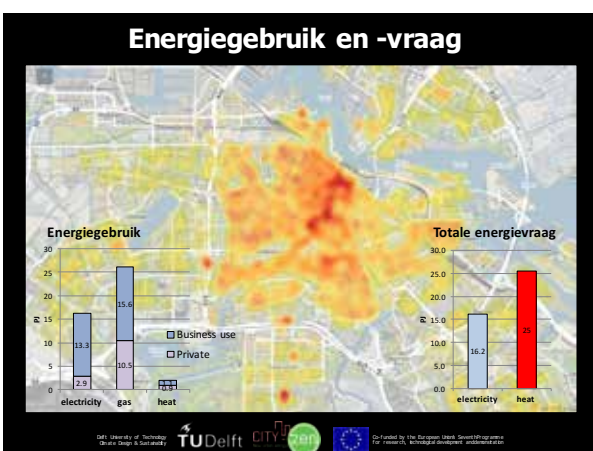
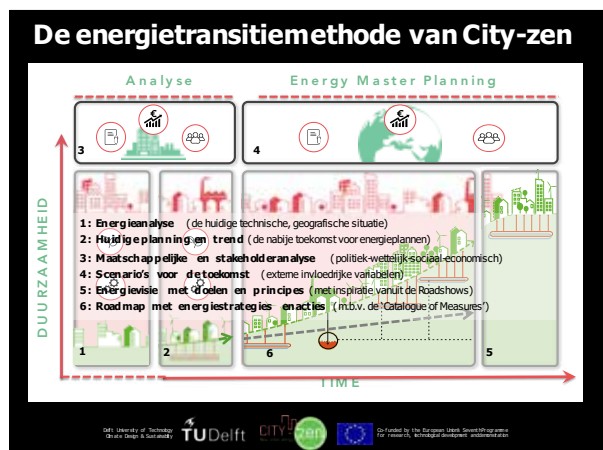
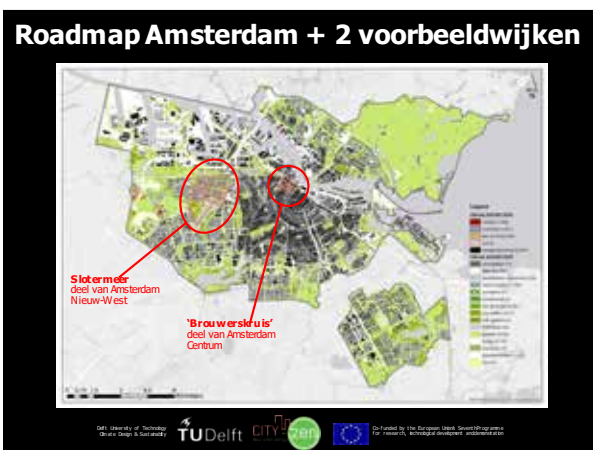




Het City-zen Roadmap team

- City-zen team TU Delft**
 - Siebe Broersma
 - Jelle Sturkenboom
 - Michiel Fremouw
 - Craig Martin
 - Andy van den Dobbelsteen
- AmsterdamSmart City**
 - Annelies van der Stoep
 - Rick Vermin
 - Ruby Bijman
- Andere Amsterdamse input**
 - Afval Energie Bedrijf Amsterdam
 - Alliander
 - Waternet
 - Afdeling Ruimte & Duurzaamheid
- Andere City-zen Roadies**
 - Greg Keefe (Queens University Belfast, UK)
 - Riccardo Pulselli (Università di Siena, Italia)
 - Han Vandevyvere (EnergyVille, België)
 - Leen Peeters (ThinkIE, België)
- City-zen partners**
 - Frits Otte & Eva Winters (CE Universiteit Utrecht)
- Team De Zwijger**
 - Quirine Winkler
 - Charley Fiedeldij Dop
 - Jonathan Luger

TU Delft City-zen is funded by the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme.



Basiscijfers gebouwen

- Warme vraag woningen: 10 PJ
- Warme vraag niet-woningen: 15 PJ
- Totale warme vraag: 25 PJ

