



AALBORG UNIVERSITY
DENMARK

Aalborg Universitet

Regionale Energianalyser i energyPRO

Mæng, Henning; Andersen, Anders N.

Publication date:
2004

Document Version
Også kaldet Forlagets PDF

[Link to publication from Aalborg University](#)

Citation for published version (APA):

Mæng, H., & Andersen, A. N. (2004). *Regionale Energianalyser i energyPRO*. Technology, Environment and Society, Department of Development and Planning, Aalborg University. Working Paper Nr. 3

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal -

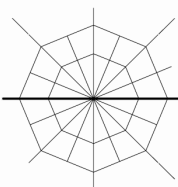
Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at vbn@aub.aau.dk providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Working Paper 3 2004

Regionale Energianalyser i energyPRO

**Henning Mæng
Anders N. Andersen**



Teknologi, Miljø og Samfund

**Institut for Samfundsudvikling og Planlægning
Aalborg Universitet**

Kolofon

Februar 2004
ISBN 87-91404-03-7
© Forfatterne

Udgiver:

Sektionen for Teknologi, Miljø og Samfund
Institut for Samfundsudvikling og Planlægning
Aalborg Universitet
Fibigerstræde 13
9220 Aalborg Øst
<http://www.plan.aau.dk>

Layout:

Bibliotekar Kirsten Skou Hansen

Tryk:

Centertryk, Aalborg Universitet

Papir:

Trykt på 100% genbrugspapir Cyclus

Indholdsfortegnelse

REGIONALE ENERGIANALYSER I energyPRO	7
Regionale Energianalyser som et ny modul i energyPRO	
DE NYE FACILITETER	9
Lokaliteter	
Tidsseriefunktioner	
Nye funktioner til beskrivelse af lastkurver for energianlæg	
EKSEMPEL PÅ enegyPRO MODEL MED HOVEDVÆGT LAGT PÅ NYE FUNKTIONER TIL REGIONAL ENERGIPLANLÆGNING	16
Lokaliteter	
Behov	
Energianlæg	
Øvrige produktionsanlæg	
Styringsstrategi	
Resultater	
ELTRA 2020 - REFERENCE	25
BILAG 1: SPECIALIZED FUNCTIONS FOR DESCRIBING LOAD CURVES IN PRODUCING UNITS	30

Forord

Faciliteterne til regionale energianalyser i energyPRO er udviklet i de to forskningsprojekter Lokale energimarkeder og MOSAIK, som støttes af Energistyrelsen og gennemføres på Aalborg Universitet.

Formålet med denne billagsrapport er, at give en introduktion til energyPRO som regionalt energianalyseværktøj.

Henning Mæng og Anders N. Andersen
Aalborg Universitet
Februar 2004

Regionale Energianalyser i energyPRO

Formålet med dette skrift er dels at give en introduktion til energyPRO, som værktøj til opbygning af regionale energianalysemodeller, dels at dokumentere de faciliteter, programmet er blevet udbygget med. Der fokuseres således specielt på en række nye faciliteter udviklet i forbindelse med de to universitetsprojekter MOSAIK OG Lokale Energimarkeder.

EnergyPRO er oprindeligt udviklet til at modellere energisomsætningen på kraftvarmeværker og er som sådan blevet anvendt i forbindelse med dimensioneringen af en meget stor del af de kraftvarmeværker, der findes i Danmark i dag.

Set i relation til regionale energianalyser var achilleshælen i den tidligere version af energyPRO, at den var udviklet til at håndtere beregninger på en enkel geografisk lokalitet. Dette gav i praksis så store bindinger, at energyPRO tidligere ikke egnede sig til regionale analyser.

Regionale energianalyser som et ny modul i energyPRO

De nye faciliteter til regionale analyser er gjort til et selvstændigt modul i energyPRO. Hermed består planlægningsværktøjet energyPRO af fire moduler, DESIGN, FINANCE, ACCOUNTS og REGION. Disse er kort beskrevet i nedenstående tabel.

Module name	Module description
Design	This module is used for the calculation of the optimal productions for an energy plant within a specific year based on demands, tariff structures, plant equipment and selected operation strategy. You can also make an operation income report and monthly cash flow for the project during this period by adding revenues and operational expenditures. The module also automatically generates an emissionreport based on your inputs regarding CO ₂ , NO _x , SO ₂ and other chosen emission values.
Finance	When using this module in combination with the DESIGN module, you can expand your calculations to cover a total defined project period and also include investments and financing costs. This will enable you to make very detailed cash flows (on a monthly basis) for the whole project period and calculate pay back time and net present value.
Accounts	When using this module in combination with the DESIGN and FINANCE modules, you are able to include depreciation and taxation into your calculations and prepare detailed income statements and balance sheets for each year of the entire project period. A detailed report showing the annual financial key figures can also be generated when using this module.
Region	An add-on module for the above modules, whereby it is possible to include an unlimited number of geographically separated energy plants within one combined energy and economic calculation. This module is very useful for calculations of multiple plants at several sites and for regional energy planning analyses.

