

# DH-Invest

## - model til fjernvarmeanalyser

---

### Indhold

Indledning .....	2
Input .....	3
Metode .....	4
Investeringer og drift .....	4
Skrotninger .....	5
Udglatning .....	5
Fremsyn .....	5
Output .....	6
Investeringsmuligheder i modellen .....	6

**Kontor/afdeling**  
Systemanalyse

KHG/UVA/MIS

**Energistyrelsen**

Carsten Niebuhrs Gade 43  
1577 København V

T: +45 3392 6700

E: [ens@ens.dk](mailto:ens@ens.dk)

[www.ens.dk](http://www.ens.dk)

## Indledning

Dette notat beskriver optimeringsmodellen *DH-Invest*, som Energistyrelsen har udviklet med henblik på at kunne estimere den fremtidige udvikling i varme/sarme-kapaciteter i de danske decentrale fjernvarmeområder. Modellen giver via optimering et kvalificeret bud på, hvilke anlægsinvesteringer og -skrotninger fjernvarmeselskaber kan forventes at foretage ud fra et selskabsøkonomisk perspektiv under givne rammevilkår.

DH-Invest er designet til at kunne interagere med Ramses-modellen<sup>1</sup>, som i Energistyrelsens fremskrivninger af el- og fjernvarmesektoren optimerer selve driften af energisystemet. Således kan DH-Invest trække på Ramsesdata som input, og output fra DH-Invest i form af anlægsinvesteringer og -skrotninger kan anvendes til efterfølgende driftsoptimering i Ramses. Desuden kan DH-Invest modellen også anvendes til driftsoptimering.

I modellen er de 22 større decentrale områder<sup>2</sup> individuelt modelleret, mens de mange mindre decentrale områder (ca. 340 områder) er aggregeret i 28 modelområder ud fra geografi (Øst/Vest-danmark) og typen af fjernvarmeforsyning. Aggregeringen af de mindre decentrale områder har været nødvendig for at gøre modellen praktisk anvendelig. Samlet set er de decentrale områder således repræsenteret ved i alt 50 modelområder.

Mange af de centrale fjernvarmeområder udgør komplekse fjernvarmenet, der vurderes svære at repræsentere retvisende i modellen. Derfor er vurderinger af fremtidige kapaciteter i de centrale områder i stedet baseret på dialog med varmeselskaberne suppleret med case-specifikke vurderinger.

---

<sup>1</sup> For nærmere beskrivelse af Ramses-modellen se Energistyrelsens hjemmeside: <https://ens.dk/service/fremskrivninger-analyser-modeller/modeller>.

<sup>2</sup> Dvs. decentrale fjernvarmeområder med en fjernvarmeproduktion an net på over 500 TJ gennemsnitligt for 2015-2017. Herunder indgår også områder, der har en varmetransmissionsforbindelse til større decentrale områder.

## Input

Som grunddata anvender DH-Invest følgende input fra Ramses:

- Fjernvarmeforbrug
- Data for eksisterende/planlagte produktionsanlæg
  - Kapaciteter
  - Etablerings- og lukningstidspunkt
  - Faste og variable D&V omkostninger (inkl. levetidsforlængelsesomkostninger<sup>3</sup>)
  - Effektiviteter
  - Brændselstype/mix
  - Teknologispecifikke emissionsfaktorer
  - Udetid (planlagt og uforudset)
  - Indtægter fra reservemarkeder<sup>4</sup>
- Priser og takster mv.
  - Brændselspriser og CO<sub>2</sub>-kvotepriser
  - Skatter, afgifter og tilskud
  - Nettariffer
  - Elpriser<sup>5</sup>
  - Generelle emissionsfaktorer for brændsler

Herudover angives det, hvilke anlægstyper modellen kan investere i for de givne fjernvarmeområder, og der anvendes et datasæt for hver af disse anlægstyper:

- Investeringsomkostninger per kapacitet
- Faste og variable D&V omkostninger
- Effektiviteter
- Levetider
- Brændselstype/mix
- Teknologispecifikke emissionsfaktorer

Endelig bruger modellen data for eventuelle begrænsninger i hvor meget, der potentielt kan etableres af en given anlægstype i de forskellige fjernvarmeområder (kapacitetsbegrænsning). Det kan fx omfatte lokale potentialer for udnyttelse af overskudsvarme til varmepumper.