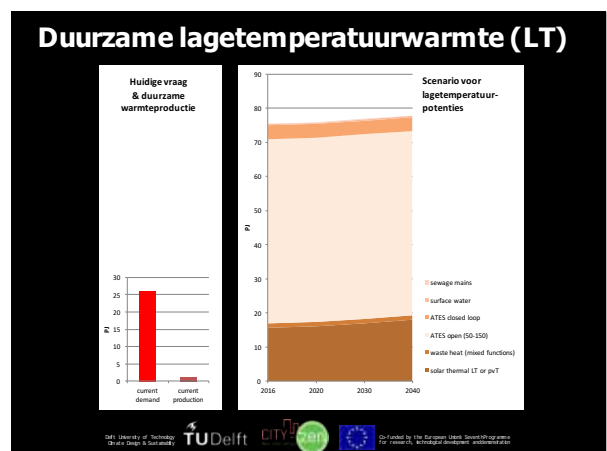
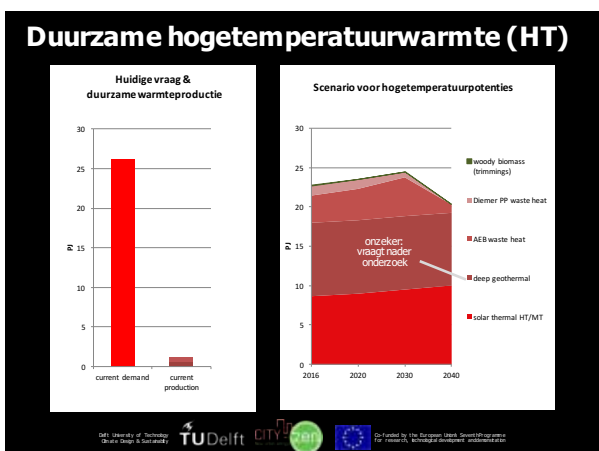
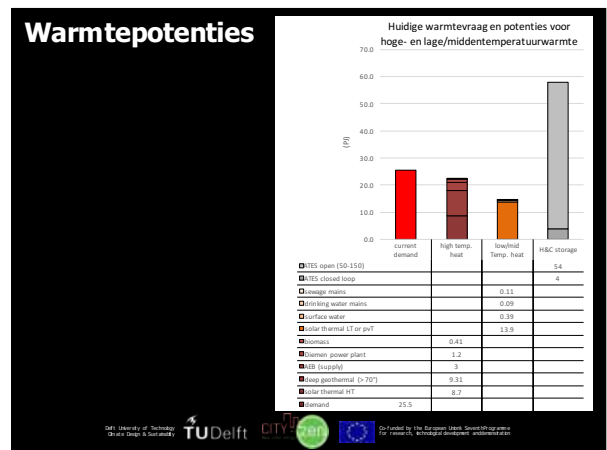
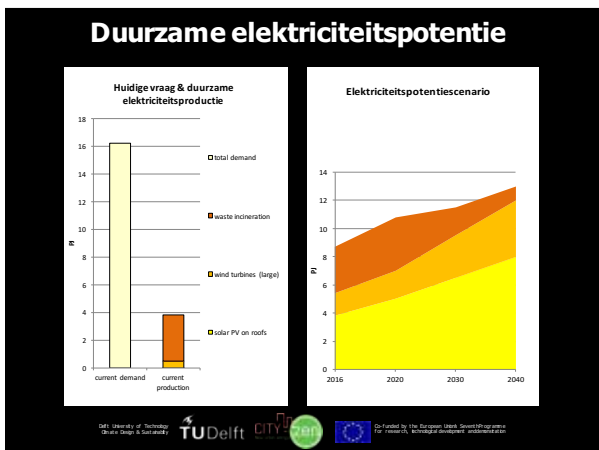
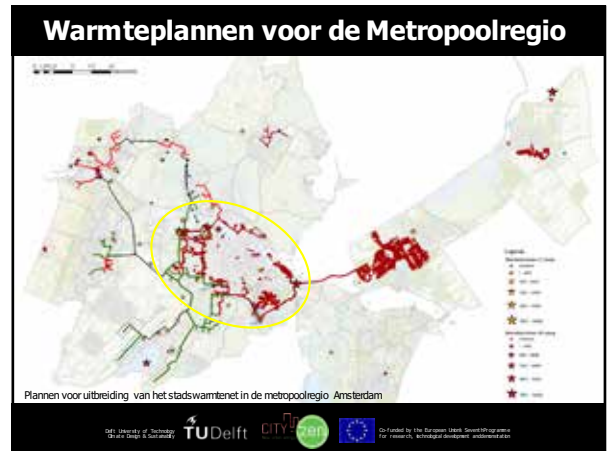
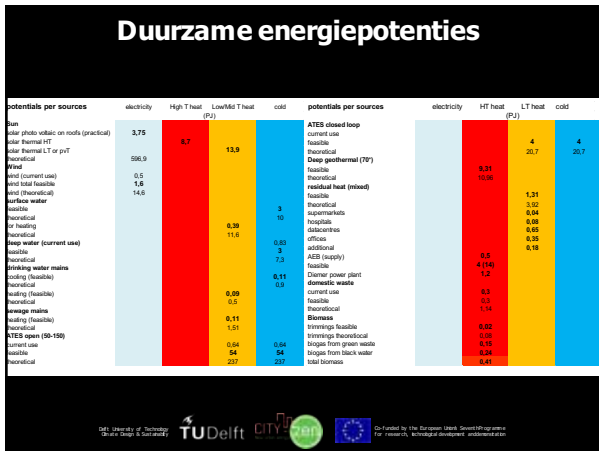
- Wooneenheden: 430.000
- Corporatiewoningen: 215.000
- Particulier bezit: 215.000
- Warmegebruik: 23,3 GJ/eenheid

Niet-woningen (15 PJ) omgerekend naar

- Woningequivalenten: 645.000

- Totaal woningequivalenten: 1.075.000

TU Delft City-zen is funded by the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme.



Beperkingen van de toekomst

- **Afvalverbranding** kan op lange termijn niet als duurzame bron fungeren.
- **Diepe geothermie** kan warmte van afvalverbranding alleen deels vervangen.
- Er is te weinig **biogas** om aardgas te vervangen.
- Daarom: wees slim met **hoge-temperatuur (HT) warmte**. Gebruik ze niet voor nieuwe gebouwen!
- Amsterdam kan op zijn grondgebied **onvoldoende duurzame stroom** opwekken. De vraag moet omlaag.
- Laat **nieuwbouw** geen probleem zijn voor de toekomst. Maak ze tenminste **energie neutraal**. Nu al.

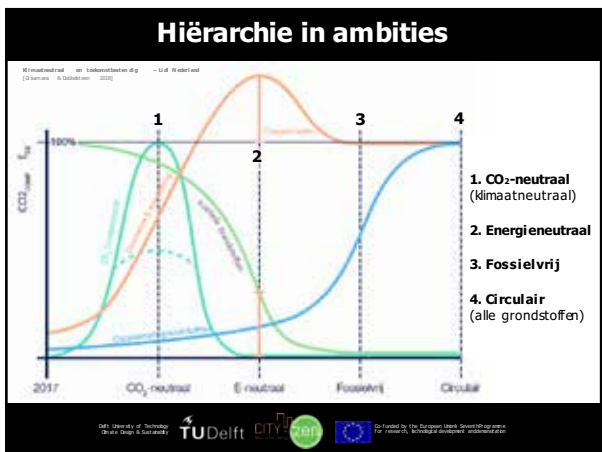
TU Delft CITY2030

Duurzame stadsvisie 2050

- **Circulair**. Vontrole over alle bronnen: energie, water, materiaal, voedsel, afval
- **Fossielvrij**. Warmtenetten op geothermie, zonne-energie, eigen windturbines
- **Schone licht**. Vervoer op schone energie: menskracht, elektrisch of waterstof
- **Groen en blauw**. Stadslandbouw en groene leefomgeving, schoon water.

