



THERMOS

Accelererer udviklingen af lav-emissions
varme- og kølingsnetværk

Kapacitetsopbygning og Train the trainer-program
Modul 2: Kortlægning og modellering af energisystemer
med THERMOS





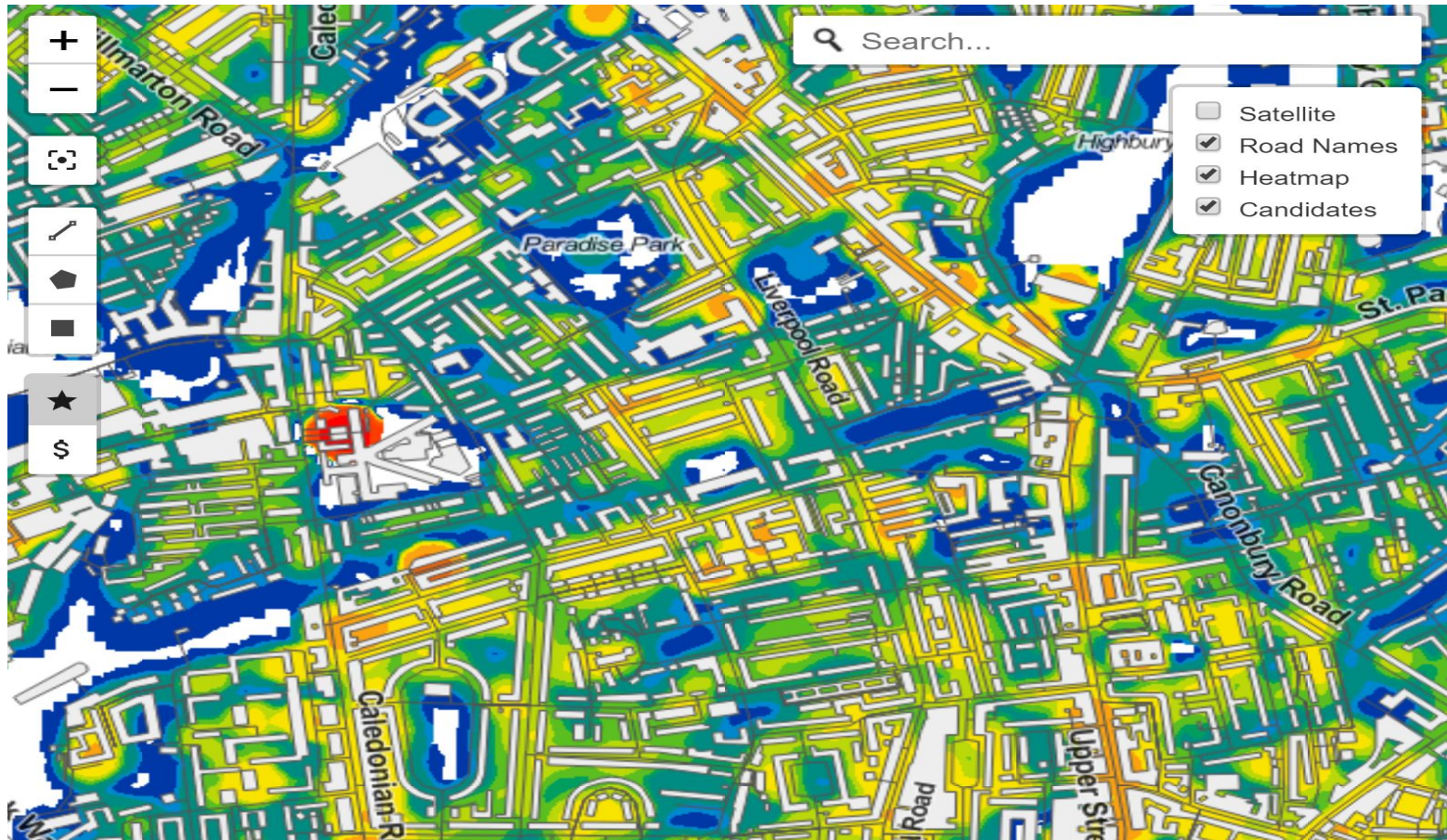
Modul 2 af THERMOS kapacitets- og træningsprogram

Dette modul består af følgende tre dele:

- 2.1 Kortlægning af energisystemer
- 2.2 Modellering af energisystemer
- 2.3 Thermal Energy Resource Modelling and Optimisation System (THERMOS)



1. Kortlægning af energisystemer





Indhold

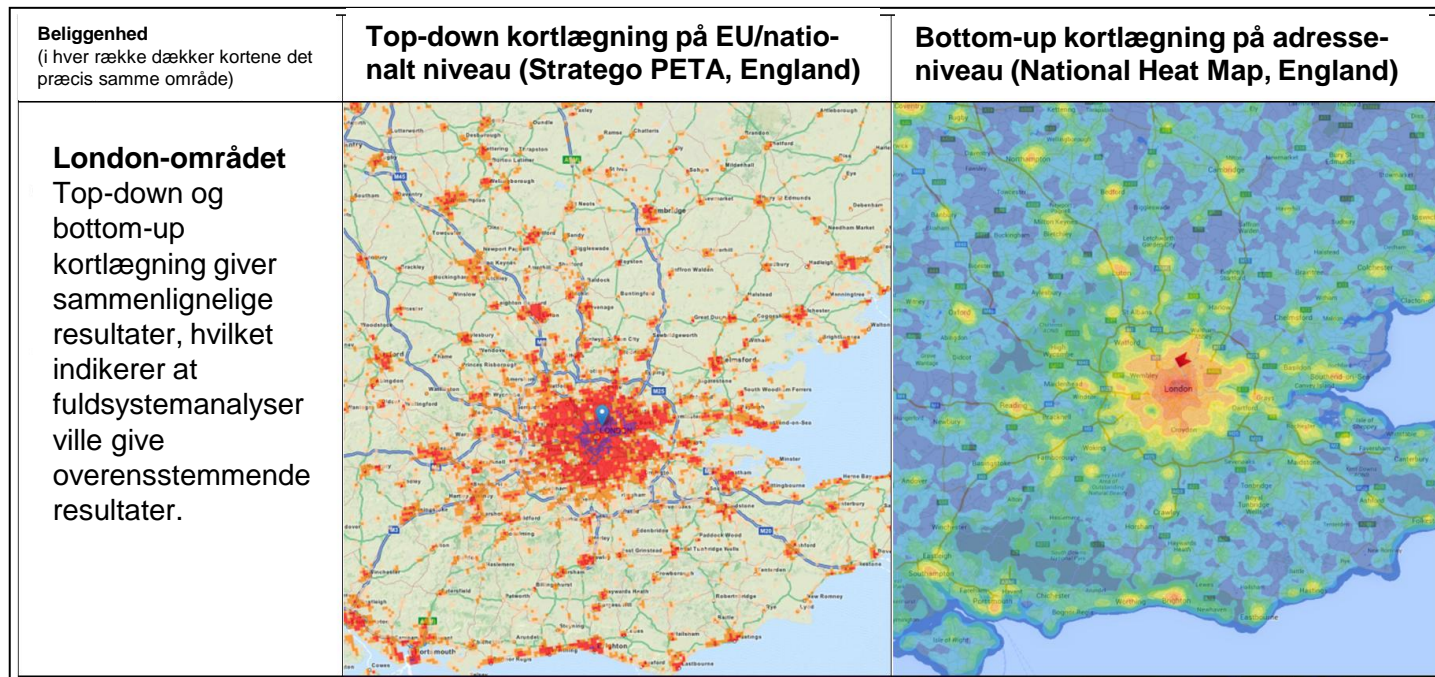
Første del af modulet fokuserer på:

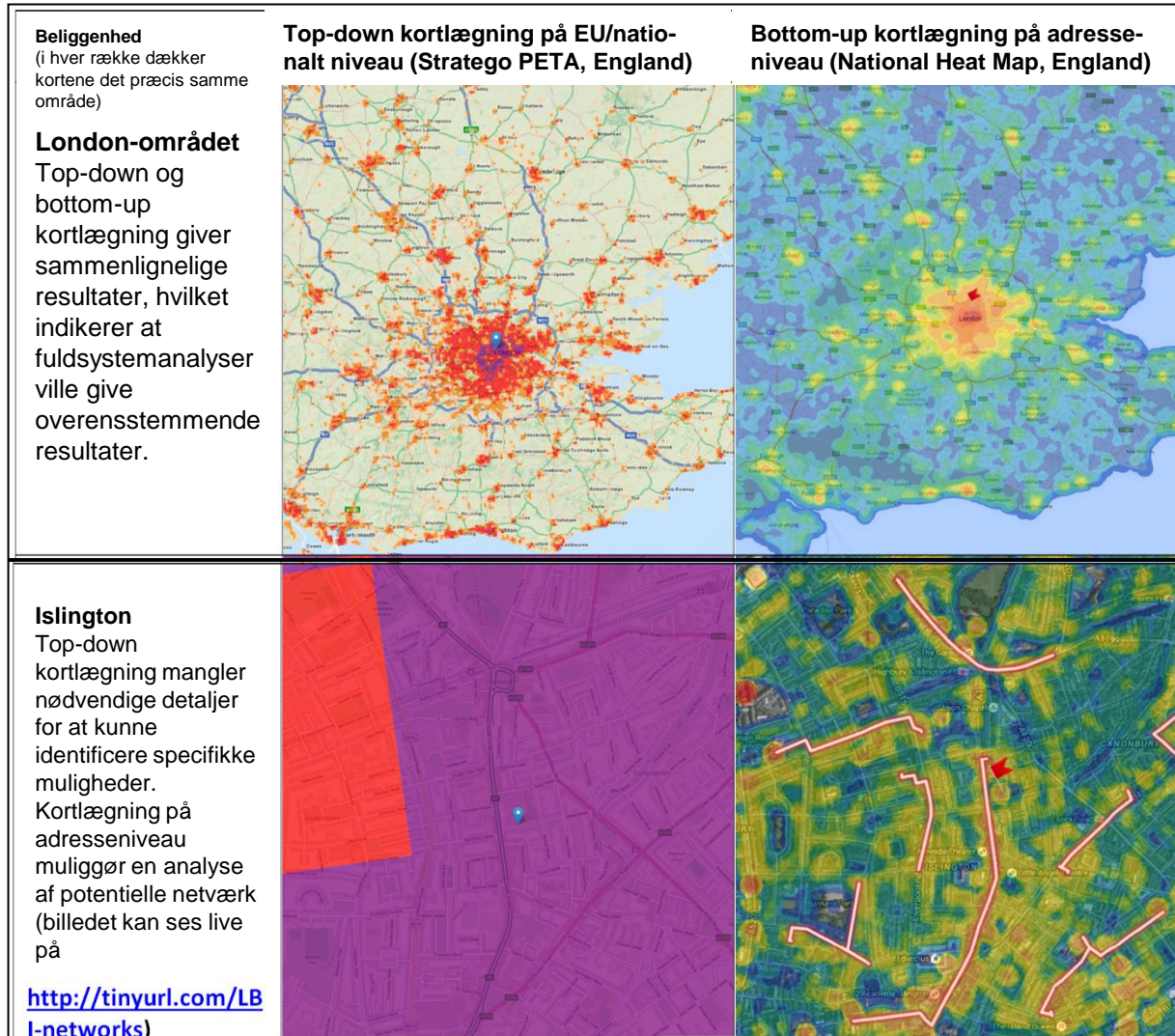
- Koncept
- Metodologi
- Nødvendige data og ressourcer
- Eksempler på good practice



Introduktion

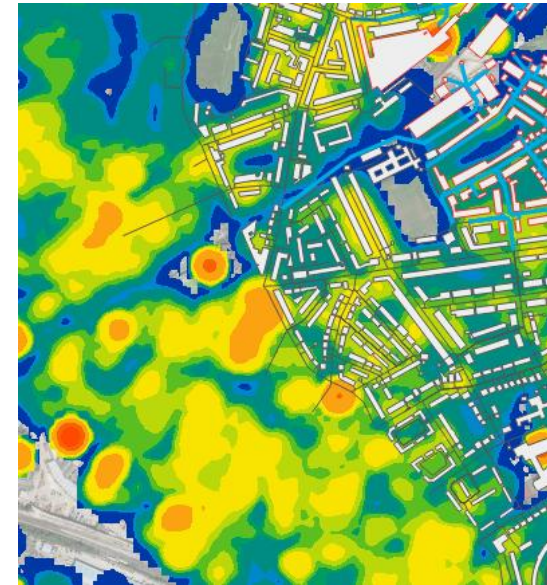
- Solid kortlægning af energisystemer er en nødvendig forudsætning for lokal energisystemanalyse.
 - Top-down kortlægning eksisterer på kontinentalt og nationalt niveau men der er mangel på **specifik lokal information** til udvikling af energisysteminfrastruktur.
- THERMOS sigter derfor mod at adressere denne mangel ved at udvikle og publicere en state-of-the-art metodologi til at udvikle **energisystemkort på adresseniveau** til energisystemanalyse inden for **THERMOS-applikationen**.





Nøglefunktioner ved THERMOS' tilgang til kortlægning af energisystemer

- Areal fremstillinger af lokale energisystemer i høj opløsning
- Vil skabe og publicere en ny 'standard' for termisk kortlægning for at understøtte planlægning af lokale energinetværk
- Bottom-up varmebehov på adresseniveau vha. modellerede bygningskarakteristika eller empiriske forbrugerdata.





Nøglefunktioner ved THERMOS' tilgang til kortlægning af energisystemer

- Rumlige energisystemdatasæt i høj opløsning, fx energiforsyning (inkl. sekundære kilder som spildvarme), energinetværk, bygningsegenskaber, vej/sti netværkstopologi, etc...
- Kan genskabes på tværs af grænser vha. open data når det er muligt
- Fuldt integreret inden for THERMOS open-source web anvendelsesværktøjet for solid kortlægning af energisystemer og modelanalyse.





