting van de verwachte ontwikkelingen en hoeveel vermogen aan elektriciteit deze zullen vragen. Op basis van deze inschattingen stelt Liander een investeringsprogramma op, om haar stations tijdig uit te breiden. Liander voorspelt rond 2030 een knelpunt op dit onderstation, en heeft de ambitie om het onderstation Katwijk in 2027/2028 te verzwaren (Liander, 2022). Hierover is Liander in gesprek met de gemeente. Let wel, een knelpunt kan zich eerder aandienen wanneer er grote klanten (extra) stroom willen vanuit dit onderstation.

In deze studie zijn de verwachte ontwikkelingen voor dit onderstation vergeleken met de ontwikkelingen die in deze studie in Hoofdstuk 3 zijn geanalyseerd. Gekeken is of de verwachtingen uit deze studie aanleiding zouden zijn om de investeringsplanning van Liander aan te passen.

De conclusie is dat dit niet het geval is: de gehanteerde aannames voor 2030 zijn in lijn met de plannen zoals in deze studie zijn verwoord.

Voor 2050 lopen de verwachtingen nog wel erg uiteen. Dit heeft met name te maken met het feit dat de Transitievisie Warmte van de gemeente voor een groot deel van de buurten

⁶ Voor de nieuwbouwontwikkelingen in Valkenhorst wordt een nieuw onderstation gerealiseerd wat, samen met andere ontwikkelingen op het elektriciteitsnet gevolgen gaat hebben voor de wijze waarop elektriciteit vanuit onderstations wordt geleverd aan de woningen in Katwijk. Deze ontwikkelingen hebben we in deze studie niet meegenomen.

nog geen duidelijkheid geeft over de voorziene warmtetechniek. Daarnaast zijn er ook nog verschillende scenario's voor de laadvraagontwikkeling van mobiliteit. Liander hanteert hierin een gemiddeld scenario, liggend tussen de hoge en lage scenario's waar in deze studie vanuit wordt gegaan.

Tot 2027 kans op netcongestie

In deze studie is enkel gekeken naar de verwachte groei van de elektriciteitsvraag op het onderstation Katwijk. Dit station krijgt elektriciteit vanuit het bovenliggende 150/50 kV-station in Sassenheim. Liander verwacht dat het goed mogelijk is dat de capaciteitsvraag op dit station voor die tijd gaat leiden tot netcongestie, waarmee ook de gemeente Katwijk te maken krijgt met congestie. In 2027 wordt het station verzaagd, waarmee er weer ruimte ontstaat op het net.

De overige onderstations in de gemeente Katwijk, het huidige station Rijnsburg en het toekomstige station Valkenburg, dat een deel van Valkenhorst van stroom gaat voorzien, zijn in deze studie niet onderzocht. Deze stations vallen onder het 150/50 kV-station Leiden, en zijn daarmee afhankelijk van de capaciteit van dit station. In 2027 wordt voorzien dat er een nieuw station wordt gerealiseerd om dit station te ontzien. Ook hier geldt dat het goed mogelijk is dat er in de jaren voor 2027 netcongestie kan gaan optreden.

Implicaties voor opwek van energie

Netbeheer Liander geeft aan dat er momenteel op alle onderstations in de gemeente Katwijk geen ruimte is voor het aansluiten van grootschalige wind- en zonprojecten (met een vermogen van meer dan 1,8 MW). Deze ruimte zal er tegen 2030 wel zijn. Dit betekent niet dat projectontwikkeling pas in 2030 kan starten, enkel dat er bij projectontwikkeling rekening moet worden gehouden dat het project pas in 2030 wordt gerealiseerd. Voor die tijd kan Katwijk al wel aan de slag met vergunningverlening en de benodigde participatietrajecten.

5.4 Alternatieven voor netverzwaring

Op de meeste plekken in Nederland zal het noodzakelijk om het net te verzwaren. Deze omvangrijke verzwaring van de elektriciteitsinfrastructuur zal echter meerdere jaren in beslag nemen.

Omdat netverzwaring niet overal op korte termijn gereed is, zijn ook tussentijdse maatregelen nodig om in gebieden met congestie nieuwe vragers of aanbieders van elektriciteit te kunnen aansluiten. Liander geeft aan dat er tot 2030 schaarste dreigt op het net voor projecten met een grote vraag naar elektriciteit. Momenteel zijn er nog geen beperkingen voor nieuwe projecten in Katwijk.

Door het verkleinen van de elektriciteitsvraag en door efficiënt gebruik te maken van het net, wordt de opgave voor netverzwaring verkleind. Er kan slim gebruik gemaakt worden van het net door met bedrijven afspraken te maken om in tijden met hoog aanbod extra stroom af te nemen en in tijden met een hoge vraag juist minder stroom te gebruiken. Om dit beter mogelijk te maken, is nieuwe wet- en regelgeving in voorbereiding. Ook de opslag van elektriciteit in batterijen kan helpen om netcongestie te voorkomen. Zo kunnen batterijen bij zonneparken pieken van energie opslaan en deze pas later op het elektriciteitsnet afgeven. Een andere toepassing is het gebruiken van batterijen om de

piekvraag van een afnemer te verkleinen, waardoor een kleinere aansluiting op het net kan worden afgesloten.

Goede afspraken zijn nodig om een positieve bijdrage aan netproblemen te waarborgen. De huidige inzet van batterijen draagt niet automatisch bij aan het voorkomen van congestie. Sterker nog: zonder verdere afspraken kan dit juist bijdragen aan congestie, wanneer een eigenaar van een batterij de batterij laadt of ontladst op momenten dat het net al zwaar belast wordt. Daarom wordt opslag nu door Liander als gebruiker gezien, die altijd capaciteit beschikbaar moet hebben. Ook voor opslagsystemen moet het net nu dus verzwakt worden, tenzij er afspraken worden gemaakt over de momenten waarop een opslagsysteem laadt en ontladst. Netbeheerders experimenteren al met dit type afspraken, vooruitlopend op aanpassing van de wet- en regelgeving die dit type afspraken juridisch mogelijk maakt. Onlangs zijn er afspraken gemaakt tussen de netbeheerders en leveranciers van energieopslagsystemen om te voorkomen dat batterijsystemen een negatieve impact op het net hebben (Netbeheer Nederland, 2022).

6 Conclusies

De gemeente Katwijk heeft de ambitie om in 2050 energieneutraal te zijn. Theoretisch is dit mogelijk, maar er zijn praktische bezwaren en aandachtspunten.

Energiereductie van 6 tot 27%

In deze studie is bekeken wat de verwachte energievraag zal zijn in Katwijk in 2030 en 2050. Hierbij is rekening gehouden met de groei van de gemeente. Voor 2030 wordt verwacht dat de energievraag 815 GWh bedraagt. Dit is een reductie van 8% ten opzichte van 2020. Voor 2050 is er nog veel onzeker en daarom is er rekening gehouden met een range. De energievraag ligt naar alle waarschijnlijkheid tussen de 652 en 838 GWh. Dit is een reductie van 6-27% ten opzichte van 2020.

Potentie opwek warmte en elektriciteit niet optelbaar

De totale potentie van energieopwekking in de gemeente Katwijk is onder te verdelen in elektriciteit en warmte. De potentie van warmte kan enkel worden benut indien er een warmtenet in de gemeente is die de warmte inzet voor de gebouwde omgeving. De potentie voor elektriciteit kan eenvoudiger via het elektriciteitsnet worden getransporteerd naar andere gebruikers buiten de gemeente. Om deze reden kijken we hieronder separaat naar de potentie van warmte en elektriciteit.

Elektriciteit: 403-524 GWh

De potentie voor de opwek van elektriciteit komt met name uit zon op dak (48-62%), zonnepanelen (0-9%) en grootschalige wind (27-33%). Wil de gemeente in 2050 energieneutraal zijn dan is het nodig dat een groot aandeel van de potentie voor grootschalige wind en mogelijke zonnepanelen ook wordt ingevuld.

Warmte: 806-1.065 GWh

De potentie aan warmtebronnen in de regio is groter dan de warmtevraag vanuit de gebouwde omgeving. Hiernaast zijn er plannen om mogelijk ook regionale restwarmte in te zetten in de gemeente.

Ergieneutraliteit enkel mogelijk door in te zetten op wind en zon

De energievraag in de gemeente kan theoretisch worden ingevuld met hernieuwbare energiebronnen in de gemeente Katwijk. De vraag is echter of dit realistisch is. Wil de gemeente Katwijk in 2050 energieneutraal zijn dan is het nodig om vol in te zetten op het realiseren van opwekking met grote windturbines en grootschalige zonnepanelen, ook in gebieden waar milieueffecten te verwachten zijn volgens de PlanMER RES Holland Rijnland. Ook zal de volledige potentie van zon op dak moeten worden gerealiseerd. Dit laatste is niet eenvoudig, omdat dit afhankelijk is van de keuzes van duizenden gebouweigenaren.

Nu actie nodig om bijdrage te leveren aan de RES

Willen deze projecten bijdragen aan de RES Holland Rijnland dan is het nodig dat de grootschalige wind- en zonprojecten nog in deze collegeperiode worden vergund (uiterlijk in

2024). Er resteren dan nog twee jaar voor het vormgeven van een plan, het vinden van een geschikte partij, het uitvoeren van de bewonersparticipatie en de vergunningverlening. Dit is een zeer ambitieus tijdsplan. Opgemerkt moet worden dat deze projecten daarna pas in 2030 kunnen worden aangesloten, omdat op dat moment er weer capaciteit beschikbaar is bij Liander om wind- en zonneprojecten aan te sluiten.

Liander heeft gevolgen netimpact in beeld

In deze studie is gekeken naar de gevolgen van de verwachte vraagontwikkeling op het elektriciteitsnet. Voor de grote investeringen heeft Liander deze verwachtingen goed in beeld. Het is vooral belangrijk dat de gemeente de plannen van de netbeheerder faciliteert. Daarnaast geeft deze studie ook een eerste beeld van de impact in de wijk.

Goede afstemming nodig voor een robuust energiesysteem

Wil Katwijk de verwachte groei van elektrisch verwarmen, zon op dak en elektrisch verkeer faciliteren, dan is het nodig dat er in alle wijken in Katwijk extra middenspanningsstations worden bijgeplaatst. Gemiddeld gaat het om een verdubbeling tot verdrievoudiging van het aantal stations. Met name in het centrum van Katwijk aan zee (specifiek de buurten Midden, Overduin en De Noord) is er weinig ruimte beschikbaar om deze stations te plaatsen.

Het is daarom verstandig om bij iedere herinrichting van de openbare ruimte ook bewust te kijken naar de inpassing van de benodigde ruimte van het toekomstige energiesysteem. Het is hiervoor noodzakelijk om proactief met netbeheerder Liander op te trekken, zodat deze middenspanningsstations een goede inpassing krijgen in de openbare ruimte.

Tot 2027 kans op netcongestie

Liander verwacht dat het goed mogelijk is dat de capaciteitsvraag op de 150/50 kV-stations die Katwijk voeden, in Leiden en Sassenheim voor 2027 hun capaciteit bereiken, waarmee Katwijk te maken krijgt met congestie. In 2027 worden beide stations verzwaaard, waardoor er weer ruimte ontstaat op het net.

Tot 2030 geen ruimte voor aansluiten grote zon- en windprojecten

Tot 2030 heeft Liander geen ruimte op het net voor het aansluiten van grootschalige wind- en zonneprojecten. Deze ruimte zal er tegen 2030 wel zijn. Dit betekent niet dat projectontwikkeling pas in 2030 kan starten, wel dat er bij projectontwikkeling rekening moet worden gehouden dat het project pas in 2030 kan worden gerealiseerd.

A Onderbouwing berekeningen

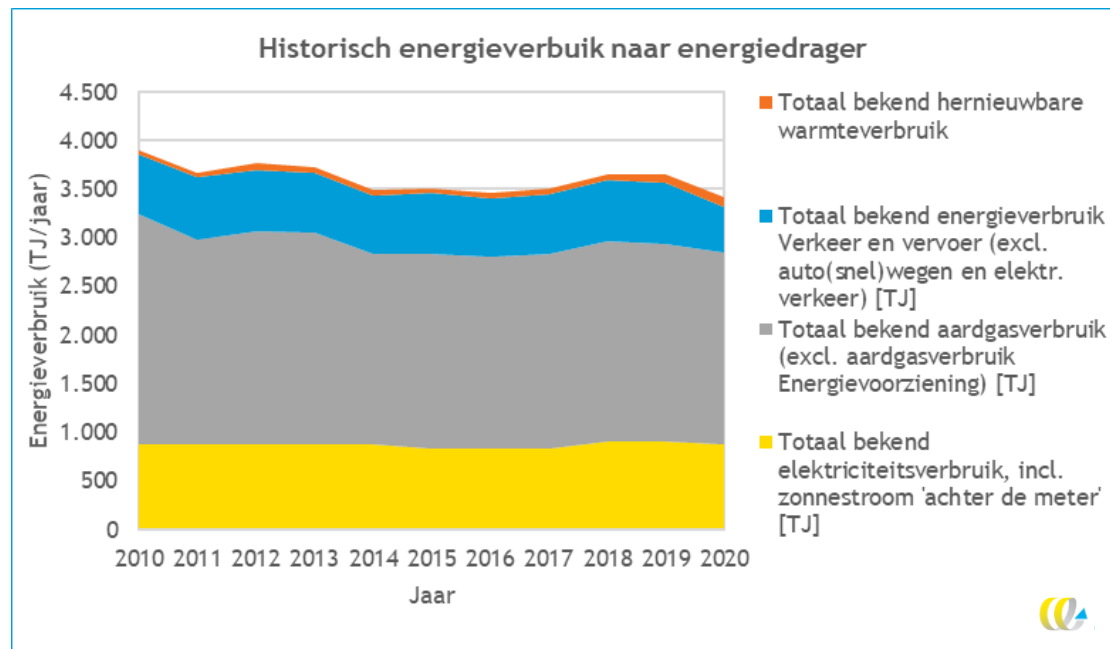
Vraagzijde

A.1 Historisch energieverbruik van Katwijk

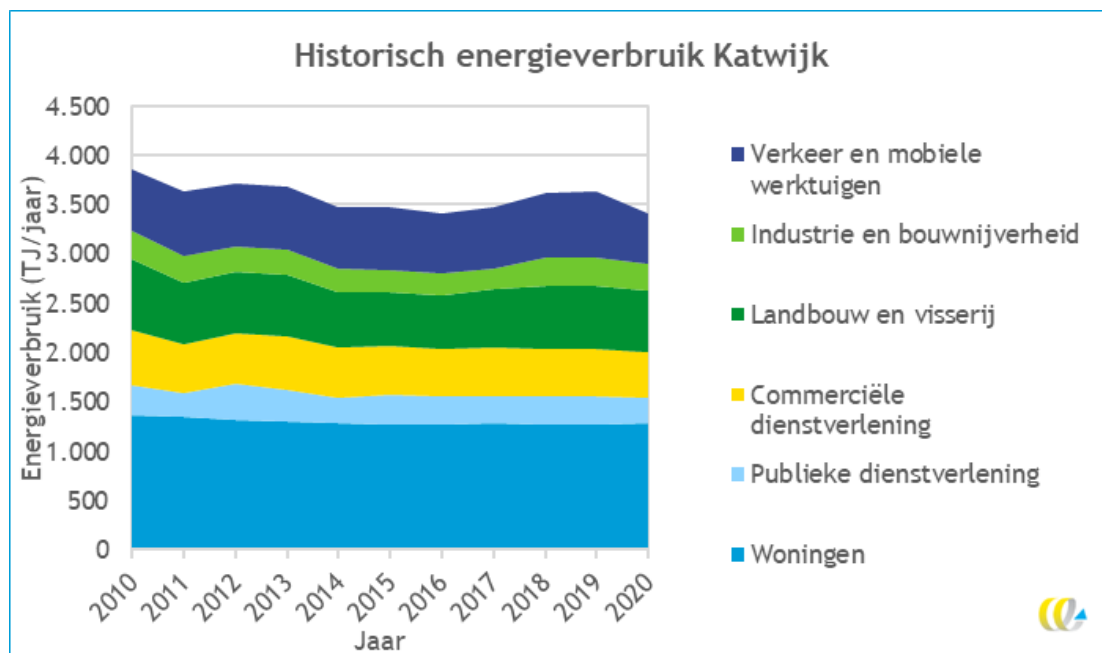
Het historische energieverbruik van Katwijk is weergegeven op basis van data uit de Klimaatmonitor (Rijksoverheid, 2022) en is weergegeven in Figuur 20, Figuur 21 en Figuur 22. Deze figuren geven het energieverbruik weer op verschillende manieren:

- opsplitsing op basis van energiedrager (warmte, aardgas, elektriciteit, brandstof);
- opsplitsing op basis van sector;
- opsplitsing op basis van sector én energiedrager.