Hammarby Sjöstad, Stockholm

TU Delft CITY2030



Getrapte energievisie

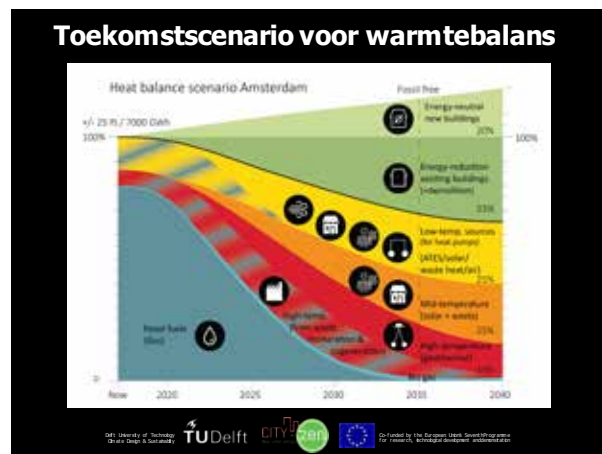
	gebouwen	vervoer	stad
2020	nieuwbouw energieneutraal gemeentepanden klimaatneutraal	openbaar vervoer klimaatneutraal	
2025	alle gebouwen klimaatneutraal gemeentepanden energieneutraal	openbaar vervoer energieneutraal	
2030	alle gebouwen energieneutraal gemeentepanden fossielvrij	openbaar vervoer fossielvrij (en uitstootloos)	klimaatneutraal
2035	alle gebouwen fossielvrij gemeentepanden circulair	verkeer binnen de ring fossielvrij (en uitstootloos)	energie neutraal
2040	alle gebouwen circulair	alle vervoer fossielvrij (en uitstootloos)	fossielvrij
2050			circulair

TU Delft CITY2030

Wat zijn de stappen van de Roadmap zelf?

- I. **Stad:** opstellen toekomstige **warmtebalans & elektriciteitsbalans**
- II. **Stad:** **energiesystemen**
→ eenheden per jaar en belangrijkste acties
- III. **Wijk:** **energiestrategieën**
incl. collectieve en individuele warmtesystemen en elektriciteitsproductie
- IV. **Wijk:** **energiekaarten**
met locaties van de belangrijkste energiesystemen
- V. **Buurt:** **energiestrategieën**
met combinaties voor warmte (& koude) en elektriciteitsproductie
- VI. **Buurt:** **energiesystemen en -maatregelen**
van berekende voorbeeldenprojecten
- VII. **Stad, wijk en buurt:** **actieplan**
afgeleid van alle energie-ingrepen

TU Delft CITY2030



Keuzeschema energiestrategieën

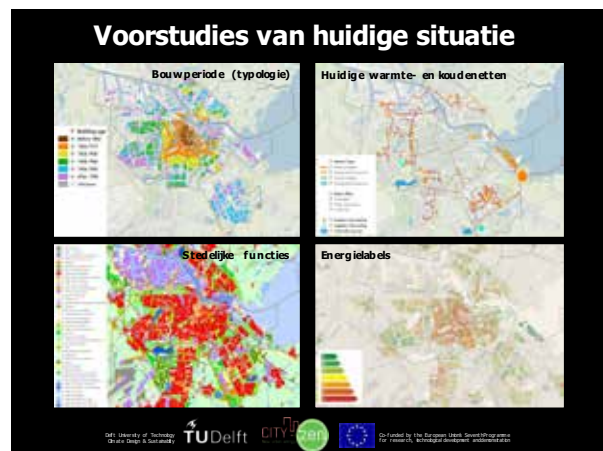
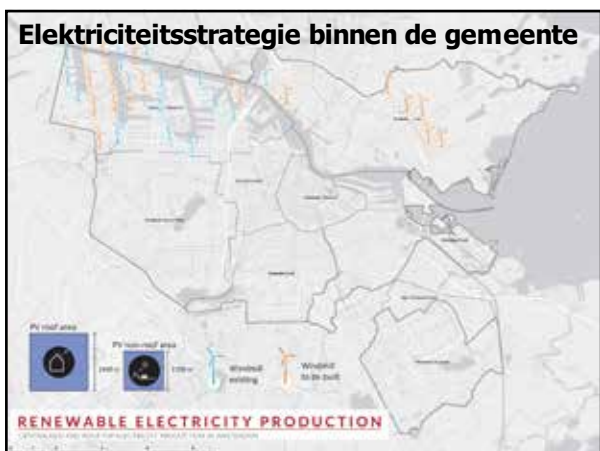
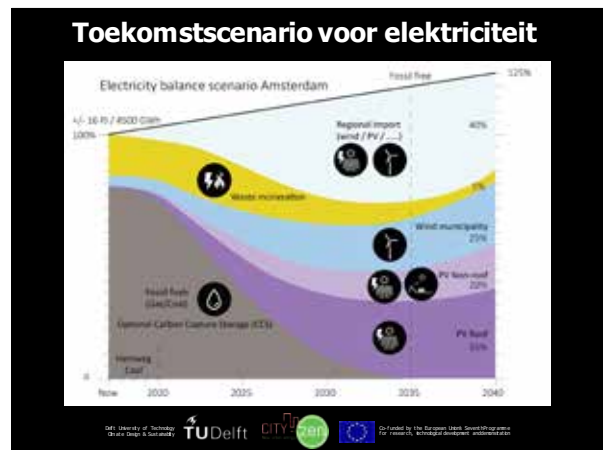
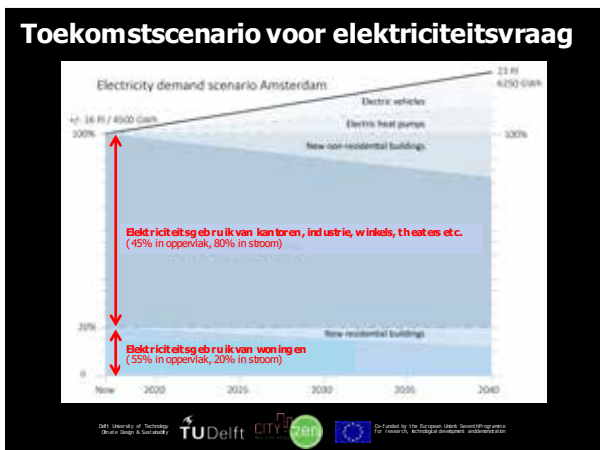
- Uitgebreide e-renovatie → LT-systemen (25-40 graden)**
 - Breathing Windows (Fresh-r), HeatCoolCleanVent (HCCV)
 - Vloer- en/of wandverwarming
 - Warmtepomp, al dan niet hybride met (groen)gasketel
- Beperkte e-renovatie → MT-systemen (40-65 graden)**
 - Hybride HCCV, vloerverwarming of radiatoren
 - Warmtepomp
 - MT-warmtenet
- Geen e-renovatie, waardevol → HT-systemen (65-90 graden)**
 - Hybride HCCV met ketel op groen gas
 - HT-radiatoren
 - HT-warmtenet op restwarmte, geothermie of zonnecollectoren
- Geen e-renovatie, waardevol → Sloop en energiepositieve nieuwbouw**