Kortlægningsmetodologi udviklet som en del af firedelt proces for producere THERMOS web-kort

1. Udvikling af metodologi til at udvikle energibehovkort på adresseniveau
2. Sammenligning af geodatasæt på energibehov, i første omgang for pilotbyerne Islington (Storbritannien), Granollers (Spanien), Warszawa (Polen) og Jelgava (Letland)
3. Sammenligning og håndtering af yderligere energisystemdata
4. Visualisering og publicering af energibehov og yderligere lag i online anvendelse for at producere web-kort for hver pilotby.



Vi kender denne opfattelse af verden:





Men for
THERMOS skal vi
lave noget i
denne retning:





Punkter for bygningers placering og energibehov og for placering af energileverandører





Punkter for bygningers placering og energibehov og for placering af energileverandører

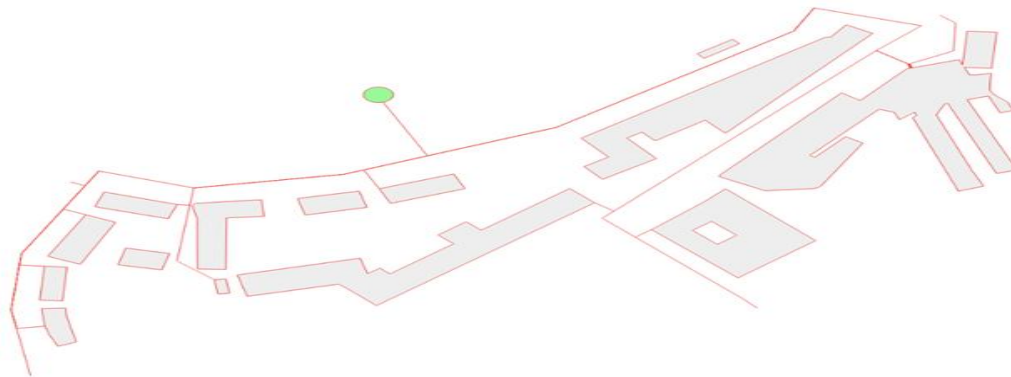


Linier for ruter ad hvilke energi kunne distribueres



For at udvikle denne model, har vi brug for:

1. Estimer for energibehov for eksisterende eller nye bygninger (punkter)
2. Estimer for energiforsyning fra kendte faktiske/potentielle ressourcer (punkter)
3. En illustration af vejnettet (linier)





Estimering af bygningers varmebehov (1/5)

THERMOS-metoden virker ved hjælp af nogle af/alle følgende elementer:

- Tredimensionel bygningsform/-størrelse
- Inden- og udendørs temperaturer
- Bygningens varmeeffektivitet og behov for opvarmning
- Andre sammenligningsgrundlag



Estimering af bygningers varmebehov (2/5)

a) Tredimensionel bygningsform/-størrelse opnås vha.:

- **Data om gulvareal** – fx fra OpenStreetMap, ofte brugt som en fornuftig indikator på varmebehov
- **LIDAR (Light Detection and Ranging)** data – sporing og rækkevidde af lys
- **Bygningstype-/beboerdata** – fx hvor LIDAR ikke er tilgængelig, brugt til at estimere antal etager i en beboelsesblok



Estimering af bygningers varmebehov (3/5)

b) Inden- og udendørs temperaturer opnås vha.:

- **Diverse klimaarkiver til udendørs temperaturdata** – fx Wikidata indeholder månedlige gennemsnit
- **Empiriske survey-data til indendørs temperaturdata** – fx EFUS-datasæt for Storbritannien indeholder estimer af maksimum og gennemsnitlige indendørs temperaturer.



Estimering af bygningers varmebehov (4/5)

- c) Bygningens varmeeffektivitet og behov for opvarmning opnås vha.:
- **Estimering af u-værdier** – skaffet fra bygnings overfladeareal og inden-/udendørs temperaturer (hvor energikrav kendes) eller fra referencetabeller/survey-data om typiske elementer i bygningers udformning.
 - **Opvarmningsbehov** er så kalkuleret vha. forskelle i inden- og udendørs temperatur, hastighed af varmetab (fra u-værdier) og estimeret effekt af ventilation, varmemasse og gevinst fra solen.



Estimering af bygningers varmebehov (5/5)

d) Andre sammenligningsgrundlag

- **Varmtvandsbehov** – relateret til beboelse
- **Standard udgangspunkter for bygningsenergi** – fx opvarmningsbehov (kWh/m^2) for nye bygninger
- **Områdebaserede kalibrering** – brug af empiriske, lokale energidata
- **Profiler for strømforbrug** – faktiske eller modellerede data



Estimerer for energiforsyning fra kendte faktiske/potentielle ressourcer

Bruger lokal dataindsamling om eksisterende potentielle energikilder og forslag til nye placeringer af energiværker.

Kilder kan inkludere:

- Eksisterende varmeværker
- Spildvarme fra kraftværk
- Spildvarme fra andre ressourcer (vand, luft, industrielle processer...)
- Solvarme
- Waste-to-energy, etc





En illustration af vejnettet

Udgangspunktet er, at energinetværk flugter med vejnettet. Tilgangen benytter:

- Vejnettets layout
- Punktplaceringerne af energiforsyning (kilder) og behov (afløb)
- Analyse af udgiften til at forbinde flere punkter





Casestudie: UK datainput

Estimering af energibehov:

Parameter	Kilde
3D bygningsmodeller: <ul style="list-style-type: none">• LIDAR• OpenStreetMap	<ul style="list-style-type: none">• http://environment.data.gov.uk/ds/survey/#/survey• www.openstreetmap.org
Bygningstypologi: <ul style="list-style-type: none">• Ordnance Survey• OpenStreetMap	<ul style="list-style-type: none">• www.ordnancesurvey.co.uk/business-and-government/products/topography-layer.html• www.openstreetmap.org
Indendørs temperaturer: <ul style="list-style-type: none">• EFUS• BEES	<ul style="list-style-type: none">• www.gov.uk/government/statistics/energy-follow-up-survey-efus-2011• www.nist.gov/services-resources/software/bees



Casestudie: UK datainput

Estimering af energibehov:

Parameter	Kilde
Udendørs temperaturer	
Empiriske forbrugsdata: <ul style="list-style-type: none">• Energy Performance Certificates (EPCs)	<ul style="list-style-type: none">• www.epcregister.com/
Energistandarder for gulvareal: <ul style="list-style-type: none">• CIBSE guide F	<ul style="list-style-type: none">• www.cibse.org/Knowledge/knowledge-items/detail?id=a0q20000008I7oTAAS
Brændstofforbrug for små områder: <ul style="list-style-type: none">• Gov.uk energistatistik	<ul style="list-style-type: none">• www.gov.uk/government/collections/sub-national-gas-consumption-data







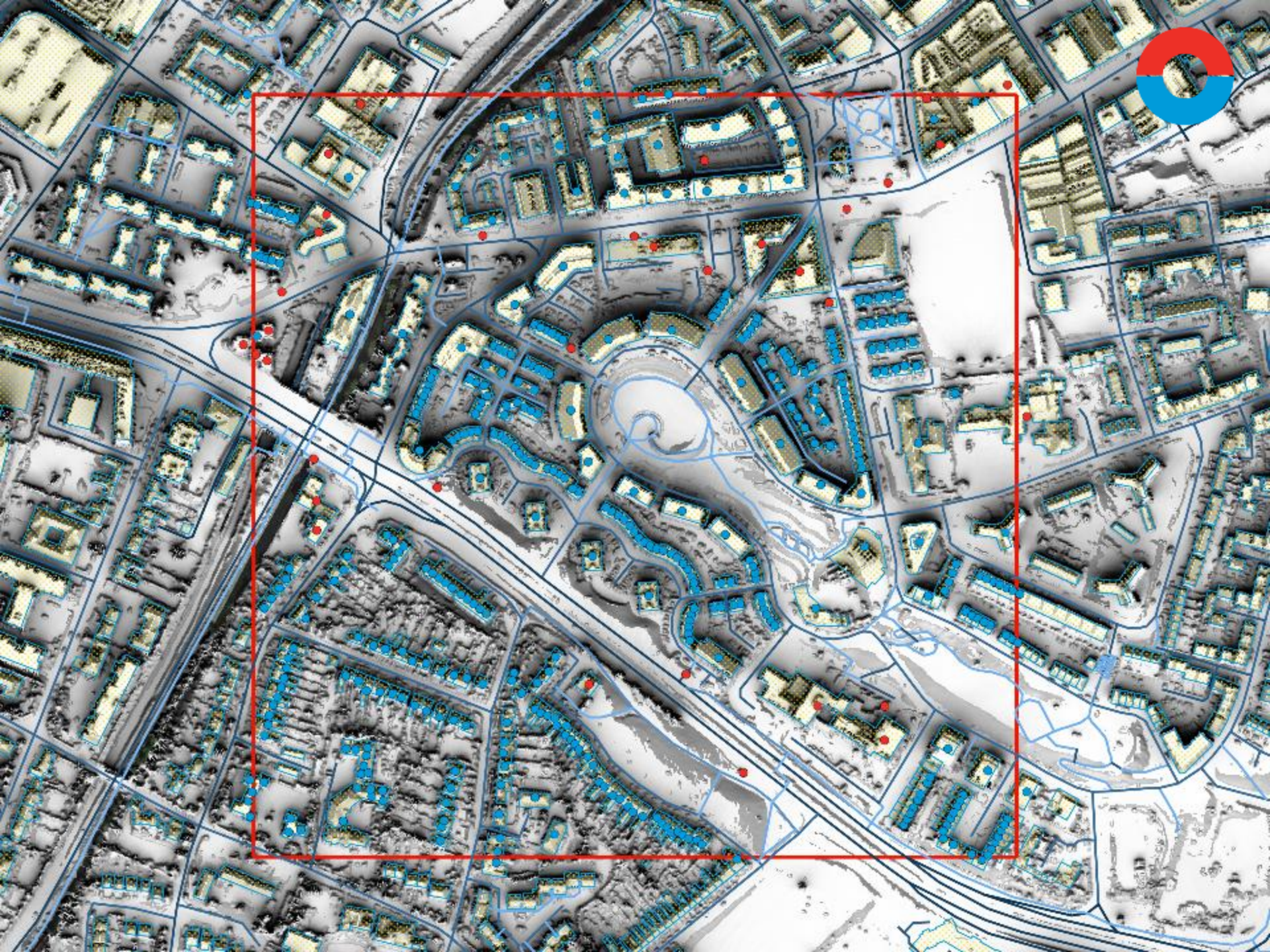


















Engelsk nationalt varmekort

En energibehovsmodel på adresseniveau med web-visualisering og analytiske værktøjer.





Stratego-projekt / Heat Roadmap Europe

- <http://stratego-project.eu/>
- <http://www.heatroadmap.eu/>

Output inkluderer udvikling af et [Pan-European Thermal Atlas](#) som inkluderer grid-baseret varmebehovkort for EU, hvilket har medvirket til at demonstrere potentialet (inden for hvert land og henover EU) for fjernvarme og -kølingsnetværk



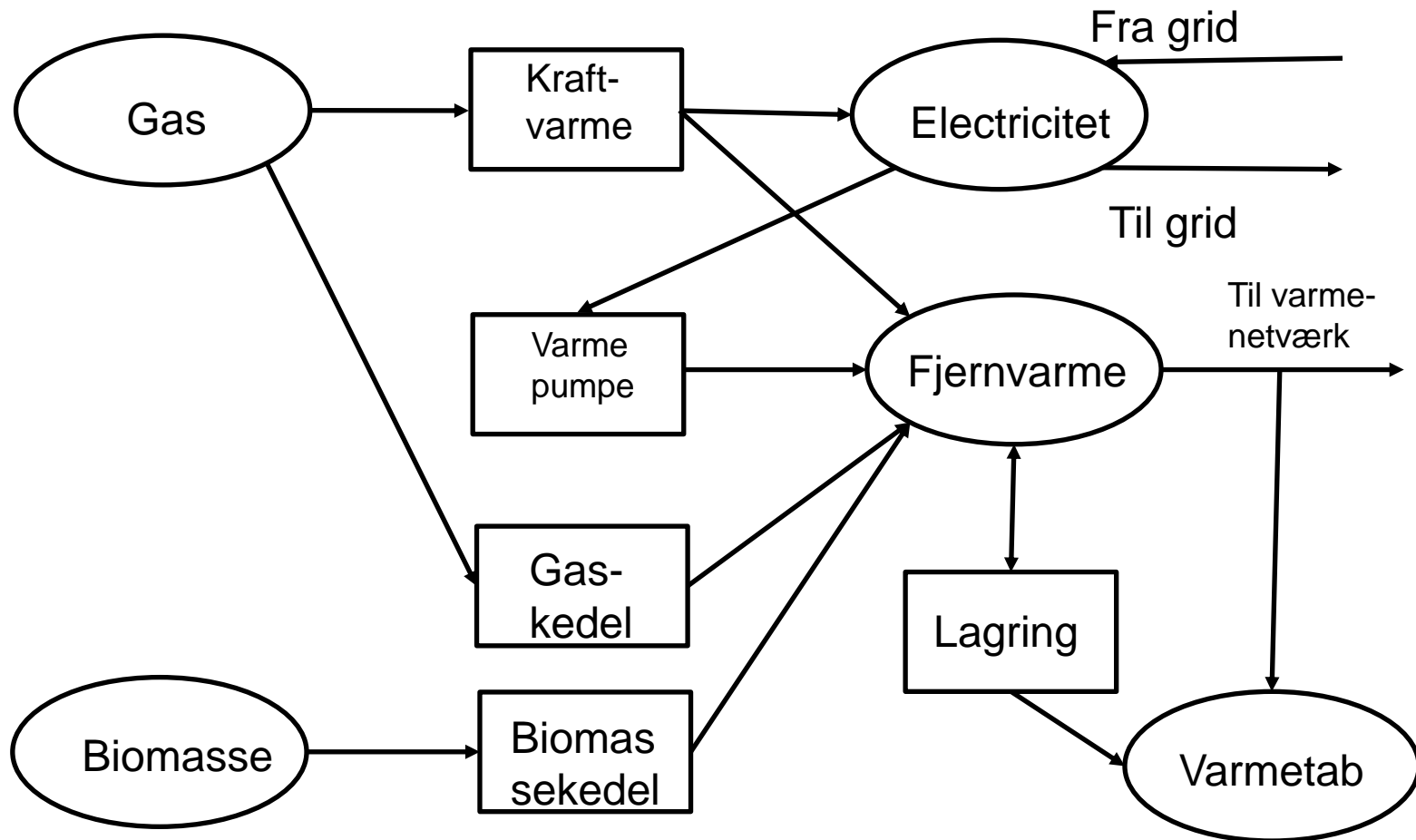


Opsummering – kortlægning af energisystemer

- **THERMOS** inkorporerer state-of-the-art varmekortlægningsteknikker vha. en bottom-up tilgang på adresseniveau
- Inkluderer energibehov for bygninger og energiforsyningskilder, inklusiv spildvarme
- Illustration af vejnet – bruges som basis for planlægning af energidistributionssystemer
- Sigter mod at være fleksibel i forhold til datainputkilder for at regne med stedfortrædere og blandet datatilgængelighed.
- Online varmekort produceret til de fire THERMOS pilotbyer.