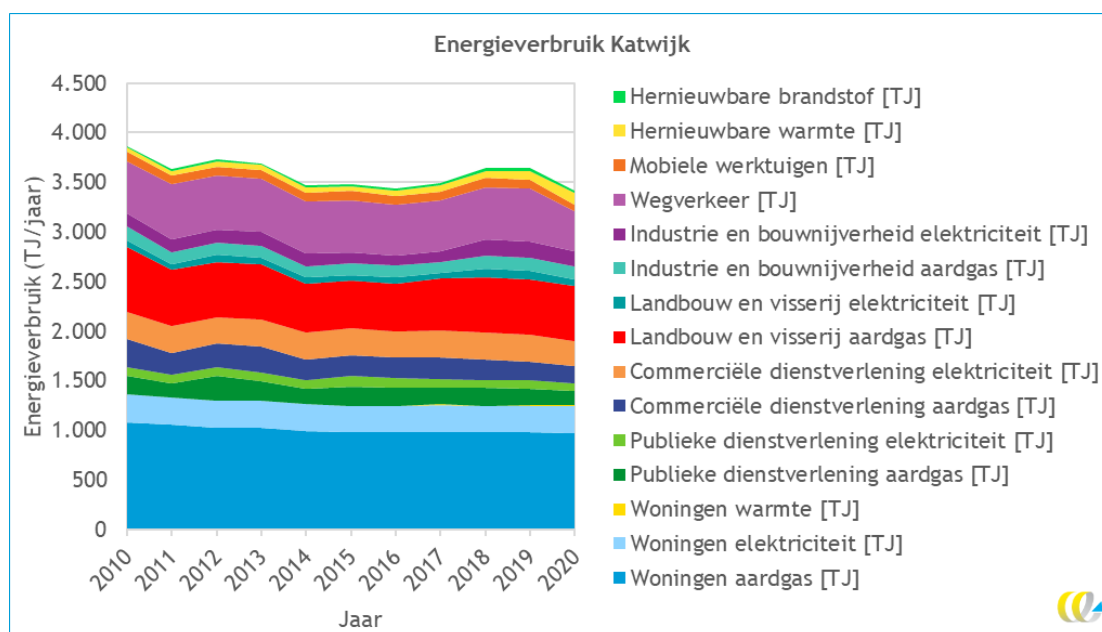
Figuur 20 - Energieverbruik Katwijk per energiedrager (op basis van Klimaatmonitor)



Figuur 21 - Energieverbruik Katwijk per sector (op basis van Klimaatmonitor)



Figuur 22 - Energieverbruik per energiedrager en per sector in meer detail (op basis van Klimaatmonitor)



A.2 Toekomstige energievraag gebouwde omgeving

De energievraag in de gebouwde omgeving omvat het gas-, elektriciteits-, en warmteverbruik van woningen en utiliteit (commerciële en publieke dienstverlening). De toekomstige ontwikkelingen van de energievraag in de gebouwde omgeving baseren we op de

resultaten uit het vorige onderzoek naar duurzame warmteoplossingen in Katwijk (CE Delft, 2021b). De woningbouwplannen in Katwijk (zie Textbox 3) zijn reeds opgenomen in deze analyses. Door de bouw van nieuwe woningen neemt de warmtevraag en elektriciteitsvraag van de gebouwde omgeving toe.

Textbox 3 - Woningbouwplannen

Volgens concrete woningbouwplannen van de gemeente komen er tussen 2020 en 2032 9.252 woningen bij en worden er 453 woningen gesloopt. Ten opzichte van de woningvoorraad in Katwijk in 2021, namelijk 27.165 woningen, is dit een toename van 32%. Hiervan is 20% ten gevolge van Valkenhorst (5.600 woningen volgens bestaande uitbreidingsplannen). De overige 12% is woningverdichting in bestaand woongebied. Dit percentage is vergelijkbaar met het gemiddelde percentage van de woonbarometer. Volgens de woonbarometer stijgt het aantal huishoudens in de regio Holland Rijnland met 10% tussen 2021 en 2030 (Provincie Zuid-Holland, 2022b).

De elektriciteitsvraag van apparatuur blijft constant

Net zoals in de Klimaat- en Energieverkenning 2022 (PBL, 2022b) veronderstellen we dat de elektriciteitsvraag van apparatuur per woning constant blijft. Hierbij gaan we ervan uit dat twee effecten elkaar opheffen, namelijk een toename van de elektrische apparatuur en een hogere efficiëntie van de elektrische apparatuur. We houden wel rekening met de uitbreidingsplannen.

Isoleren verlaagt de warmtevraag

Wanneer alle woningen en utiliteitsgebouwen naar energielabel B zijn geïsoleerd in 2050, zal de warmtevraag in 2050 255 GWh TJ/jaar bedragen, in plaats van de huidige 358 GWh/jaar; dit is een besparing van 32%. Hierbij is rekening gehouden met de woninguitbreidingsplannen. Wanneer ervan wordt uitgegaan dat het isoleren lineair in de tijd wordt gerealiseerd, zal de warmtevraag in 2030 335 GWh/jaar bedragen.

Doelstelling en techniekeuze 2030: warmtevisie

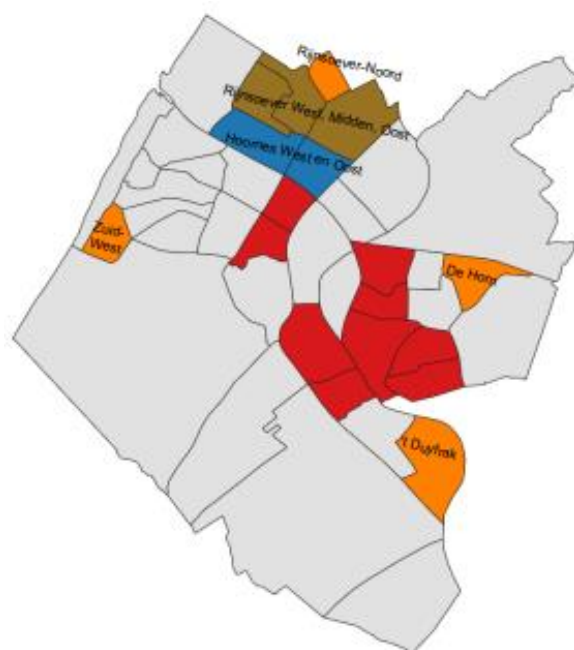
Volgens de huidige doelstellingen van de warmtevisie zullen in 2030 5.000 woningen van het gas afgaan. Hierbij zullen 3.700 bestaande woningen deels met elektriciteit verwarmd worden, namelijk de woningen die worden aangesloten op een aquathermienet en de woningen met een individuele warmtepomp. 1.300 woningen worden aangesloten op een warmtenet, waarbij nagenoeg geen elektriciteit nodig is. Aanvullend is ook alle nieuwbouw aardgasvrij. We nemen aan dat nieuwbouw met een warmtepomp verwarmd zal worden.

Tabel 3 - Overzicht verkenningsbuurten warmtevisie Katwijk

Buurten	Warmtetechniek	Doelstellingen aardgasvrij in 2030
Hoornes-Oost en Hoornes-West (incl. huidige project Hoornes Aardgasvrij)	MT: Aquathermie	2.700
Rijnsoever-Noord, 't Duyfrak, Zuid-West (rondom oude Zeehospitium), de Horn (nieuwbouwgedeelte) (woningen na 2006)	All electric	1.000
Rijnsoever West, Midden en Oost	MT: Aardwarmte	1.300
In het zuidoosten van Katwijk ('t Joght, Molenwijk, Koestal, Cleijn Duin, De Hoek, Westerhaghe, Frederiksoord-Noord, Frederiksoord-Zuid, deel van Kamphuizerpolder en deel van Kleipetten)	HT : Restwarmte	Nader te bepalen
	Totaal:	5.000

Bron: (Gemeente Katwijk, 2021).

Figuur 23 - Overzicht verkenningsbuurten warmtevisie Katwijk

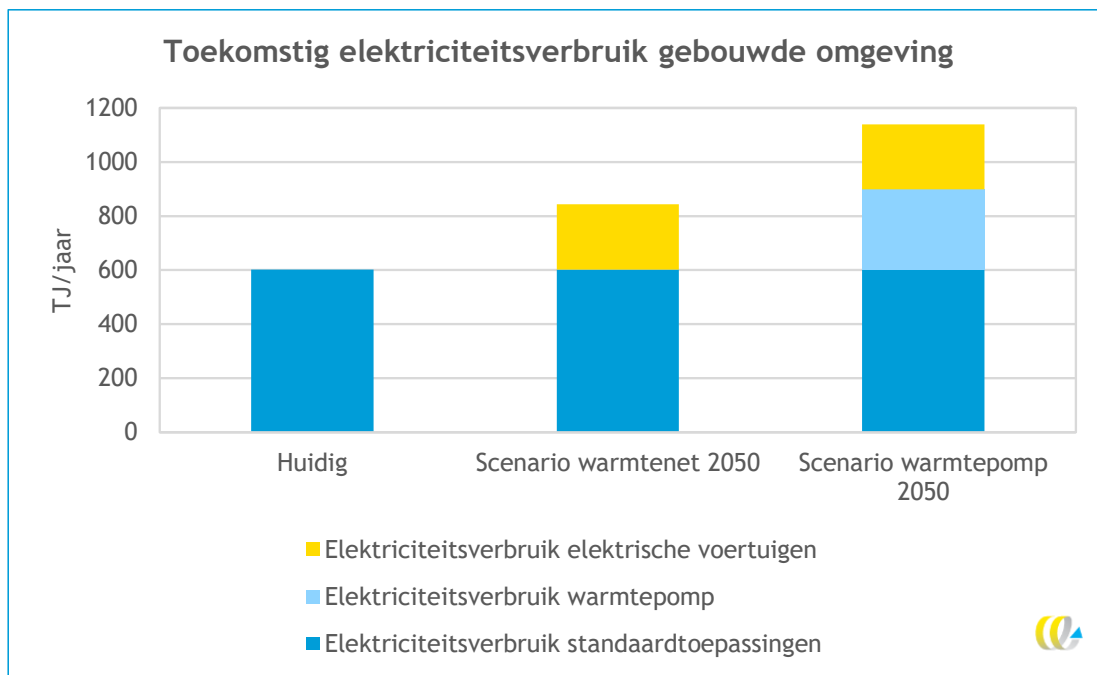


Bron: (Gemeente Katwijk, 2021).

Doelstelling en techniekkeuze 2050: nog onzeker

In 2050 dient de gebouwde omgeving aardgasvrij te worden verwarmd. Welke warmtetechnieken hiervoor zullen worden gebruikt is nog onzeker en wordt stapsgewijs opgebouwd. De warmtetechniek bepaalt de behoefte aan bronwarmte of elektriciteit. Wanneer veel buurten overschakelen op een elektrische warmtepomp, zal het elektriciteitsverbruik flink stijgen. Wanneer alle buurten (exclusief bedrijventerreinen) in de gemeente Katwijk in 2050 overschakelen op een luchtwarmtepomp, zou de elektriciteitsvraag toenemen naar 106 GWh per jaar. Het gasverbruik zou dan tot nul gereduceerd zijn. Wanneer buurten overschakelen op warmtelevering uit bijvoorbeeld geothermie, leidt dit niet tot een grote aanvullende elektriciteitsvraag, maar tot een bronwarmtevraag. Deze twee uiterste scenario's zijn weergegeven in Figuur 24.

Figuur 24 - Scenario's toekomstig elektriciteitsverbruik gebouwde omgeving



Opmerking: 1GWh is gelijk aan 3,6 TJ.

Bron: (CE Delft, 2021b).

Toekomstige energievraag Gebouwde Omgeving

De energievraag van de gebouwde omgeving is weergegeven in Tabel 4. De energievraag in 2050 is relatief onzeker en afhankelijk van de uiteindelijke techniekeuze. Voor het jaar 2030 baseren we ons op de verkenningsbuurten uit de warmtevisie.

Tabel 4 - Verwachting energievraag gebouwde omgeving (exclusief elektrisch laden)

	2020	2030	2050
Aantal woningen	27.000	36.000 (woningbouwplannen)	44.000 (aanname ⁷)
Warmtevraag (GWh/jr)	358	335	254
Aardgasverbruik (GWh/jr)	358	207	0
Elektriciteitsverbruik voor warmte (GWh/jr)	0	48	Max. 106 (wanneer merendeel GO-warmtepomp)
Warmteverbruik (GWh/jr)	0	12	Max. 255 (wanneer merendeel GO op warmtenet)
Elektriciteitsverbruik apparatuur (GWh/jr)	170	226	277

⁷ Aanname CE Delft op basis van eerder onderzoek voor de gemeente Katwijk.

A.3 Toekomstige energievraag Industrie en Bouwnijverheid

We brengen de toekomstige energievraag van de industrie in beeld aan de hand van de landelijke verwachtingen over de ontwikkeling van de industrie volgens de Klimaat- en Energieverkenning 2022. Deze landelijke verwachtingen extrapoleren we naar de gemeente Katwijk volgens de gemeten verbruiken in 2020. De Klimaat- en Energieverkenning 2022 geeft projecties tot en met 2030 (PBL, 2022b). Na 2030 houden we de energieverbruiken in de industrie constant. Ten opzichte van 2020 neemt het elektriciteitsverbruik in de industriële sector toe met 16% richting 2030. Het warmteverbruik (bijna altijd gasverbruik) neemt af met 4%.

A.4 Toekomstige energievraag Landbouw en Visserij

We brengen de toekomstige energievraag van de landbouw in beeld aan de hand van de landelijke verwachtingen over de ontwikkeling van de industrie volgens de Klimaat- en Energieverkenning 2022 (PBL, 2022b). Deze landelijke verwachtingen extrapoleren we naar de gemeente Katwijk volgens de gemeten verbruiken in 2020. De Klimaat- en Energieverkenning 2022 geeft projecties tot en met 2030. Na 2030 houden we de energieverbruiken in de landbouw constant. Ten opzicht van 2020 neemt het elektriciteitsverbruik in de landbouwsector af met 2% richting 2030. Het warmteverbruik (bijna altijd gasverbruik) neemt af met 31%.