TU Delft CITY2030

Systemen op verschillende temperaturen

SUSTAINABLE HEATING SYSTEMS
Individual systems (Building level) | Collective systems (Urban-Building neighborhood scale)

TU Delft CITY2030

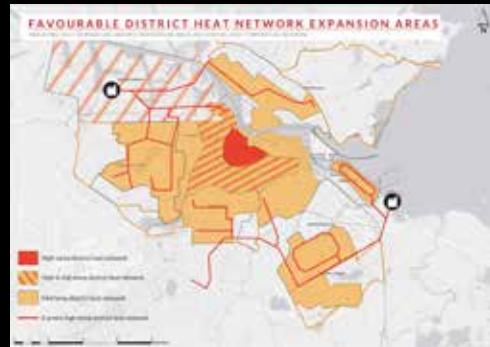


De hete soep wordt nu elders opgediend...



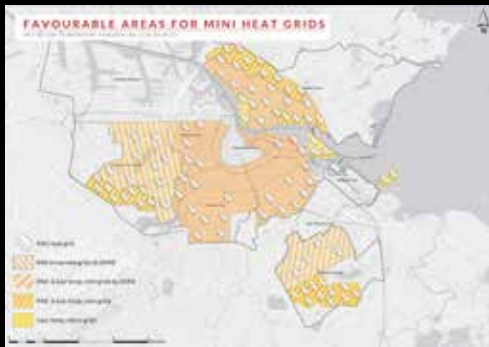
TU Delft CITY2030

Gebieden voor uitbreiding warmtenet



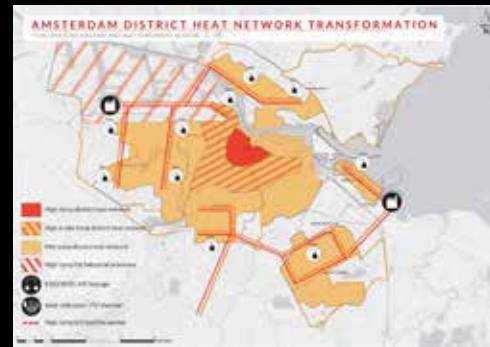
TU Delft CITY2030

Gebieden voor miniwarmtenetten



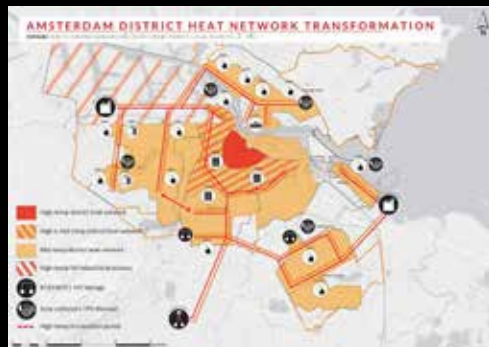
TU Delft CITY2030

De Grote Warmtenetuitrol



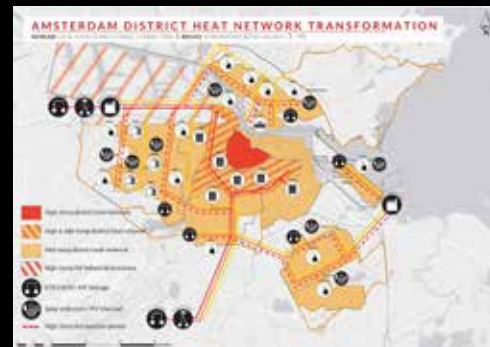
TU Delft CITY2030

De Grote Warmtenetuitrol

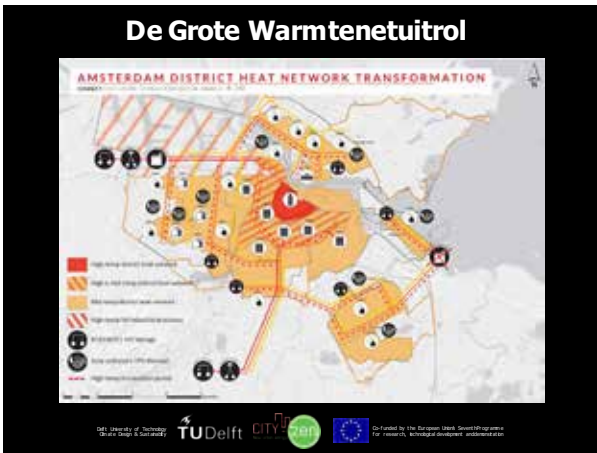


TU Delft CITY2030

De Grote Warmtenetuitrol



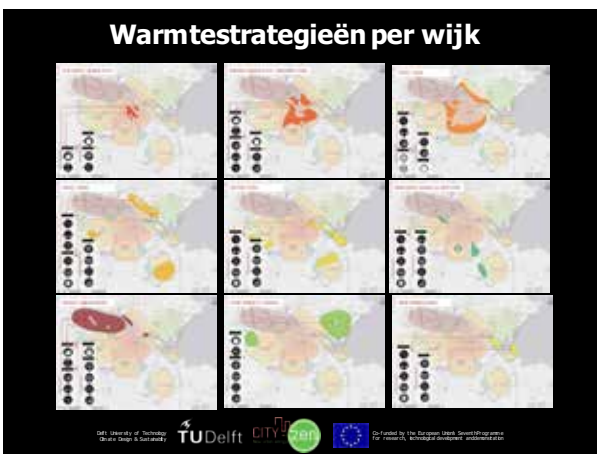
TU Delft CITY2030

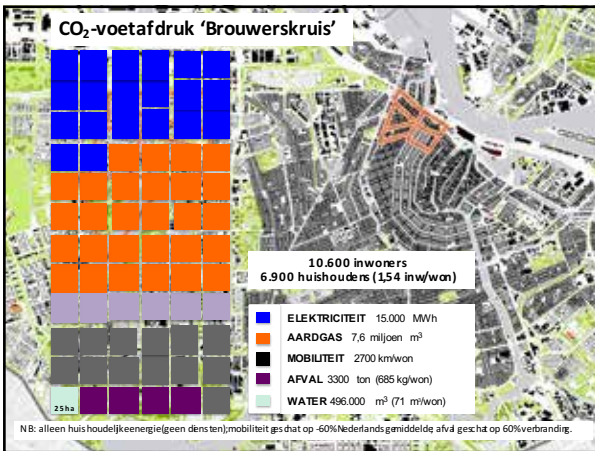


Algemene renovatiestrategieën

NEIGHBOURHOOD	GENERAL ENERGY STRATEGIES for AMSTERDAM MUNICIPALITY		HEAT SYSTEM		SOLICIT	
	Collective system	Individual system	Collective	Individual	Collective	Individual
Historic inner city	Collective system	Individual system	Collective	Individual	Collective	Individual
Edges inner city	Collective system	Individual system	Collective	Individual	Collective	Individual
1920-1945	Collective system	Individual system	Collective	Individual	Collective	Individual
Expansion plan 1945-1985	Collective system	Individual system	Collective	Individual	Collective	Individual
1985-1990	Collective system	Individual system	Collective	Individual	Collective	Individual
after 1990	Collective system	Individual system	Collective	Individual	Collective	Individual
New residential areas	Collective system	Individual system	Collective	Individual	Collective	Individual
Low density areas	Collective system	Individual system	Collective	Individual	Collective	Individual
Heavy industries	Collective system	Individual system	Collective	Individual	Collective	Individual
Business parks/offices	Collective system	Individual system	Collective	Individual	Collective	Individual

TU Delft





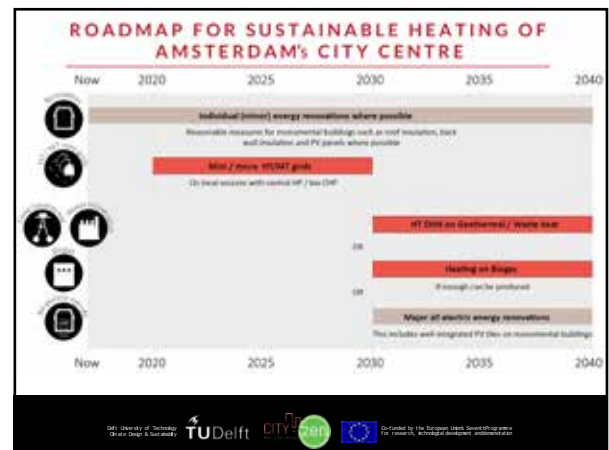
Energiestrategieën Amsterdam Centrum

Indicatoren	elektriciteit				
