TU Delft

Delft University of Technology

Rapportage KaDEr Deelproject 6

Roadshow voor een roadmap energietransitie van Elburg en Zutphen

Gommans, L.J.J.H.M.; van den Dobbelsteen, A.A.J.F.

Publication date
2021

Document Version
Final published version

Citation (APA)
Gommans, L. J. J. H. M., & van den Dobbelsteen, A. A. J. F. (2021). *Rapportage KaDEr Deelproject 6: Roadshow voor een roadmap energietransitie van Elburg en Zutphen*. Delft University of Technology.

Important note
To cite this publication, please use the final published version (if applicable).
Please check the document version above.

Copyright
Other than for strictly personal use, it is not permitted to download, forward or distribute the text or part of it, without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), unless the work is under an open content license such as Creative Commons.

Takedown policy
Please contact us and provide details if you believe this document breaches copyrights.
We will remove access to the work immediately and investigate your claim.

This work is downloaded from Delft University of Technology.
For technical reasons the number of authors shown on this cover page is limited to a maximum of 10.

Rapportage KaDEr Deelproject 6

Roadshow voor een roadmap energietransitie van Elburg en Zutphen



Rapportage KaDEr Deelproject 6

Roadshow voor een roadmap energietransitie van Elburg en Zutphen

Delft, 30 december 2021

Rapportage door Leo Gommans & Andy van den Dobbelsteen

Met bijdragen van Craig Martin, Riccardo Pulselli, Greg Keeffe, Siebe Broersma, Michiel Fremouw, Franziska Mack & Nikoletta Dimitriou

Inhoudsopgave

1 Inleiding 6
2 Regionale ambities en potenties van Elburg 7
3 Roadmap voor energietransitie van Elburg: samen delen 11
4 Regionale ambities en potenties van Zutphen 15
5 Roadmap voor energietransitie van Zutphen: cascaderen 20
6 Conclusies en aanbevelingen 23

Referentie 24

Bijlage 1: Grafische weergave energiekentallen Elburg 25
Bijlage 2: Grafische weergave energiekentallen Zutphen 29

1. Inleiding

Voor KaDEr zijn 2 roadshows georganiseerd om op basis van de lokale situatie en potenties een plan te maken om Zutphen en Elburg in de tijd te transformeren naar CO_2-neutraal en af te koppelen van het aardgasnet. Daarvoor is de vraag naar energie in kaart gebracht en de lokale potenties, met speciale aandacht voor de historische bebouwing in deze monumentensteden.
Dit is op diverse schalen beschouwd. Enerzijds dient er een visie te liggen op regionaal niveau, als kaderstellend plan, terwijl daarbinnen op lokaal niveau tot actie overgegaan kan worden. De Regionale EnergieStrategie (RES) voor de regio's levert op grotere schaal mogelijke ontwikkelingen en lokale studies leveren op de kleinere schaal mogelijkheden en kansen voor een energietransitie en roadmap voor de twee steden.
In deze rapportage wordt aangegeven hoe het planteam van de roadshow samen met gemeente en enkele stakeholders is gekomen tot de transitie visie plannen voor Zutphen en Elburg.

Het ontwerpteam van de roadshow bestond uit, op volgorde van Afbeelding 1:

- Franziska Mack (TU Delft)
- Dr. Riccardo Pulselli (Università di Firenze)
- Prof. Dr. Craig Martin ((TU Delft/University of Central Lancashire)
- Prof.dr.ir. Andy van den Dobbelsteen (TU Delft)
- Ir. Siebe Broersma (TU Delft)
- Prof. Greg Keeffe (Queens University Belfast)
- Ir. Michiel Fremouw (TU Delft)
- Dr.ir. Leo Gommans (TU Delft)
- Nikol Dimitriou (TU Delft)



Afbeelding 1: Het ontwerpteam van de roadshow voor Elburg en Zutphen [Foto: A. v/d Dobbelsteen]

2. Regionale ambities en potenties van Elburg

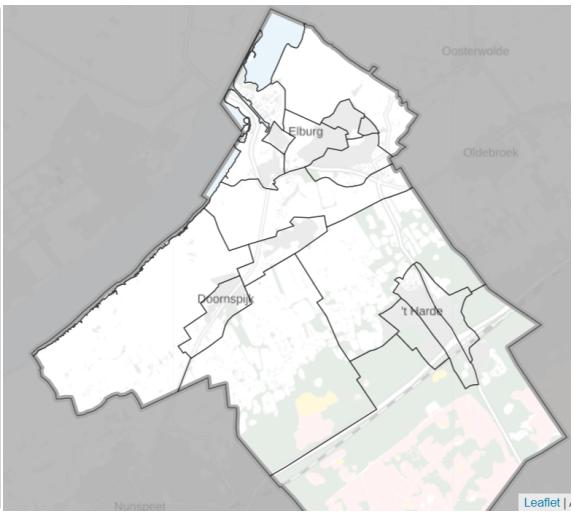
De oude vestingstad van Elburg (Afbeelding 2) bestaat grotendeels uit historische bebouwing, waardoor er vele beperkingen zijn wat betreft de energetische maatregelen aan de gebouwen, zoals beperkte isolatiemogelijkheden en verboden tot plaatsing van zonnepanelen op of aan gebouwen. Veel maatregelen zullen daarom meer buiten het historische deel van de stad gezocht worden en op grotere schaal.



Afbeelding 2: De historische vestingstad van Elburg [Gemeente Elburg]

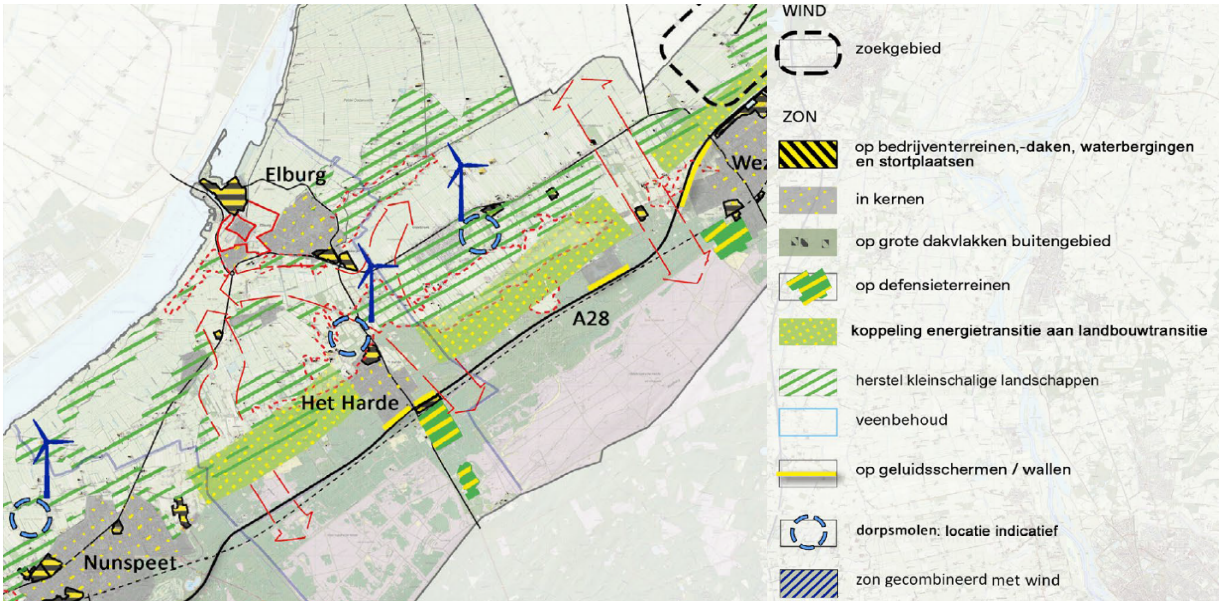
De gemeente Elburg bestaat uit een aantal wijken (Afbeelding 3) met 9.400 woningen die in 2050 van het aardgasnet afgekoppeld moeten zijn. Dat betekent dat vanaf nu elk jaar ca. 300 woningen aardgasvrij gemaakt moeten worden en uiteindelijk van duurzame energie moeten worden voorzien.

Buurtcode	Buurtnaam
BU02300100	Elburg Stad
BU02300101	Elburg West en havengebied
BU02300102	Elburg-Oosthoek
BU02300103	Elburg De Vrijheid
BU02300104	Oostendorp
BU02300105	Achterweg
BU02300108	Verspreide huizen Elburg-Zuid
BU02300109	Verspreide huizen Elburg-Noord
BU02300201	't Harde-Centrum
BU02300202	't Harde-West
BU02300203	't Harde-Oost
BU02300207	Verspreide huizen 't Harde Noord-West
BU02300209	Verspreide huizen 't Harde Zuid-Oost
BU02300300	Doornspijk
BU02300304	Hoge Enk
BU02300306	Verspreide huizen Doornspijk-West
BU02300308	Verspreide huizen Doornspijk-Oost



Afbeelding 3: De wijken van de gemeente Elburg [Bron: PBL Startanalyse]

Deze duurzame energie zal voor een belangrijk deel in de regio opgewekt worden, waarvoor plannen gemaakt zijn in de nota Regionale EnergieStrategie (RES) voor de Energieregio Noord Veluwe. Hier heeft de regio een bod uitgebracht om 0,5 TWh/jaar elektriciteit op te wekken, voornamelijk met grootschalige zon-PV-panelen en windturbines op land (Afbeelding 4).

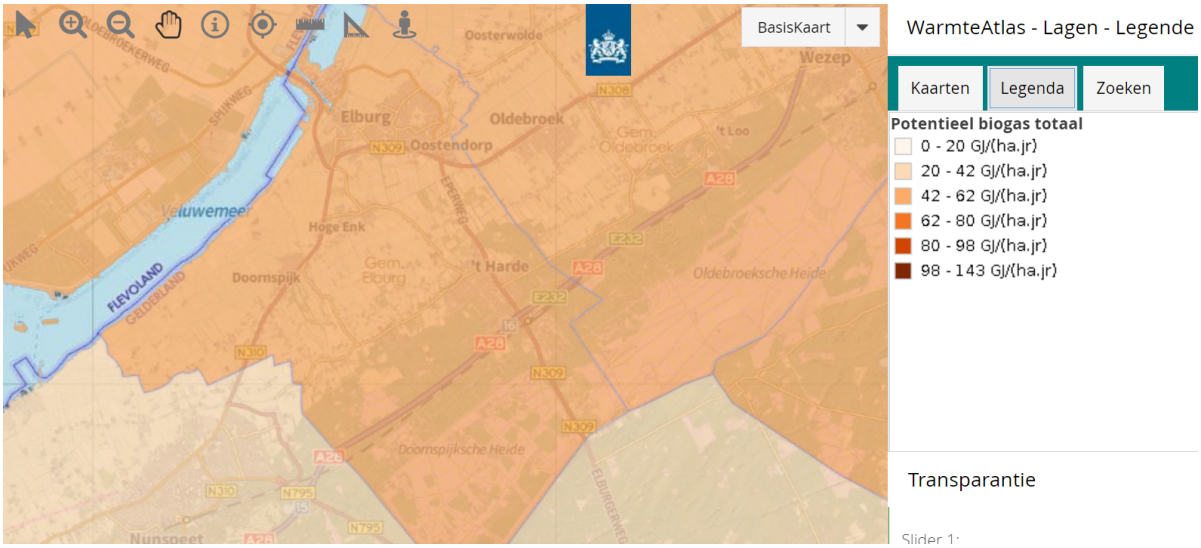


Afbeelding 4: Variant vrije vogels en lokale initiatieven uit de [Concept RES Noord Veluwe]

Onderdeel van de RES is de Regionale Structuur Warmte (RSW) waarin regionale warmtepotenties worden gelokaliseerd. Hierin staat aangegeven dat er weinig warmtebronnen in de regio zijn die de grenzen van de gemeente overstijgen om in te zetten als bron voor de gebouwde omgeving, uitgezonderd biomassa en biogas. Het algemene beeld voor de regio is dat de voorkeursoplossing voor de gebouwde omgeving, vanuit het vastgoed bekeken, grotendeels naar individuele all-electric oplossingen neigt, met een aantal plekken (in de centra van de grotere kernen) waar kleinschalige, lokale warmtenetten het meest kansrijk en betaalbaar lijken.

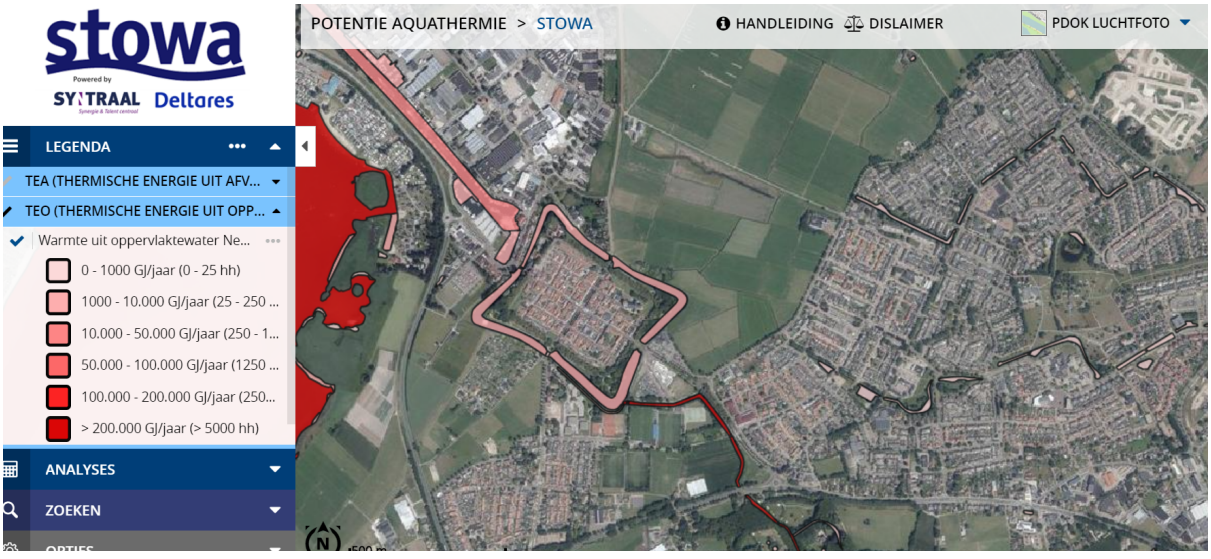
De bronnen waarmee de warmtenetten gevoed gaan worden, worden lokaal met name ingevuld met lage-temperatuur warmtebronnen, zoals omgevingswarmte (bijvoorbeeld WKO aangevuld met aquathermie), naast biomassa. Gevolg hiervan is dat de elektriciteitsvraag in de regio gaat stijgen,

omdat een groot gedeelte van de gebouwde omgeving overgaat op all-electric warmteoplossingen. Dit heeft dan ook consequenties voor de elektriciteitsnetten. Bovendien wordt de behoefte aan duurzaam opgewekte elektriciteit groter. Regionaal liggen er ook kansen voor biogas (afbeelding 5).