A.5 Toekomstige energievraag Mobiliteit

In deze studie is gekeken naar toekomstige energievraag voor wegverkeer (personenauto's, bestelwagens en trucks). Deze toekomstige energievraag is bepaald met het CEREM-model van CE Delft. Dit model berekent op lokaal niveau de emissies en de energievraag van mobiliteit. In dit model is het mogelijk om een referentieprognose te berekenen, die in deze studie is gebruikt.

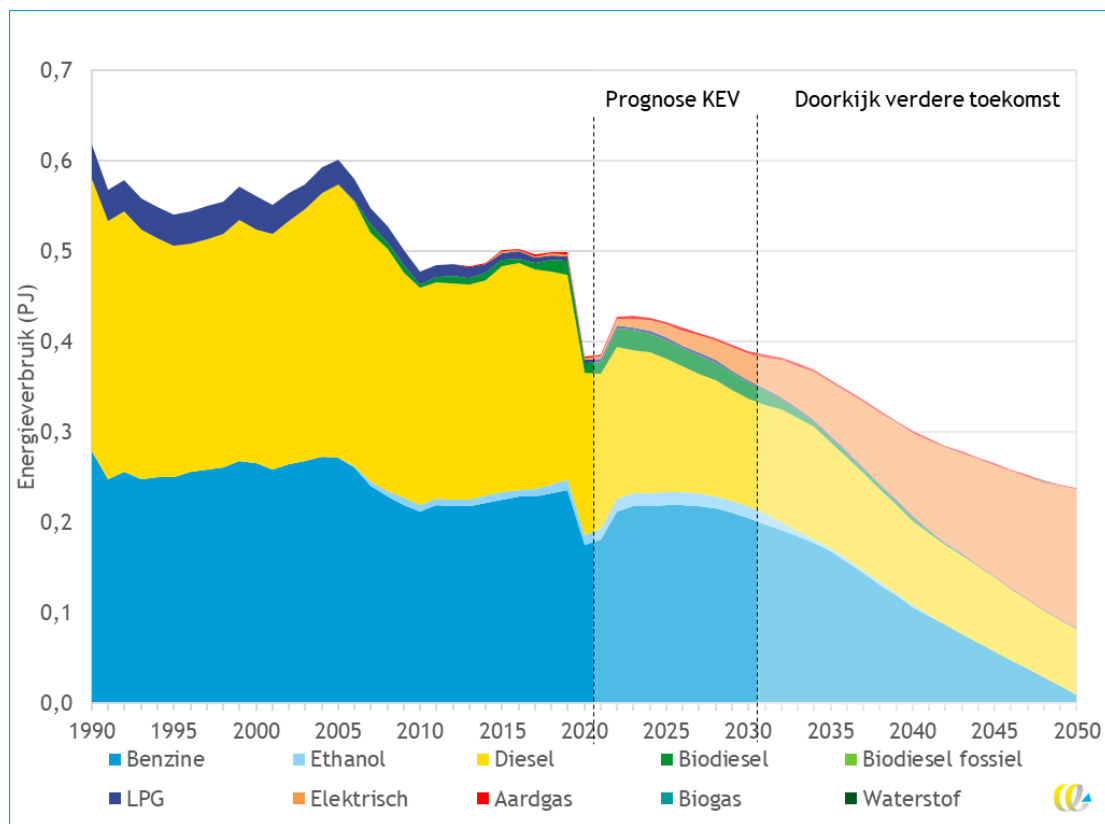
De berekening van de referentieprognose is gebaseerd op de lokale statistieken van emissies uit de Emissieregistratie/Klimaatmonitor. Voor het bepalen van de referentieprognose wordt gebruikgemaakt van de ramingen uit de KEV. In deze ramingen wordt rekening gehouden met Europees en nationaal beleid om CO₂-reductie in mobiliteit te bereiken, waarmee de toekomstige brandstof/energiemix in het wagenpark wordt ingeschat. Voor de verwachte omvang van mobiliteit in de toekomst, sluit de KEV aan op modellen van Rijkswaterstaat. De ontwikkelingen in het wagenpark, gecombineerd met de volumeverwachting, geven in de KEV per voertuigcategorie een verwachte stijging of daling van het energieverbruik en de CO₂-emissies in de komende jaren.

Voor de toepassing van deze cijfers op de gemeente Katwijk corrigeren we deze landelijke groeicijfers met werkgelegenheid- en bevolkingsprognoses van het CBS op regionale schaal. Hierdoor houdt CEREM globaal rekening met verschillen in mobiliteitsgroei per regio. De methodiek voor deze prognoses is in samenspraak met CROW ontwikkeld en gepubliceerd in Referentieprognose CO₂-uitstoot van verkeer tot 2030 in RMP-regio's (CE Delft, 2021a).

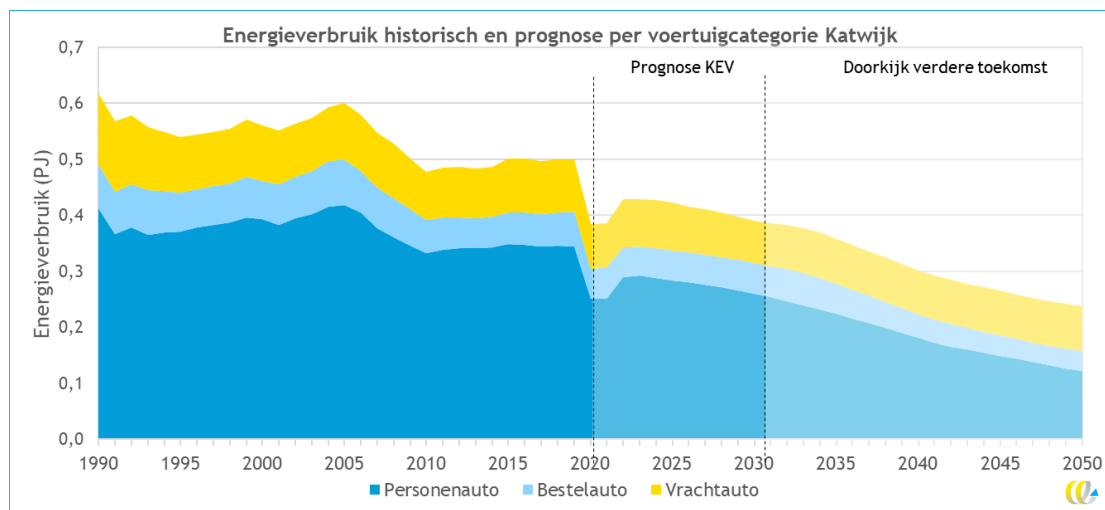
Hierna staat het verwachte energieverbruik van mobiliteit weergegeven. Allereerst uitgesplitst per brandstofsoort, en vervolgens uitgesplitst per type wegvervoer.



Figuur 25 - Energievraag mobiliteit, uitgesplitst per brandstofsoort



Figuur 26 - Energievraag mobiliteit, uitgesplitst per type wegverkeer



De totale energievraag van mobiliteit in 2030 en 2050 is ook in Tabel 5 weergegeven, geclusterd naar type vervoer. In Tabel 6 is een nadere uitsplitsing gegeven van de energievraag per type wegverkeer, uitgesplitst naar brandstofsoort.

Tabel 5 - Verwachte energievraag van mobiliteit, gesplitst naar type wegverkeer, in PJ

	2020	2030	2040	2050
Personenauto	0,25	0,26	0,18	0,12
Bestelauto	0,05	0,05	0,04	0,04
Vrachtauto	0,08	0,08	0,08	0,08
Totaal	0,38	0,39	0,30	0,24

Tabel 6 - Verwachte energievraag van mobiliteit, gesplitst naar type wegverkeer en brandstofsoort, in PJ

Type	Brandstofsoort	2020	2030	2040	2050
Personenauto	Benzine	0,17	0,20	0,11	0,01
	Ethanol	0,01	0,01	0,00	0,00
	Diesel	0,06	0,01	0,00	0,00
	Biodiesel	0,00	0,00	0,00	0,00
	Biodiesel_fossiel	0,00	0,00	0,00	0,00
	LPG	0,00	0,00	0,00	0,00
	Elektrisch	0,00	0,03	0,07	0,11
	Aardgas	0,00	0,00	0,00	0,00
	Biogas	0,00	0,00	0,00	0,00
	Waterstof	0,00	0,00	0,00	0,00
Bestelauto	Benzine	0,00	0,00	0,00	0,00
	Ethanol	0,00	0,00	0,00	0,00
	Diesel	0,05	0,04	0,02	0,00
	Biodiesel	0,00	0,01	0,00	0,00
	Biodiesel_fossiel	0,00	0,00	0,00	0,00
	LPG	0,00	0,00	0,00	0,00
	Elektrisch	0,00	0,00	0,02	0,03
	Aardgas	0,00	0,00	0,00	0,00
	Biogas	0,00	0,00	0,00	0,00
	Waterstof	0,00	0,00	0,00	0,00
Vrachtauto	Benzine	0,00	0,00	0,00	0,00
	Ethanol	0,00	0,00	0,00	0,00
	Diesel	0,07	0,06	0,07	0,07
	Biodiesel	0,00	0,01	0,00	0,00
	Biodiesel_fossiel	0,00	0,00	0,00	0,00
	LPG	0,00	0,00	0,00	0,00
	Elektrisch	0,00	0,00	0,00	0,01
	Aardgas	0,00	0,00	0,00	0,00
	Biogas	0,00	0,00	0,00	0,00
	Waterstof	0,00	0,00	0,00	0,00

B Onderbouwing berekeningen potentie opwek van energie

B.1 Zon

In de berekeningen van de potentie voor zonne-energie kijken wij naar de potentie van zonnevelden, zon op dak, zon op parkeerplaatsen, zon op of langs geluidswallen en tot slot zon op water.

B.1.1 Zonnevelden

Zonnevelden kunnen warmte of elektriciteit opwekken. In deze paragraaf bekijken we de potentie van beide varianten. Er is reeds een bestaand zonnepark in Katwijk bij de AWZI. Dit zonnepark heeft een opbrengst van 1,4 GWh per jaar (Alles over Katwijk, 2018).

In eerder onderzoek voor de provincie Zuid-Holland zijn de mogelijkheden voor het plaatsen van zonnevelden in de provincie Zuid-Holland bepaald (CE Delft, 2020c). Op basis daarvan brengen we de potentie voor zon-pv-velden en zonthermievelden in deze studie in beeld. Aanvullend op deze studie is in deze potentieberekening nog rekening gehouden met de nieuwbouwplannen in Valkenhorst.

Als eerste uitgangspunt voor de bepaling van zonthermieveldpotentie beschouwen we de *kaart-laag 'zonpotentie velden' van RVO*, die de denkbare locaties weergeeft voor zonnepanelen in veldopstelling. Te zien zijn gras- en akkerlanden buiten de bebouwing, exclusief gebieden die tot Natura2000 behoren.

Bij het bepalen van het **ruime theoretisch potentieel**, halen we hier de gebieden af waarvoor het onrealistisch is dat zonthermie hier kans maakt. Dit gebeurt op basis van omgevings- en landschapsoverwegingen in Tabel 7.

Tabel 7 - Gebieden die hard uitgesloten worden voor het ruime theoretische potentieel

Gebied	Bron
Stad- en dorpsgebied	(Provincie Zuid-Holland, 2019a)
Bedrijventerrein	(Provincie Zuid-Holland, 2019a)
Erfgoed (kroonjuweel cultureel erfgoed, werelderfgoed)	(Provincie Zuid-Holland, 2019a)
Gebied met archeologische waarde	(Provincie Zuid-Holland, 2019a)
Groene buffer	(Provincie Zuid-Holland, 2019a)
Landgoed/kasteelbiotoop	(Provincie Zuid-Holland, 2019a)
Recreatie	(CBS, 2015)
Glastuinbouw	(CBS, 2015)
Luchthaven	(CBS, 2015)
Beschermingscategorie 2: Natuurgebied in en buiten de stad	(Provincie Zuid-Holland, 2019b)
Beschermingscategorie 2: Recreatiegebied & belangrijk vogelweidegebied	(Provincie Zuid-Holland, 2019b)

Een verfijning van het ruime theoretische potentieel is het **beperkte potentieel**. Het beperkte potentieel sluit aan bij de gewenste locaties voor zonnevelden en zachte

beperkingen vanuit de *provinciale omgevingsvisie*. Hierin worden beperkingen weergegeven alsook gewenste ruimtes. In Tabel 8 worden de gewenste gebieden en zachte beperkingen weergegeven.

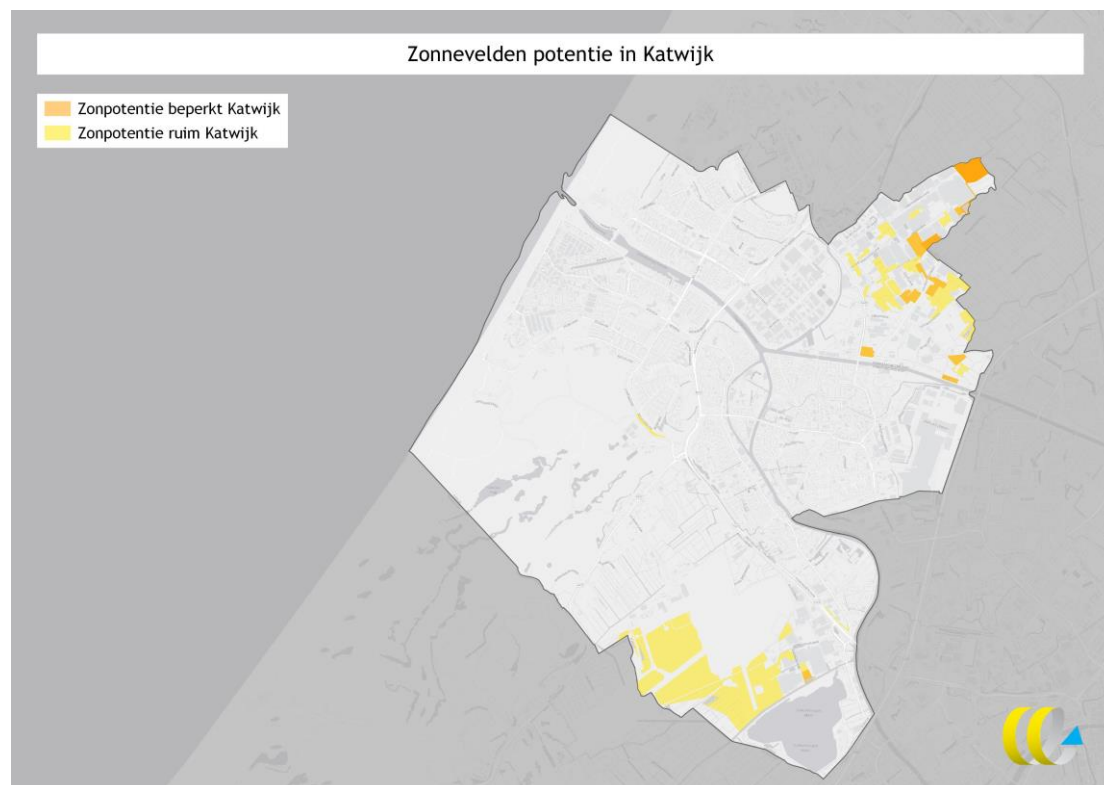
Tabel 8 - Gewenste gebieden en zachte beperkingen provinciaal beleid

Verschillende typen gebieden omgevingsvisie	Nadere verklaring vanuit de omgevingsvisie	Potentie?
Landbouwgebieden	In een provincie waarin onbebouwde ruimte een schaars en waardevol goed is, is een terughoudende benadering van zonnevelden in die open ruimte op zijn plaats. Concurrentie met het agrarisch grondgebruik wordt tegengegaan.	✗
In combinatie met een windturbinepark	Een zonneveld in combinatie met een windpark betreft altijd maatwerk. Windturbines staan vaak met minimale verharding in open landschappen, indien hier een zonneveld wordt toegevoegd, kan door de toevoeging van deze meer stedelijke voorziening het landschappelijk beeld en grondgebruik aanzienlijk veranderen.	✓
Glastuinbouwgebied (open ruimte in greenports)	Realisering van een zonneveld is mogelijk, mits dit geen verdringend effect heeft op de functie glastuinbouw. Er moet behoedzaam omgegaan worden met de groene ruimtes in de vaak dichtbebouwde kassengebieden.	✓
Stads- en dorpsranden	Uitsluitend in de stads- en dorpsranden die zich kenmerken als contact- of overlapgebied (vervlechting van stedelijke functies en landschap).	✓
Locaties infrastructuur	Betreft berm en taluds van rijks- en provinciale wegen, spoorwegen en parkeerplaatsen.	✓

Bron: Omgevingsvisie (Provincie Zuid-Holland, 2019a).