	maximale PV toezegging op alle oppervlakten	PV panelen + panelen op openbare plaatsen	PV panelen op aanblijvende plaatsen	geen PV	geen PV, groene stroomtoevoer
gemeenschapsgebouwen			groene stroom van Amsterdam Green Power	groene stroom van Amsterdam Green Power	geen Amsterdam stroomtoevoer
bebouwing					
ingepinde monumenten	maximaal, maar hangt met huidige monumentenstatus		haalbaar alternatief, extra groene stroom nodig, relatief duur	haalbaar alternatief, extra groene stroom nodig, relatief duur	
openbare monumenten	HT warmtenet van groefwarmte	haalbaar alternatief by flexibele heating MCH2, relatief duur			
openbare monumenten	groen gas (AGP: Amsterdam Green Fuel)	geen combinaties, gas is nu, relatief goedkoop	combinatie is haalbaar, groene stroom nodig, relatief goedkoop		
open renovatie	HT warmtenet van industriële afval		mogelijk, groene stroom extra nodig, donkerte, hoge ambities	volledige omkeerbare stroomtoevoer of middelen, donkerte	elektronische afgevoerde op andere in het AEB in de stad
open renovatie	groen gas (AGP: Amsterdam Green Fuel)		Winkles van koolstof koolstof nu, goedkoop, weinig verbruik, groen gas groen gas	Geen risico, alleen met een Amsterdam Green Energy (AGP) label kunnen worden gecertificeerd	in 2020 zijn alle openbare monumenten uit het AEB

Hoofkeuzes:

1. Radicale renovatie
2. HT/MT warmtenet
3. Groen gas

TU Delft, City2Zero, European Union



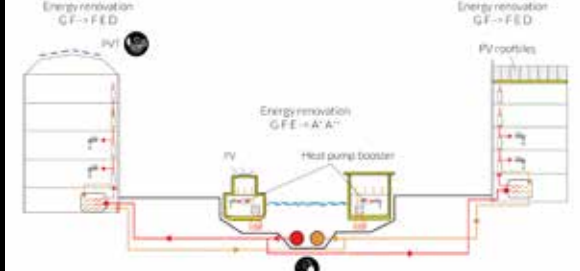
De Grachten









 TU Delft City2030
Co-funded by the European Union. SmartGrants program for research, technological development and innovation.

De grachten: warmtenet en autarke arken



- Minor renovation of existing buildings
- PV panels and roof tiles where possible
- Connection to the HT/MT grid
- Houseboats to all-electric units with heat pumps on water




 TU Delft City2030
Co-funded by the European Union. SmartGrants program for research, technological development and innovation.

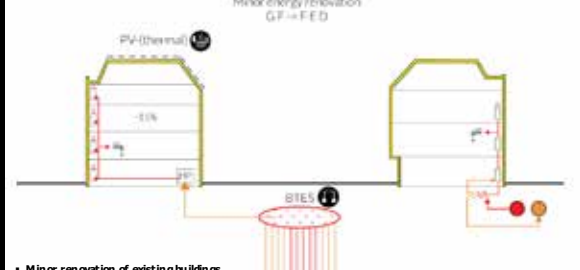
De Jordaan









 TU Delft City2030
Co-funded by the European Union. SmartGrants program for research, technological development and innovation.