Afbeelding 5: Potentieel van biogas uit vloeibare mest, GFT-afval en reststromen uit akkerbouw: 42-62 GJ/ha.jaar [Bron: Warmteatlas.nl]; 1 woning = 50 GJ/jr → 1 ha. = 1 woning; landoppervlak gemeente Elburg = 6.600 ha; potentie voor 6.600 woningen

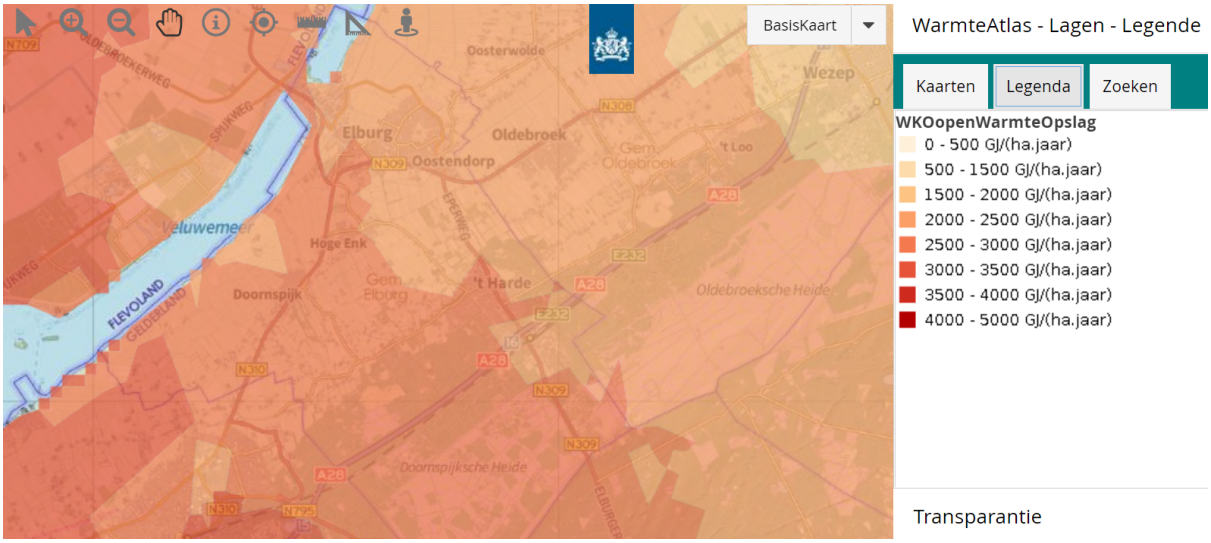
Aangezien biogas relatief schaars is, zal dit voornamelijk gebruikt worden voor de industrie waar energie van hoogwaardige kwaliteit (hoge temperaturen) benodigd is. De gebouwde omgeving vraagt voornamelijk laagwaardige energie (temperaturen lager dan 90 graden Celsius) die veel efficiënter op te wekken is met warmtepompen. Datzelfde geldt ook voor groene waterstof, die geproduceerd moet worden uit duurzaam geproduceerde elektriciteit, wat dan de vraag hiernaar aanzienlijk zal vergroten. Beide vormen van energie zijn bovendien relatief duur om te produceren.



Afbeelding 6: Potenties aan thermische energie uit oppervlaktewater (als bron voor een warmtepomp) [Bron: Stowa/Syntraal/Deltares]

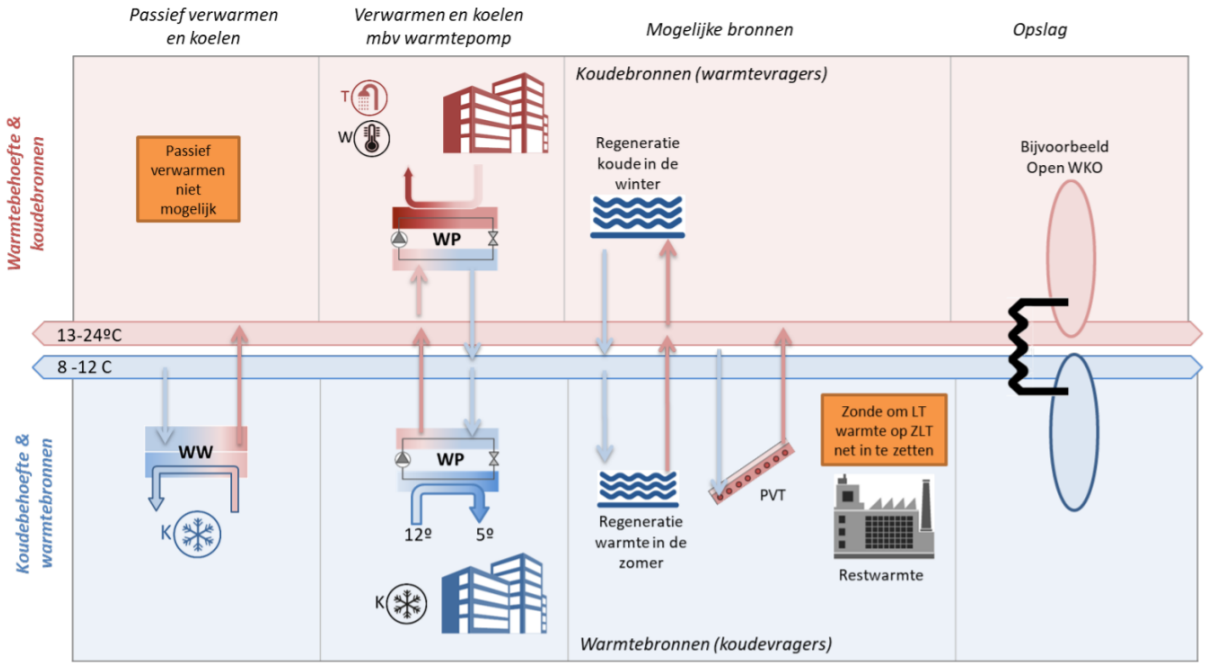
Voor de gebouwde omgeving is daarom in eerste instantie gekozen voor toepassing van warmtepompen die watertemperaturen tot 70 graden Celsius kunnen produceren op basis van verschillende duurzame bronnen zoals bodem, grondwater (Afbeelding 7), rioolwater,

oppervlaktewater (Afbeelding 6), (lage-temperatuur) restwarmte uit processen en PV-thermische panelen, met een 6 tot 10 maal lagere elektriciteitsvraag.



Afbeelding 7: Warmteopslag in grondwater 2.000-3.000 GJ/ha.jaar [Bron Warmteatlas.nl]; 1 woning = 50 GJ/jr → 1 ha. = 50 woningen; landoppervlak gemeente Elburg = 6.600 ha; potentie voor 6.600 x 50 = 330.000 woningen

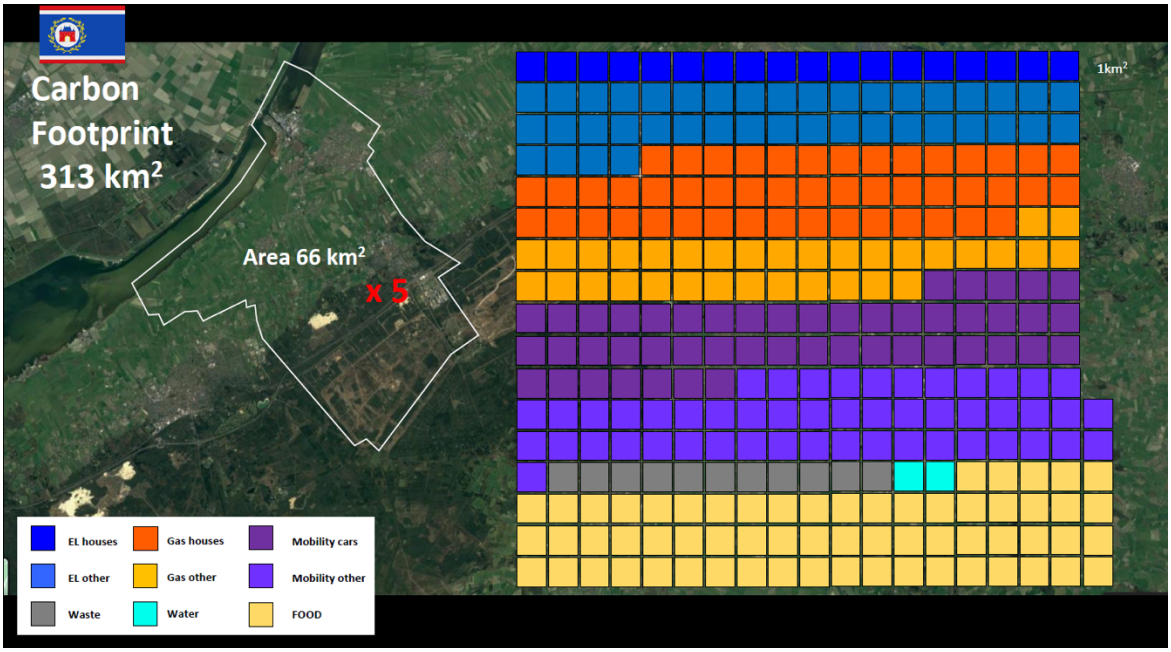
Waar mogelijk, zal gekozen worden voor lage-temperatuur bronnetten met warmte-koude-opslag (WKO) voor koeling en verwarming met elektrisch aangedreven warmtepompen, een zogenaamd 'kowanet' [www.kowanet.nl], of 5e-generatie warmte-koudenet (Afbeelding 8), omdat met deze techniek met de minste hoeveelheid elektriciteit, de grootste hoeveelheid warmte en koude kan worden opgewekt. Voorwaarde hierbij is wel dat ernaar gestreefd wordt om met zo laag mogelijke temperaturen te verwarmen en zo hoog mogelijke temperaturen te koelen. Dit vraagt op gebouwniveau soms om aanpassingen, zoals isolatie en/of installaties op gebouw.



Afbeelding 8: Principe van een Kowanet (5e-generatie warmte-koude-net) [Bron: kowanet.nl]

3. Roadmap voor energietransitie van Elburg: samen delen

De roadmap voor de energietransitie van Elburg werd op 3 september 2021 in de Kloostertuin te Elburg gepresenteerd. In de presentatie zijn beelden opgenomen om aan te geven hoe deze transitie zou kunnen verlopen met hun ruimtelijke consequenties, om uiteindelijk een CO_2-neutraal Elburg te realiseren [Martin et al. 2021].
Als alle oplossingen die worden voorgesteld worden uitgevoerd, kan de CO_2-productie tot bijna nul worden gereduceerd. Voor Elburg moet het CO_2-productie-equivalent aan bos worden gecompenseerd; dat is 5x de oppervlakte van de gemeente (Afbeelding 9).
Zie Bijlage 1 voor de effecten van de maatregelen op de energievraag, gezien in de tijd tot 2050.



Afbeelding 9: CO_2-voetafdruk van Elburg op dit moment uitgedrukt in m^2-s bos die nodig zijn ter compensatie: dat is 5x de oppervlakte van de gemeente Elburg [Martin et al. 2021]



Op basis van de in de vorige paragraaf genoemde potenties en ambities voor Elburg is er een plan gemaakt voor productie, distributie en opslag van energie, waarbij de lokale potenties optimaal worden gebruikt om de CO_2-emissie te reduceren (Afbeelding 10). Oppervlaktewater, bodem, restwarmte uit de industrie en warmte uit de PV-panelen boven de parkeerterreinen kan benut en uitgewisseld worden via een netwerk. De waterwegen kunnen benut worden voor openbaar vervoer per elektrische boot (i.p.v. de trein) (Afbeelding 11).