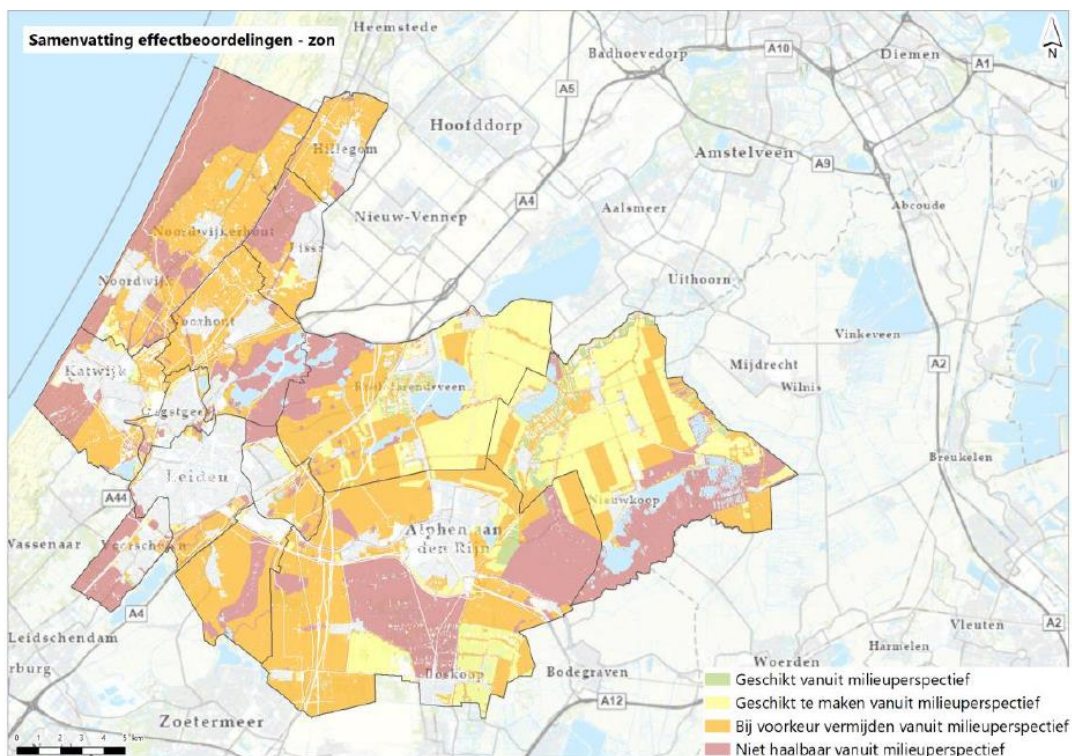
De ruime en beperkte potentie leiden uiteindelijk tot de gebieden op de kaart in Figuur 27.

Figuur 27 - Zonpotentie ruim en beperkt, inclusief plannen Valkenhorst



Tot slot is er nog een **planningsadvies** over de geschiktheid van zonpotentie op zonnevelden. Volgens de PlanMER van de RES Holland Rijnland (Witteveen & Bos, 2021) wordt er naast de provinciale regelgeving ook bij voorkeur rekening gehouden worden met aanvullende milieueffecten. Landschapswaarden, zoals het landgoederenlandschap in het zuiden van Katwijk en het bollenlandschap in het oosten van Katwijk, worden hierbij bij voorkeur vermeden voor de inpassing van zonnevelden, zie Figuur 28. Deze landschapsgebieden komen overeen met de potentiegebieden uit Figuur 27. Indien deze ‘bij voorkeur te vermijden gebieden’ effectief worden uitgesloten van het ruime/beperkte potentieel, blijven er feitelijk geen gebieden meer over waar zonnevelden gerealiseerd kunnen worden.

Figuur 28 - Effectenbeoordeling zonnevelden (PlanMER)



Bron: (Witteveen & Bos, 2021).

De energiepotenties berekenen we aan de hand van de zonnestroomproductie uit de ruimtelijke potentieelstudie van zonnestroom in Nederland (Generation.energy, 2021) en de zonwarmteproductie uit de SDE++ 2022-conceptadviezen voor zonne-energie (PBL, 2022a, 2020).

Tabel 9 - Potentieel zonnevelden volgens provinciale regelgeving

	Eenheid	Ruim theoretisch potentieel	Beperkt potentieel omgevingsvisie provincie	Beperkt potentieel incl. PlanMER-milieueffecten
Oppervlakte	ha	141	36	-0
Zonnestroompotentie	TJ	676	171	-0
Zonwarmtepotentie	TJ	1363	344	-0

B.1.2 Zon op daken

We beschouwen de potentie van zon op bestaande daken en op nieuwe daken.

Zon op bestaande daken

Het potentieel van zon op bestaande daken is gebaseerd op gegevens van het Zonnedakje uit 2022. Figuur 29 toont welke gebouwen geschikt zijn voor de plaatsing van ‘zon op daken’ en op welke gebouwen reeds een installatie aanwezig is. 15% van de gebouwen in Katwijk heeft momenteel zonnepanelen. Van de woningen heeft zelfs 24% zonnepanelen.

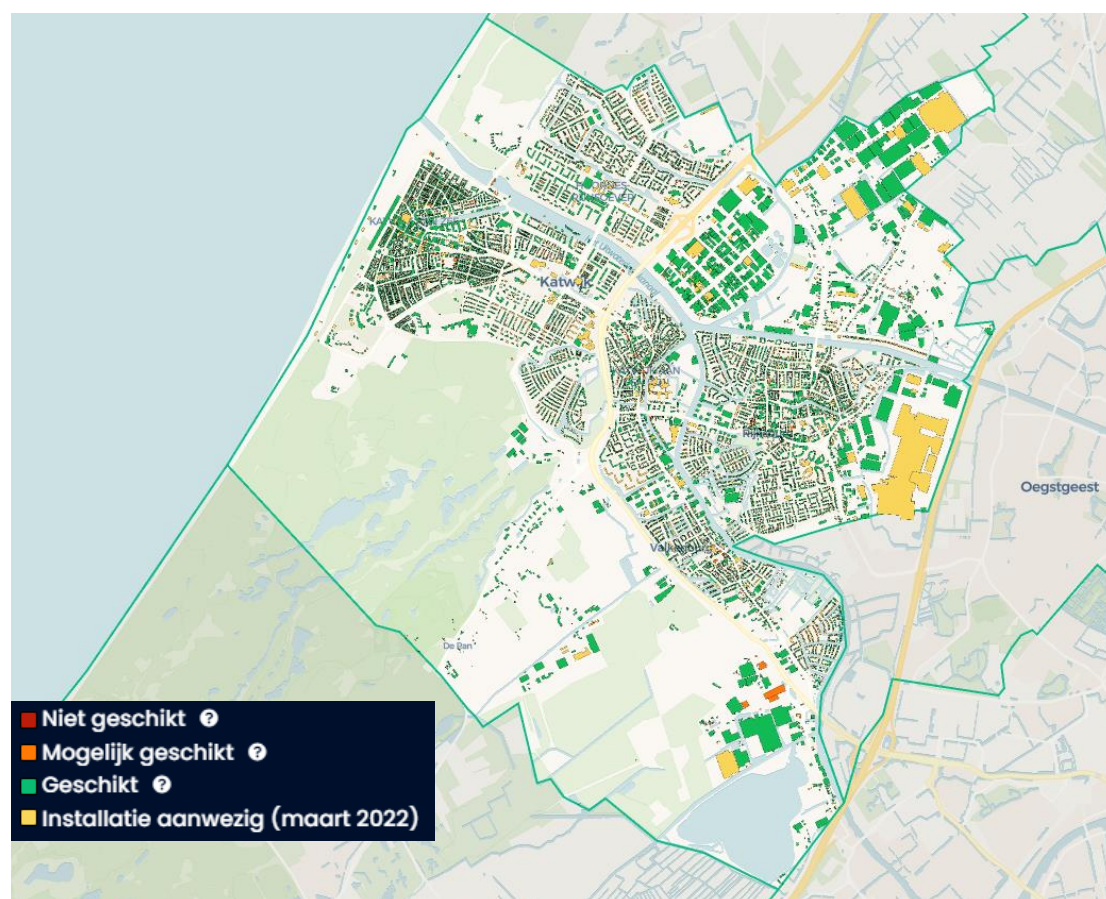
De opbrengst van zonnepanelen op woningen in Katwijk bedraagt 12 GWh in 2021. (Rijkswaterstaat, lopend).

Tabel 10 toont daken waarop reeds zonnepanelen aanwezig zijn. Tabel 11 toont de algemene potentie van zonnepanelen op daken.

Tabel 10 - Daken met zonnepanelen op basis van analysedata Zonedakje 2022

	Totaal	Kleine daken (< 285 m ²)	Grote daken (> 285 m ²)
Totaal aantal daken in Katwijk	31.718	30.503	11.96
Totaal aantal daken met zonnepanelen in Katwijk	4.683	4.483	200
Totaal dakoppervlak en aantal zonnepanelen	160.200 m ² 98.280 zonnepanelen	Niet afleidbaar uit gegevens Zonedakje	
Jaarlijkse opbrengst	27 GWh	Niet afleidbaar uit gegevens Zonedakje	

Figuur 29 - Geschikte daken voor zonnepanelen op basis van de tool van Zonedakje



Tabel 11 - Gegevens zonnedaken op basis van analysedata Zonnedakje 2022

Parameter	Totaal	Kleine daken (< 285 m ²)	Grote daken (> 285 m ²)
Totaal aantal daken in Katwijk	31.718	30.503	11.96
Totaal dakoppervlakte daken	3.950.000 m ²	1.508.000 m ²	2.438.000 m ²
Geschikt dakoppervlakte	2.421.000 m ² 891.000 panelen	618.000 m ² 228.000 panelen	1.803.000 m ² 664.000 panelen
Geschikt dakoppervlak van daken zonder zonnepalen	1.662.000 m ² 612.000 panelen	479.000 m ² 176.000 panelen	1.183.000 m ² 435.000 panelen
Totaal potentiële opbrengst zon op daken	281 GWh per jaar	72 GWh per jaar	209 GWh per jaar
Potentiële opbrengst zon op daken zonder zonnepanelen	193 GWh per jaar	56 GWh per jaar	137 GWh per jaar

De totale potentiële opbrengst van zon op daken bedraagt 281 GWh/jaar. Hiervan wordt reeds 27 GWh/jaar opgewekt. Een aanvullende potentie van 254 GWh/jaar is dan mogelijk. Wanneer we ervan uitgaan dat eigenaren hun zonne-installaties op daken niet verder uitbreiden, is een aanvullende potentie van 193 GWh/jaar mogelijk. Op daken die reeds zonnepanelen hebben, wordt maar een derde van de potentie benut. We beschouwen beide opties als bovengrens en ondergrens.

Zon op nieuwe daken ten gevolge van stadsinbreiding en -uitbreiding

Stadsinbreiding leidt tot een toename van ongeveer 3.300 woningen. De opbrengst extrapoleren we aan de hand van de gegevens voor de bestaande woningen van het Zonnedakje. We nemen aan dat deze nieuwe woningen een klein dakoppervlak hebben. Het gemiddelde geschikte dakoppervlak van kleine daken is 15 m². De opbrengst bedraagt gemiddeld 159 kWh/jaar per m² geschikt dakoppervlak. Dit levert 7,9 GWh/jaar extra aan opwek.

Uit de MER-studie van Valkenhorst (Anteagroup, 2021) volgt een aanvullend potentieel van 28 GWh/jaar opwek van zonnepanelen op woningdaken en 2,4 GWh/jaar opwek van zonnepanelen op bedrijfsdaken voor de huidige plannen van Valkenhorst voor 5.600 woningen.

Totaal potentieel zon op daken

Het volledige potentieel van zon op daken, bij zowel bestaande als nieuwe daken, in de gemeente Katwijk bedraagt 258-319 GWh/jaar (waarvan circa 155-211 GWh/jaar op grote daken en 104-108 GWh op kleine daken). Dit is de maximale realiseerbare potentie in Katwijk. Het is onzeker hoeveel van deze potentie uiteindelijk ook daadwerkelijk wordt gerealiseerd, en wanneer.

Het aandeel van het potentieel dat effectief gerealiseerd zal worden van zon-pv op daken is afhankelijk van de ambitieniveaus van zonestroomopwek en de focus daarbij op daken. Een benuttingsgraad tussen de 15 en 80% van het potentieel wordt gepresenteerd in de

ruimtelijke potentieelstudie van zonnestroom in Nederland (Generation.energy, 2021). De ondergrens komt in beeld komt bij een lagere ambitie (70 TWh/jaar landelijk) en een gebalanceerde opwekkingstrategie met ook veel zon in het landschap, en de bovengrens komt in beeld bij een hogere ambitie (200 TWh/jaar landelijk) met een focus op daken.

B.1.3 Zon op parkeerterreinen

De gemeente heeft bij een aantal (grotere) parkeerterreinen verkend of er mogelijkheden zijn voor zon op parkeerterrein (blauw in Figuur 30). Niet elk parkeerterrein is zomaar geschikt voor zontoepping. Er dient rekening gehouden te worden met bereikbaarheid van vrachtverkeer (hoogte), eigenaarschap van de grond, aanwezigheid van bomen, organisatie van evenementen, bodemkwaliteit inclusief mogelijke explosieven en archeologisch belang, waterinfiltratie, bestemmingsplan, inpassing en omgevingskwaliteit (groen, centrum). Het realistische potentieel ligt dus lager dan dit maximale theoretische potentieel.