De Jordaan: warmtenet + warmtepompen



- Minor renovation of existing buildings
- PV-thermal (where possible) to charge BTES
- Block heat pump, connected to BTES
- And/or
- Connection to the HT/MT grid




 TU Delft City2030
Co-funded by the European Union. SmartGrants program for research, technological development and innovation.

Amsterdam Slotemeer








Slotemeer - current energy demand			
Energy	electricity		heat (PJ)
	(PJ)	or (GWh)	
residential	0,08	21	0,48
non-residential	0,14	38	0,15
total	0,21	59	0,41




 TU Delft City2030
Co-funded by the European Union. SmartGrants program for research, technological development and innovation.

Warmtestrategie voor Nieuw-West

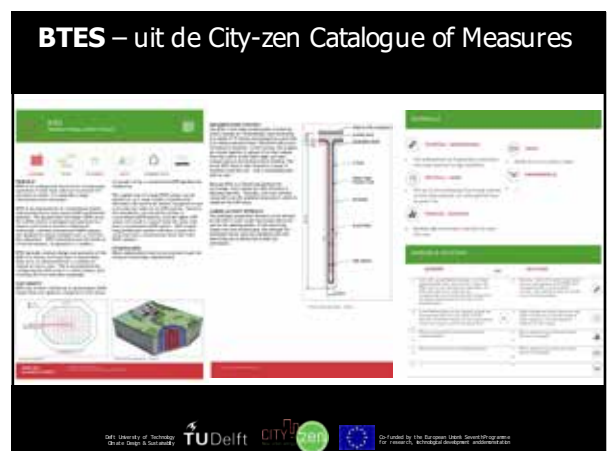
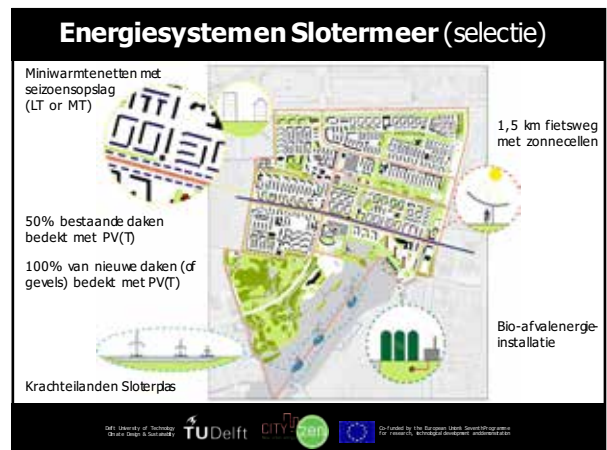
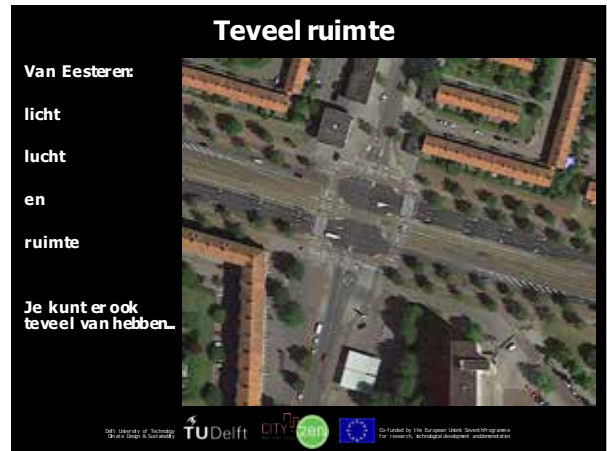





 TU Delft City2030
Co-funded by the European Union. SmartGrants program for research, technological development and innovation.

Energiestrategieën voor Slotermeer

Indicatoren	Indicatoren	Indicatoren			
		Indicatoren	Indicatoren	Indicatoren	Indicatoren
Indicatoren	Indicatoren	Indicatoren	Indicatoren	Indicatoren	Indicatoren
	Indicatoren	Indicatoren	Indicatoren	Indicatoren	Indicatoren
	Indicatoren	Indicatoren	Indicatoren	Indicatoren	Indicatoren
	Indicatoren	Indicatoren	Indicatoren	Indicatoren	Indicatoren
	Indicatoren	Indicatoren	Indicatoren	Indicatoren	Indicatoren
	Indicatoren	Indicatoren	Indicatoren	Indicatoren	Indicatoren
	Indicatoren	Indicatoren	Indicatoren	Indicatoren	Indicatoren
	Indicatoren	Indicatoren	Indicatoren	Indicatoren	Indicatoren
	Indicatoren	Indicatoren	Indicatoren	Indicatoren	Indicatoren
	Indicatoren	Indicatoren	Indicatoren	Indicatoren	Indicatoren