Afbeelding 10: Potenties voor productie, opslag en distributie van energie in de gemeente Elburg [Martin et al. 2021]



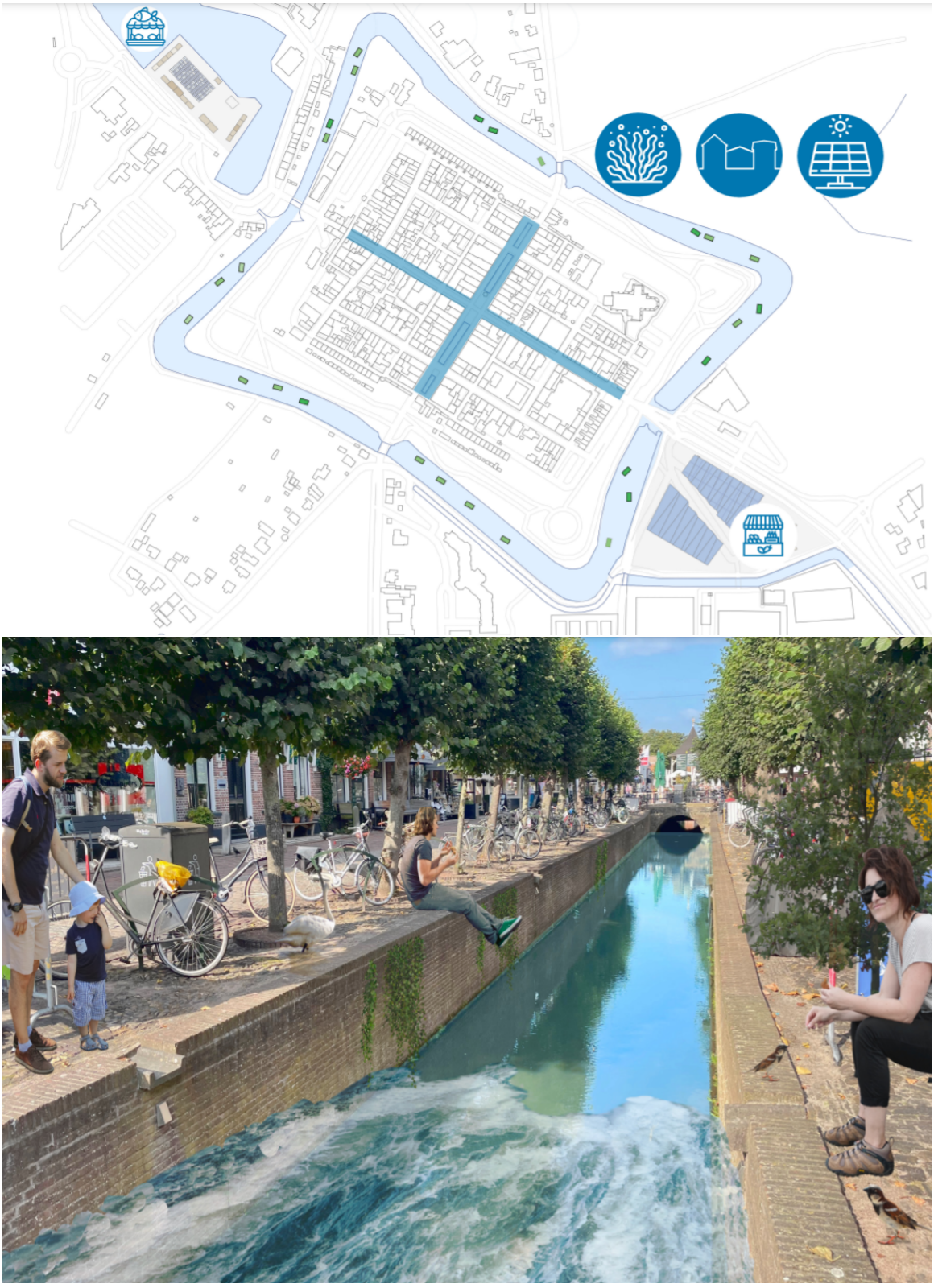
Afbeelding 11: Waterwegen voor openbaar vervoer per elektrische boot [Martin et al. 2021]

De mobiliteit en bereikbaarheid is zorgelijk. De auto is zeer aanwezig en grote parkeerterreinen aan beide zijden van de autovrije vestingstad. Het parkeerterrein dat overkapt wordt met PVT-panelen voor elektriciteits- en warmteproductie, biedt naast parkeren en energieproductiemogelijkheden voor meer activiteiten om lokale producten te verkopen en aan te bieden (Afbeelding 12).



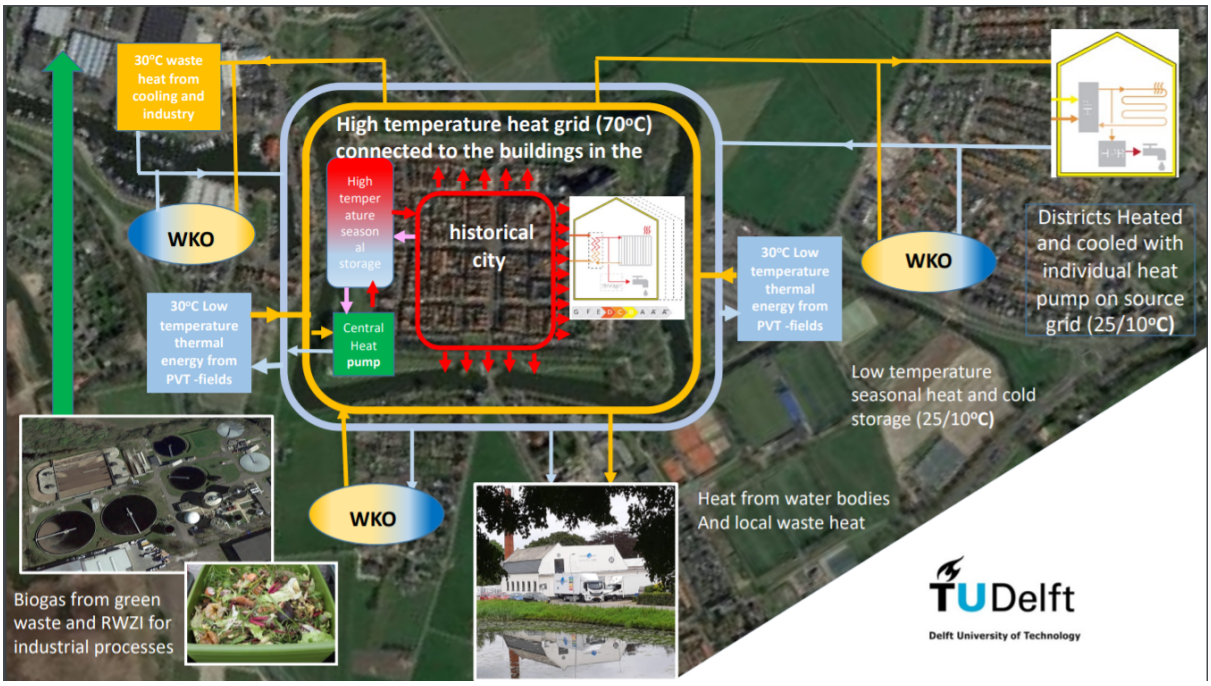
Afbeelding 12: Parkeerterrein overkapt met PVT-panelen biedt naast parkeren en energieproductie plek voor activiteiten om lokale producten te verkopen en aan te bieden [Martin et al. 2021]

Met het aanwezige oppervlaktewater kan elektriciteit opgeslagen worden door het waterpeil omhoog te brengen en later weer te laten zakken (middels een accumulatiecentrale). Op het oppervlaktewater kunnen algen gekweekt worden voor voedsel en energie. Ook kan warmte en koude uit het oppervlaktewater onttrokken worden en opgeslagen in de ondergrond (WKO).



Afbeelding 13: Oppervlaktewater in en rond de stad gebruiken voor energieonttrekking en -opslag [Martin et al. 2021]

Voor Elburg is een energieplan gemaakt om het diverse aanbod aan energiekwaliteiten en de vraag naar energie zo efficiënt mogelijk te verdelen (Afbeelding 14). Het industriegebied ten noorden van Elburg heeft de hoogste energiekwaliteit nodig. Hier gaat het biogas naartoe, dat van de plaatselijke rioolwaterzuivering en vergisting van GFT afkomstig is. Bij de industriële processen komt warmte vrij die op het industrieterrein direct kan worden gebruikt (hogere temperaturen). Er is ook veel restwarmte van lagere temperatuur, bijvoorbeeld uit koelprocessen van de levensmiddelenindustrie aanwezig op het terrein, die kan worden opgeslagen in de bodem (WKO) en/of naar een ringleiding kan worden getransporteerd die rond de vestingstad komt te liggen. Via deze ringleiding kan ook koude worden getransporteerd die uit de woonwijken komt als restkoude van warmteproductie met warmtepompen in de woonwijken. Ook warmte en koude uit het oppervlaktewater of uit PV-thermische (PVT-)panelen boven de parkeerterreinen kan op de ring gezet worden en opgeslagen in lokale WKO's rond de vestingstad en in de woonwijken.



Afbeelding 14: Energieplan om de verschillende energiekwaliteiten en vraag naar energie zo efficiënt mogelijk te verdelen [Martin et al. 2021]

In dit systeem worden in de woonwijken de ruimtes en het tapwater verwarmd met een warmtepomp (tot maximaal 70°C). De gebouwen kunnen met eenvoudige maatregelen geschikt gemaakt worden om op deze temperatuur of lager, verwarmd te kunnen worden. Hoe lager de systeemtemperatuur, des te efficiënter werken de warmtepompen. Vanwege de relatief hoge brontemperatuur uit restwarmte, werken de warmtepompen met een nog hoger rendement (is er dus weinig elektriciteitsgebruik).
Omdat de binnenstad bestaat uit historische gebouwen die vaak moeilijk te isoleren zijn zonder het historisch karakter aan te tasten, is het hier het meest logisch om een warmtenet aan te leggen op basis van een hoge-temperatuur warmtenetwerk (70°C), gekoppeld aan een hoge-temperatuur warmteopslag die gevoed wordt door warmtepompen met de lage-temperatuur restwarmte uit de distributiering rond de vestingstad als bron.
Bij overproductie van elektriciteit van de PVT-panelen boven de parkeerterreinen in de zomer kunnen de elektrische warmtepompen de thermische energie uit de panelen opkrikken naar een hogere temperatuur en opslaan in de hoge-temperatuur opslag die dan in het stookseizoen gebruikt kan worden om de vestingstad mee te verwarmen.

4. Regionale ambities en potenties van Zutphen

De oude binnenstad van Zutphen (Afbeelding 15) bestaat grotendeels uit historische bebouwing, waardoor er hier vele beperkingen zijn wat betreft de energetische maatregelen zoals beperkte isolatiemogelijkheden en de plaatsing van zonnepanelen op of aan gebouwen. De maatregelen zullen daarom meer buiten het historische deel van de stad gezocht worden en op grotere schaal.

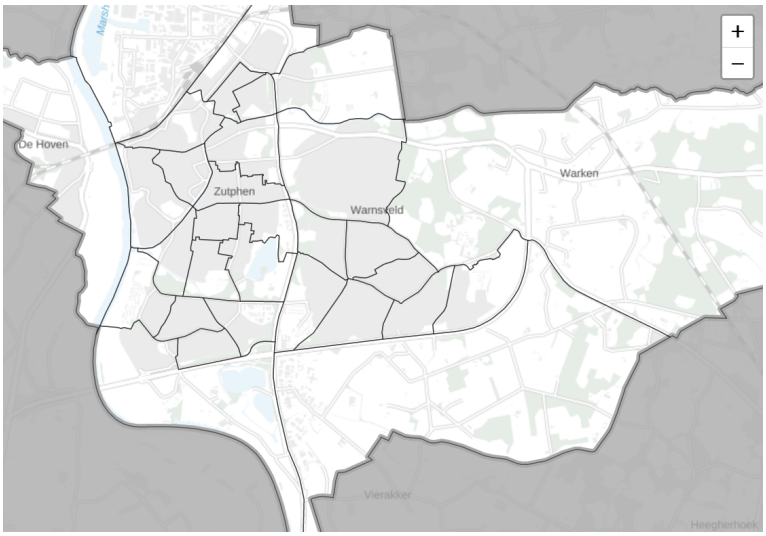


Afbeelding 15: De historische panden in de binnenstad van Zutphen [Foto: L. Gommans]

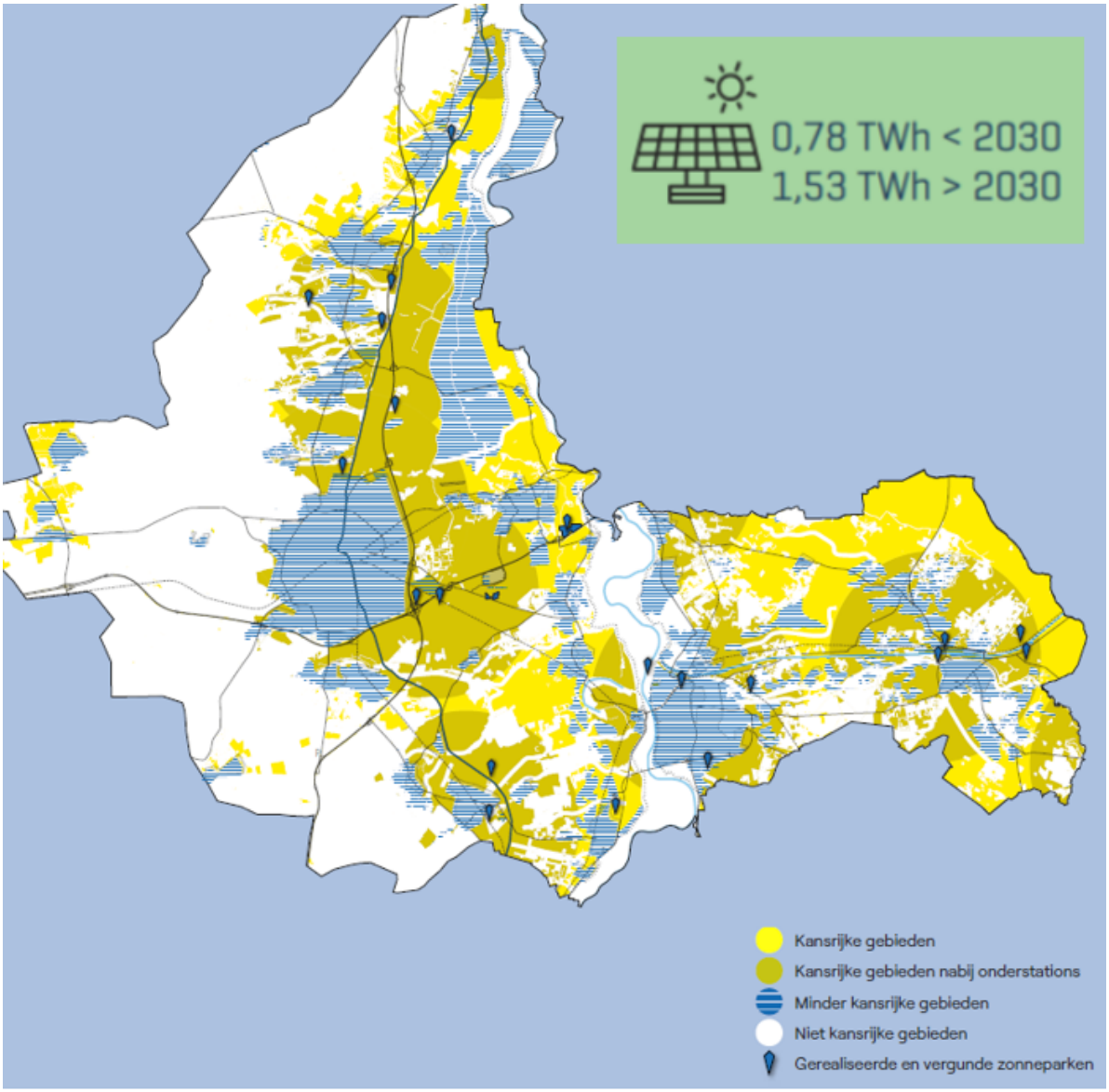
De gemeente Zutphen bestaat uit een aantal wijken met in totaal 22.700 woningen (Afbeelding 16) die in 2050 van het aardgasnet afgekoppeld moeten zijn. Dat betekent dat vanaf nu elk jaar ca. 750 woningen aardgasvrij moeten worden gemaakt en uiteindelijk van duurzame energie moeten worden voorzien. Deze duurzame energie zal voor een belangrijk deel in de regio worden opgewekt, waarvoor (concept)plannen gemaakt zijn in de nota Regionale EnergieStrategie (RES) voor de Energieregio 'CleanTech Regio'. Hier heeft de regio een bod uitgebracht om 2,26 TWh/jaar elektriciteit op te wekken, voornamelijk uit grootschalige zon-PV-panelen (ca. 2/3 deel) en windturbines op land (1/3 deel). Hiervoor zijn in de RES CleanTech Regio zoekgebieden aangegeven (Afbeelding 17 en 18).