2.2 Modellering af energisystemer





Indhold

Andel del af modulet fokuserer på:

- Koncept
- Metodologi
- Nødvendige data og ressourcer
- Eksempler på good practice



Introduktion

- Tiltagende urbanisering (UN DESA, 2014)
 - 54% af verdens befolkning bor i byområder.
 - Forventes at stige til 66% i 2050.
- Global energivurdering (GEA, 2012)
 - 56-78% af endeligt energiforbrug er i byer.
- Urbane energisystemmodeller
 - Forbedre forståelse for urbant energiforbrug.
 - Analysere politiske initiativer, investeringer i infrastruktur.



Urbant energisystem

Et formelt system som repræsenterer de kombinerede processer af at indsamle og bruge energi til at dække behovet for energitjenester i et givent byområde:

- Ex-urbane processer for ressourceudvinding, energiproduktion og transport
- Associerede udgifter og drivhusgasudledning
- Potentielle processer for energiproduktion og omstilling i byen



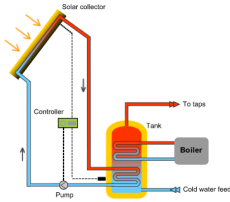
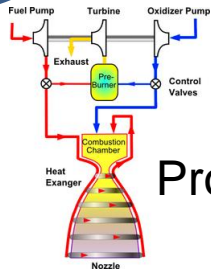
Ex-urban production



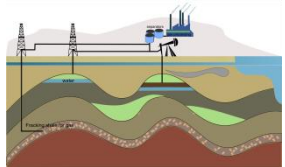
Transport



Produktion i byen



Udvinning



Transport





Urbane energisystemmodeller

- Teknologidesign
 - Fx vind, sol, køretøjers ydeevne, waste-to-energy
- Bygningsdesign
- Byklima
- Modeller til vurdering af politikker
- Systemdesignmodeller
 - Optimeringsbaserede modeller
 - Trade-offs mellem adskillige teknologier
 - Specifikke mål (fx mål om reduktion af kulforbrug)

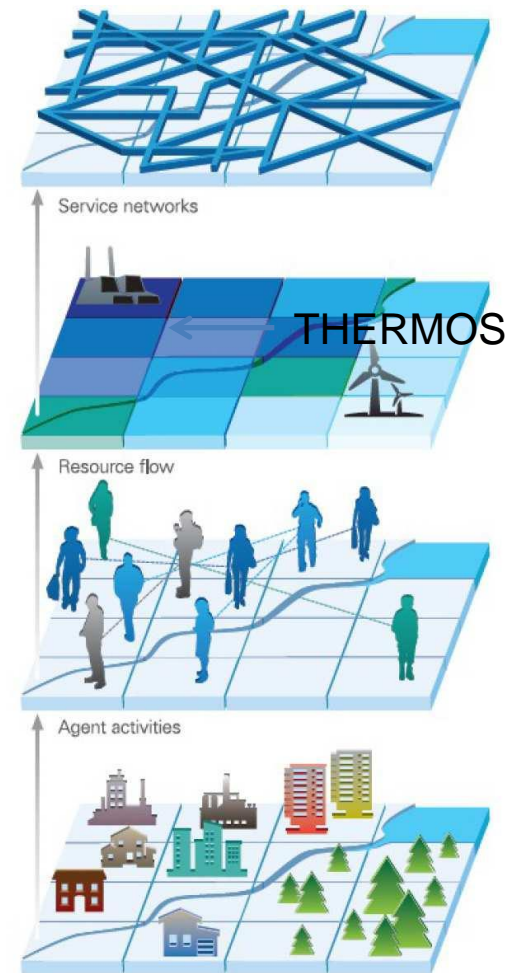


Systemmodeller

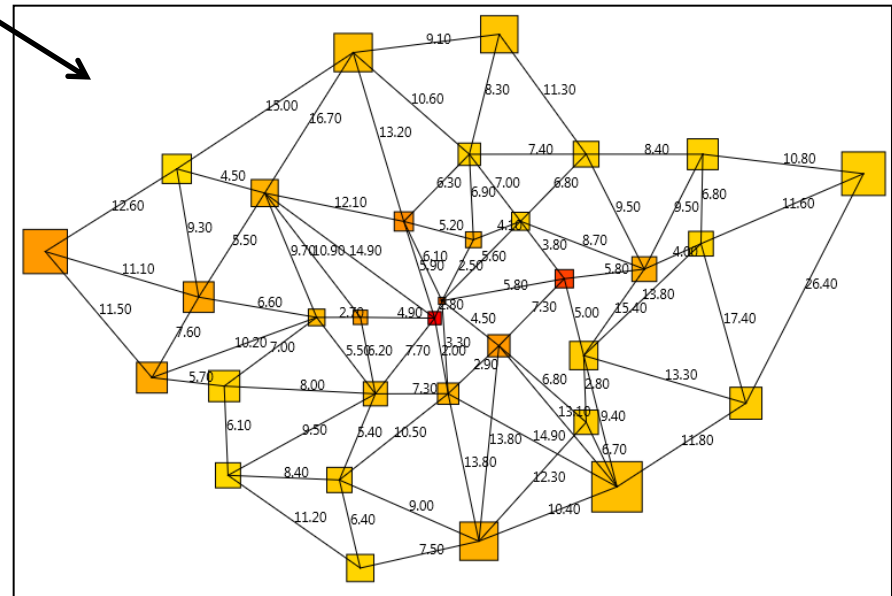
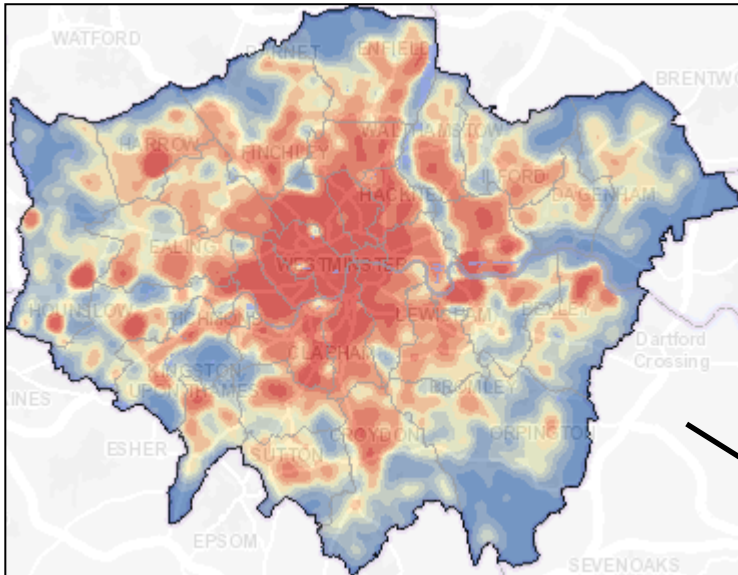
- Holistisk tilgang
 - Teknologi, økonomi, miljømæssige påvirkninger
 - Inkluderer alle relevante interaktioner
- Urbane systemer er komplekse systemer
 - Nedbrydes for at håndtere kompleksitet
 - Abstraktion for at skabe formelle netværksbaserede modeller
 - Justere detaljeniveau til modellens målestok
 - By ↔ Distrikt ↔ Nabolag

Nedbrydning

- Arealanvendelsesmodel
 - Givne totale aktivitetsniveauer, bygningstyper og transportforbindelser, optimere bygnings- og transportudgifter
- Agentaktivitetsmodel
 - Simulere agentaktiviteter og –bevægelser for at estimere energibehov
- Ressourceflowmodel
 - Given fordeling af behov i forhold til rum og tid, optimere udvælgelse og placering af processer for at dække behov
- Servicenetværksmodel
 - Designe netværk til transport af energiflows



2.2 Modelling of energisystemer - Koncept



Abstraktion for at skabe formel netværksmodel

2.2 Modelling af energisystemer - Koncept

thermos-project.eu



Gasimport og -
distribution for
kraftvarme

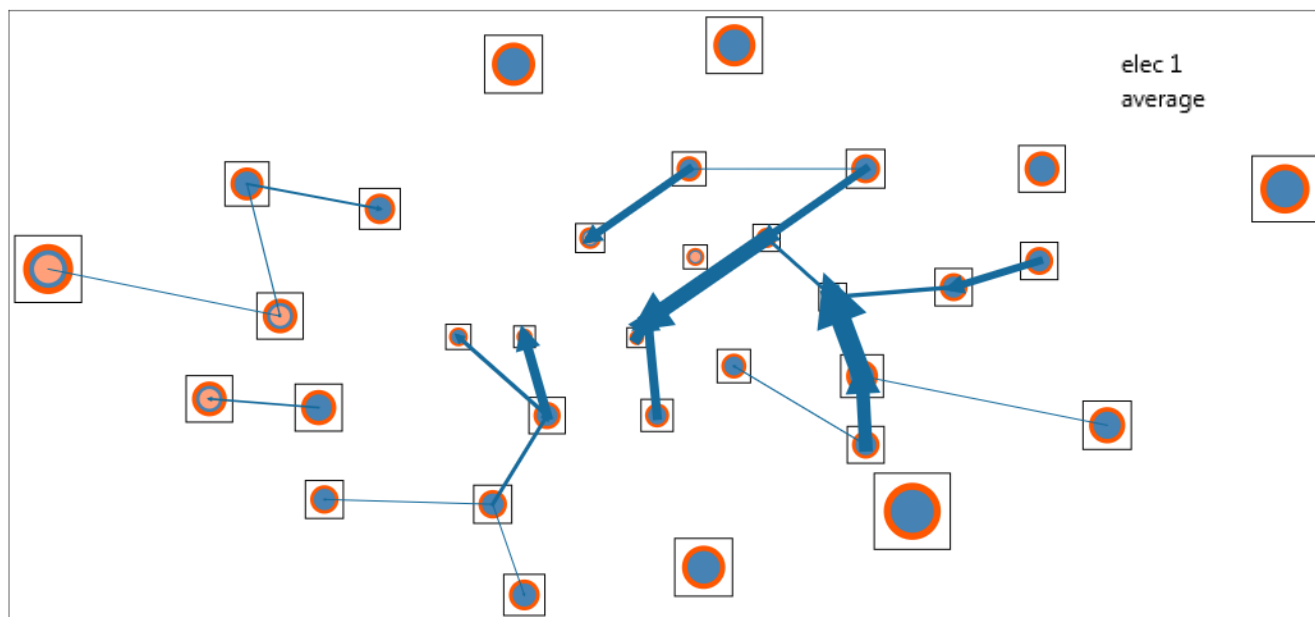
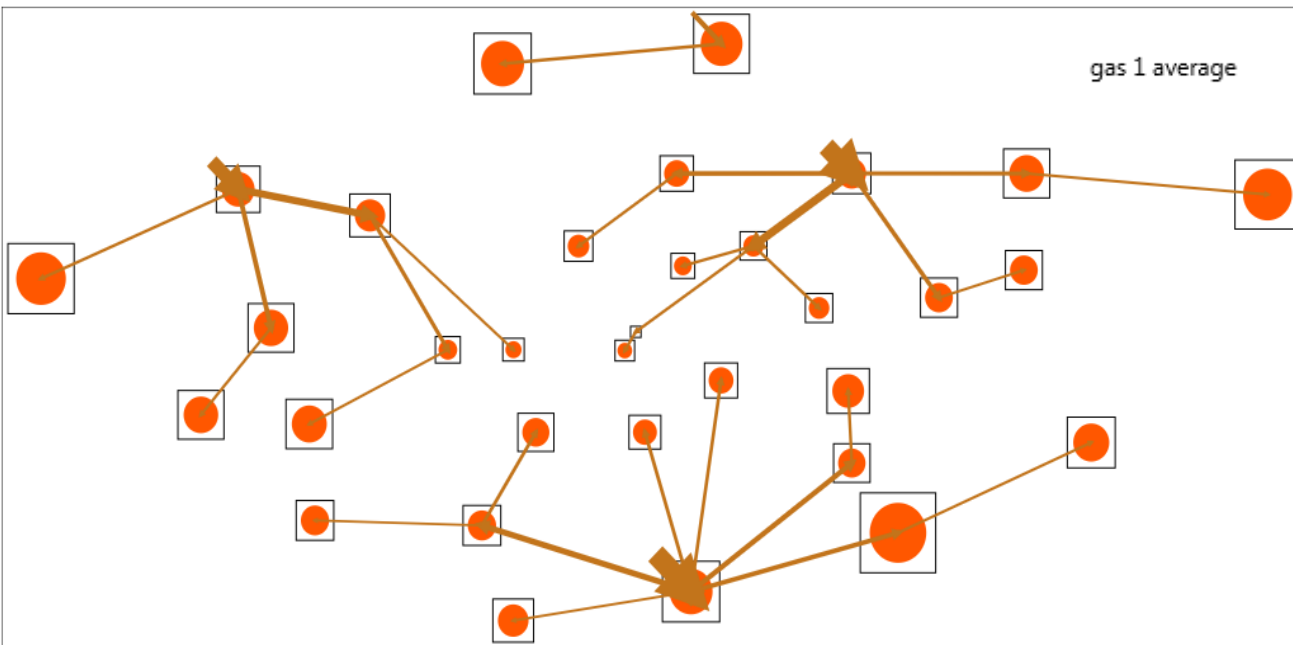
- eheater
- large_chp
- spaceGSHP-h
- wind_med