TU Delft CITYzen 2018



MT miniwarmtenetten op PVT met ATES*

* Aquifer thermal energy storage: warme- en koudeopslag in ondergrondse aquifers

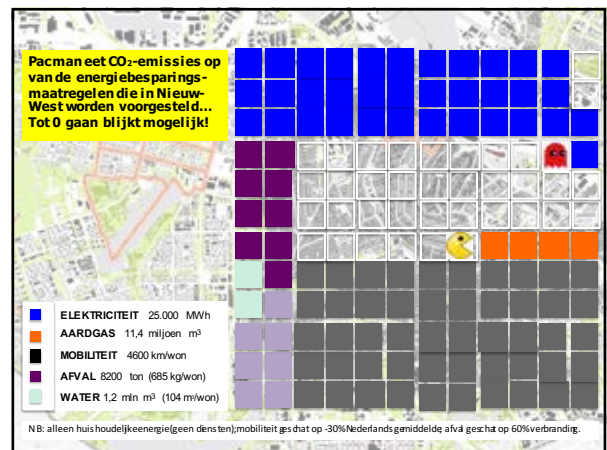
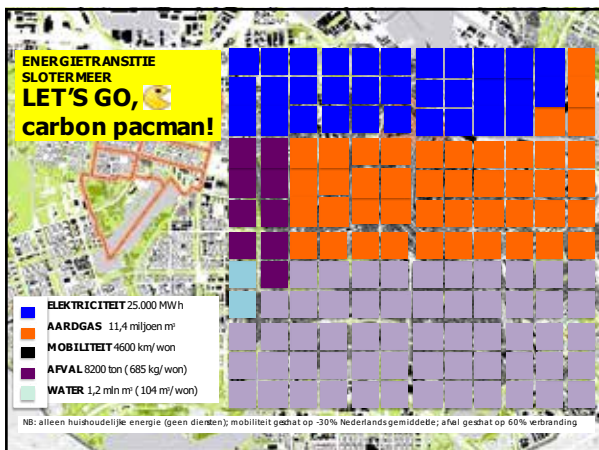
- Energierenovatie
- LT net ~ 40°C + ATES (of BTES)
- Directe verwarming (COP = 20-40)
- Booster warmtepompen (COP = 6)
- Bijkleefstroom en warmte van PVT
- 2 m² bespaard voor warmtepompen
- Alle blokken van 1 corporatie
- Kan enkel wanneer wetgeving voor ondergrondse opslag aangepast wordt

TU Delft CITYZEN logo and funding information.

We hebben meer verbeeldingskracht nodig

Tro de Lin e a sosten ible [Cityzen Roadshow Sevilla, November 2017]

TU Delft CITYZEN logo and funding information.



Amsterdamse hoofdroutes naar Parijs

- Grootschalige, vergaande renovatie**
 - Van het gas af → all-electric
 - LT warmtesystemen met zonnecollector, WP-systeem of WKO en minigrids
 - Bron WP-systeem: 1. bodem, 2. oppervlaktewater, 3. (buiten)lucht
 - PV-maximalisatie, geïntegreerd, esthetisch en historisch verantwoord
- Warmtenetten**
 - Van het gas af
 - Van HT (90°C) heen, MT (65°C) retour naar MT (65°C) heen, LT (40°C) terug
 - Cascadering van HT-zones naar MT-zones naar LT-zones
 - Bron: van fossiele en afval naar geothermie, biowarmte en zonnewarmte
- Groengas**
 - Biogas van vergistingsprocessen (afvalwater, snoeiafval, GFT...)
 - Waterstof, van overtollige duurzame stroom (zon, wind, waterkracht)
 - Synthetisch methaan, uit power-to-gas van overtollige duurzame stroom
- Grootschalige duurzame elektriciteit**

TU Delft CITYZEN logo and funding information.

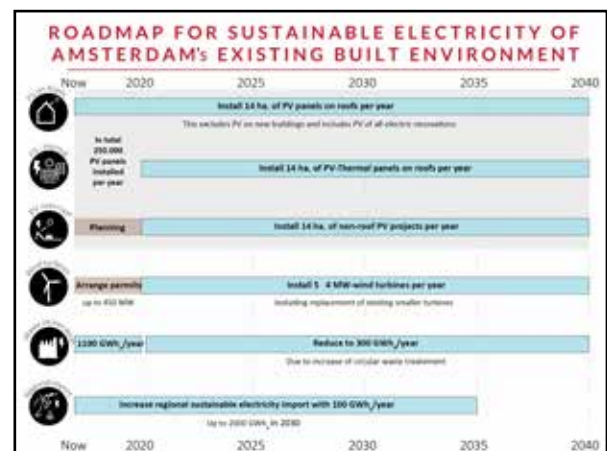
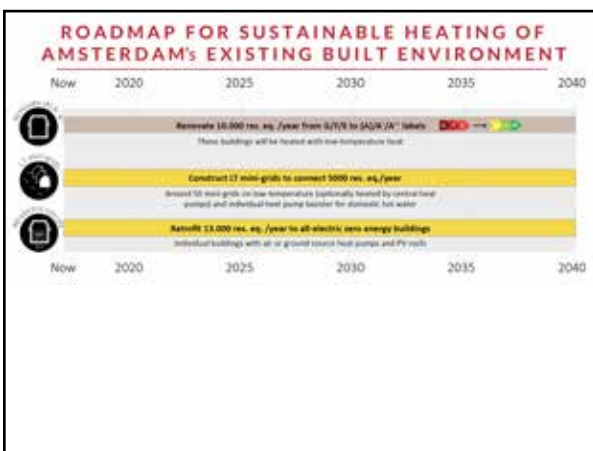
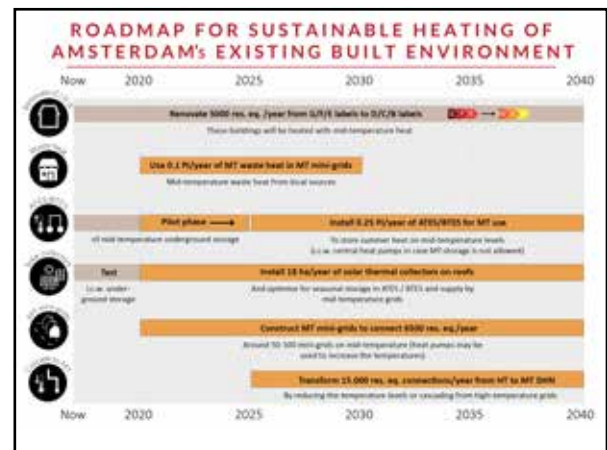
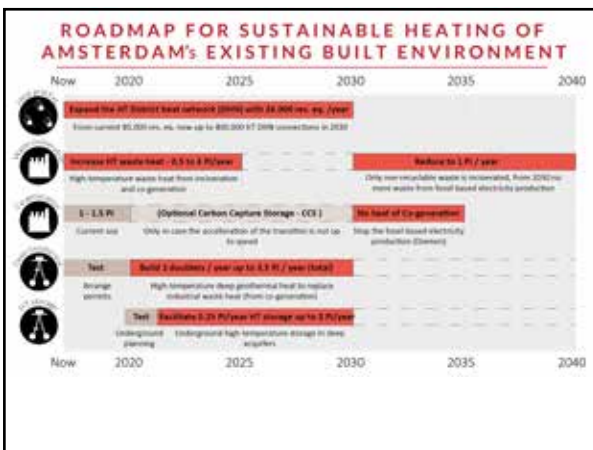
Amsterdamse hoofdroutes naar Parijs