Onderdeel van de RES is de Regionale Structuur Warmte (RSW) waarin regionale warmtepotenties worden gelokaliseerd. Hierin staat voor Zutphen een aantal warmtebronnen in de regio die de grenzen van de gemeente overstijgen, om in te zetten als bron voor de gebouwde omgeving (Afbeelding 19). Het betreft vooral bronnen met een lagere temperatuur waardoor deze met een warmtepomp naar een geschikte temperatuur gebracht moet worden voor de verwarming in de gebouwde omgeving. Het transport van de thermische energie verloopt via een warmtenet en is meestal gekoppeld aan (seizoens)opslag van warmte in de bodem of het grondwater.

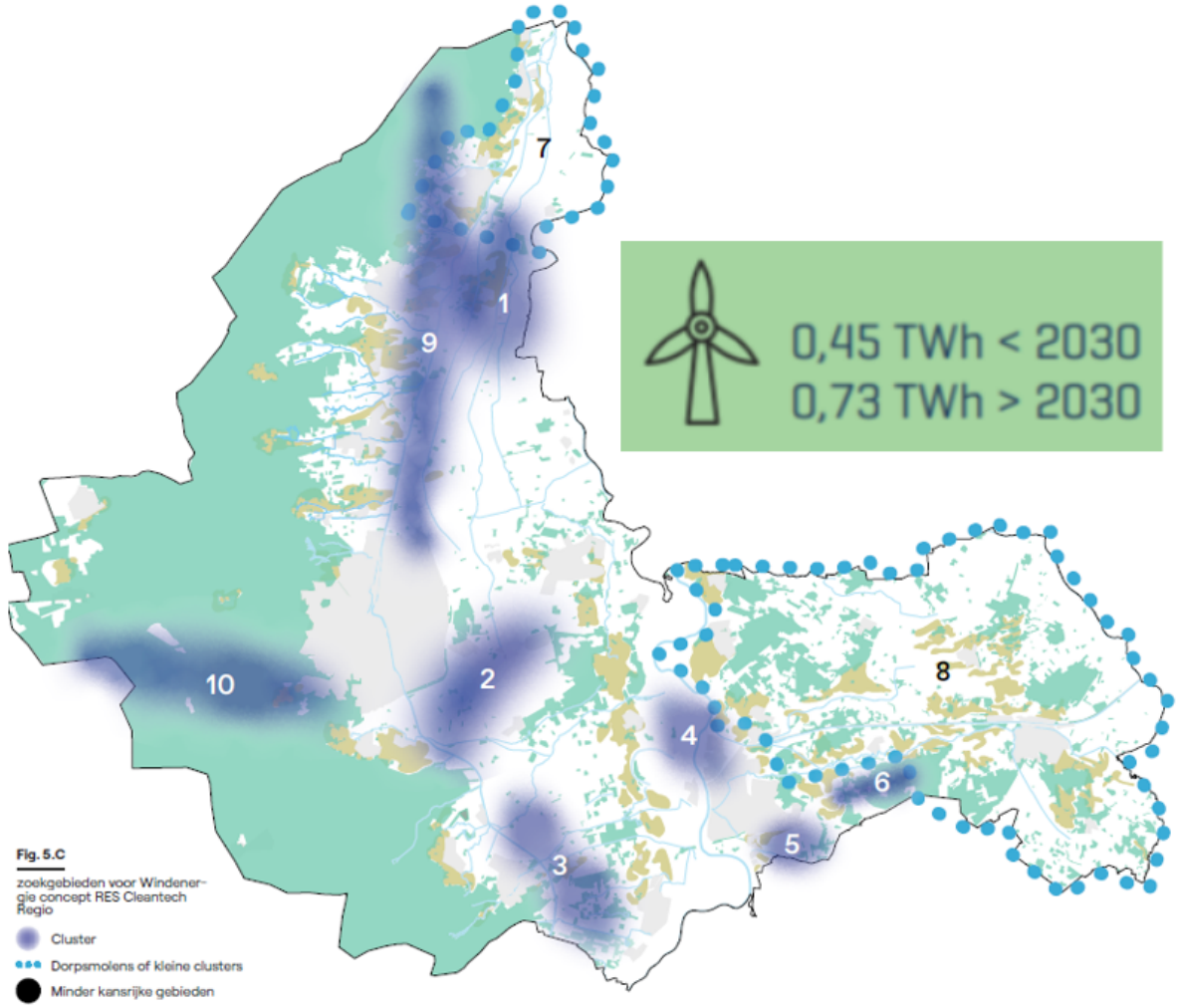
Buurtcode	Buurtnaam
BU03010000	Stadskern
BU03010001	Laarstraat en omgeving
BU03010002	Marswegkwartier
BU03010003	Nieuwstad en Coehoornsingel
BU03010004	De Hoven
BU03010100	Vijver en omgeving
BU03010101	Zeeheldenbuurt
BU03010102	Helbergen
BU03010103	Warnsveldsewegkwartier-Zuid
BU03010104	Warnsveldsewegkwartier-Noord
BU03010105	Staatsliedenbuurt
BU03010106	Pagemate en omgeving
BU03010200	Helleraetplein en omgeving
BU03010201	Weg naar Laren en omgeving
BU03010202	Deventerweg en Polbeek
BU03010203	Voorsteralleekwartier
BU03010300	Moesmate en Tichelkuilen
BU03010301	Zwanevlot en De Brink
BU03010302	Braamkamp
BU03010303	Stokebrand Bagijnenland en Bronsbergen
BU03010304	Waarden en weerdslag
BU03010400	Ooyerhoek
BU03010401	De Enk
BU03010402	Eme en Broek
BU03010403	Looërenk en Woud
BU03010409	Vespreide huizen Leesten
BU03010500	Dorp Warnsveld
BU03010501	Welgelegen
BU03010502	Scheperkamp
BU03010503	Overkamp
BU03010509	Warken



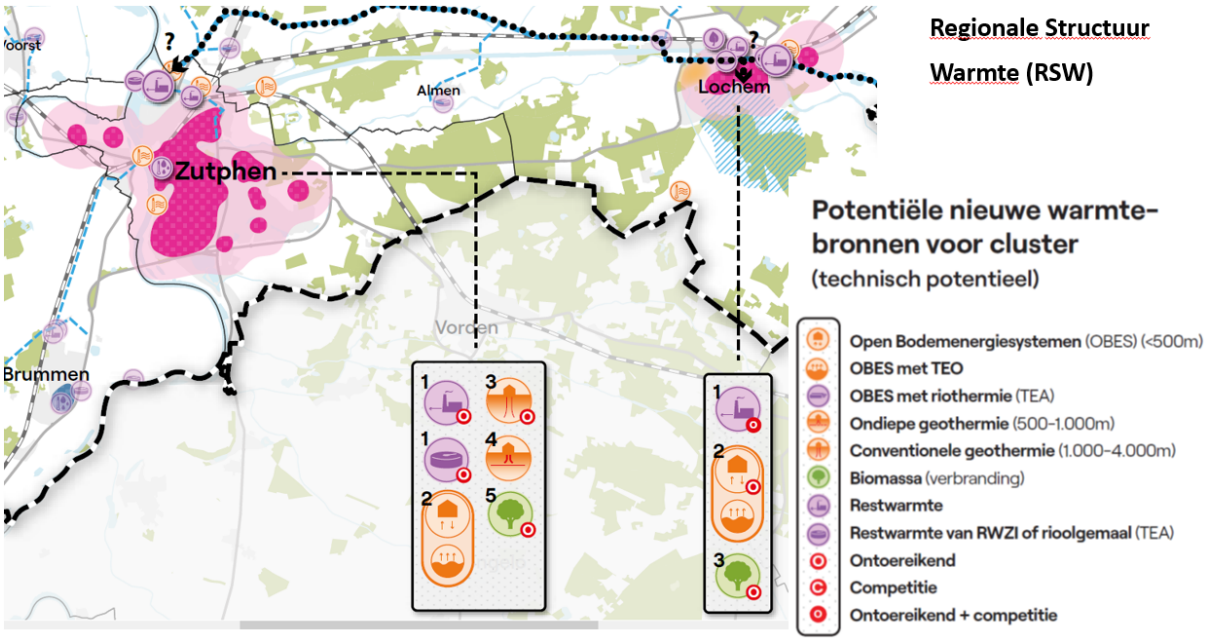
Afbeelding 16: Gemeente Zutphen met de verschillende wijken [Bron: PBL Startanalyse]



Afbeelding 17: Kansrijke gebieden voor grootschalige PV-zonneparken [Bron RES CleanTech Regio]

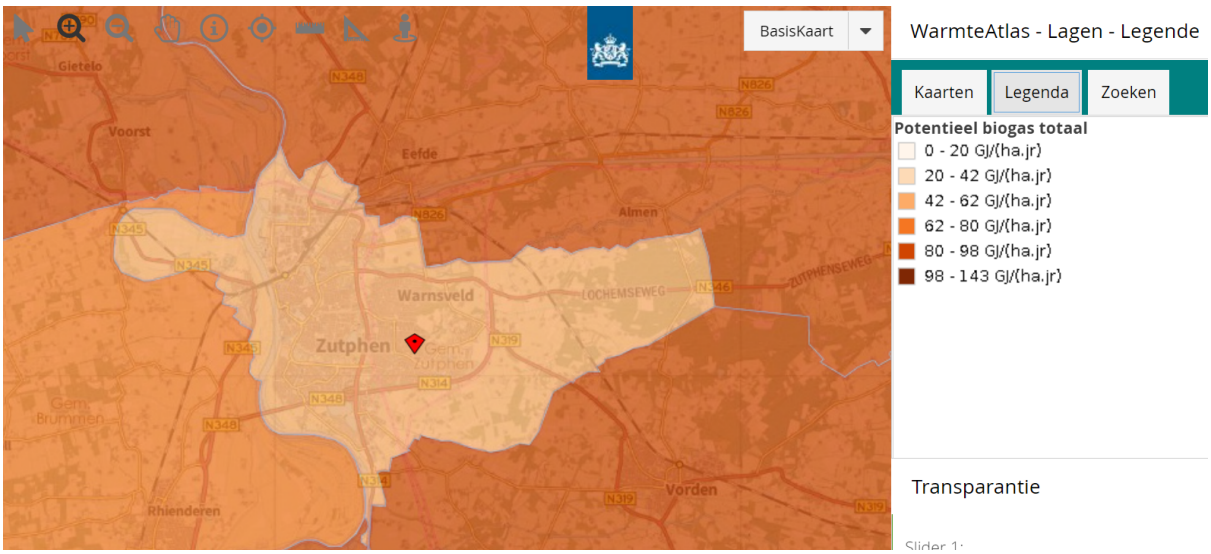


Afbeelding 18: Kansrijke gebieden voor grootschalige elektriciteit uit wind [Bron: RES Cleantech Regio]

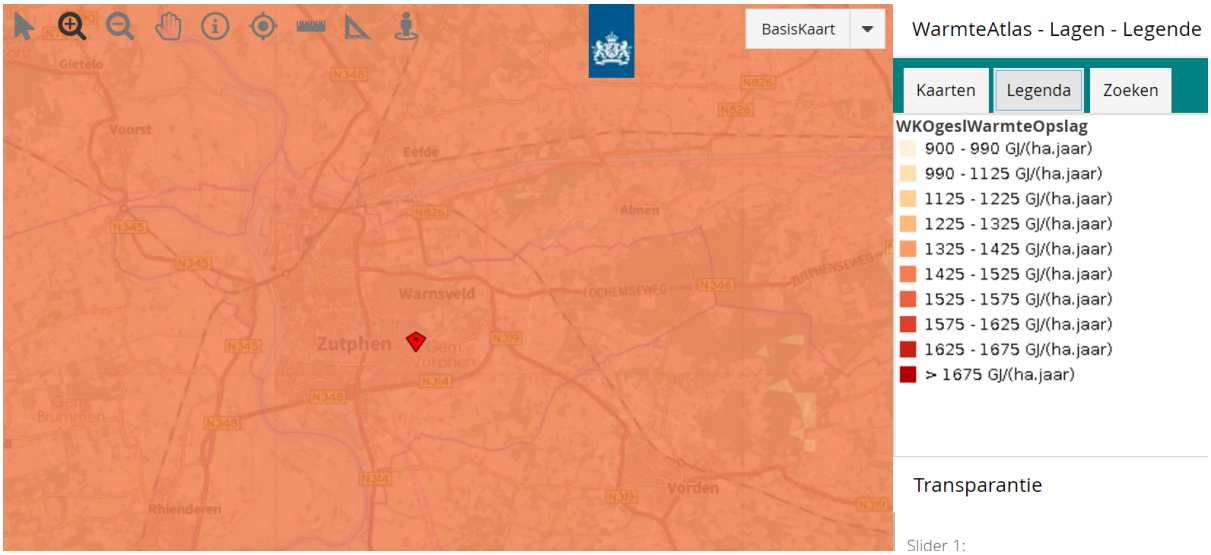


Afbeelding 19: Potentiele warmtebronnen voor Zutphen in de regio [Bron: RES Cleantech Regio]

Lokaal zal de vraag naar elektriciteit groter worden door de aanwezigheid van (elektrische) warmtepompen. Dit heeft dan ook consequenties voor de elektriciteitsnetten. Bovendien wordt de behoefte aan duurzaam opgewekte elektriciteit groter. Het potentieel aan biogas is in Zutphen beperkt (Afbeelding 20) en kan het best worden gebruikt voor industriële processen die een hoogwaardige kwaliteit energie nodig hebben. Dat geldt ook voor groene waterstof, uit duurzame elektriciteit. Bedrijven die dit soort hoge kwaliteit energie nodig hebben, zijn aanwezig op het industrieterrein 'De Mars'. De gebouwde omgeving kan voor ruimte- en tapwaterverwarming goed uit met warmte op een lagere temperatuur (minder dan 90 graden), die een restproduct kan zijn van industriële processen. De potentie voor opslag van warmte en koude in de bodem is groter dan die voor opslag in grondwater (afbeelding 21).