---

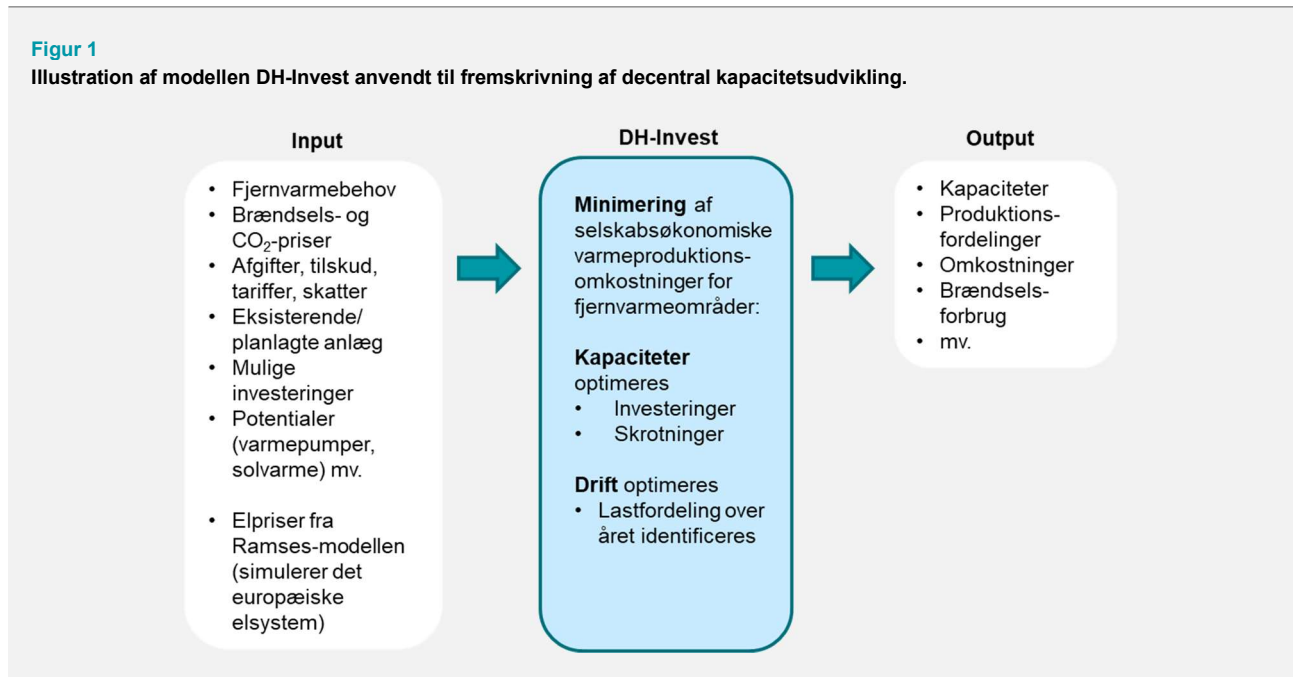
<sup>3</sup> I modellen er beslutninger omkring skrotningen af anlæg repræsenteret ved, at anlæggene som udgangspunkt er levetidsforlænget (dog tages der højde for konkret viden om lukninger). Derfra undersøger modellen skrotningsmuligheder. Omkostninger for levetidsforlængelse er tillagt som en gennemsnitlig fast årlig omkostning.

<sup>4</sup> Anvendes i modellens optimering af skrotninger.

<sup>5</sup> Elpriser for hhv. Østdanmark og Vestdanmark baseres på kørsler fra modellen Ramses, som simulerer det sammenhængende Europæiske elsystem.

## Metode

Princippet i DH-Invest er illustreret Figur 1 og er uddybet efterfølgende.



## Investeringer og drift

Ud fra de givne inputs peger modellen på eventuelle investeringer i nye produktionsanlæg ud fra, hvordan fjernvarmebehovet kan dækkes til de lavest mulige selskabsøkonomiske varmeproduktionsomkostninger (se Figur 1). Dette undersøges særskilt for hvert fjernvarmeområde i modellen, og der foretages samtidig en dimensionering af eventuelle nye anlæg. I modellen indregnes lastfordelingen af anlæggene time for time over året ud fra hvilke anlæg, der har de laveste variable varmeproduktionsomkostninger. Modellen er regelbaseret og undersøger investeringsmulighederne via algoritmer. I den forbindelse testes først kombinationer af forskellige produktionsanlæg til grundlast. Dernæst undersøger modellen, om det er rentabelt at supplere med yderligere investering, til spidslast, mellemlast eller anlæg, der på anden vis kan supplere grundlastanlæggene i området.