Netværks-
interaktioner

Distribution af
electricitet
produceret lokalt

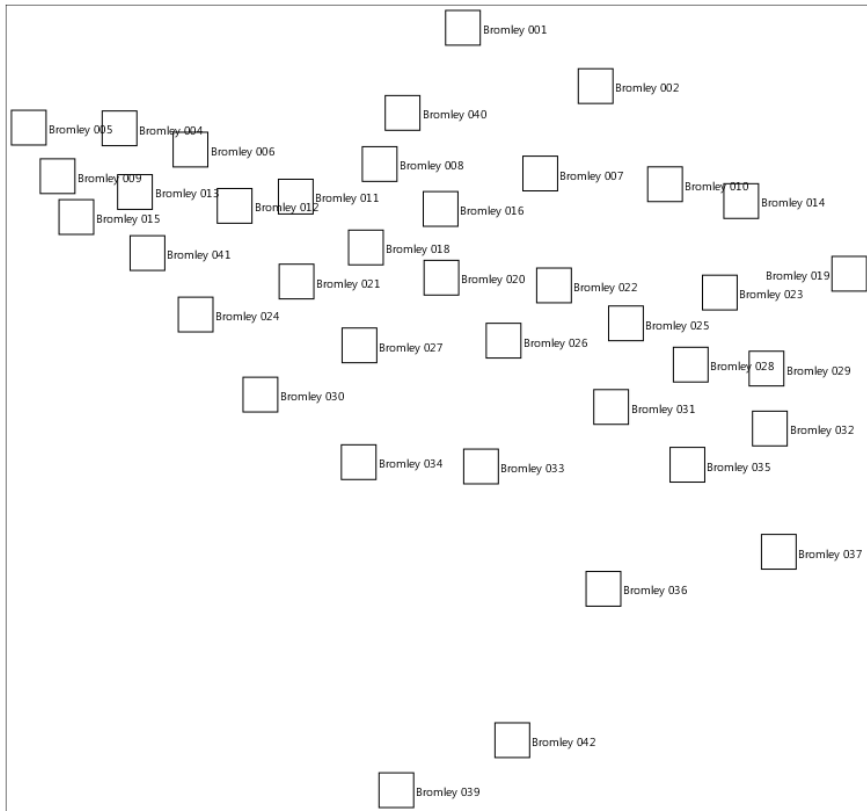
gas 1 average

elec 1
average

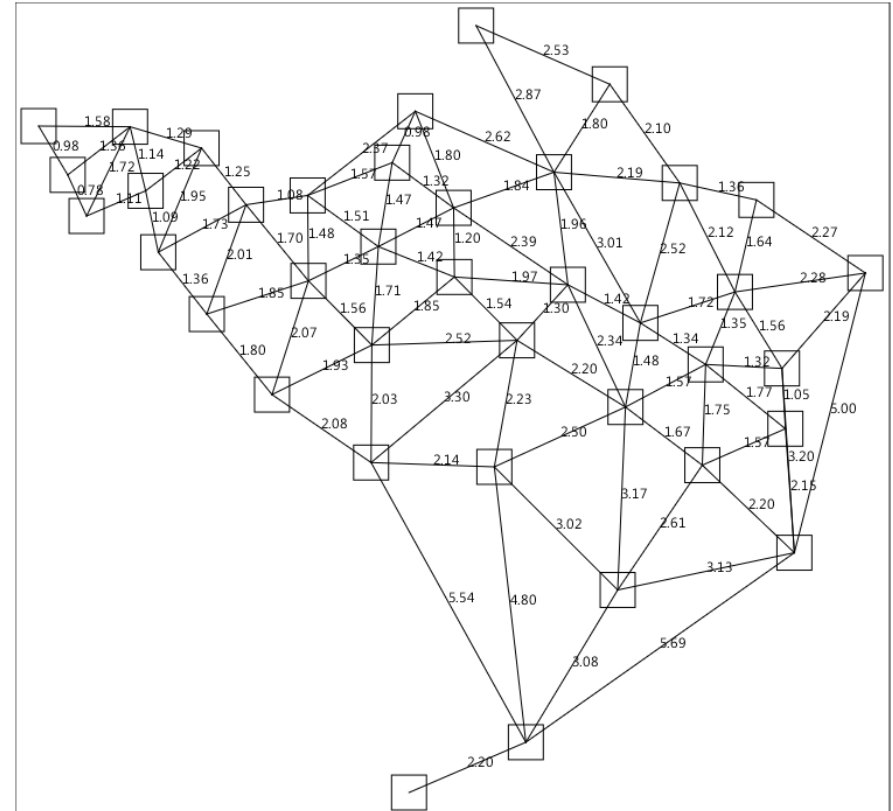


Model på distriktniveau

Bromley



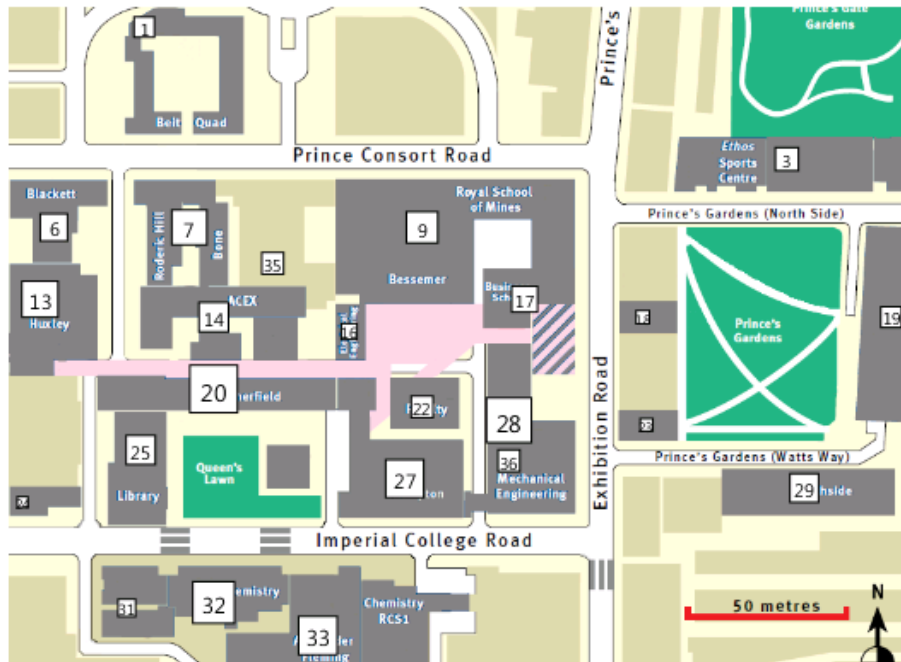
Grid-celler



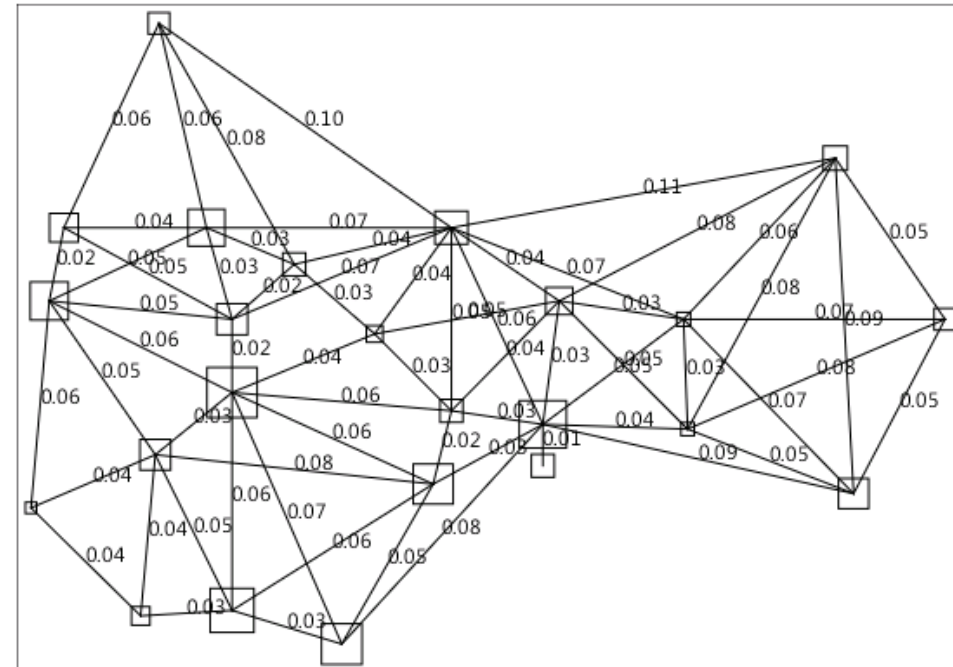
Netværk

Model på nabolagsniveau

Imperial College, South Kensington Campus



Grid-celler



Netværk



Systemmetoder og resultater

- Holistisk model
 - Inkorporerer økonomiske, miljømæssige og teknologiske anliggender
- Vurdering af forsyningsmuligheder
 - Vedvarende energi, polygeneration, cascading, varmegenindvinding
 - Lærings- og teknologiforbedringer
- Kvantificeret målevidenkab
 - Økonomi
 - Miljøpåvirkninger
- Forretningsmodeller og politikmuligheder
 - Tariffer, refusioner, udledningsmål



Modelbaserede beslutninger

- Udvalgelse af teknologitype, målestok, placering
- Teknologistørrelse
 - Møde spidsbelastning, delvis belastning uden spidsperioder
 - Store teknologier: Udbygge varmenetværk fra placering af primærbehov
 - Små teknologier: Tæt på mange efterspørgselsplaceringer
- Udledningsmål
 - Biomasse vs naturgas, vedvarende energi
- Kraftvarme, køling
 - Elektricitetsimport vs lokal produktion
 - Indtægter fra elektricitetseksport
 - Krav til elektricitet fra varmepumper



Modelbaserede beslutninger (fortsat)

- Sikre gennemførlighed
 - Tilstrækkelig kapacitet til produktion og transport
 - Dække energibehov alle steder, i alle perioder
 - Vælge styringsniveau for hver forsyningsteknologi i hver tidsperiode
 - Nå udledningsmål
- Optimering
 - Minimere udgifter (driftsomkostninger, udgifter til kul, incitament, investeringsomkostninger)
 - Maksimere indtægter

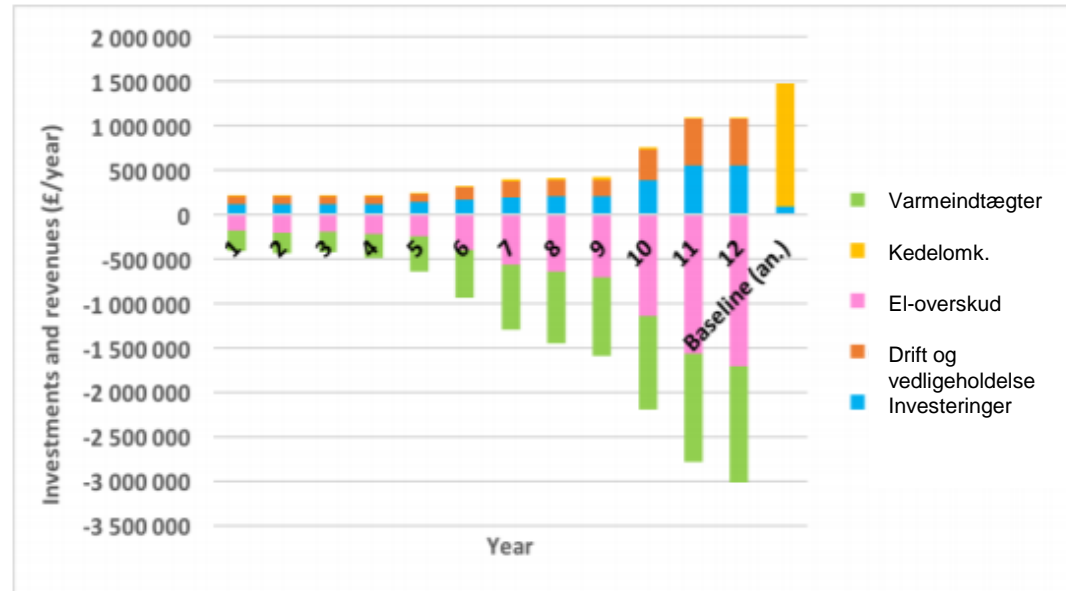


Tidsramme: Korte perioder

- Korte perioder kan bruges til at opfange påvirkningen af tidsvariationer i modelparametre
 - Variationer i energibehov inddelt i timer, dage og årstider
 - Variationer i elpriser fra time til time
 - Årstidsmæssige variationer i priser på naturgas/biomasse
 - Variationer i grid-udledningsfaktorer med belastning
- Simplificering til oprindelig model
 - Begrænset antal repræsentative tidsperioder
 - Spidsbelastninger ↔ Investeringsomkostninger
 - Gennemsnitlige belastninger ↔ Driftsomkostninger
 - Gennemsnitspriser og udledningsfaktorer gældende i hele planlægningsfasen