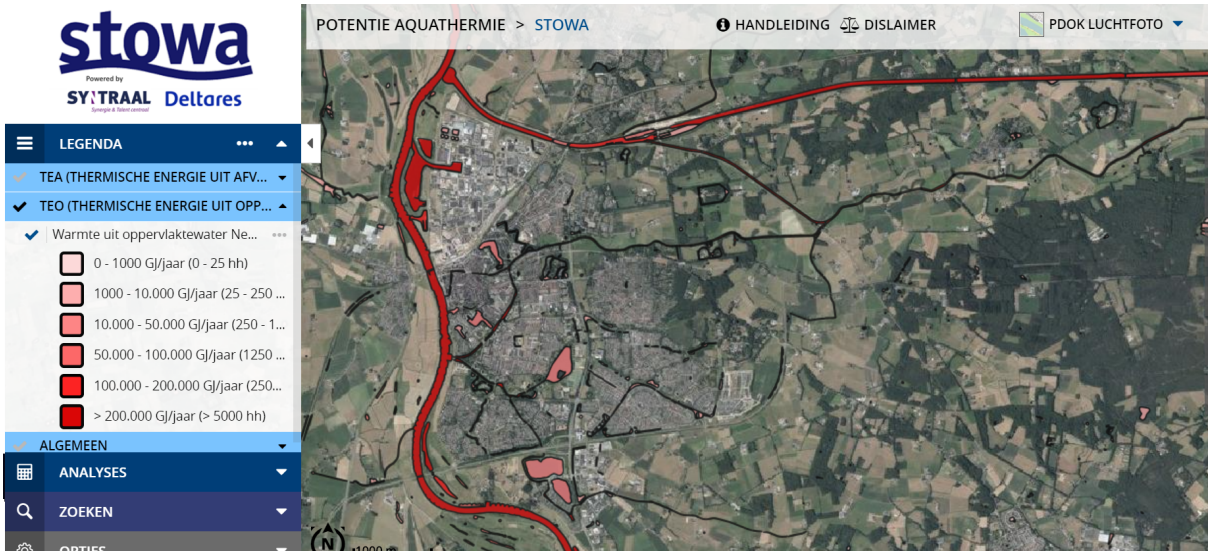
Afbeelding 20: Potentieel van biogas uit vloeibare mest, GFT-afval en reststromen uit akkerbouw: 42-62 GJ/ha.jaar [Bron: Warmteatlas.nl]; 1 woning = 50 GJ/jr → 1 ha. = 1 woning; landoppervlak gemeente Zutphen = 4.100 ha; lotentie voor 4.100 woningen



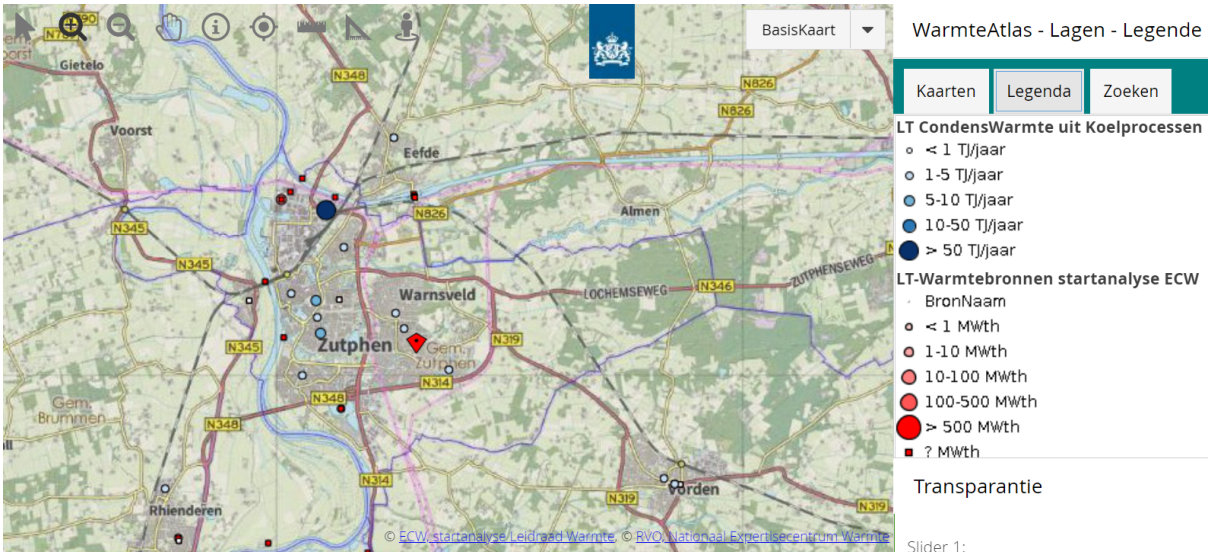
Afbeelding 21: Warmteopslag in de bodem: 1.425-1.525 GJ/ha.jaar [Bron: Warmteatlas.nl]; 1 woning = 50 GJ/jr → 1 ha. = 30 woningen; landoppervlak gemeente Zutphen = 4.100 ha; potentie voor 4.100 x 30 = 123.000 woningen

Ook thermische energie uit oppervlaktewater (Afbeelding 22) is een lokale bron voor warmtepompen of kan in de bodem opgeslagen worden in de zomer om gebruikt te worden in de winter, en ook

andersom, als er koeling nodig is in de zomer. Dan is er nog een aantal lage-temperatuur rest-warmtebronnen aanwezig, met name in het industriegebied ‘De Mars’ in het noordwesten van de stad (afbeelding 23).



Afbeelding 22: Potenties aan thermische energie uit oppervlaktewater (als bron voor warmtepomp) [Bron: Stowa/Syntraal/Deltares]

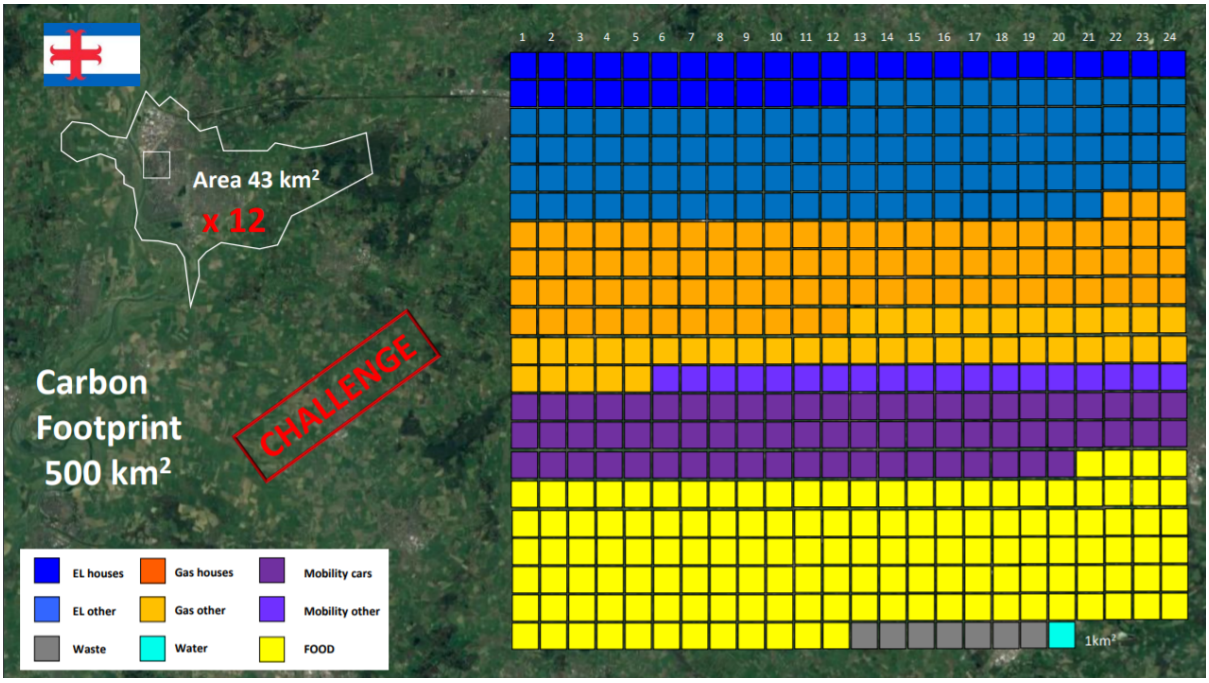


Afbeelding 23: Lage-temperatuur restwarmtebronnen in Zutphen [Bron: warmteatlas.nl]

Waar mogelijk, zal gekozen worden voor laag-temperatuur bronnetten met Warmte-koude-opslag (WKO) voor koeling en verwarming met elektrisch gedreven warmtepompen, omdat met deze techniek met de minste hoeveelheid elektriciteit, de grootste hoeveelheid warmte en koude opgewekt kan worden. Voorwaarde hierbij is wel dat er gestreefd wordt om met zo laag mogelijke temperaturen te verwarmen en zo hoog mogelijke temperaturen te koelen. Dit vraagt lokaal soms om aanpassingen aan de gebouwen of installaties.

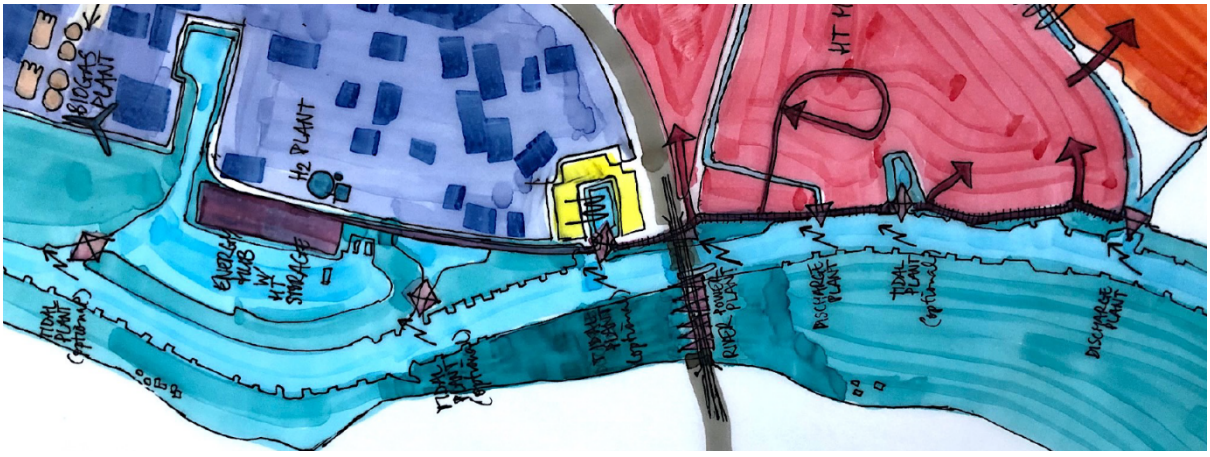
5. Roadmap voor energietransitie van Zutphen: cascaderen

De roadmap voor de energietransitie van Zutphen werd daar op 8 september 2021 gepresenteerd. In de presentatie zijn beelden opgenomen om aan te geven hoe deze transitie zou kunnen verlopen met hun ruimtelijke consequenties om uiteindelijk een CO_2-neutraal Zutphen te realiseren [Martin et al. 2021]. Als alle voorgestelde oplossingen worden uitgevoerd, kan de CO_2-productie tot bijna nul worden gereduceerd. Voor Zutphen moet het CO_2-productie-equivalent aan bos worden gecompenseerd; dat is nu 12x de oppervlakte van de gemeente (Afbeelding 24).
Zie bijlage 2 voor de effecten van de maatregelen op de energievraag, gezien in de tijd tot 2050.



Afbeelding 24: CO_2-voetafdruk van Zutphen op dit moment uitgedrukt in m^2-s bos die nodig zijn ter compensatie: dat is 12x de oppervlakte van de gemeente Zutphen [Martin et al. 2021; beeld: R. Pulselli]

Zutphen heeft veel potentie wat betreft elektriciteitproductie uit waterkracht bij de waterafvoeren in de IJssel en door de stroming in de IJssel zelf (Afbeelding 25).