Daarnaast heeft CE Delft aanvullende locaties geïdentificeerd (geel in Figuur 30). De ruimtelijke data voor de aanvullende locaties zijn afkomstig uit twee bronnen: de Basisregistratie Grootchalige Topografie (BGT) en OpenStreetMap (OSM), peildatum 18 maart 2021. Beide datasets zijn landelijk dekkend en geven nauwkeurig weer welk type landgebruik zich op een bepaalde locatie bevindt.

De BGT is een digitale kaart van Nederland waarop alle fysieke objecten, zoals gebouwen, wegen, water en groen, zijn vastgelegd. De BGT is een basisregistratie, wat inhoudt dat deze door de bronhouders (gemeentes, provincies, waterschappen, het ministerie van Economische Zaken, ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, Defensie, Rijkswaterstaat en ProRail) wordt onderhouden en bijgewerkt.

De BGT bestaat uit verschillende objectklassen, die weer zijn onderverdeeld in diverse functies. Voor de scope van deze studie hebben we gebruikgemaakt van de functie 'parkeervlak', dat onderdeel is van de objectklasse 'wegdeel'. De BGT kent een hoge mate van nauwkeurigheid in de publieke ruimte. Zo worden in het geval van parkeerterreinen vaak de daadwerkelijke vakken aangeduid als 'parkeervlak' en de rijstroken tussen de vlakken als 'rijbaan lokale weg'. In principe worden alle openbare parkeerlocaties aangeduid als 'parkeervlak', wat inhoudt dat ook individuele vlakken langs de straat (zogenaamd 13 straatparkeren) zijn inbegrepen. Aangezien de BGT enkel de parkeervakken weergeeft en niet de terreinen, is het in de data lastig onderscheid te maken tussen locaties die gebruikt worden voor straatparkeren en parkeerterreinen.

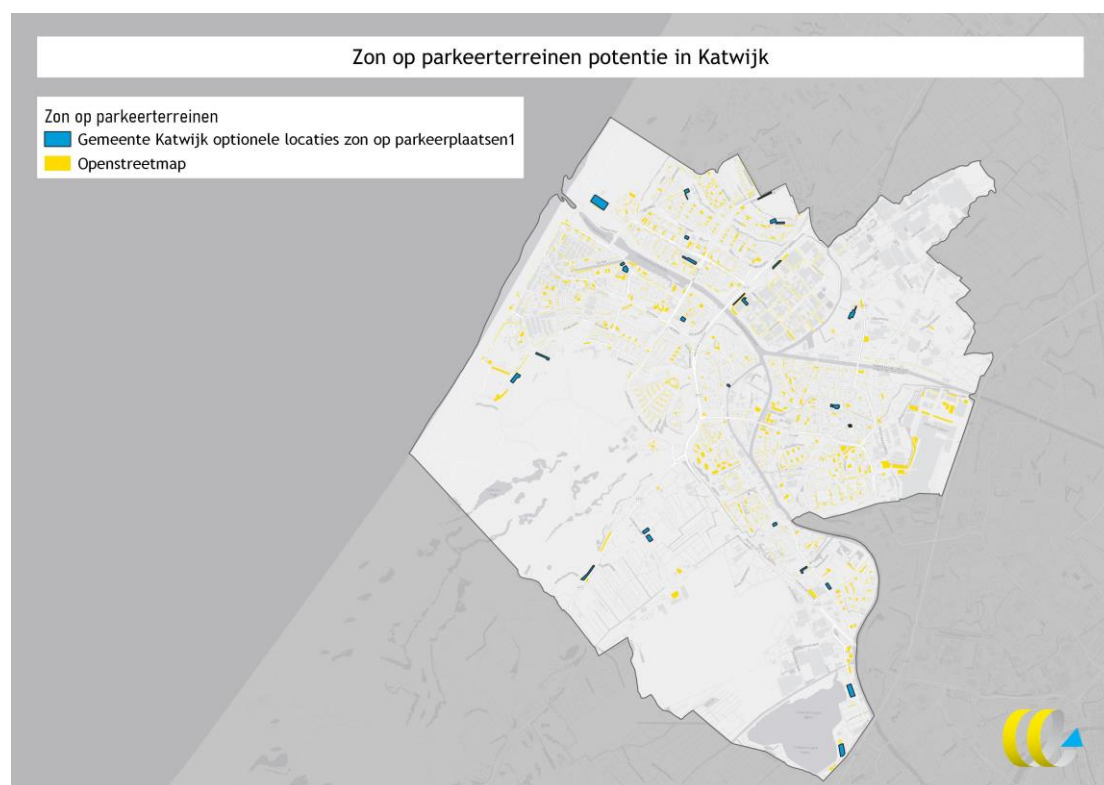
Particuliere grondbezitters vormen geen onderdeel van de bronhouders, waardoor particuliere terreinen minder nauwkeurig zijn ingedeeld. Dit geldt veelal voor parkeerlocaties die bestemd zijn voor werknemers en bezoekers, zoals bedrijventerreinen, fabriekshallen, ziekenhuizen en bouwmarkten. In de meeste gevallen wordt het parkeerterrein bij particuliere erven aangeduid met de functie 'erf'.

Aangezien een aanzienlijk deel van de particuliere parkeerlocaties niet specifiek is aangeduid onder functie 'parkeervlak' in de BGT, maken we gebruik van een tweede aanvullende dataset. OpenStreetMap (OSM) is een open source dataset, waarbij vrijwilligers data aanleveren en up-to-date houden. OSM is een veelgebruikte achtergrondlaag in applicaties en in kaartbeelden, maar naast achtergrondlaag zijn de gegevens ook downloadbaar. Ook in OSM zijn de gegevens opgedeeld in categorieën ('featureclasses'). Parkeerlocaties vallen onder de featureclasses 'parking' (reguliere parkeervlakken op straatniveau) en 'parking_multistory' (parkeergarages waarvan de bovenste verdieping in de openlucht is). Het voordeel van OSM is dat deze ook de hierboven particuliere parkeerlocaties bevat waar BGT deze locaties als 'erf' aanduidt.

Als grenswaarde hanteren we een minimaal parkeeroppervlak van 80 m². Enkel terreinen groter dan 80 m² zijn meegenomen in de analyse. Vooral grote parkeerterreinen zijn economisch gunstiger om eerst te ontwikkelen (Merosch & CE Delft, 2021).

De potentiële opbrengst van zon op parkeerterreinen bedraagt 102-121 GWh/jaar/km² (Generation.energy, 2021). De potentiële opbrengst van de eerste locaties die de gemeente Katwijk in beeld heeft, bedraagt 8,3-9,9 GWh/jaar. De totale potentie van zon op parkeerterreinen in Katwijk bedraagt 38-46 GWh/jaar.

Figuur 30 - Zon op parkeerterreinen potentie Katwijk



B.1.4 Zon op geluidswallen

Zon-pv-potentie op de bestaande geluidswallen langs de Tjalmaweg en de Westerbaan is bepaald in de NPRE-analysekaarten. Deze potentie telt op tot 3,75 GWh/jaar, waarvan 2,25 GWh/jaar op de bestaande geluidswal langs de N206 en 1,5 GWh/jaar op de geluidswal langs de Westerbaan.

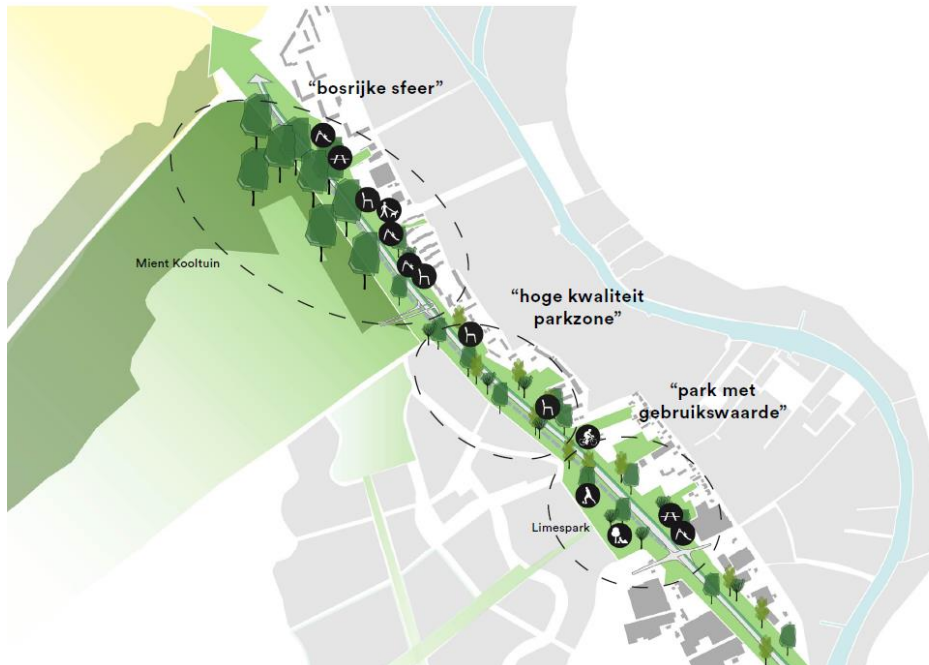
De ontwikkeling van zon-pv-potentie op nieuwe geluidswallen is in de volgende paragrafen weergegeven.

Geen zonopwek langs de nieuw aangelegde Tjalmaweg

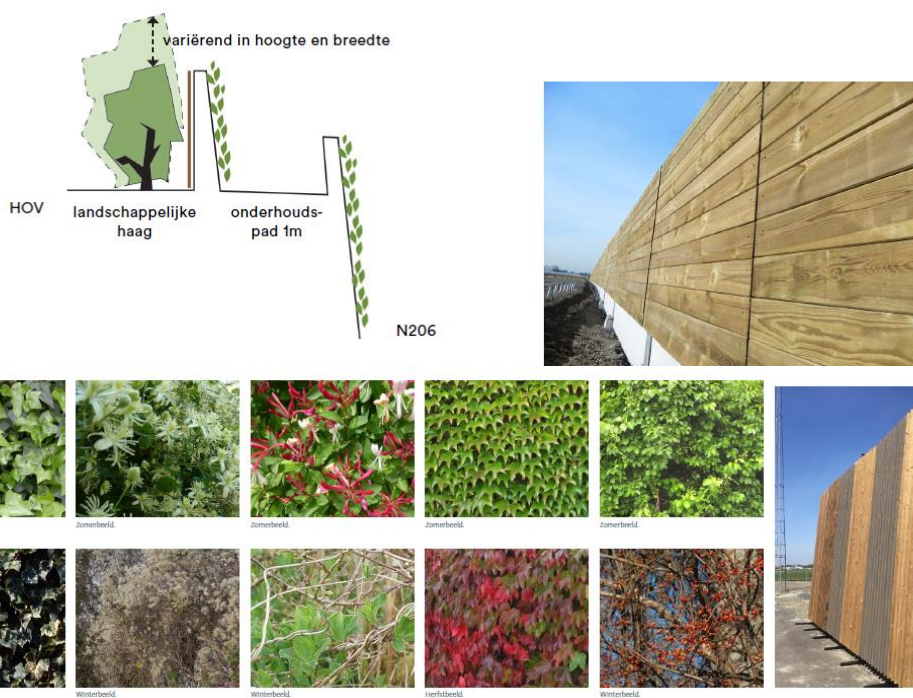
De Tjalmaweg (het deel van de N206 langs Valkenburg) wordt een continue parkzone die de Katwijkse duinen verbindt met de Oude Rijn. Binnen deze parkzone is het groene karakter belangrijk langs en rond de weg, zie Figuur 31. Ook de geluidswallen hebben een groen

karakter, met klimbeplanting en een landschappelijke haag, zie Figuur 32. Omwille van het groene karakter lijkt zonopwek onwaarschijnlijk.

Figuur 31 - Parkzone langs de Tjalmaweg



Figuur 32 - Geluidswallen Tjalmaweg - Landschappelijke haag langs Valkenhorstkant, klimbeplanting langs andere kant



Eventueel potentie op nieuw geluidscherm N206 - Baron van Wassenaarlaan

Langs de N206 bij de Baron van Wassenaarlaan, in de berm van de provinciale weg, komt een nieuw geluidscherm van 580 meter lang en circa 3 tot 4 meter hoog, op het westen gericht. De opbrengst van geluidschermen bedraagt 0,24 GJ/m² (NPRES, 2020). Plaatsen van zonnepanelen levert een potentiële opbrengst van ongeveer 0,1 GWh.

B.1.5 Zon op meer

Volgens de Analysekaarten van het NPRES bezit het Valkenburgse meer (een meer met golfslagcategorie 1) bij een benutting van 5% van het meeroppervlak (55,8 ha) een potentie van 9,5 TJ aan elektriciteit (NPRES, 2020). De vraag is hoe haalbaar deze potentie in werkelijkheid is. Het meer wordt al voor verschillende functies (zandwinning, recreatie) ingezet. Om deze reden is deze potentie meegenomen in de maximuminschatting van elektriciteitsopwekking, en niet in de minimale inschatting.

B.2 Wind

Het formaat van een windturbine kan erg verschillen; zo zijn er turbines van een paar kW, maar ook van zo'n 10 MW. Een grote windturbine heeft als voordeel dat hij simpelweg meer energie produceert, wat er bovendien voor kan zorgen dat deze zich in zowel geld als milieutermen (milieu-impactproductie turbine) relatief snel terugverdient (PBL, 2021). Een kleine windturbine heeft aan de andere kant het voordeel dat deze op meer plekken te plaatsen is (op basis van regels omtrent veiligheid en impact op de leefkwaliteit), en plaatsing daarnaast ook meer maatschappelijk geaccepteerd is. Kleine windturbines worden daardoor ook eerder dan grote windturbines op individuele basis geplaatst, terwijl voor grote windturbines vaak een specifiek gebied geschikt blijkt en daardoor eerder ingezet wordt op een park dan op individuele turbines.

Voor de potentie van windenergie kijken we zowel naar het technisch potentieel van grote windturbines (masthoogte van 166 meter) als naar het technisch potentieel van kleine windturbines (masthoogte van 15 meter), op basis van nationale en provinciale regelgeving. Achtereenvolgens zullen we eerst op grote windturbines ingaan, en vervolgens op kleine windturbines.

B.2.1 Grote windturbines

Wat is het?

In onze studie maken we voor het berekenen van het technisch potentieel van grote windturbines gebruik van de analysekaarten van NPRES (NPRES, 2020). Bij deze analysekaarten wordt uitgegaan van een referentieturbine met een vermogen van 5,6 MW (de Vestas V-150), aansluitend bij ontwikkelingen op de markt. Volgens ons is dit op dit moment nog steeds het geval. De turbine heeft een masthoogte van 166 meter en een rotordiameter van 150 meter. De analysekaarten NPRES voor windenergie zijn opgesteld door Generation.Energy, het adviesbureau dat ook de analyses voor de concept-RES en RES 1.0 in Holland Rijnland heeft uitgevoerd. In de RES zijn de potentiegebieden verder uitgewerkt aan de hand van ruimtelijke denkrichtingen; deze denkrichtingen zijn niet meegenomen in deze analyse.

Beperkingen grootschalige wind op land

Bij de plaatsing van windturbines dient er rekening gehouden te worden met plaatsings-criteria. Er bestaat nationale wet- en regelgeving met betrekking tot veiligheid, leefkwaliteit (geluid en slagschaduw) en milieu (bijvoorbeeld Natura2000-gebieden). Daarnaast worden er vanuit de provincie ook vaak beperkingen opgelegd (omtrent natuur en cultuur bijvoorbeeld). Voor een windpark is het nog relevant om te benoemen dat er een minimale afstand tussen windturbines gewenst is, om te voorkomen dat windmolens elkaar negatief beïnvloeden, doordat ze in elkaars ‘windschaduw’ staan.