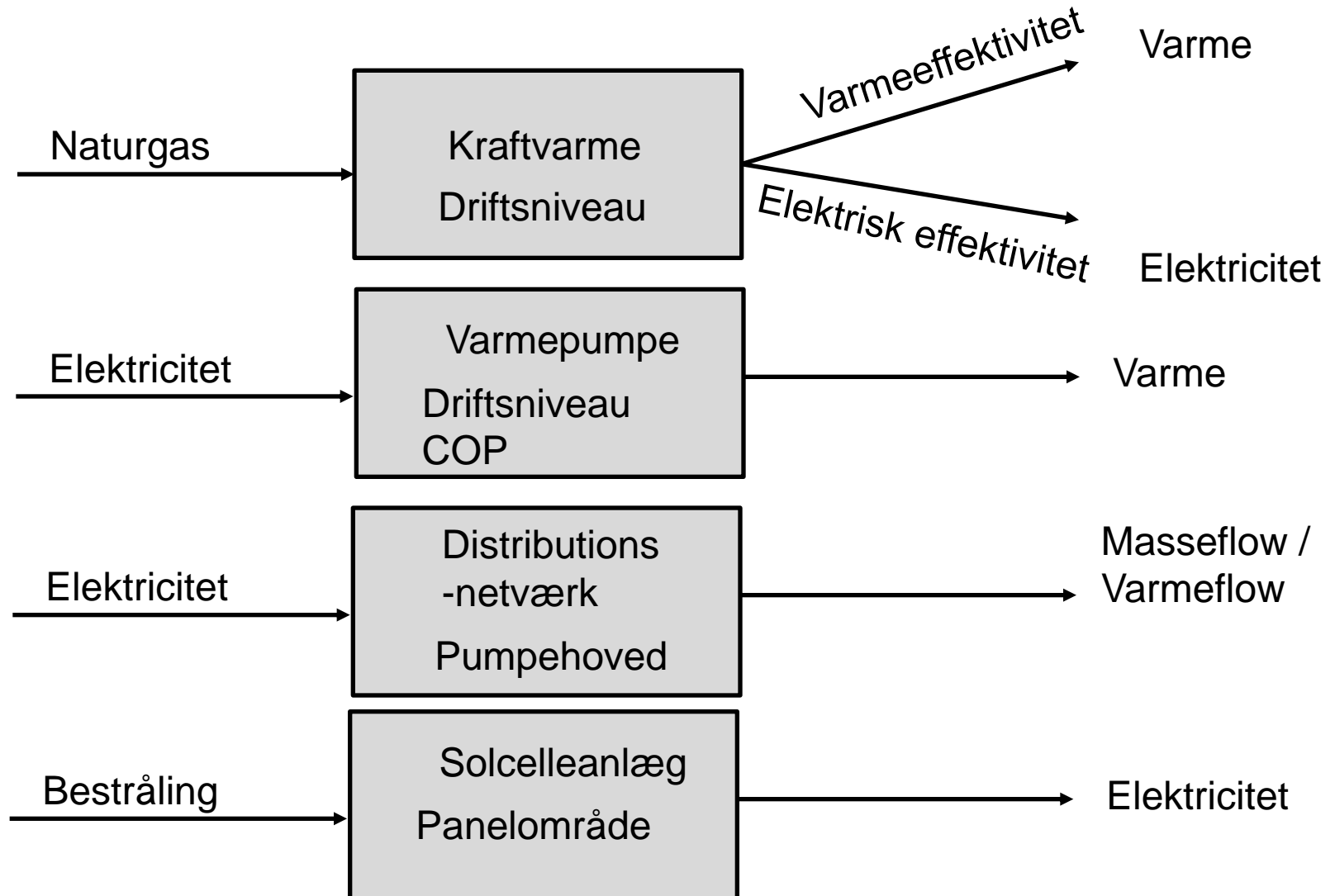


Tidsramme: Lange perioder

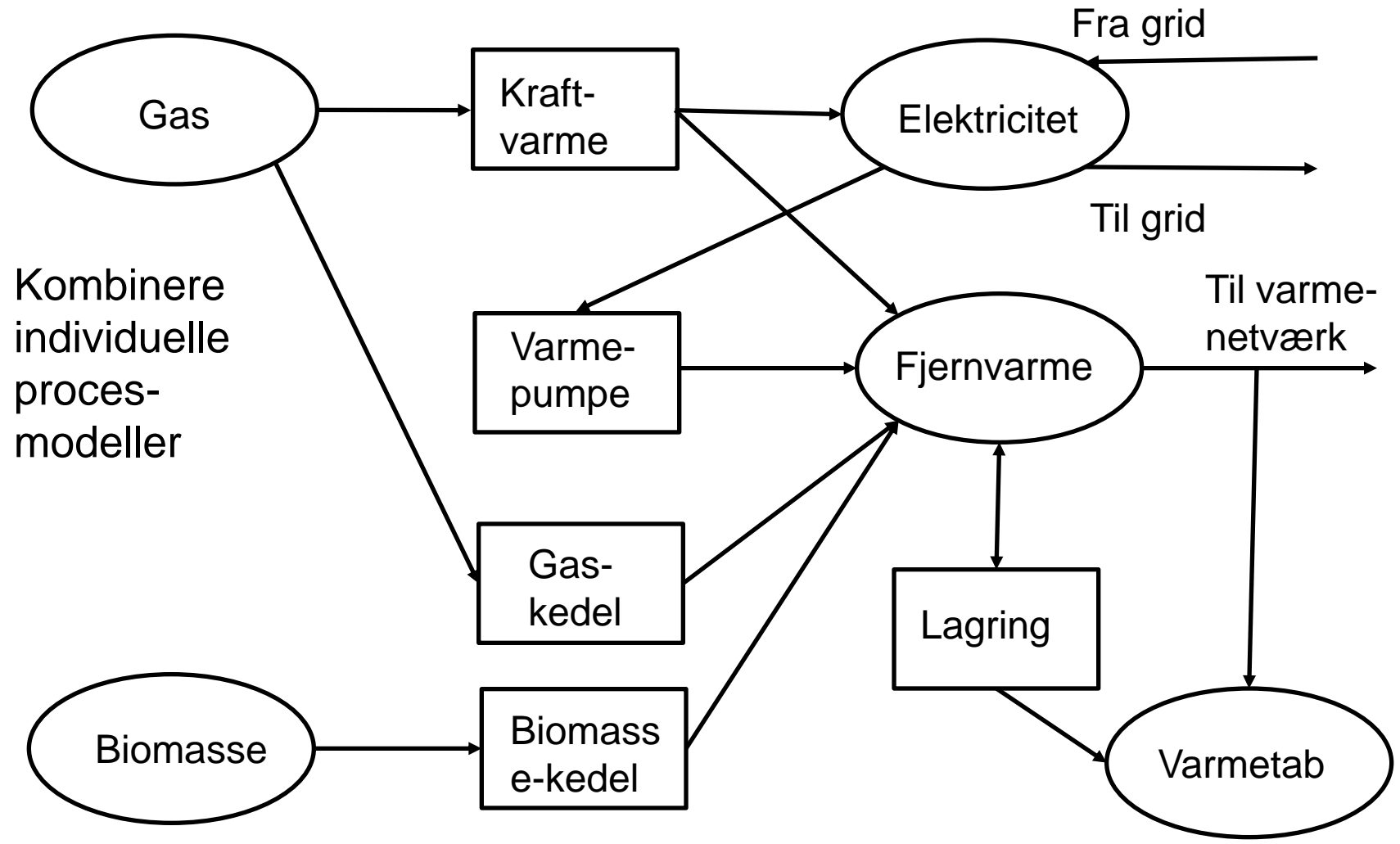


- Lange perioder (fx et år eller et årti) kan bruges til at definere trindelte investeringer og indfange langsigtede variationer i gaspriser, varmebehov og grid-udledningsfaktorer
- Enkeltstående investeringsperiode med årlige investeringsomkostninger

Individuelle procesmodeller

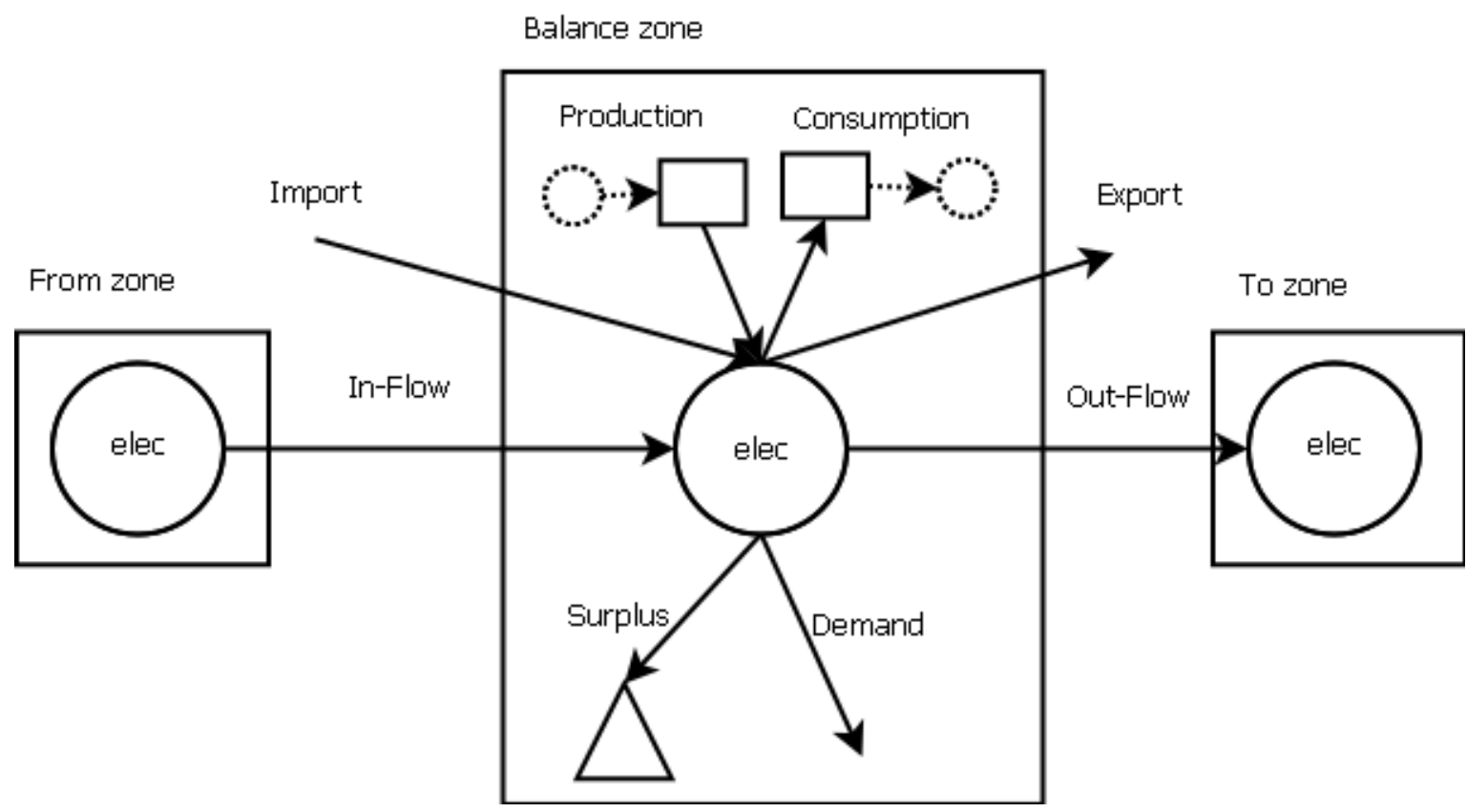


Overordnet procesmodel



Energicenter, Barkantine Fjernvarmenetværk

Kombineret proces- og rummodel





Datakrav

- Økonomi
 - Import-/eksportpriser, tariffer, driftsomkostninger, investeringsomkostninger
 - Annuitetsfaktor (periode, rate)
- Miljømæssige faktorer
 - Drivhusgas, andre (NO_x , PM_{10} , $\text{PM}_{2.5}$)
- Teknologi
 - Omstillingsfaktorer, minimum og maksimum driftsniveauer
- Rum
 - Placeringsbegrænsninger (tilladt/ikke tilladt)
 - Eksisterende links, værker



Datakrav - ressourcer

Egenskab	Værdi
Ressource	gas
Importomkostning	0,0269 kGBP/MWh
Eksportomkostning	-
Maks. importplaceringer	2
Maks. eksportplaceringer	0
Maksimal import	10 MW
Maksimal eksport	-
Drivhusgasudledning	0,18455 t CO ₂ e/MWh
Kræver nyt netværk	nej
Inkluderet i model	ja



Datakrav - Infrastruktur

Egenskab	Værdi
Netværkstype	heat_net
Transporteret ressource	dist_heat
Kapitalomkostninger	0,35 kGBP/m
Vedligeholdelsesomkostninger	0,011 kGBP/m
Amortiseringsperiode	15 år
Diskonteringsrate	6 %
Minimum transportmængde	0 MW
Maksimal transportmængde	10 MW
Transportomkostninger	1,1e-8 kGBP/(m MWh)
Transportudledning	0 t CO2e/m MWh)