Eksisterende/planlagte anlæg er allerede etableret/besluttet, og investeringsomkostninger for disse betragtes derfor som *sunk cost*. I modelberegningen er investering i nye produktionsanlæg således kun rentable, hvis de kan levere en samlet varmeproduktionsomkostning, inkl. faste og variable omkostninger, som er lavere end de variable varmeproduktionsomkostninger på eksisterende anlæg.



## Skrotninger

Efter investeringsbeslutningen undersøger modellen endvidere, hvorvidt det er rentabelt at skrotte nogle af de eksisterende produktionsanlæg. Hvis et anlæg i et givent år ikke har et tilstrækkeligt dækningsbidrag (indtægter fratrukket variable omkostninger) til at dække de faste omkostninger til D&V og levetidsforlængelse, er der i modellen en sandsynlighed for, at anlægget vil blive skrottet. Jo større ubalancen er i mellem dækningsbidrag og faste omkostninger, desto større antages sandsynligheden for, at anlægget vil blive skrottet. Ud over varmeindtægter og indtægter fra elspotmarkedet er der medregnet et typisk niveau for decentrale værkers elindtægter fra reservemarkeder (primære og manuelle reserver). I skrotningsbeslutningen indregnes hensyn til varmforsyningssikkerheden, således at et anlæg ikke skrottes, hvis det vil medføre, at der ikke længere er en tilstrækkelig varmforsyningssikkerhed i det givne fjernvarmeområde.

## Udglatning

Modellen peger på rentable investeringer for hvert enkelt år men samler alle investeringer over en periode (f.eks. 5 år) og implementerer dem som en gradvis udbygning over perioden. Hermed afspejles den træghed, der i praksis typisk vil opstå som følge af fx ventetider på levering af produktionsanlæg samt tidsforbruget til beslutnings- og godkendelsesprocesser og indkøring af nye anlæg. I forhold til skrotninger er der forudsat en afventende adfærd i skrotningsbeslutningen. Beslutninger om skrotning af en given kapacitetsmængde i et givet år er således fordelt ud over de efterfølgende år.

## Fremsyn

For at give en rimelig repræsentation af virkeligheden er der i modellens investerings- og skrotningsbeslutning anlagt et fremsyn på prisudviklinger (brændselspriser, elpriser, CO<sub>2</sub>-priser, afgifter og tilskud mv.).

Modelberegningerne gennemføres i to trin:

1. Først gennemføres en økonomisk optimering af investeringer og skrotninger ud fra gennemsnitlige tilbagediskonterede priser baseret på et flerårigt fremsyn på prisudviklinger (fx 15 år)
2. Dernæst gennemføres driftsberegninger for hvert år, hvor de gældende priser for det konkrete år anvendes og de resulterende produktionskapaciteter indgår. Denne driftsoptimering kan foretages direkte i DH-Invest eller i Ramses.



## Output

Outputtet fra modellen består for det første i estimerede anlægsinvesteringer- og skrotninger i de decentrale fjernvarmeområder. Dette output er designet, så det kan anvendes direkte som input til driftsoptimering i Ramses-modellen.

Dertil kommer simuleringresultater fra driftsoptimeringen i DH-Invest omfattende varme- og elproduktion fordelt på anlæg og områder samt resulterende brændselsforbrug, omkostninger og indtægter mv. fordelt på diverse poster.

## Investeringsmuligheder i modellen

Tabel 1 viser brutto-listen over de teknologier, der som basis hidtil har indgået som investeringsmuligheder i modellen i analyser af de decentrale fjernvarmeområder. Modellen er opbygget fleksibelt, så der kan tilføjes andre investeringsmuligheder, hvor det er relevant.