Hoewel de kans normaal gesproken klein is, kan een windturbine om verschillende redenen een gevaar vormen voor de omgeving. Zo kan er een windturbineblad afbreken, een windturbine kan omvallen door een mastbreuk, een gondel en/of rotor kan naar beneden vallen en kleine onderdelen (zoals ijs) kunnen geworpen worden vanaf het een rotorblad. Om deze risico's tot een minimum te beperken, zijn er door het Rijk afstandscriteria geformuleerd voor de afstand van een molen tot verschillende objecten. De criteria voor een 5,6 MW-turbine, staan opgesomd in Tabel 12. Ook staat daar kort genoemd wat relevante regels omtrent natuur en cultuur zijn.

Tabel 12 - Regels veiligheid en milieu voor een 5,6 MW-windturbine

Object	
Buisleidingen	Ashoogte + halve rotordiameter
Kwetsbare objecten	Ashoogte + halve rotordiameter
Beperkt kwetsbare objecten	Halve rotordiameter
Woonkernen	Geluidsnorm overschrijdt afstand veiligheidsnorm (500 m.)
Losse woonbebouwing	Geluidsnorm overschrijdt afstand veiligheidsnorm (300 m.)
Wegen	Halve rotordiameter (75 m.)
Waterwegen	50 m. ten opzichte van vaarweg
Hoogspanningsinfrastructuur	Ashoogte + halve rotordiameter (241 m.)
Primaire waterkering	50 m. van hartlijn vaarweg
Spoor (ook lightrail)	7,85 m. + halve rotordiameter
Industrie	Risicocontour per locatie
Laagvlieggebieden	Op basis van toetsing
Luchthavens	Op basis van toetsing
Natuur	Op basis van toetsing
Radarsystemen en zendstations	Op basis van toetsing
Cultuur	10 werelderfgoederen + provinciale verordeningen

Bron: (NPRES, 2020).

Voor geluid geldt vanuit het Activiteitenbesluit milieubeheer dat het gewogen jaargemiddelde over een etmaal (L_{den}) maximaal 47 dB mag bedragen en het gewogen jaargemiddelde in de nacht (L_{night}) maximaal 41 dB mag bedragen, beide geldend voor gevoelige bestemmingen. Op basis van deze regelgeving nemen we aan dat de minimale afstand 500 meter voor woonkernen is, en 300 meter voor losse woonbebouwing. Voor slagschaduw geldt vanuit hetzelfde besluit dat op een afstand van twaalf keer de rotordiameter niet meer dan zeventien dagen per jaar gedurende meer dan 20 minuten per dag slagschaduw door het raam mag vallen (Rijksoverheid, 2018).

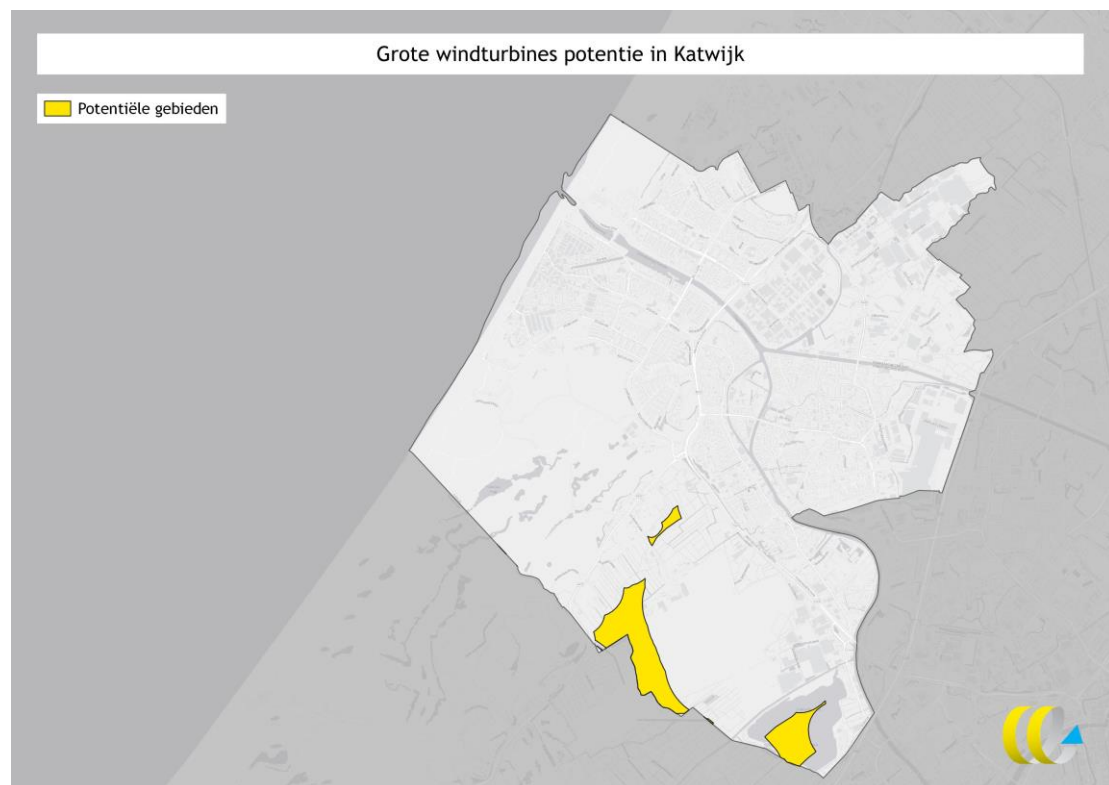
Correctie voor nieuwbouw

Op basis van de hiervoor benoemde beperkingen voor plaatsing van grote windturbines, is met behulp van een GIS-analyse een inschatting gemaakt van de mogelijke locaties. Daarbij is in eerste instantie uitgegaan van gemeentelijke basisgegevens met betrekking tot gebouwen (de Basisregistraties Adressen en Gebouwen (BAG) (Kadaster, ongoing)). Daarnaast is bovendien rekening gehouden met de geplande nieuwbouwwijk Valkenhorst, waarbij enkel bestemmingen voor een woonfunctie zijn meegenomen. Aangezien rondom woonkernen de meest beperkende factor voor de plaatsing van windturbines geluid is, is deze beperking meegenomen als indicator voor de plaatsingsruimte in de voorliggende analyse.

Resultaten

De potentiële locaties voor grote windturbines bevinden zich enkel rondom en in het Valkenburgse meer, en daarnaast in en rondom het voormalige vliegveld Valkenburg. Dit komt overeen met de eerdere studies. In de voorliggende analyse is de nieuwbouwwijk Valkenhorst meegenomen, en is rondom de woonkern een afstand van 500 meter als beperking op basis van geluid meegenomen. Op basis daarvan resulteert onderstaand kaartje (Figuur 33) met daarin in geel aangegeven wat de mogelijke gebieden zijn voor de plaatsing van grote windturbines van het type Vestas V-150.

Figuur 33 - Mogelijke gebieden voor plaatsing van 5,6 MW-windturbines in Katwijk



Het totaal aantal windturbines dat hier maximaal geplaatst kan worden, is beperkt en kan voor de verschillende gebiedjes afzonderlijk worden bepaald:

- Op het Valkenburgse meer: Antea Group heeft een potentiëstudie voor Katwijk gedaan (Antea, 2019) waarin zij concluderen dat er nabij het Valkenburgse meer drie grote windturbines geplaatst zouden kunnen worden. Witteveen & Bos heeft een studie uitgevoerd (Witteveen & Bos, 2022), waarin zij specifiek de mogelijkheden voor wind rondom het Valkenburgse meer heeft onderzocht. Deze studie geeft meer informatie over de haalbaarheid van windenergie in dit gebied.
- Ten zuidwesten van nieuwbouwwijk Valkenhorst is een gebied waar een paar windturbines geplaatst zouden kunnen worden. Men kan verschillende aannames doen over de benodigde afstand tussen windturbines in verband met ‘windschaduw’. Om het aantal molens te bepalen is op twee wijzen een analyse uitgevoerd naar het mogelijke aantal windturbines, waarbij de conclusie is dat er in beide werkwijzen vier turbines mogelijk zijn op deze locatie:
 - Als men windturbines plaatst met als eis dat de afstand tussen twee windturbines vier keer de rotordiameter moet zijn ($4 \cdot 150 = 600$ meter).
 - Als men windturbines plaatst met als eis dat als om elke turbine een cirkel met een diameter van vier keer de rotordiameter (en als middelpunt de windturbine) geplaatst wordt, en de cirkels elkaar niet mogen raken.In beide gevallen is ervan uitgegaan dat er geen aanvullende eisen met betrekking tot de geometrie zijn. Wel kan er natuurlijk getracht worden om de turbines bijvoorbeeld zoveel mogelijk op één lijn te plaatsen.
- Ten noordwesten van Valkenhorst: hier past hoe dan ook maximaal één windturbine. Het gebied is te klein om een tweede windturbine op een afstand van vier keer de rotordiameter geplaatst te krijgen.

Samen resulteren deze mogelijke locaties in maximaal acht te plaatsen windturbines. In Katwijk (op een ashoogte van 166 meter) is de gemiddelde windsnelheid door het jaar heen 8,5 m./s (RVO, 2022). Dit resulteert in 3.850 vollasturen en daarmee een jaarlijkse opbrengst van 172 GWh (Generation Energy & CE Delft, 2019).

Hoe verhoudt dit zich met eerdere studies voor Katwijk?

In de studie van Antea is bekeken hoeveel drie windturbines ongeveer zouden kunnen opleveren. Zij komen hierbij op 108 TJ, op basis van een windturbine met een tiphoogte van 200 meter (zonder gerapporteerd vermogen). Wij komen op significant meer vermogen per turbine dan de studie van Antea, wat in elk geval voor een deel verklaard zou kunnen worden doordat de tiphoogte hoger is (241 meter). Overigens is een vergelijking lastig te maken, aangezien de studie van Antea geen vermogen rapporteert.

De studie van Witteveen & Bos komt bij het gebruik van turbines met een vermogen van 2,85 MW en een ashoogte van 100 meter uit op een jaarlijkse opbrengst van 106 TJ en bij het gebruik van turbines met een vermogen van 5,3 MW en een ashoogte van 121 meter uit op een jaarlijkse opbrengst van 245 TJ. In onze studie komen wij uit op een lager vermogen, terwijl wij uitgaan van een hoger vermogen en grotere ashoogte. Het lijkt er daarmee op dat onze cijfers een wat conservatieve inschatting zijn.

B.2.2 Kleine windturbines

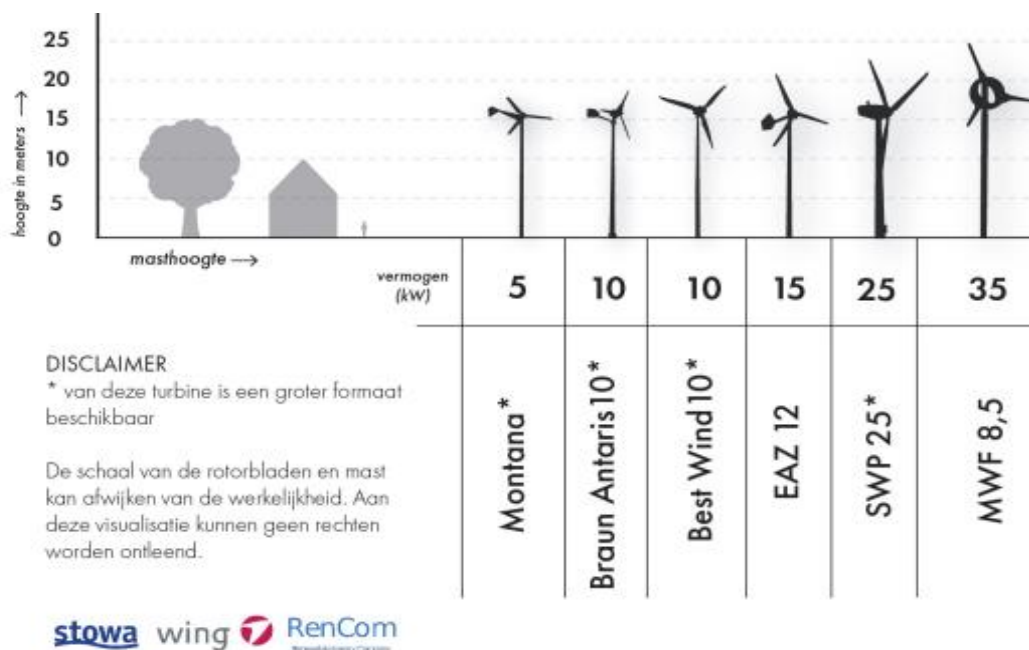
Wat is het?

Verschillende instanties hebben verschillende benamingen en standaarden voor relatief kleine windturbines. Hier is niet één lijn in te ontdekken, maar de Nederlandse Wind Energie Associatie (NWEA) hanteert als uitgangspunt dat turbines met een rotordiameter



tussen de 3,14 en 200 vierkante meter (rotordiameter tussen de 2 en 14 meter) als kleine windturbine tellen, terwijl turbines met nog een kleinere diameter gezien worden als mini-windturbine (NWEA, 2020). In termen van vermogen spreek je voor een kleine windturbine dan van maximaal enkele tientallen kW. In Figuur 34 staan enkele verschillende mogelijke typen kleine windturbines (WUR, 2020).

Figuur 34 - Visualisatie van de grootte van kleine windturbines



Bron: (WUR, 2020).

Alhoewel de NWEA windmolens naar diameter categoriseert, zijn er tegenwoordig ook innovatieve concepten op de markt zonder rotorbladen (zoals de windpaal en windboom) (Scholten, T. & CE Delft, 2020). Welk type windmolen geschikt is, is afhankelijk van de wensen van de gebruiker (en de omgeving) qua looks en vermogen, de locatie (bij veel bebouwing is een verticale as soms bijvoorbeeld geschikter dan een horizontale) en daarnaast natuurlijk de mogelijkheden qua ruimtelijke inpassing (veiligheids- en geluidsregels).

In deze studie gaan we uit van de EAZ Twaalf-turbine, een windturbine met een nominaal vermogen van 10 kW. Deze keuze is gemaakt omdat het een kleine windturbine is met nog een relatief groot vermogen, waardoor de opbrengst simpelweg groter is dan van nog kleinere turbines. Dit maakt dat de turbine zich zowel qua kosten als energetisch sneller terugverdient. Het is bovendien een windturbine die recentelijk populair is geworden in verschillende provincies (Energeia, 2022).

Beperkingen kleinschalige windmolens

Net als bij grote windturbines, gelden er bij kleine windturbines ook beperkingen voor veiligheid en leefkwaliteit, en voor de bescherming van natuur en cultuur. Hoewel er voor grote windturbines duidelijke nationale regelgeving bestaat, is dit voor kleine windturbines niet het geval. Ook de provincie Zuid-Holland heeft geen eenduidige regelgeving voor kleine windturbines, maar zegt het volgende (Provincie Zuid-Holland, 2022a):

“Bij de plaatsing van windturbines dienen op projectniveau effecten ten aanzien van o.m. natuur, flora en fauna, bescherming van waardevol cultureel erfgoed, geluid, externe veiligheid, slagschaduw, lichtschittering, vaarwegen en waterstaatswerken, landschappelijke inpassing, watertoets en archeologie te worden onderzocht. Het voorgaande dient in een MER en/of een ruimtelijke onderbouwing te worden vastgelegd.”