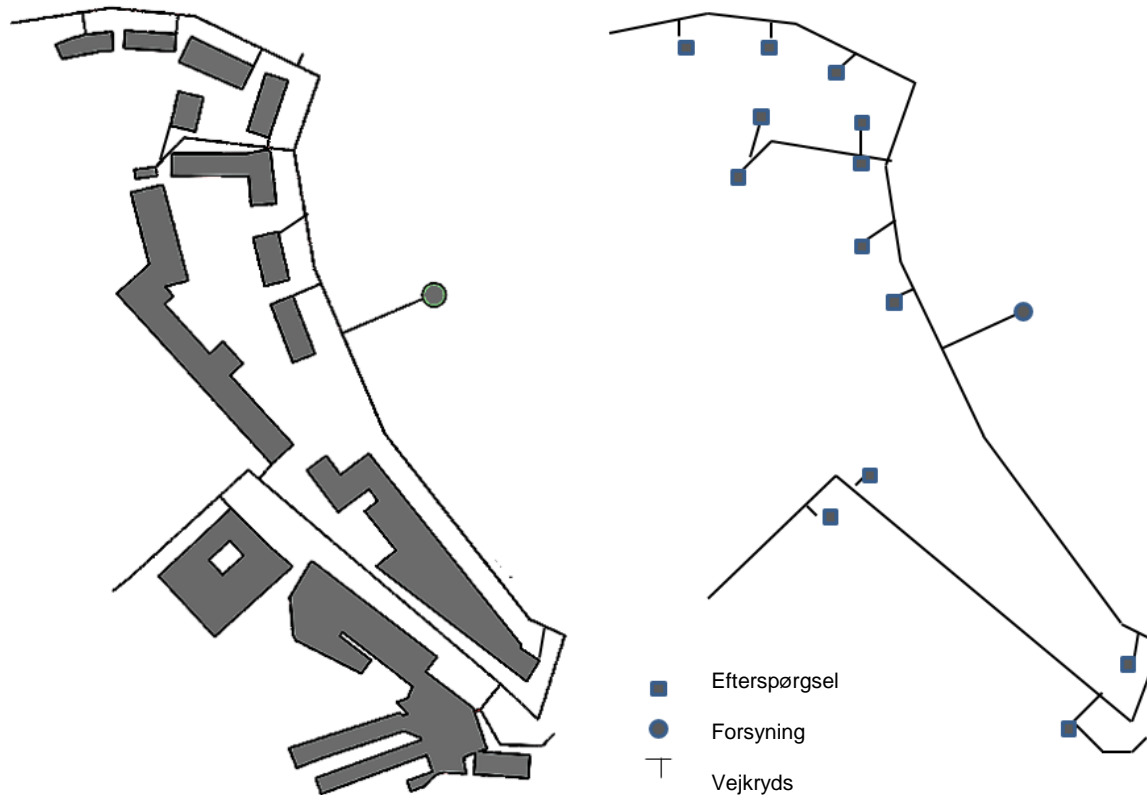
Datakrav – Teknologityper

Egenskab	Værdi
Teknologitype	small_chp
Kapitalomkostninger	173 kGBP
Vedligeholdelsesomkostninger	21 kGBP
Amortiseringsperiode	15 år
Diskonteringsrate	6 %
Minimum driftsmængde	0,040 MW
Maksimal driftsmængde	0,135 MW
Driftsomkostninger	0 kGBP/MWh
Driftsudledning	0 tCO ₂ e/MWh

Input		Output	
Type	Mængde	Type	Mængde
gas	2.933	elec	1,0
		dist_heat	1,619
		heat_loss	0,314



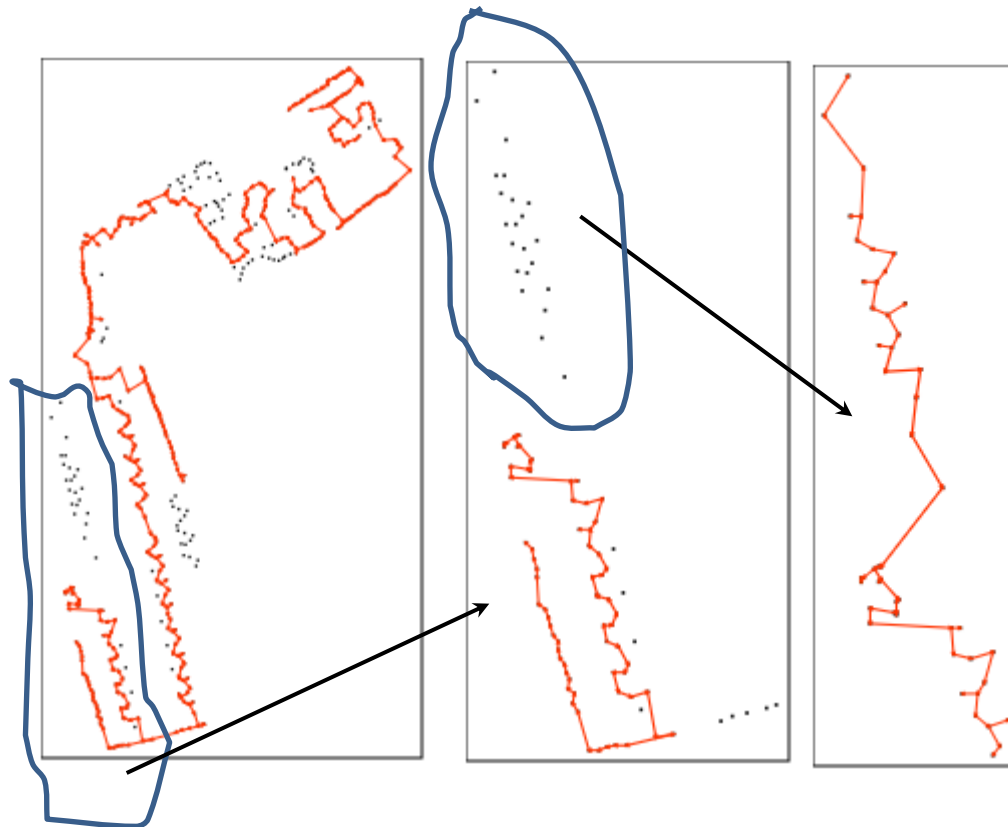
Varmekortbaserede modeller



Kortdrevet konstruktion af arealnetværk med estimater af efterspørgselsdata til energisystemmodel



Varmekortbaserede modeller



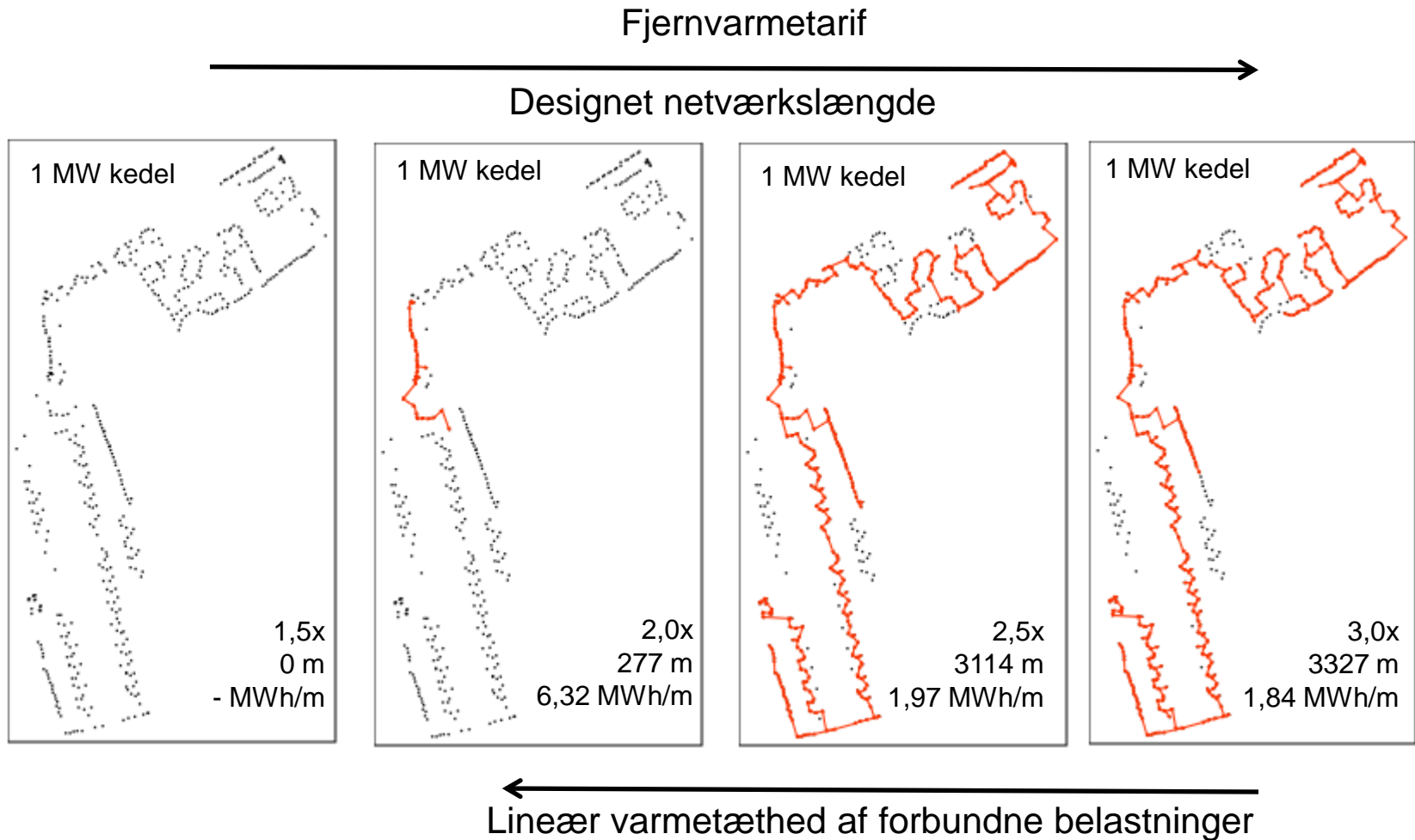
Identificer gunstige områder til udvikling af varmenetværk
Udvælg interaktivt underområder til detaljerede analyser



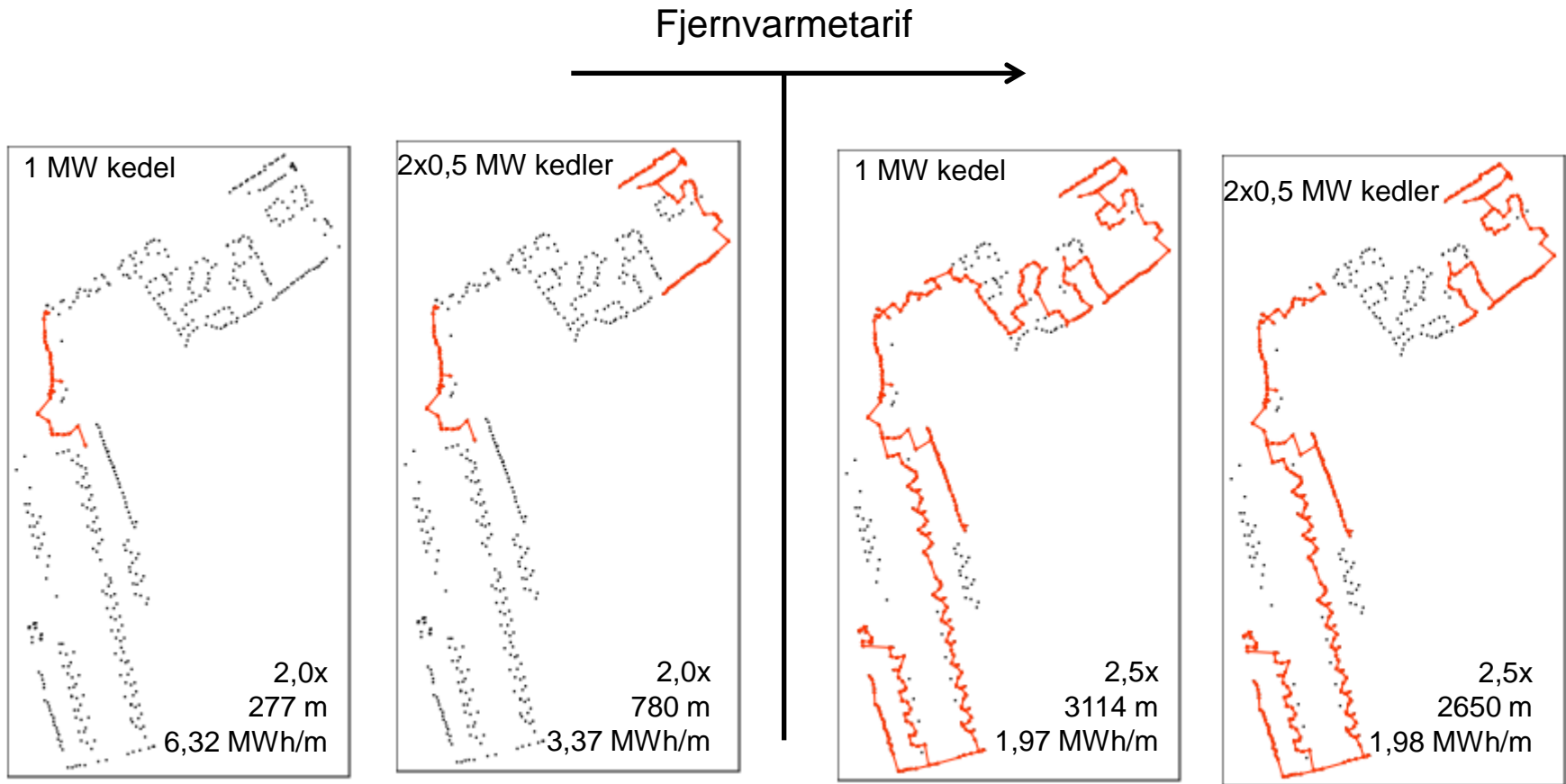
Scenarier

- Sammenligne scenarier med forskellige præmisser
- Købspris for brændstoffer
- Salgspris for varme og elektricitet
- Alternative forsyningsteknologier
 - Teknologitype
 - Fx kedel, varmepumpe, kraftvarme
 - Teknologimålestok
 - Valg af brændstof
 - Fx naturgas, biomasse