- Grootschalige, vergaande renovatie**
 - Van het gas af → all-electric
 - LT warmtesystemen met zonnecollector, WP-systemen en warmtebruggen
 - Bron WP-systemen met oppervlaktewater, 3. (buiten)lucht
 - **Monumentale zorg wordt nageleefd, stad investeert in heritagage PV**
 - maximalisatie, geïntegreerd, esthetisch en historisch verantwoord
- Warmtenetten**
 - Van het gas af
 - Van HT (90°C) heen, MT (65°C) rdour naar MT (65°C) heen en naar LT (40°C) terug
 - Cascadering van warmtenetten - zones naar LT-zones
 - **Grootschalige uitleg van netten in de binnenstad en oudergedelen**
 - van fossiele en afval naar geothermie, biowarmte en zonnewarmte
- Groengas**
 - Biogas van vergistingsprocessen (afvalwater, snoeiafval, GFT)
 - Waterstof, van overtollige duurzame stroom (zon, wind, waterkracht)
 - **Nieuwe grootschalige gasproductiefabriek, gebruik bestaande gasnet**
- Grootschalige duurzame elektriciteit**

TU Delft CITY 2030

Routekaart voor duurzame warmte

TU Delft CITY 2030



Harde cijfers, jaarlijks te realiseren (selectie)

- Vanaf 2018
 - Alle nieuwbouw gasloos, all-electric, tenminste **energie neutraal**
 - 14 ha** (140.000 m²) PV-panelen
 - 26.000 won.eq.** nieuwe aansluitingen op het HT warmtenet – tot 2030
 - 5.000 won.eq.** van label G/F/E naar D/C/B, op MT warmtenet
 - 10.000 won.eq.** van G/F/E naar A/A+/A++, op LT miniwarmtenet
 - 13.000 won.eq.** naar all-electric energieneutrale woningen
 - Extra import van 100 GWh** duurzame stroom uit de regio
- Vanaf 2020
 - 5 windturbines** van 4 MW
 - 14 ha** (140.000 m²) PV-thermische panelen
 - 18 ha** (180.000 m²) zonnecollectoren
 - 2 geothermie-dubbelten** per jaar – tot 3,5 PJ in 2030
- Vanaf 2025
 - 15.000 won.eq.** bestaande aansluitingen van HT naar MT

Even rekenen... per jaar te realiseren:

- 26.000 nieuwe aansluitingen op het warmtenet.**
Uitgaande van gemiddeld 3 m buis per aansluiting (6 m, tweezijdig in een staat) komt dit neer op het uitrollen van **78 km warmtenet per jaar**.
- 14 ha PV-panelen.**
140.000 m² = ± 85.000 panelen = **325 panelen per werkdag** = ± 16 woningen per werkdag. Klinkt haalbaar, maar betekent dat **permanent 48 installateurs** bezig zijn met het aanleggen van PV-panelen (excl. de backoffice). En dat 22 jaar. Staat gelijk aan meer dan **1000 mensjaren** → werkgelegenheidsimpuls.
- 5 windturbines van 4 MW (echte joekels op land).**
Vanaf 2020, dus 100 in totaal in 2040, binnen de gemeentegrenzen.
- 100 GWh import aan duurzame stroom.**
Dit is 2200 GWh in 2040. Dat staat gelijk aan 275 van dezelfde 4MW-turbines elders, of **146 7,5MW zeeturbines**, momenteel de grootste (of 110 toekomstige 10 MW-zeeturbines), of **14,7 km² PV** (1470 ha) elders.

Ter overweging en nader onderzoek

- Let the sunshine in!**
 - Amsterdam kan een groter deel duurzame stroom in de stad opwekken als **PV ook op historische gebouwen** mag (mooi geïntegreerd).
 - Amsterdam kan daarom mede investeren in de ontwikkeling van esthetische, **historisch verantwoorde PV-dakpannen**.
- Van centrale verwarming naar stadsverwarming**
 - Onderzoek is nodig naar de **exacte potentie van geothermie**, ter vervanging industriële restwarmte en warmte van afvalverbranding.
- Het nieuwe gemeentelijke gasbedrijf**
 - Als Amsterdam ervoor kiest om groen gas te produceren, is in de Metropoolregio Amsterdam een **grote biovergistingcentrale** nodig
 - Bij veel gerealiseerde PV en windturbines kan de overvloedige duurzame elektriciteit worden omgezet in **synthetisch methaan** of in **waterstof**
 - Kortom, een **Nieuwe Amsterdamse Gasfabriek** met opslagfaciliteiten

Bestuurlijke aanbevelingen

- Gemeente Amsterdam = de regisseur**
De gemeente bepaalt de randvoorwaarden voor de energietransitie
- Start met jaarlijkse CO₂-, energie- en aardgasboekhouding**
En neem die op in openbare jaarverslagen
- Werk aan een Carbon Master Plan voor Amsterdam**
met Energietransitieroutekaart 2018-2040
- Formuleer een transitieagenda met concrete acties en mijlpalen**
En verantwoord dit in jaarlijkse openbare voortgangsrapportages
- Voer de plannen uit met andere belanghebbenden**
Energiebedrijven, kennisinstellingen, bedrijven, woningcorporaties, burgers
- Laat burgers vrij opereren binnen gemeentelijke randvoorwaarden**
Burgers, bedrijven, publieke organisaties, versnelling is op alle niveaus nodig

Verder te werken tijdens City-zen

- Uitwerking met sociale, economische, juridische en politieke aspecten**
Met hulp van Centrum voor Energievraagstukken, Universiteit Utrecht
- Discussie met het nieuwe college**
Om de Roadmap operationeel te maken
- Koppeling aan Delta plan Duurzame Renovatie**
De Dutch Green Building Council werkt hieraan
- Koppeling aan tools ter ondersteuning energie-ingrepen**
Instrumenten zoals recent ontwikkeld door bedrijven als FRP
- Roadmapmethode vrij beschikbaar maken**
Voor alle steden in Nederland en in Europa
- Nog vier Europese Roadshows**
Voor de energietransitie in andere steden