Bij gebrek aan nationale en provinciale regelgeving zijn we bij de bepaling van de potentie uitgegaan van een studie gedaan door Tauw in de Kop van Noord-Holland, zie Tabel 13 (RES Noord-Holland, 2021). Wat betreft geluid en slagschaduw gelden voor kleine windturbines dezelfde regels als voor grote windturbines. Ook hier blijkt dat regels omtrent geluid een relatief groot effect hebben op de opties waar windturbines geplaatst kunnen worden; we gaan hier uit van 100 meter, een afstand waarop bij een windsnelheid van 8 m./s over het jaar heen gemiddeld 36 dB geluid is (WUR, 2020).

Tabel 13 - Regels veiligheid en milieu kleine windturbines

Object	Regel gehanteerd in analysekaarten NPRES
Buisleidingen	Ashoogte + halve rotordiameter
Gevoelige bestemmingen	Geluidsnorm overschrijdt afstand veiligheidsnorm (100 m.)
Hoogspanningsinfrastructuur	Maximale werpafstand bij twee keer het nominaal toerental
Openbaar gebied	Wieken hangen niet boven openbaar gebied
Natuur	Op basis van toetsing
Cultuur	10 werelderfgoederen + provinciale verordeningen

Correctie voor nieuwbouw

Evenals bij de potentiebepaling van grote windturbines, is voor de kleine windturbines in eerste instantie uitgegaan van de gebouwen zoals aanwezig in het BAG (Kadaster, 2020). Daar is de geplande nieuwbouwlocatie Valkenhorst aan toegevoegd.

Plaatsing in het landschap: bij gebouwen

Kleine windturbines kunnen op vele plekken worden geplaatst. In deze studie is aangesloten bij de ruimtelijke voorkeuren zoals deze gelden in de provincie Noord-Holland (RES Noord-Holland, 2021). Hier is gekozen om kleine windturbines toe te staan nabij een gebouw (niet zijnde een woning). Veldopstellingen voor kleine windturbines worden dan ook niet bekeken.

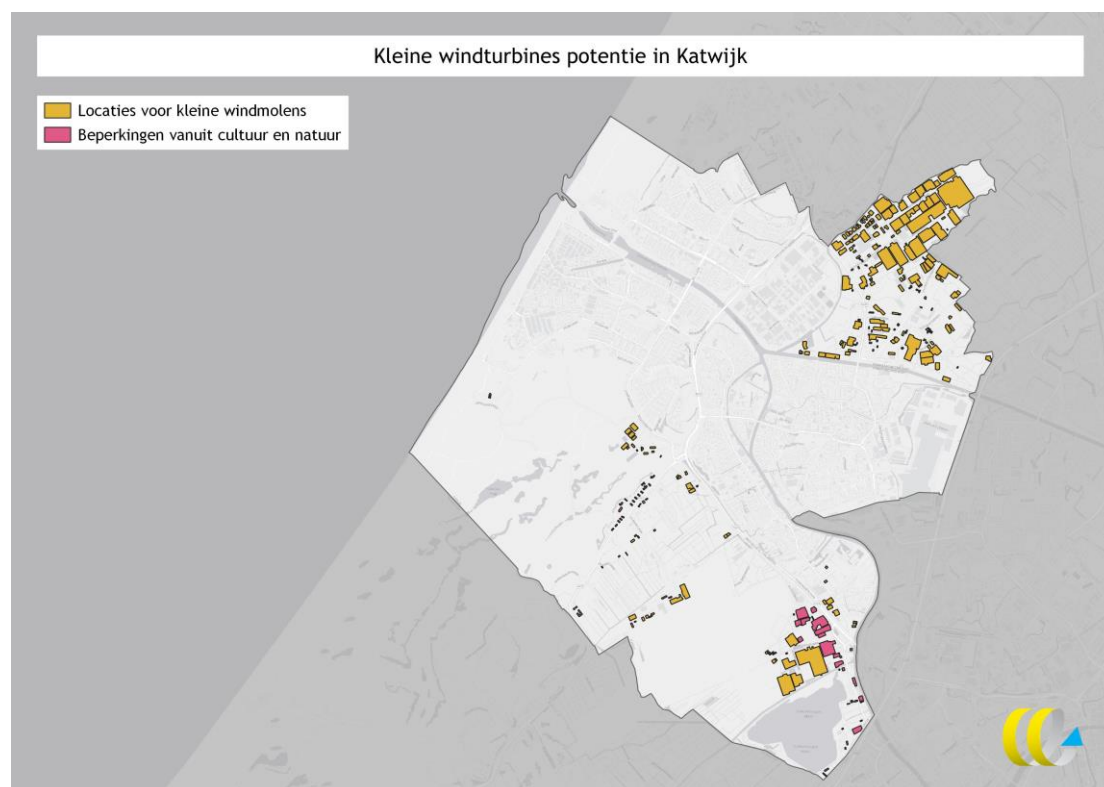
Daarom zijn we er in deze studie vanuit gegaan dat kleine windturbines bij gebouwen met een industriële functie geplaatst worden (zoals aangegeven in het BAG), met een minimale oppervlakte van 150 m². Daarnaast hebben we aangenomen dat je kleine windturbines plaatst in het meer landelijke gebied van Katwijk. De mogelijkheden zijn dan ook enkel bekeken in die buurten waar de omgevingsadressendichtheid lager dan 1.000 is (CBS, lopend). Deze restrictie is grofweg in lijn met de studie van Tauw, gedaan in de Kop van Noord-Holland (RES Noord-Holland, 2021).

Resultaten

Op basis van de aangenomen veiligheidsregels en de overige aannames rond plaatsing van kleine windturbines, blijven er 281 potentiële locaties over voor plaatsing. Dit zou men de potentie op basis van ‘harde’ beperkingen kunnen noemen. Als men daarnaast ook nog rekening houdt met zachtere beperkingen omtrent cultuur en natuur, zoals aangegeven door de provincie Zuid-Holland, wordt het aantal 231. In Figuur 35 is te zien welke poten-

tiële locaties (geel en roze samen) er voor kleine windturbines zijn bij toepassing van enkel de harde beperkingen. De gele locaties zijn de mogelijkheden bij toepassing van zowel harde als zachte maatregelen.

Figuur 35 - Potentiële locaties voor kleine windturbines.



De totale opbrengstpotentie is bepaald op basis van de windsnelheidsverdeling (KNMI reken-tool (KNMI, 2022)) op een ashoogte van 15 meter en de powercurve van de EAZ Twaalf-windturbine (KNMI, 2022, al., A. d. C. e. & Utrecht University, 2019). Daarmee komen we op basis van harde beperkingen op een jaarlijkse opbrengst van 6,4 GWh, en op basis van zachte beperkingen op een jaarlijkse opbrengst van 5,2 GWh.

B.3 Warmte

De potentie van warmtebronnen is bepaald in eerder onderzoek over duurzame warmteoplossingen in Katwijk (CE Delft, 2021b). Voor de gevolgde methodiek verwijzen wij graag naar deze studie.

B.4 Duurzame gassen

De technische potentie voor groengas uit biomassastromen is afkomstig van een analyse van CE Delft voor Netbeheer Nederland (CE Delft, 2020b).

De gevolgde methodiek kijkt naar de hoeveelheden biomassa die mogelijk beschikbaar zijn voor vergisting of vergassing. Bij vergisting gaat het om vergassing via reguliere vergistings-

installaties. Bij vergassing om het omzetten van biomassa naar groengas via superkritische watervergassing, zoals ontwikkeld wordt door SCW Systems in Alkmaar. De opbrengst van superkritische watervergassing is ruwweg twee maal zo hoog als via reguliere vergisting. In Tabel 14 is de technische potentie van het vergisten en vergassen van de aanwezige biomassa-reststromen in Katwijk weergegeven.

Tabel 14 - Technisch potentieel (in m³ groengas per jaar) van de biomassa-reststromen in de gemeente Katwijk

	Vergisten	Vergassen
GFT en ONF	523.960	1.047.920
Afvalhout huishoudens	512.475	597.888
RWZI-slib	262.662	525.324
Natuurgras	436.283	872.566
Houtige biomassa natuur	16.170	18.865
Dunne mest	93.750	187.500
Vaste mest	48.125	96.250
Gras (landbouw)	731.169	1.462.338
Akkerbouw	56	111
Tuinbouw	7.686	15.371
Glastuinbouw	185.999	371.999
Totaal	2.818.335	5.196.132

C Aannames voor bepaling gevolgen elektriciteitsnet

De gevolgen van het elektriciteitsnet zijn bepaald voor middenspanningsruimtes en voor het onderstation Katwijk. In deze bijlage lichten wij de gehanteerde methodiek toe. Ook gaan we nader in op de verwachte laadvraag van mobiliteit in Katwijk.

C.1 Bepalen effecten op middenspanningsruimtes

Voor het bepalen van het effect op de middenspanningsruimtes in Katwijk is gebruik gemaakt van een model van Liander. Dit model geeft op basis van de verwachte warmtevoorziening, het aandeel zon-pv en het aandeel elektrisch vervoer weer wat indicatief het de impact is op het net, en welke uitbreidingen in het net noodzakelijk zijn.

Cijfers over de warmtevoorziening en het elektrisch vervoer zijn aangeleverd aan Liander. Voor het aandeel zon-pv is uitgegaan van de aannames van Liander in het model. Liander heeft met deze gegevens de berekeningen uitgevoerd en de indicatieve effecten aangeleverd voor deze studie.

NB: voor een daadwerkelijke bepaling van de effecten van de energietransitie op de middenspanningsruimtes voert Liander uitgebreidere studies uit. Neem hierover contact op met Liander.

C.2 Bepalen effecten op onderstation

Liander is van plan om het onderstation Katwijk in 2027 te verzwaren (Liander, 2022). In deze studie zijn de verwachte ontwikkelingen voor dit onderstation vergeleken met de ontwikkelingen die in deze studie zijn geanalyseerd. Gekeken is of de verwachtingen uit deze studie aanleiding zijn om de investeringsplanning van Liander aan te passen.

Hiervoor zijn vergelijkingen gemaakt tussen de aannames voor het aantal warmtepompen, elektrische laadpalen en nieuwbouwoontwikkelingen van Liander, en de cijfers uit deze studie. In een gesprek met Liander zijn de verschillen geduid. Geconcludeerd is dat er geen aanleiding is om de investeringsplanning aan te passen op basis van cijfers uit deze studie.

In dit vergelijk is niet gekeken naar de effecten van de komst van hernieuwbare elektriciteitsopwekking op land. Dit aangezien de gemeente nog geen concrete plannen heeft voor wind- en zonne-energie (naast zon op daken), en hiervoor dus geen cijfers konden worden aangeleverd. Liander houdt in haar plannen al rekening met een groei van zon op daken.

C.3 Warmtetransitie Gebouwde Omgeving

Voor de warmtetransitie zijn geen eigenvermogensberekeningen uitgevoerd, en is enkel gebruikgemaakt van de warmtetechnieken en aantallen woningen in de buurten van Katwijk. Gegevens hierover zijn afkomstig uit de warmtevisie van de gemeente. De onderbouwing hiervan is weergegeven in Bijlage A.



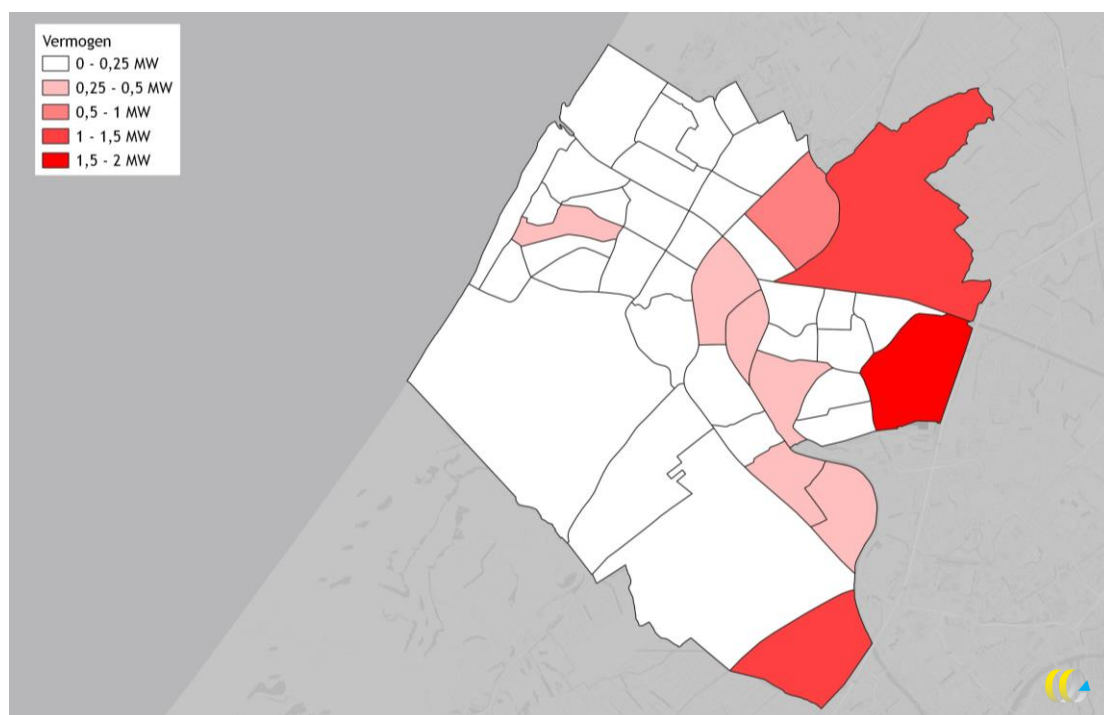
C.4 Mobiliteit

Voor mobiliteit is de laadvraag bepaald van personenauto's, bestelbusjes en trucks. Dit is gedaan op basis van de data van ElaadNL. Voor personenauto's is een uitvraag gedaan naar de onderliggende data voor de gemeente Katwijk van de Elaad Outlook personenauto's. Voor logistiek is data uit het [Elaad Dashboard Bedrijventerreinen](#) gehaald. Voor de aannames over elektrificatie van de verschillende modaliteiten hebben we gebruik gemaakt van de Elaad-scenario's voor zowel personen, bestelauto's als trucks. Voor 2030 zijn we uitgegaan van het midden-scenario, voor 2050 hebben we het hoog- en laag-scenario gebruikt. Welk percentage elektrificatie hierbij hoort, is te zien in Tabel 15.