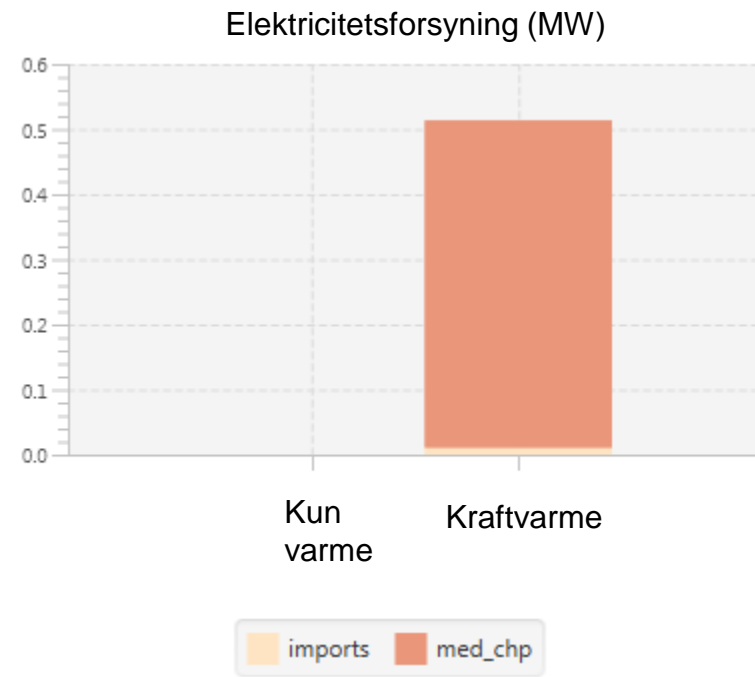
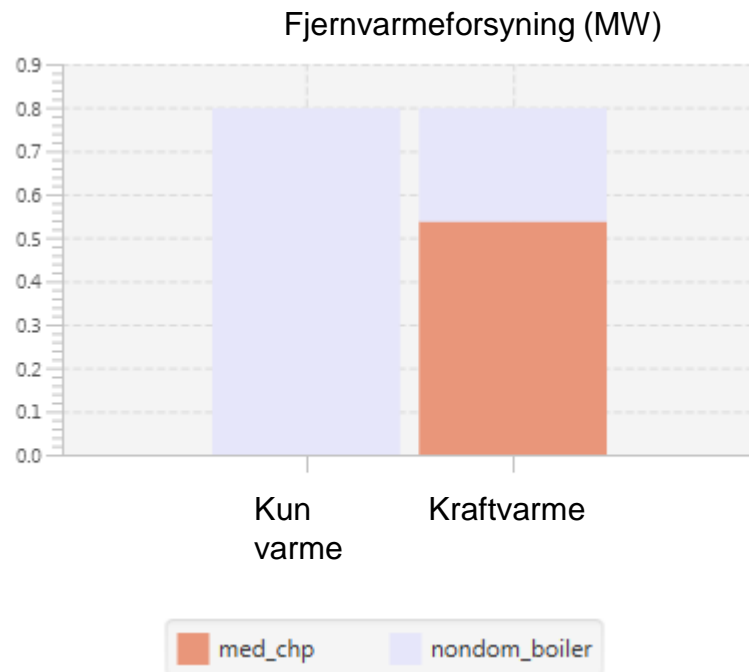
Varmeprisscenarioer



Scenarier baseret på kedelstørrelse



Scenarie baseret på kraftvarme





Opsummering

- Overførbare netværksbaserede modeller
 - Kan anvendes i byer med variende teknologimix samt økonomiske og miljømæssige problemstillinger
 - Modeldata bør kalibreres til at afspejle lokale forhold
 - Justere detaljeniveauet til systemets målestok
 - By ↔ Distrikt ↔ Nabolag
- Varmekortbaserede modeller
 - Interaktiv produktion af arealnetværk
 - Varderinger af varmebehov
 - Potentielle placeringer af værker

2.3 Thermal Energy Resource Modelling and Optimisation System

THERMOS Heat Network Editor untitled

SAVE LOAD RUN

Map x

Search...

- Satellite
- Road Names
- Heatmap
- Candidates

SELECTED	ADDRESS	TYPE	BUILDING...	SIZE	CONSTR...	COST
<input checked="" type="checkbox"/>	B501 St Jo...	connection	B Road		required	costly
<input checked="" type="checkbox"/>		connection	Building co...		required	costly
<input checked="" type="checkbox"/>		connection	Building co...		required	costly
<input checked="" type="checkbox"/>		connection	Restricted ...		required	costly
<input checked="" type="checkbox"/>	A201 Farri...	connection	A Road		required	costly
<input checked="" type="checkbox"/>	Woodbridg...	connection	Local Road		required	costly
<input checked="" type="checkbox"/>	Turnmill St...	connection	Local Road		required	costly
<input checked="" type="checkbox"/>	Farrington...	connection	Local Road		required	costly
<input checked="" type="checkbox"/>	Dufferin St...	connection	Local Road		required	costly

Selection x Filters x

661 candidates selected

Type connection 489 x demand 172 x

Category unknown 18 x Commercial Offices 17 x residential 6 x
Health 1 x + SHOW 22 MORE...

Postcode unknown 534 x EC1R 3DA 1 x EC1V 8AB 1 x
EC1R 0EX 1 x + SHOW 117 MORE...

Leaflet | Tiles © Esri — Source: Esri, i-cubed, USDA, USGS, AEX, GeoEye, Getmapping, Aerogrid, IGN, IGP, UPR-EGP, and the GIS User Community



Indhold

Tredje del af modulet fokuserer på:

- Koncept
- Metodologi
- Anvendelsesfunktioner
- Nødvendige data, ressourcer og kompetencer



Et problem...

Identificering, analyse og sammenligning af ***specifikke muligheder inden for termiske energisystemer i faktiske lokalområder...***

- Gøres ofte manuelt ved brug af specialudviklede værktøjer
- Undersøgelser er meget dyre
- Begrænset kapacitet til at foretage undersøgelser
- Mangel på gennemsigtighed og overensstemmelse i de anvendte metoder
- Mindre eller ingen kapacitetsopbygning ved offentlige myndigheder.



En løsning...?

THERMOS

- Fungerer som **beslutningsstøtteværktøj for energiplanlæggere** og kombinerer state-of-the-art energisystemdata og –modeller i en brugervenlig, kortdrevet, open source, webbaseret applikation.
- Skræddersyet til den virkelige verdens krav fra energiplanlæggere om at kunne udføre varmenetværksplanlægning hurtigere, mere effektivt og mere omkostningseffektivt.



En løsning...?

THERMOS

Nøglefunktioner:

- Indtænker en lang række energikilder (inklusiv spildvarme fra transportinfrastrukturen)
- Inkorporerer state-of-the-art behovsmodellering for at producere energisystemkort på adresseniveau (tager hensyn til opvarmning, køling og elektricitet).
- Anvender avancerede modelleringsalgoritmer for at analysere muligheder inden for energiforsyning og -distribution.
- Testet i otte THERMOS pilot- og replikeringsbyer.



Designtilgang

Interessen fra brugerne i THERMOS' pilot- og replikeringsbyer indikerer et behov for at støtte følgende aktiviteter, og dette er den måde, værktøjet er designet:

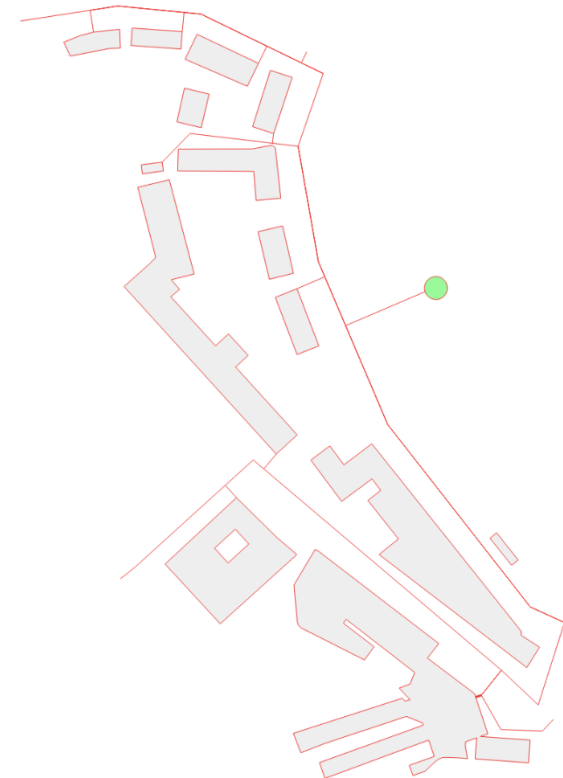
1. Tilføje nye steder og forbindelser til et eksisterende netværk
2. Designe et nyt netværk baseret på en eksisterende energikilde
3. Designe et nyt netværk til forsyning af et givent antal bygninger, med en eller flere potentielle energikilder
4. Vurdere/sammenligne ydeevnen for specifikke netværk og løsninger uden netværk



Hvad kan THERMOS egentlig?

THERMOS-applikationen identificerer den *bedste løsning*, med udgangspunkt i tilgængelige energiforsyninger, behov og distributionsruter:

Her er løsningen et sæt energiforsyninger forbundet til de behov, de dækker.





At stille et spørgsmål

Der er ofte mange muligheder. Spørgsmålet er hvilke forsyninger og behov at inkludere og hvordan man forbinder dem for at få et funktionsdygtigt system.

Det er disse beslutninger, som værktøjet støtter brugeren i at træffe.

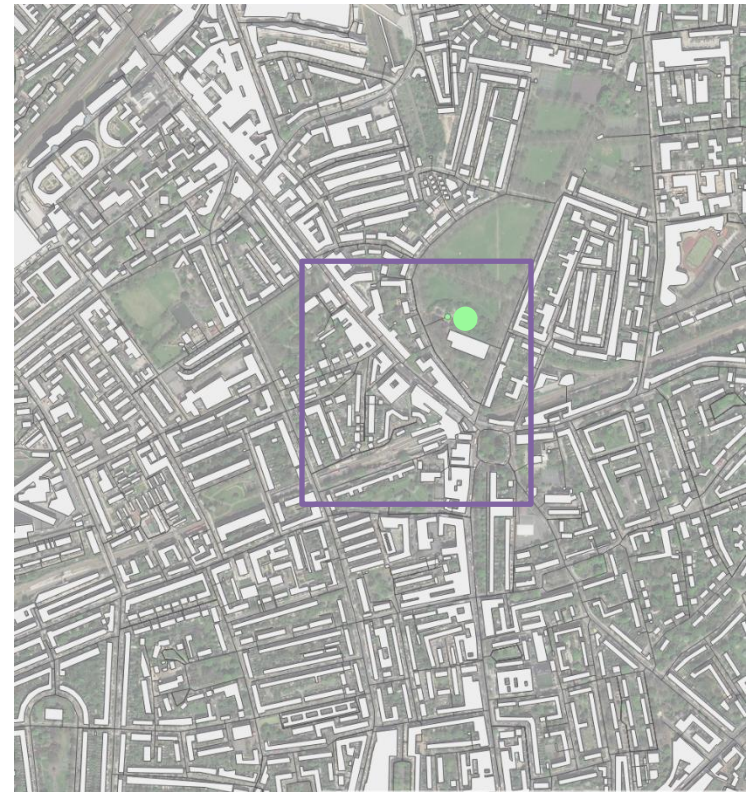




At stille et spørgsmål

Der er ofte mange muligheder. Spørgsmålet er hvilke forsyninger og behov at inkludere og hvordan man forbinder dem for at få et funktionsdygtigt system.

Det er disse beslutninger, som værktøjet støtter brugeren i at træffe





At stille et spørgsmål

Der er ofte mange muligheder. Spørgsmålet er hvilke forsyninger og behov at inkludere og hvordan man forbinder dem for at få et funktionsdygtigt system.

Det er disse beslutninger, som værktøjet støtter brugeren i at træffe





At stille et spørgsmål

Der er ofte mange muligheder. Spørgsmålet er hvilke forsyninger og behov at inkludere og hvordan man forbinder dem for at få et funktionsdygtigt system.

Det er disse beslutninger, som værktøjet støtter brugeren i at træffe





At stille et spørgsmål

Der er ofte mange muligheder. Spørgsmålet er hvilke forsyninger og behov at inkludere og hvordan man forbinder dem for at få et funktionsdygtigt system.

Det er disse beslutninger, som værktøjet støtter brugeren i at træffe

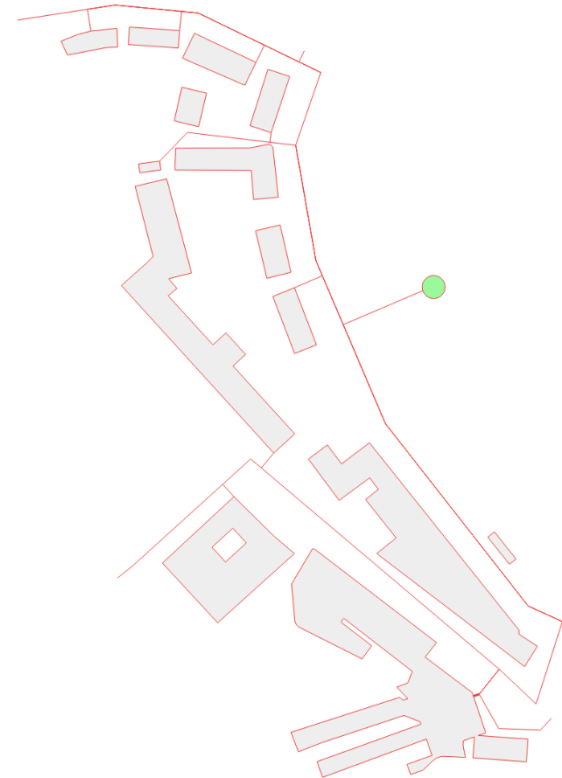




At stille et spørgsmål

Der er ofte mange muligheder. Spørgsmålet er hvilke forsyninger og behov at inkludere og hvordan man forbinder dem for at få et funktionsdygtigt system.

Det er disse beslutninger, som værktøjet støtter brugeren i at træffe





Spørgsmålsstruktur

I THERMOS består et spørgsmål af et sæt elementer, som enten kan være, eller alternativt skal være, i den resulterende løsning.