Afbeelding 25: Potenties voor elektriciteitsopwekking uit waterkracht langs de IJssel [Martin et al. 2021; tekening: A. van den Dobbelsteen]

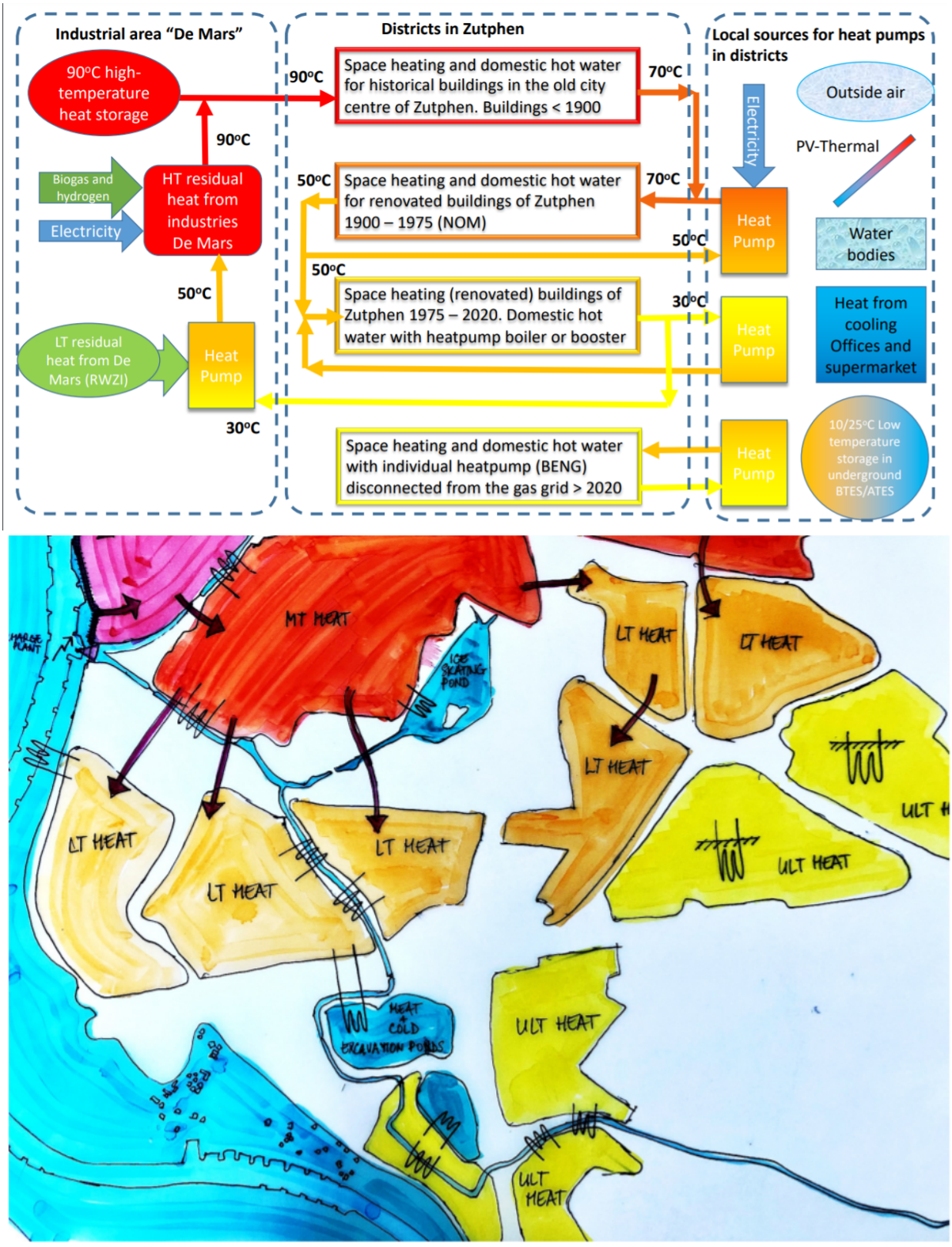
In de IJssel kunnen waterturbines geplaatst worden om elektriciteit op te wekken (Afbeelding 26).



Afbeelding 26: Bypass waterturbine voor elektriciteitsopwekking langs de IJssel [Martin et al. 2021]

In het industriegebied De Mars schijnt behoefte te zijn aan waterstof en liggen er plannen om zelf groene waterstof te genereren uit duurzaam opgewekte elektriciteit. Ook kan hier biogas gewonnen worden uit het afvalslib van de rioolwaterzuivering en GFT-afval uit de stad. Deze energie van hoogwaardige kwaliteit kan dan gebruikt worden voor de lokaal aanwezige recyclingindustrieën (voor plastics en metalen) die hier gevestigd zijn. Daarbij komt restwarmte op hogere temperatuur vrij die hier vervolgens kan worden opgeslagen in een hoge-temperatuur (seizoens)opslag of die kan worden gebruikt voor de verwarming van de historische binnenstad (90/70 graden Celsius), waar de gebouwen vanwege hun historische status en slechtere energetische kwaliteit niet altijd kunnen worden verwarmd met lagere temperaturen (Afbeelding 27).
Als volgende stap in deze cascade, kan de retourtemperatuur uit de historische binnenstad naar de aangrenzende wijken (gebouwd tussen 1900 en 1975) worden getransporteerd, om – nadat deze energetisch gerenoveerd zijn – de gebouwen hier met warmte van een lagere temperatuur te voorzien. De hieraan grenzende wijken, met bebouwing van na 1975, kunnen de retourwarmte van rond de 50 graden gebruiken voor ruimteverwarming (na thermische renovatie). Aanvullend kan in deze wijken worden verwarmd met warmtepompen op lokale bronnen, zoals oppervlaktewater of bodem. Voor tapwaterverwarming dient deze temperatuur lokaal verder opgewarmd te worden met een boosterwarmtepomp of met een warmtepompboiler, die zijn warmte onttrekt uit de afgevoerde ventilatielucht. Vandaaruit kan de warmte met een temperatuur van ongeveer 30 graden retour

naar het industriegebied om daar eerst met restwarmte op middentemperatuur en vervolgens op hoge-temperatuur te worden opgewarmd, om vervolgens de cascade weer af te werken. De woningen gebouwd na 2020 moeten voldoen aan de BENG-eisen en hebben zo'n lage warmtevraag dat een netwerk gekoppeld aan het cascadenet niet meer rendabel is. Deze gebruiken lokale bronnetten en bronnen zoals buitenlucht, PVT en de bodem voor de warmtepomp (Afbeelding 27).



Afbeelding 27: Cascadering van warmte over de wijken en buurten van Zutphen [Martin et al. 2021]

6. Conclusies en aanbevelingen

Voor de Gelderse steden Zutphen en Elburg liggen nu twee uitdagende roadmaps die vragen om verdere uitwerking. De uitdaging was om binnen het KaDEr-project met name de historische binnenstad mee te nemen in de roadmap voor de gemeenten. Wat nu nodig is, is dat het bestuur betrokkenheid organiseert door alle lagen van de stad heen, dat het gesprek doorgaat en dat er een samenhangend plan en planning wordt gemaakt voor iedere gemeente. Voor Elburg en Zutphen is daar een vliegende start mee gemaakt middels de roadshows. Zij kunnen dienen als voorbeeld voor alle gemeenten in Gelderland.

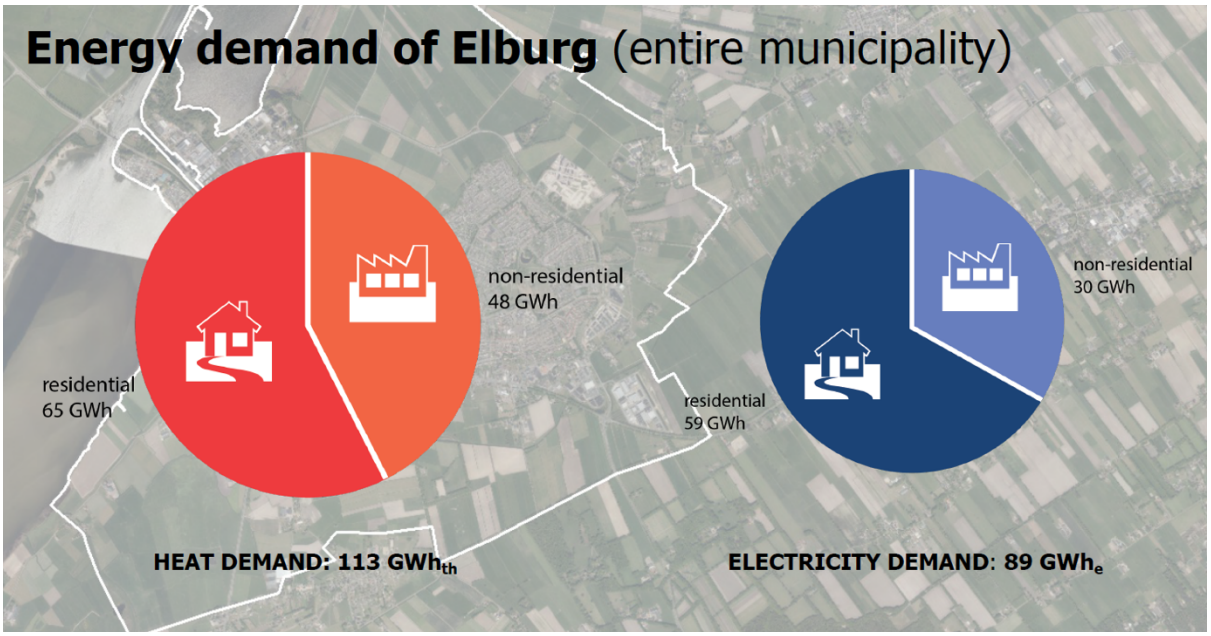
De gemeentes Zutphen en Elburg kunnen met de roadmaps verder aan de slag om, op basis van de geschetste plannen en beelden, draagkracht en organisatie te zoeken bij de bewoners, energiecoöperaties en bedrijven. Daarbij zal het noodzakelijk zijn dat er beter zicht komt op de benodigde energiekwaliteiten en hoeveelheden restwarmtestromen in de gemeente. Ook zal er lokaal meer zicht moeten komen op de opslagpotenties van de bodem en het grondwater, evenals de mogelijkheden voor een traject voor de distributie van de warmte en koude. Vervolgens kunnen kosten/batenramingen worden gemaakt en kan worden onderzocht hoe de gemeente hier verdere ondersteuning aan kan geven. Doel is om van het aardgas af te koppelen en nu al te werken aan een CO_2-neutraal energiesysteem voor het jaar 2050.

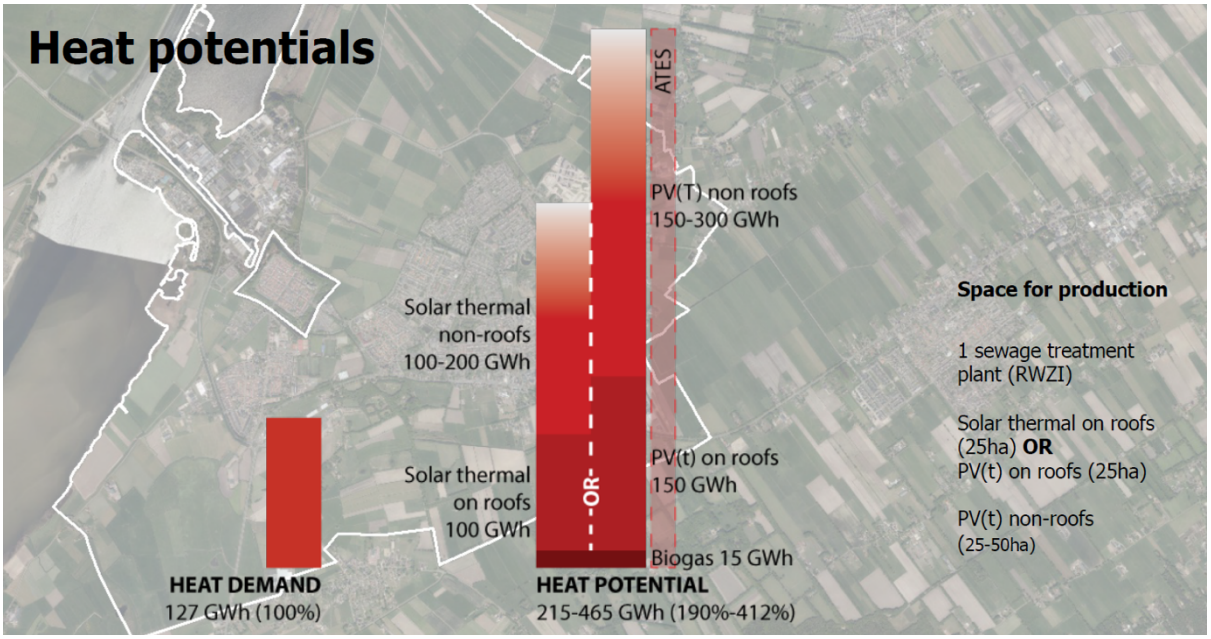
Er ligt een uitdagende roadmap. Wie maakt de volgende stap en pakt de uitdaging op?