**Tabel 1. Investeringsmuligheder i modellens fremskrivning af decentrale kapaciteter**

<b>Større decentrale områder (&gt;500 TJ)</b>	<b>Mindre decentrale områder (&lt;500 TJ)</b>
Varmepumpe, overskudsvarme	Varmepumpe, overskudsvarme
Varmepumpe, luft	Varmepumpe, luft
Elkedel	Elkedel
Solvarme m. døgnlager	Solvarme m. døgnlager
Solvarme m. sæsonlager	Solvarme m. sæsonlager
Træfliskedel	Træfliskedel
Halmkedel	Halmkedel
Træpillekedel	Træpillekedel
Gaskedel**	Gaskedel**
Gasmotor**	Gasmotor**
Træflis-kraftvarme (medium)	*
Træpille-kraftvarme (medium)	*

\*Investeringer i ny biomasse-kraftvarme er ikke antaget praktisk muligt i de mindre decentrale fjernvarmeområder.

Affald og geotermi er ikke angivet i tabellen, da fremskrivning af kapaciteter herfor ikke er baseret på modeloptimering men derimod er vurderet særskilt.

\*\*Investering i gaskedler/gasmotorer er i modellen kun forudsat muligt i naturgasområder.

Som vist er investering i *biomassekraftvarme* kun forudsat mulige i de større decentrale fjernvarmeområder (over 500 TJ fjernvarmeproduktion).

*Affaldskapaciteter* er ikke baseret på modelgenererede investeringer men er vurderet særskilt ud fra fremtidige affaldsmængder og kendskab til eventuelle lukninger/ombygninger og investeringer i nye affaldsanlæg. Fremtidige kapaciteter for *biogasfyrede anlæg* er ligeledes vurderet særskilt, da disse i høj grad afhænger af lokale biogasressourcer og fremtidige tilskudsordninger for biogas.



Endelig er etableringer af *geotermianlæg* også særskilt vurderet. Det skyldes bl.a., at etableringen af nye geotermianlæg i høj grad afhænger af hvilke lokale geotermiske ressourcer, der er til stede samt kapital og velvilje til at investere i geotermiske borer mv. Sidstnævnte skal ses i lyset af de relativt store risici forbundet med teknologien. Dermed er der taget udgangspunkt i eksisterende samt kendte besluttede nye geotermianlæg; frem for modellering af geotermi-investeringer.

*Varmepumper* har i modelleringen af de decentrale områder hidtil været repræsenteret i form af eldrevne varmepumper baseret på hhv. luft- og overskudsvarme som varmekilde. Dette på baggrund af, at disse varmepumper er de mest udbredte i de decentrale områder og samtidig er det dem, der installeres flest af i øjeblikket<sup>6</sup>. Øvrige eksisterende/planlagte varmepumpeanlæg er dertil inkluderet med relevante data. *Gasdrevne varmepumper* er ud fra dialog med aktører i branchen samt andre studier vurderet til ikke at være konkurrencedygtige med eldrevne varmepumper efter nedsættelsen af elvarmeafgiften og PSO-udfasningen. Derfor er gasdrevne varmepumper som udgangspunkt ikke inkluderet som investeringsmulighed i modellen.

Der er taget højde for, at potentialet for overskudsvarme er begrænset, mens potentialet for luftbaserede varmepumper er forudsat ubegrænset. Lokale overskudsvarmepotentialer, der kan realiseres via varmepumper i de givne fjernvarmeområder, er inkluderet ud fra data for tilgængelige temperaturniveauer af overskudsvarme i industrien samt hvilke af disse varmekilder, der ligger i en rimelig afstand til fjernvarmenet.

Investeringer i *solvarme* er i modellen begrænset til estimerede lokale potentialer for kollektive solvarmeanlæg baseret på GIS-dataudtræk. Således er der i potentialeberegningen taget udgangspunkt i landbrugsarealer inden for en given radius af fjernvarmenettene. Dette ud fra en økonomisk begrænsning i form af omkostningen til rørføring mellem solvarmeanlæg og fjernvarmenet. Det er dertil forudsat, at en given andel af dette landbrugsareal i praksis vil kunne afsættes til kollektive solvarmeanlæg. Solvarmepotentialet fra disse arealer er derefter estimeret ud fra den gennemsnitlige solvarmeproduktion per ha jordareal for eksisterende solvarmeanlæg. Potentialerne udgør blot øvre grænser, og solvarmeudbygningen i modellen kan således reelt være begrænset af, hvorvidt solvarmeinvesteringer er rentable i optimeringen. I modellen er der givet mulighed for investering i solvarmeanlæg i kombination med et døgnvarmelager og solvarmeanlæg i kombination med et sæsonvarmelager.

---

<sup>6</sup> Kilde: Dialog med PlanEnergi, 2019.