Elementerne er:



Energibehov – ofte bygninger

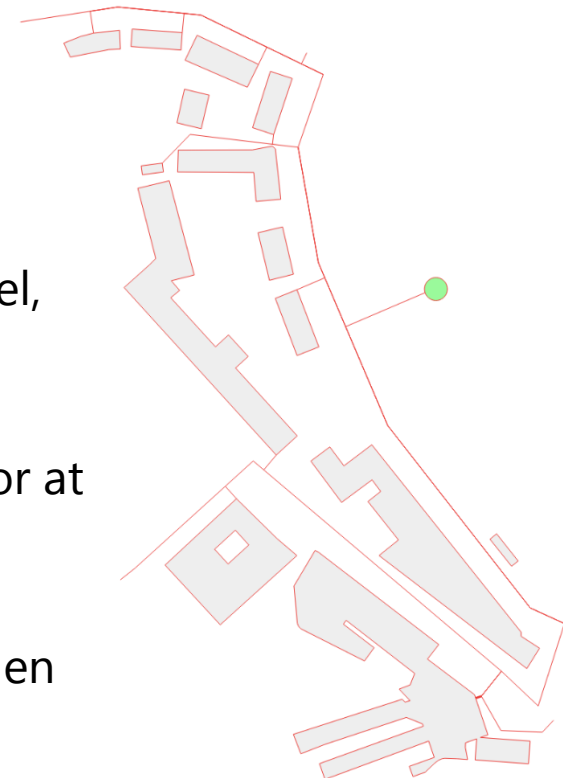


Energiforsyninger – fx kraftvarme, kedel, varmepumpe



Forbindelser – disse sættes sammen for at danne et distributionsnetværk

Og vigtigst: Vi må angive, hvad vi mener med den “**bedste**” løsning





Spørgsmålsstruktur

“Bedst” definerer hvilken størrelse, energisystemmodellen prøver at optimere. For eksempel kunne vi ønske, at svaret blev den løsning med den:

- Højeste nutidsværdi
- Laveste investeringsomkostninger
- Laveste udledning
- Højeste totale dækning af behov
- (andre kriterier er mulige)



At få et svar

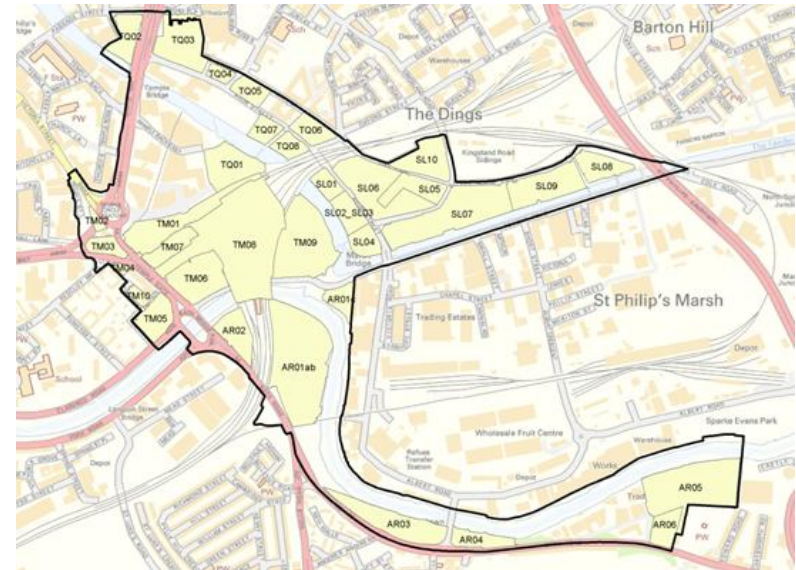
Når applikationen bliver stillet et spørgsmål på denne måde, vil den komme med en beskrivelse af løsningen. Denne vil inkludere elementer som:

- Omkostninger (investering, brændstof, nutidsværdi)
- Brændstofinput og varmeoutput
- Udledninger
- En liste eller et kort over stederne (forsyninger og behov) og forbindelserne
- Nogle detaljer om egenskaberne ved hvert af stederne og forbindelserne.

Påkrævne elementer

For at dette skal fungere, har applikationen brug for en god underliggende energisystemmodel og en stor mængde data. Meget af projektet handler om at bygge, samordne og sammenfatte disse:

- En model til optimering af termiske energisystemer
- Arealdata om placeringen af veje og bygninger
- Estimerer af energibehov for alle bygninger...



Påkrævne elementer

For at dette skal fungere, har applikationen brug for en god underliggende energisystemmodel og en stor mængde data. Meget af projektet handler om at bygge, samordne og sammenfatte disse:

- Estimer af omkostningerne ved at lave de enkelte forbindelser
- Estimer af forskellige teknologiers omkostninger
- En applikation som sammenfatter alt dette og som tillader brugerne at ændre præmisserne, når de ved bedre end vores estimer.

Sector & phase		CO ₂ saving from RE installed [tonnes/yr]	Biomass boiler CAPEX	Heat pump CAPEX	Solar PV CAPEX	Solar hot water CAPEX	Gas CHP Capex
Existing domestic		147	£0	£268,200	£197,864	£30,127	–
Existing non-domestic		2,242	£1,803,425	£1,567,548	£1,080,728	£1,193,634	£1,273,546
Phase 1 (2013-2018)	Domestic	334	£115,605	£100,007	£444,571	£15,069	–
	Non-domestic	733	£240,671	£285,156	£1,097,129	£74,191	–
Phase 2 (2018-2023)	Domestic	1,189	£271,502	£111,538	£1,340,040	£28,311	–
	Non-domestic	1,529	£242,631	£859,980	£1,969,209	£187,283	–
Phase 3 (2023-2036)	Domestic	506	£97,217	£57,116	£434,501	£9,049	–
	Non-domestic	55	£0	£74,656	£82,189	£22,313	–
Total		6,735	£2,771,051	£3,324,201	£6,646,231	£1,559,977	£1,273,546

Applikationsarkitektur

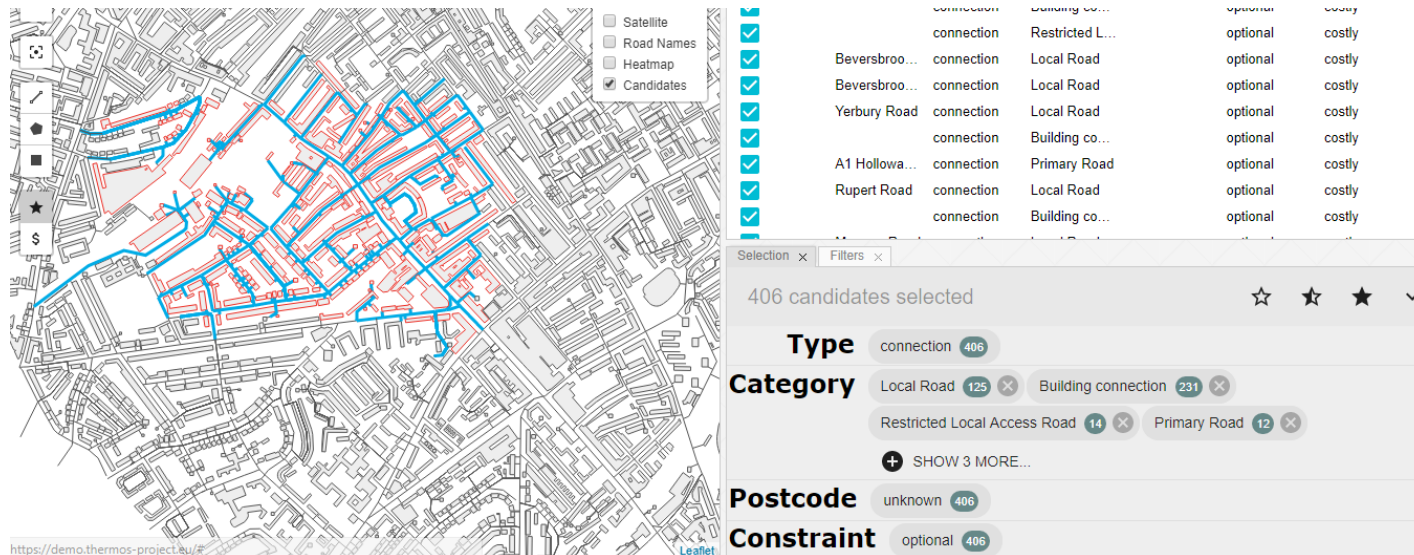
THERMOS vil være en **web-applikation**, som tilgås via en browser. Det er der nogle få grunde til:

- Udviklingshastighed
- Lettere distribution
- Kompatibel med flere platforme
- Flexibilitet til at variere de tilgængelige ressourcer i applikationen.



Applikationsfunktioner

- Søg efter og få vist et kort over det ønskede område.
- Kortet viser steder (bygninger og energikilder) og tilgængelige ruter i området, henover et basiskort.
- Rediger kortet ved at tilføje/fjerne steder og forbindelsesruter



The screenshot displays the application interface. On the left is a map showing a street network with red and blue lines representing candidates. A legend on the right side of the map includes: Satellite, Road Names, Heatmap, and Candidates (checked). Below the map is the URL <https://demo.thermos-project.eu/#>. On the right is a data table with columns for Type, Category, Postcode, and Constraint. The table shows 406 candidates selected. Below the table is a filter panel with the following filters:

Type	Category	Postcode	Constraint
connection	Local Road	unknown	optional
connection	Building connection	unknown	optional
connection	Restricted Local Access Road	unknown	optional
connection	Local Road	unknown	costly
connection	Building connection	unknown	costly
connection	Primary Road	unknown	costly
connection	Local Road	unknown	costly
connection	Building connection	unknown	costly

The filter panel also shows: 406 candidates selected, 406 Type (connection), 125 Local Road, 231 Building connection, 14 Restricted Local Access Road, 12 Primary Road, 406 Postcode (unknown), and 406 Constraint (optional).

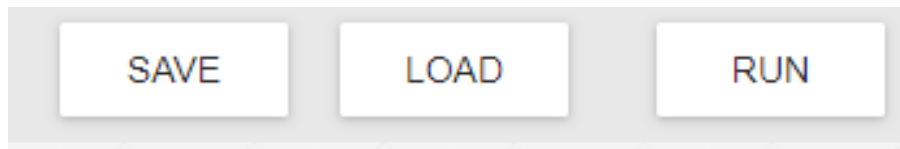
Applikationsfunktioner

At klargøre et spørgsmål:

- Udvælg steder og ruter, ud fra området eller enkeltvis, og sæt deres status til:
 - * **“Forbiddet”** – må ikke være i løsningen
 - * **“Optional”** – kan være i løsningen
 - * **“Required”** – skal være i løsningen
- Vælg den ønskede målsætning: definitionen af “bedst”, fx maksimere behov eller nutidsværdi, minimere udedninger.

Applikationsfunktioner

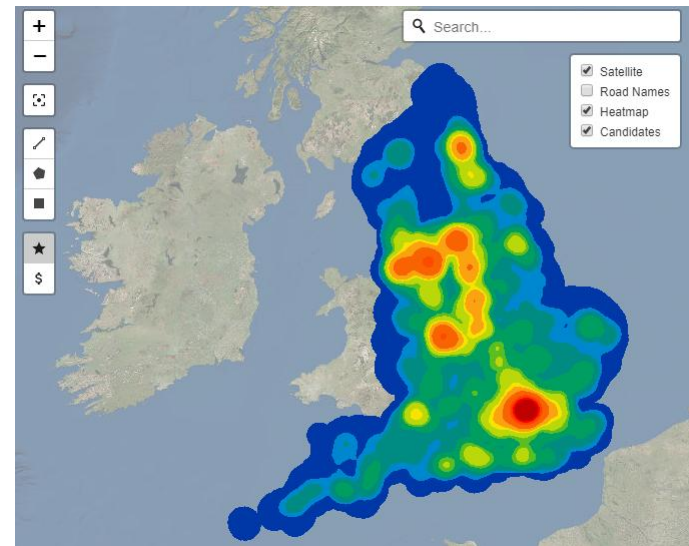
- Spørgsmål kan gemmes og afleveres til løseren, før løsningen vises og downloades



- Standardværdier for diverse størrelser kan tilsidesættes, så som:
 - Energibehov for et sted
 - Omkostninger for ruteforbindelse
 - Teknologikarakteristika

Merværdi

- Inkluderer **energisystemkortlægning på bygningsniveau** – kan skaleres til byer, regioner og lande
- Inkorporerer **energisystemmodeller** med direkte illustration af netværk: **skridtet videre end 2D varmekortlægning**
- Bruger **optimering** for at identificere de bedste løsninger
- Gratis, **open-source produkt**, rettet mod lokale myndigheder: intet krav om dyr tredjepartssortware





Merværdi

- Brug af **open-data** til input når det er muligt
- Tæt samarbejde med **pilotpartnere fra lokale myndigheder** sikrer, at vi bygger værktøj med de mest betydningsfulde funktioner
- Støttet udrulning til **replikeringspartnere** sikrer bæredygtighed efter projektperioden.





For at få mest muligt ud af THERMOS må du have:

- En forståelse for termiske energisystemer for bygninger
- God lokal viden om det undersøgte område
- Dette vil ideelt set inkludere adgang til lokale data om:
 - bygningsbehov
 - forsyningsplaceringer
 - teknologi- og brændstofomkostninger





For at få mest muligt ud af THERMOS må du have:

- Specifikke spørgsmål som kortlægger til THERMOS-funktionerne.
- En forholdsvis opdateret computer, med en god internetforbindelse, helst med Chrome-browseren installeret.
- GIS-kompetencer og software til at udarbejde rapporter om resultaterne.





Opsummering – THERMOS

- **THERMOS-værktøjet** er en kortdrevet, open-source, webbaseret applikation, som er skræddersyet til de faktiske krav, som energiplanlæggere har for at kunne udføre varmenetværksplanlægning hurtigere, mere effektivt og mere omkostningseffektivt.
- Det identificerer den bedste løsning (afhængigt af brugerens definition af '*bedst*'), ud fra et sæt tilgængelige energiforsyninger, behov og distributionsruter.
- Udviklet i forening med de fire THERMOS pilotbyer og testet af de fire THERMOS replikeringsbyer
- Løbende udvikling – endelig version forventes primo 2019.



Anerkendelse

Imperial College

Prof. Nilay Shah

James Keirstead

Nouri Samsatli

Sara Giarola

Clemence Morlet

Romain Lambert

Koen H. van Dam

Salvador Acha

Axelle Delangle

Mark Jennings

Kostas Zavitsas

Miles Loeber

CSE Bristol

Josh Thumim

Tom Hinton

Richard Tiffin

Glenn Searby

Martin Holley

THERMOS



web

thermos-project.eu



email

info@thermos-project.eu



twitter

[@THERMOS_eu](https://twitter.com/THERMOS_eu)



linkedin

[THERMOS project](https://www.linkedin.com/company/THERMOS-project)



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement no 723636. The sole responsibility for the content of this presentation lies with its author and in no way reflects the views of the European Union.