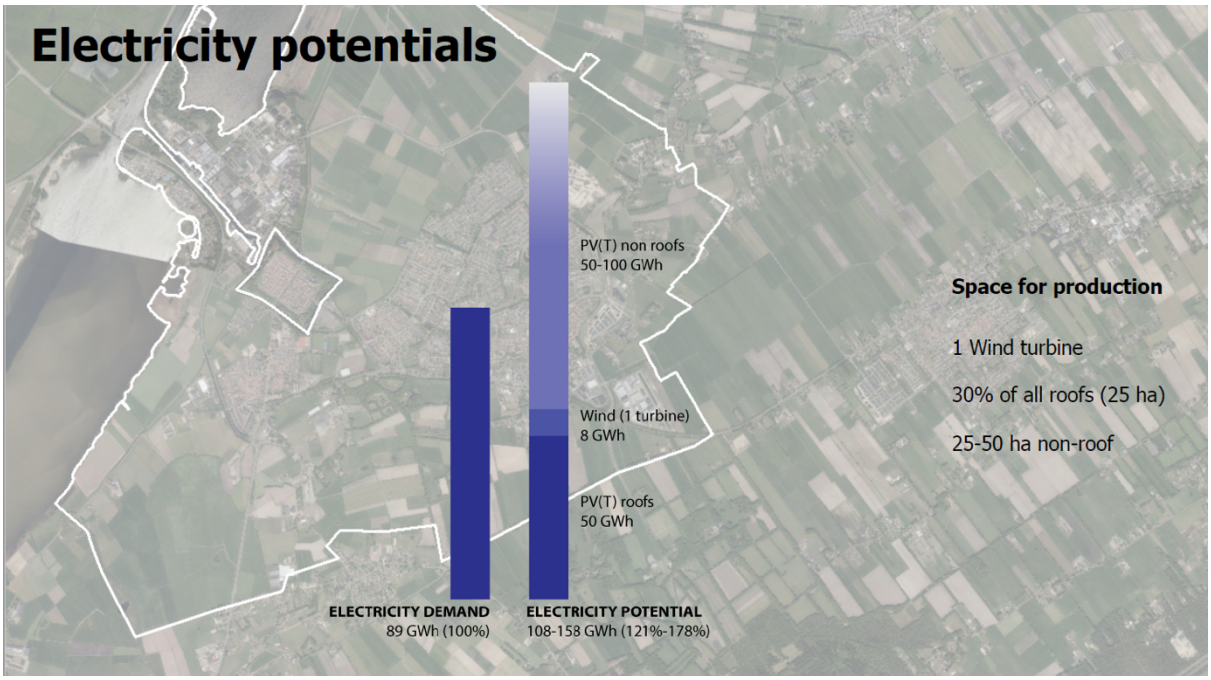
Referentie

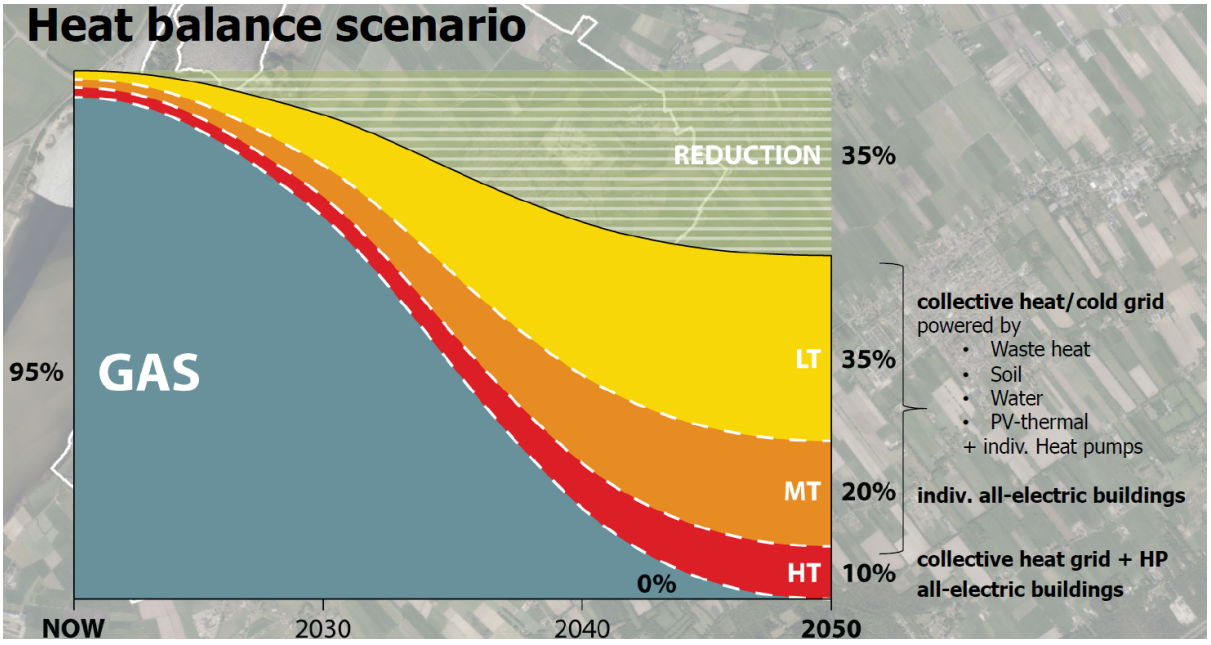
- Martin C., Pulselli R., Dobbelsteen A. van den, Keeffe G., Broersma S., Gommans L., Fremouw M., Mack F. & Dimitriou N.; Eindpresentaties Roadshow Elburg en Zutphen; https://www.erfgoedalliantie.nl/kader/onderzoeken+en+verslagen/documenten/default.aspx#folder=2044793 (geraadpleegd december 2021)

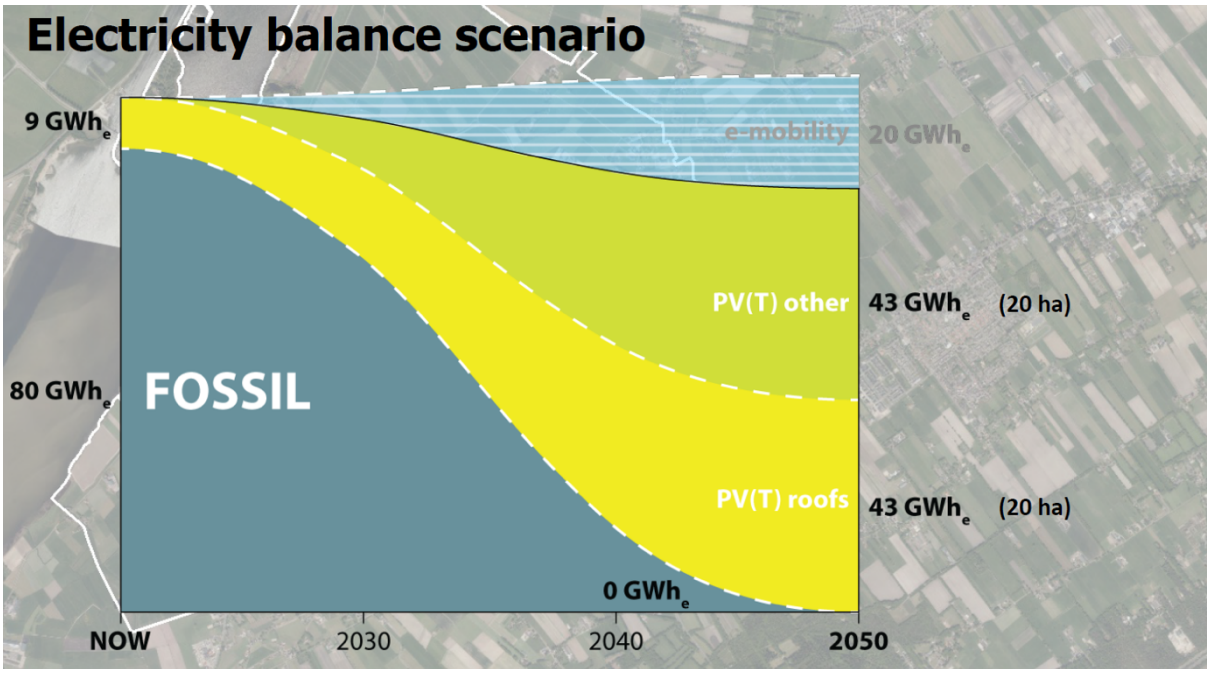
Bijlage 1: Grafische weergave energiekentallen Elburg

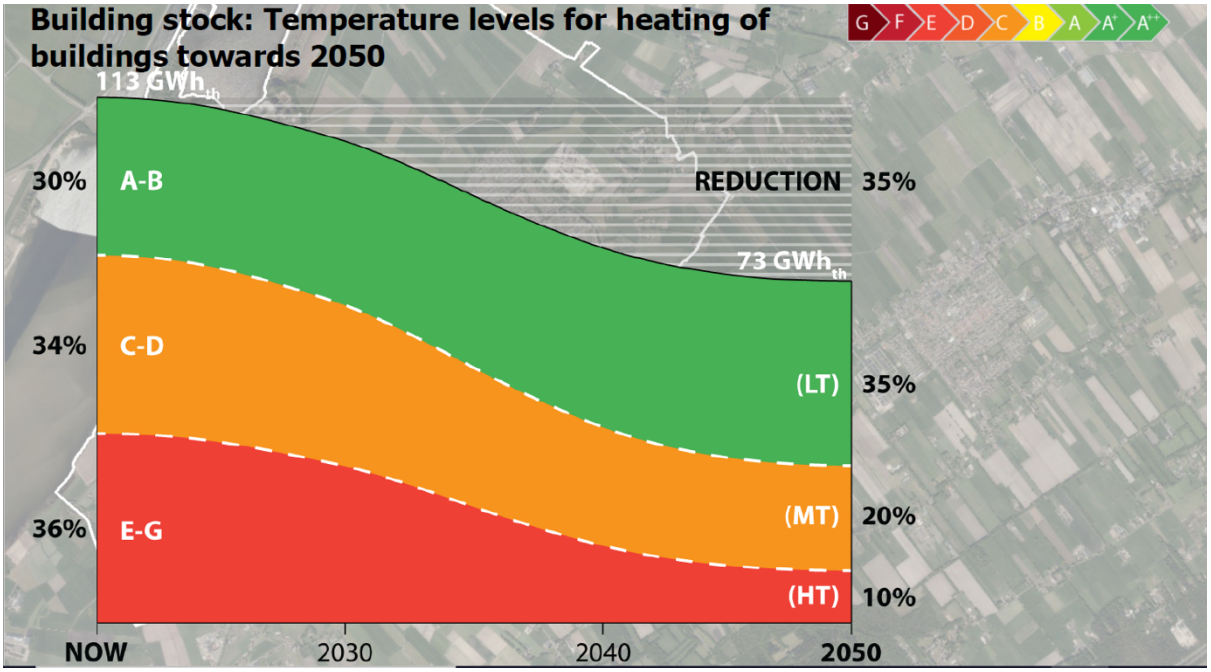


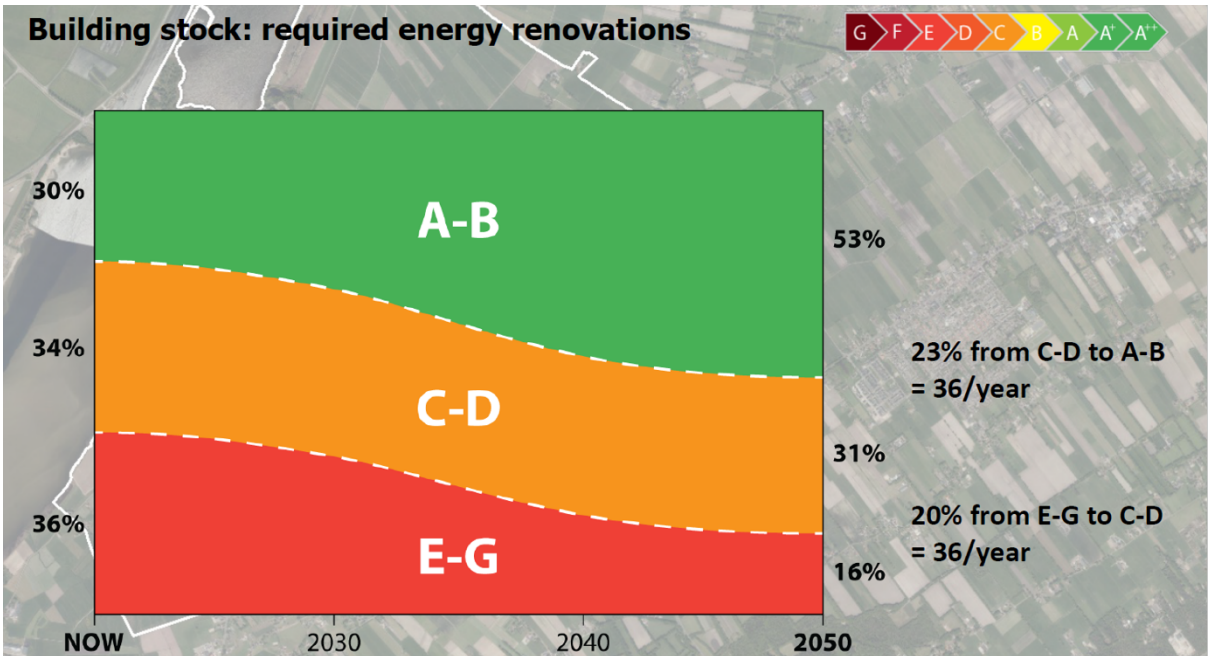



Electricity potentials
PV(T) non roofs
50-100 GWh
Wind (1 turbine)
8 GWh
PV(T) roofs
50 GWh
ELECTRICITY DEMAND
89 GWh (100%)
ELECTRICITY POTENTIAL
108-158 GWh (121%-178%)
Space for production
1 Wind turbine
30% of all roofs (25 ha)
25-50 ha non-roof