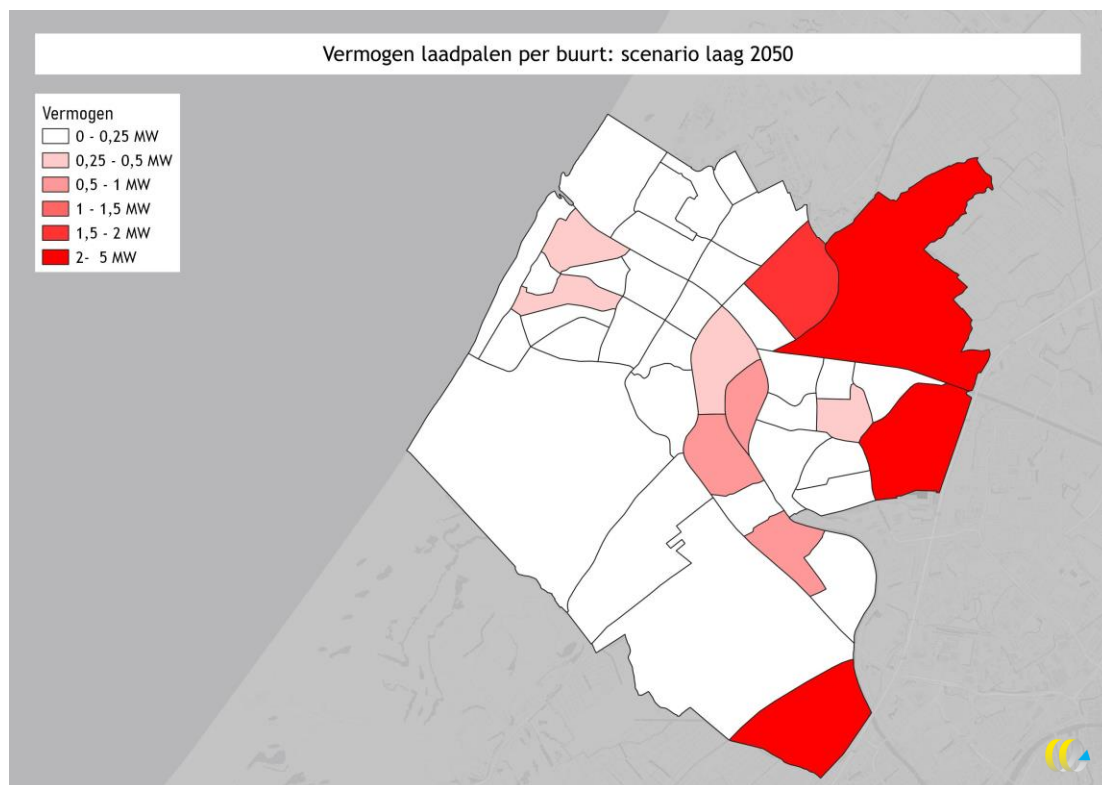
Tabel 15 - Aannames elektrificatie van de verschillende modaliteiten

Modaliteit	2030 Midden	2050 Laag	2050 Hoog
Personenauto's	25%	50%	100%
Bestelauto's	21%	82%	100%
Trucks	16%	41%	90%

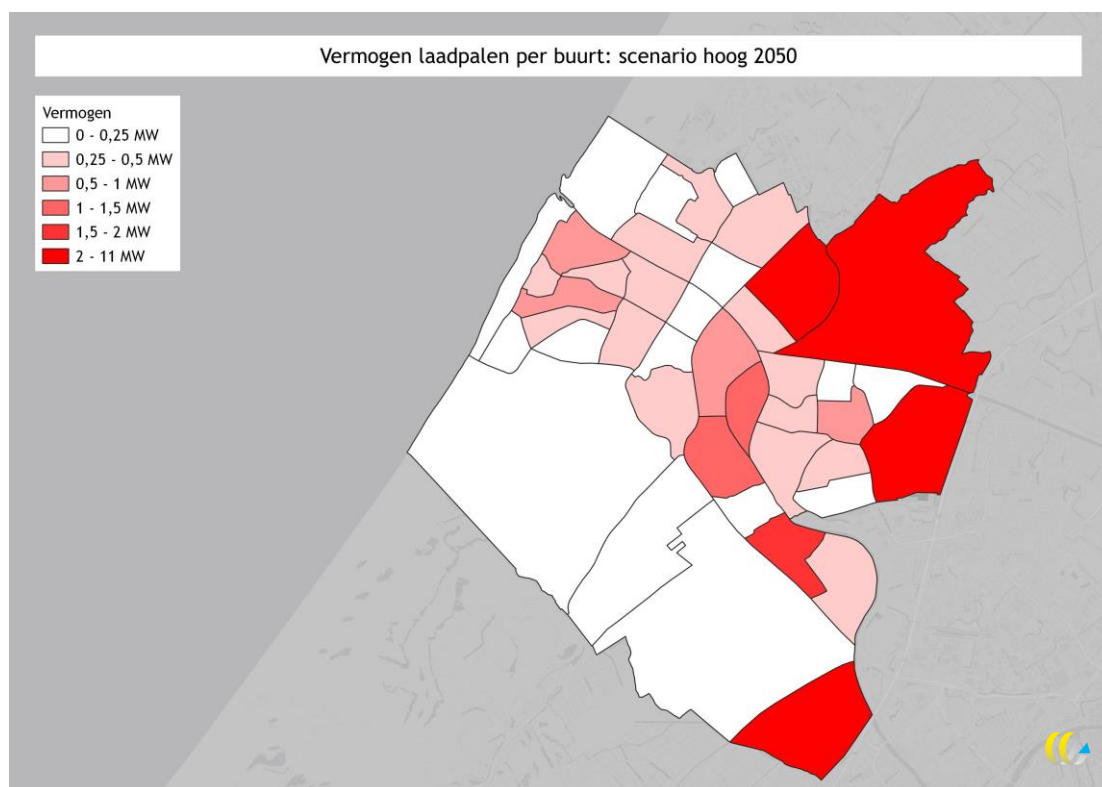
Figuur 36 - Vermogen laadvraag van personenvervoer en logistiek, in midden-scenario voor 2030



Figuur 37 - Vermogen laadvraag van personenvervoer en logistiek voor 2050, laag-scenario



Figuur 38 - Vermogen laadvraag van personenvervoer en logistiek voor 2050, hoog-scenario



In Figuur 37 en Figuur 38 valt op dat de laadvraag op met name de bedrijventerreinen hoog wordt. Dit komt door de verwachte groei van de laadvraag van logistiek (zowel trucks als bestelbussen). De laadvraag in de overige wijken is afkomstig van personenauto's. Hierna gaan we nader in op de werkwijze voor personenvervoer en logistiek.

C.4.1 Personenauto's

Voor personenauto's geeft Elaad data over het aantal thuis- en werklaadpalen, publieke laadpalen en snellaadpalen. Deze data is per buurt van de gemeente Katwijk gesplitst. Om vanuit het aantal laadpalen te komen naar de vermogensvraag, hebben we een gemiddelde bezetting en een laadvermogen aangenomen, zie Tabel 16.

Tabel 16 - Aannames bezetting en vermogen laadpalen

Categorie laadpaal	Bezetting	Vermogen (MW)
Thuis/werk	19%	4,7
Publiek	30%	4,7
Snel	30%	82,5

Hiermee kunnen we de vermogensvraag per buurt bepalen. De gegeven data is voor het midden-scenario van Elaad, de vermogensvraag hebben we daarom voor 2050 geschaald naar het aandeel elektrisch van het laag- en hoog-scenario.

C.4.2 Logistiek

Voor logistiek is de vermogensvraag al gegeven per bedrijventerrein. Omdat we de laadvraag graag per buurt willen weten, hebben we de bedrijventerreinen omgezet naar buurten. De gegeven vermogensvraag is voor het midden-scenario van Elaad, daarom hebben we dit voor 2050 geschaald naar het aandeel elektrisch van het laag- en hoog-scenario.

D Bijlage energiecijfers Valkenhorst

Dit onderzoek houdt rekening met onderstaand geactualiseerd overzicht van energieverbruik en opwek van de uitbreidingslocatie Valkenhorst (Anteagroup, 2021).

Tabel 17 - Energieverbruik en opwek Valkenhorst

	Verbruik in GWh	Opwek in GWh
Woningen		
Woningen, excl. warmte-koudeket	37,5	28
Voorzieningen en werkgelegenheid		
Voorzieningen en werkgelegenheid	3	2,4
Openbare ruimte		
Voorzieningen openbare ruimte	1,4	0
Hulpenergie warmte-koudeket woningen	3,5	0
Alternatieve opwek	0	15
Totaal	45,4	45,4

Bron: (Anteagroup, 2021).

7 Literatuur

- al., A. d. C. e. & Utrecht University, 2019. *Opportunities for Small-Scale Wind Turbines in the municipality Utrechtse Heuvelrug*.
- Alles over Katwijk, 2018. *Katwijk's afvalwater gezuiverd op zonne-energie* [Online] www.allesoverkatwijk.nl/nieuws/algemeen/36842/katwijk's-afvalwater-gezuiverd-op-zonne-energie. Oktober 2022.
- Antea, 2019. *Ruimtelijke potentie duurzame energie*: Antea Group.
- Anteagroup, 2021. *Milieueffectrapport Valkenhorst*.
- CBS, 2015. *Bestand bodemgebruik* [Online] www.cbs.nl/nl-nl/dossier/nederland-regionaal/geografische-data/bestand-bodemgebruik.
- CBS, lopend. *Statline* [Online] www.opendata.cbs.nl/statline.januari/5/2020.
- CE Delft, 2020a. *Kennisdocument waterstof voor de gebouwde omgeving*, Delft: CE Delft.
- CE Delft, 2020b. *Potentieel van lokale biomassa en invoedlocaties van groengas : Een verkenning voor 2030*, Delft: CE Delft.
- CE Delft, 2020c. *Verkendend onderzoek zonthermie Zuid-Holland*, Delft: CE Delft.
- CE Delft, 2021a. *CE Referentieprognose CO₂-uitstoot van verkeer tot 2030 in RMP-regio's. Achtergrondrapportage*, Delft: CE Delft.
- CE Delft, 2021b. *Duurzame warmteoplossingen Katwijk. Potentiële duurzame bronnen en kosten warmtetechnieken in kaart*.
- CE Delft & Generation.Energy, 2021. *Notitie beheer Analysekaarten RES*.
- EAZ, 2022. *Onze molen.*, EAZ wind www.eazwind.nl/onzewindmolen.
- Energeia, 2022. *Kleine windturbine blijft de weg omhoog vinden* www.energeia.nl/energeia-artikel/40104001/kleine-windturbinefabrikant-blijft-de-weg-omhoog-vinden.
- Gemeente Katwijk, 2021. *Warmtevisie Katwijk 2022-2026*.
- Gemeente Katwijk, 2022. *Coalitieprogramma 2022-2026*, Katwijk: Gemeente Katwijk.
- Generation Energy & CE Delft, 2019. *Analysekaarten NP RES: verantwoording bronnen en methoden*.
- Generation.energy, 2021. *Ruimtelijk potentieel van zonnestroom in Nederland*", TKI Urban Energy www.topsectorenergie.nl/Urban_energy/publicaties/Ruimtelijk_potentieel_van_zonnestroom_in_Nederland.pdf.
- Holland Rijnland, 2019. *Notitie: Van Regionaal Energieakkoord Holland Rijnland naar Regionale Energiestrategie (RES) Holland Rijnland*, Leiden: Holland Rijnland.
- IF Technology, 2020. *Potentie geothermie Holland-Rijnland*, Arnhem: IF Technology B.V.
- Kadaster, 2020. *Basisregistratie Adressen en Gebouwen (BAG)* www.kadaster.nl/zakelijk/registraties/basisregistraties/bag.
- Kadaster, ongoing. *Basisregistratie Adressen en Gebouwen (BAG): 2020, February 2022* www.data.overheid.nl/dataset/basisregistratie-adressen-en-gebouwen-bag. 2022
- KNMI, 2022. *Berekening gemiddelde windsnelheid* [Online] www.rekentool.mp.nl.
- Liander, 2020. *Ruimte voor de Energietransitie*, Arnhem: Liander NV.
- Liander, 2022. *Investeringsplan 2022 Elektriciteit en Gas*, Duiven: Liander.
- Liander, 2023. *Historische groei zonnepanelen op woningdaken in Noord-Holland, Friesland, Flevoland, Gelderland en Zuid-Holland*, Liander 27-01-2023 www.liander.nl/nieuws/2023/01/27/historische-groei-zonnepanelen-op-woningdaken-noord-holland-friesland-flevoland. 02-02-2023
- Merosch & CE Delft, 2021. *De zonnige kant van parkeren*, Bodegraven: Merosch.
- Netbeheer Nederland, 2022. *Nieuw inpassingskader voor grote batterijen moet netcongestie verminderen*, Netbeheer Nederland 15 december 2022



- www.netbeheernederland.nl/nieuws/nieuw-inpassingskader-voor-grote-batterijen-moet-netcongestie-verminderen-1596. 30-1-2023
- NPRES, 2020. *Analysekaarten* [Online] www.regionale-energiestrategie.nl/ondersteuning/analysekaarten+np+res/2022.
- NPRES, 2022. *Handreiking Regionale Energiestrategie*, Den Haag: Nationaal Programma Regionale Energiestrategie.
- NWEA, 2020. *Handreiking miniwind en kleine windmolens*.
- PBL, 2020. *Eindadvies Basisbedragen SDE++2020*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving (PBL).
- PBL, 2021. Berekening basisbedragen SDE++ 2022 OT-model: conceptadvies SDE++ 2022, Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) april 2021 www.pbl.nl/pbl-2021-ot-model-conceptadvies-sde-plus-plus-2022-4397.xlsx.
- PBL, 2022a. *Eindadvies Basisbedragen SDE++ 2022*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving (PBL).
- PBL, 2022b. *Klimaat- en Energieverkenning (KEV) 2022*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving (PBL).
- Provincie Zuid-Holland, 2019a. *Ontwerp Omgevingsvisie Zuid-Holland*.
- Provincie Zuid-Holland, 2019b. *Visie ruimte en mobiliteit*.
- Provincie Zuid-Holland, 2022a. *Herziening Omgevingsbeleid Module Energietransitie*, Den Haag: Provincie Zuid-Holland.
- Provincie Zuid-Holland, 2022b. *Woonbarometer* [Online] www.staatvan.zuid-holland.nl/woonbarometer. Oktober 2022.
- Qirion & Osborne, A., 2020. *Warmtenet Holland Rijnland: Financiële analyse*.
- RES Noord-Holland, 2021. *Handreiking microturbines*, Haarlem: Provincie Noord-Holland.
- Rijksoverheid, 2018. Activiteitenbesluit milieubeheer Geldend van 01-01-2018 t/m heden: artikel 3.6, www.wetten.overheid.nl/BWBR0022762/2018-01-01#Hoofdstuk3_Afdeling3.1_Paragraaf3.1.5_Artikel3.6.
- Rijksoverheid, 2022. *Regionale klimaatmonitor* [Online] www.klimaatmonitor.databank.nl November 2022
- Rijkswaterstaat, lopend. *Klimaatmonitor* www.klimaatmonitor.databank.nl/energiegebruik.
- RVO, 2022. Kenmerken SDE++, Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO) www.rvo.nl/subsidies-financiering/sde/aanvragen/kenmerken. Augustus/8/2022.
- Scholten, T. & CE Delft, 2020. *Duurzame energie projectgebied Grebbedijk*.
- Witteveen & Bos, 2021. *PlanMER Regionale Energie Strategie Holland Rijnland*, Deventer: Witteveen & Bos.
- Witteveen & Bos, 2022. *Windpark Valkenburgse Meer*, Deventer: Witteveen & Bos.
- WUR, 2020. *Kansen voor kleine windturbines bij waterschappen*.
- Zonedakje, 2023. *Zon in Gemeente Katwijk*.