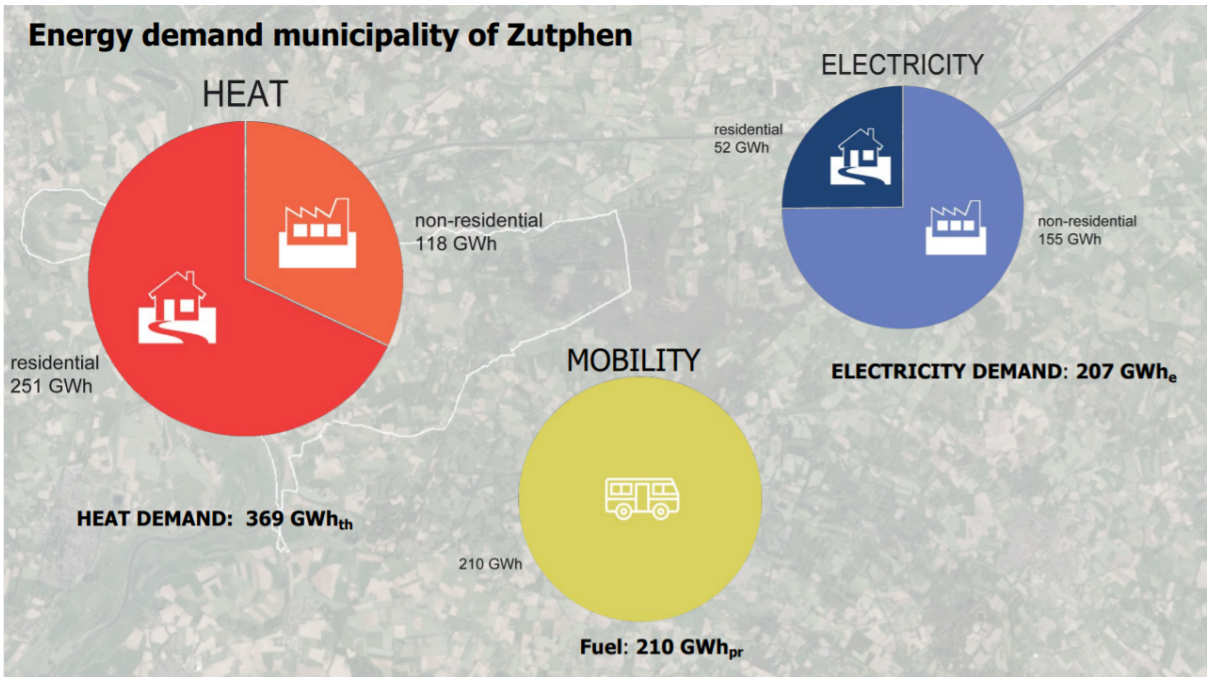

Heat balance scenario
REDUCTION
35%
95%
GAS
LT
35%
MT
20%
HT
10%
0%
NOW
2030
2040
2050
collective heat/cold grid
powered by
Waste heat
Soil
Water
PV-thermal
+ indiv. Heat pumps
indiv. all-electric buildings
collective heat grid + HP
all-electric buildings

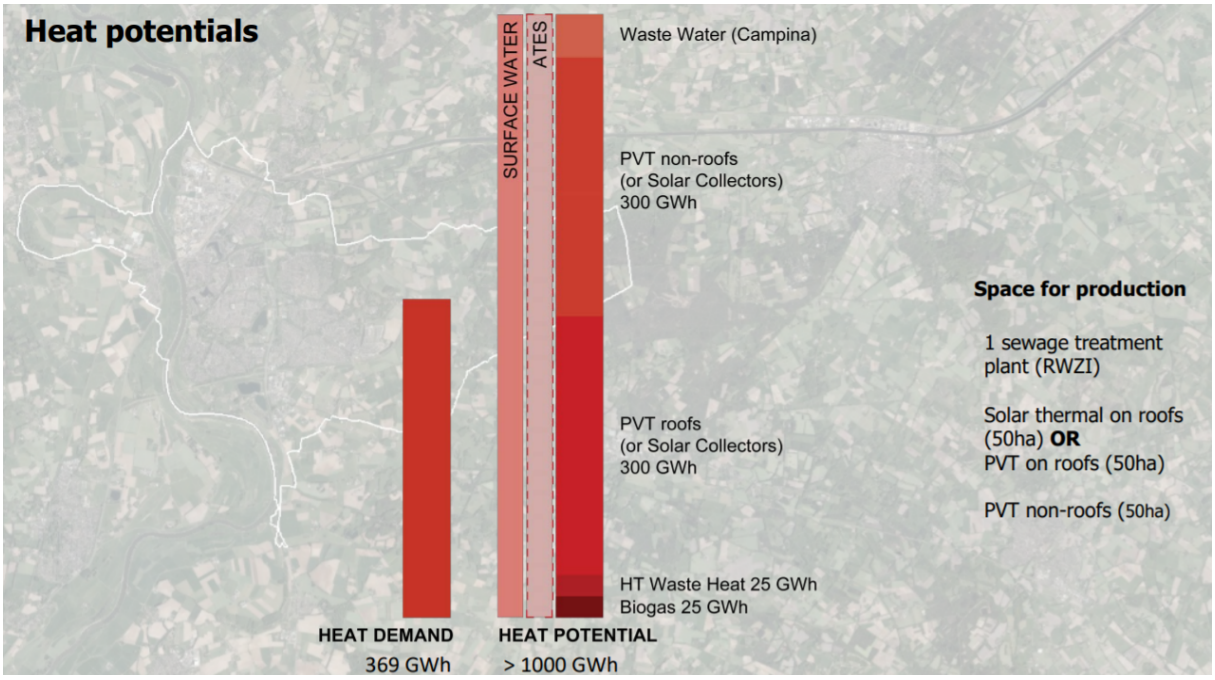

Electricity balance scenario
9 GWh$_e$
e-mobility
20 GWh$_e$
PV(T) other
43 GWh$_e$ (20 ha)
80 GWh$_e$
FOSSIL
PV(T) roofs
43 GWh$_e$ (20 ha)
0 GWh$_e$
NOW
2030
2040
2050

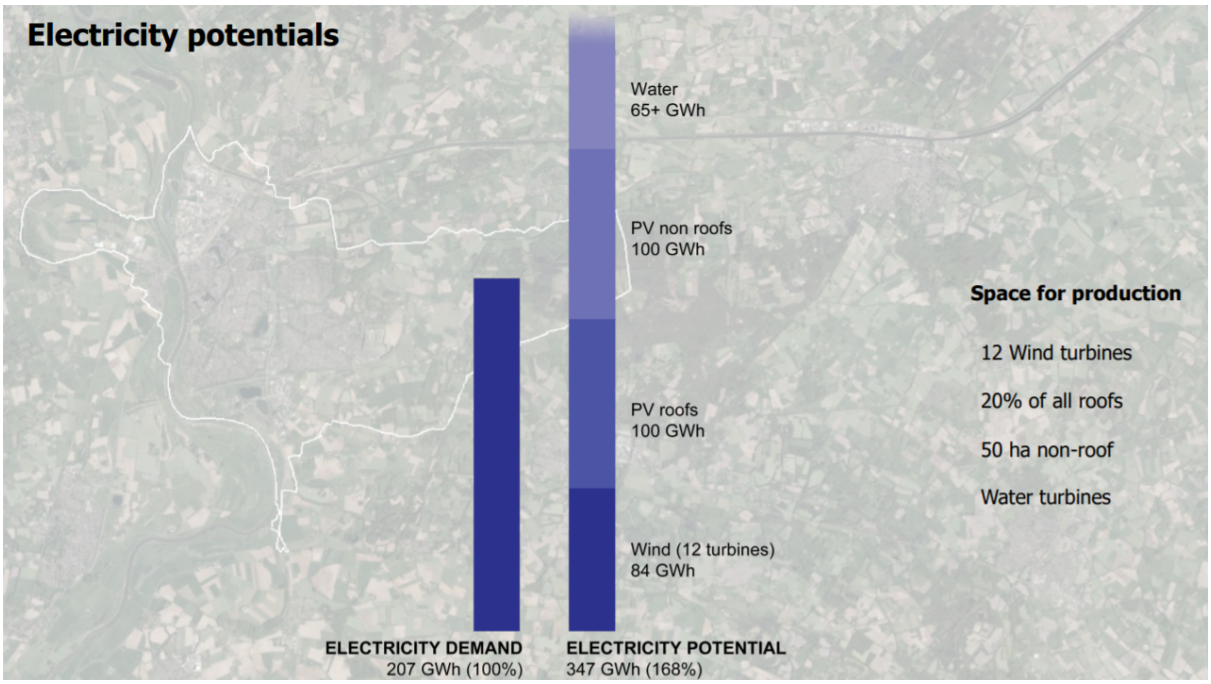

Building stock: Temperature levels for heating of buildings towards 2050
G F E D C B A A' A''
113 GWh$_{th}$
30%
A-B
REDUCTION
35%
73 GWh$_{th}$
34%
C-D
(LT)
35%
36%
E-G
(MT)
20%
(HT)
10%
NOW
2030
2040
2050

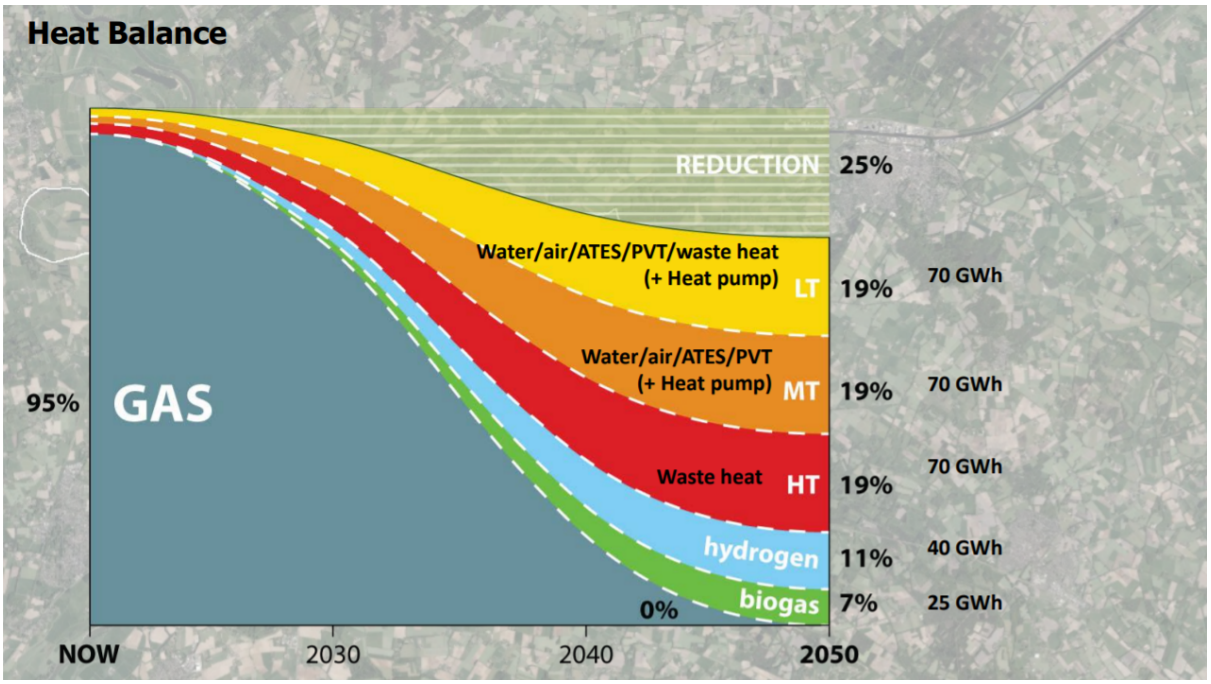

Building stock: required energy renovations
G F E D C B A A+ A++
30%
A-B
53%
34%
C-D
31%
36%
E-G
16%
23% from C-D to A-B
= 36/year
20% from E-G to C-D
= 36/year
NOW
2030
2040
2050

Bijlage 2: Grafische weergave energiekentallen Zutphen

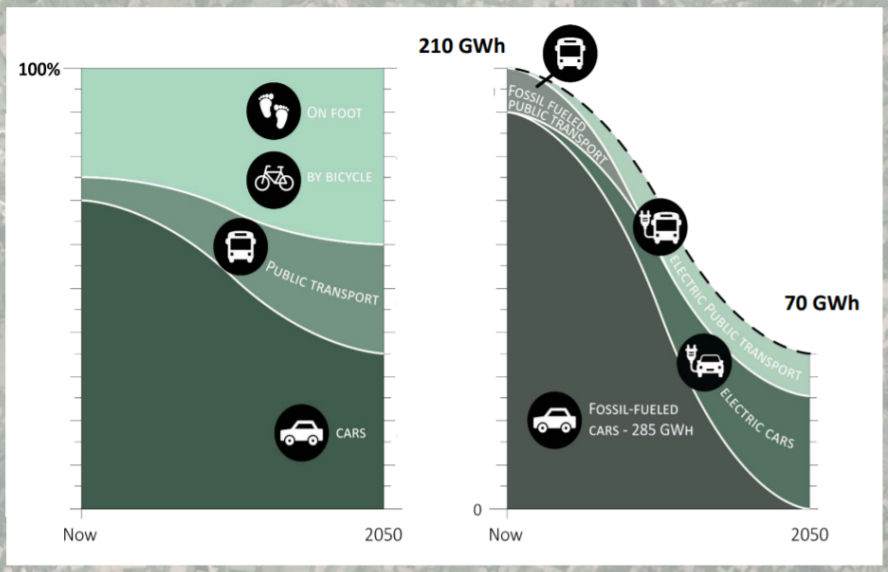





Electricity potentials
Water
65+ GWh
PV non roofs
100 GWh
PV roofs
100 GWh
Wind (12 turbines)
84 GWh
Space for production
12 Wind turbines
20% of all roofs
50 ha non-roof
Water turbines
ELECTRICITY DEMAND
207 GWh (100%)
ELECTRICITY POTENTIAL
347 GWh (168%)


Heat Balance
REDUCTION
25%
Water/air/ATES/PVT/waste heat
(+ Heat pump)
LT
19%
70 GWh
Water/air/ATES/PVT
(+ Heat pump)
MT
19%
70 GWh
95%
GAS
Waste heat
HT
19%
70 GWh
hydrogen
11%
40 GWh
biogas
7%
25 GWh
0%
NOW
2030
2040
2050

Mobility: Modal Split & Electrification



Electricity Balance