Tabel 1: Beregningsmodulerne i energyPRO

De nye faciliteter

Lokaliteter

Ved implementeringen af faciliteterne til at regne på flere lokaliteter samtidig har et vigtigt designkriterie været, at introduktionen af flere lokaliteter ikke i denne omgang må afstedkomme grundlæggende strukturelle ændringer i selve interface delen. Dette er gjort for dels at minimere fejlmulighederne, dels for ikke at lave for store ændringer for de eksisterende brugere af programmet.

Den valgte løsning er blevet at inddata-grenstrukturen er bibeholdt, med den tilføjelse at vælger man eksplicit at regne på flere lokaliteter tilføjes en ny gren "Lokaliteter", hvorpå der kan oprettes sidegrene – et for hvert enkelt lokalitet.

Behov og produktionsanlæg knyttes til de enkelte lokaliteter. Dette gøres i skærbilledet tilhørende det pågældende behov/produktionsanlæg. Ændringerne vedrører således primært fire hovedgrene med tilhørende skærbilleder fra inddata-strukturen:

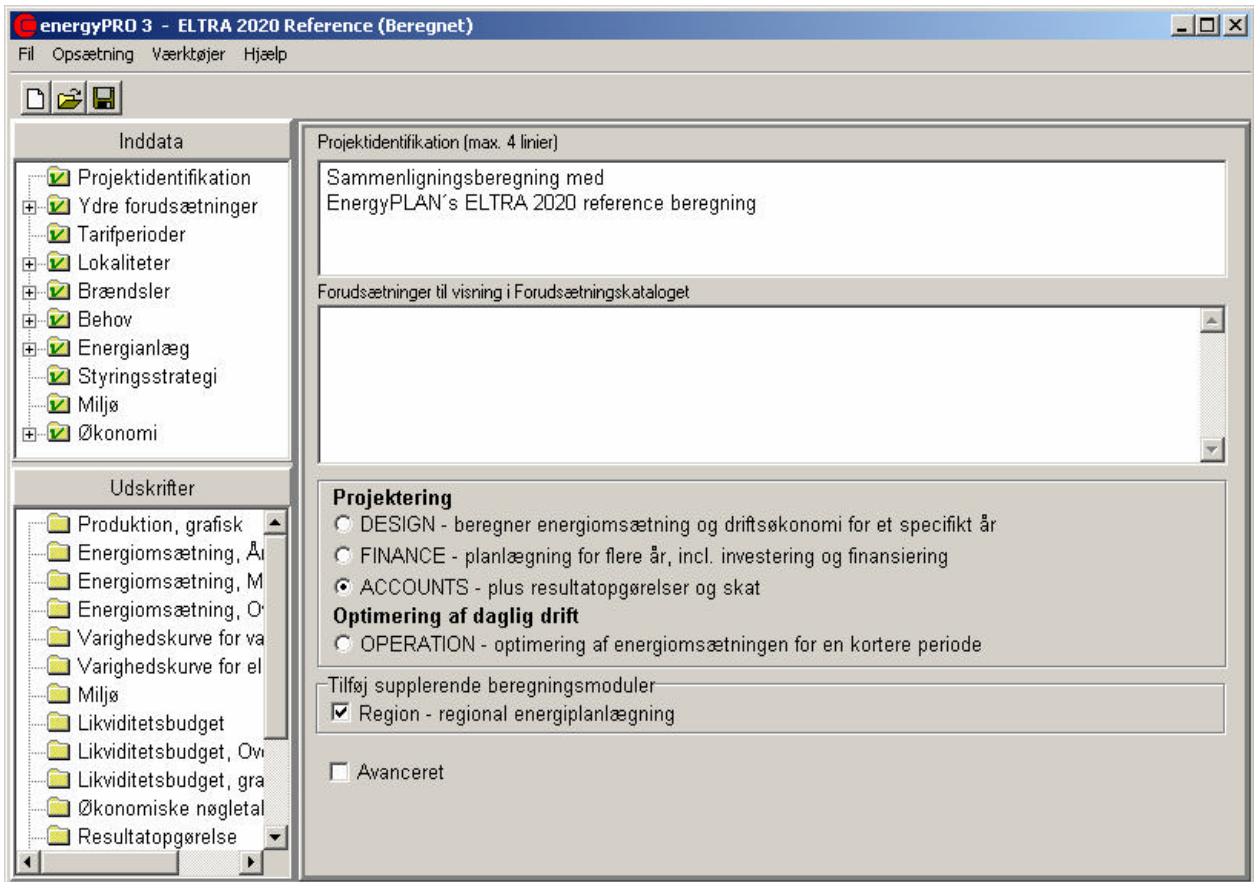
- Projektidentifikation
- Lokaliteter
- Behov
- Energianlæg



Figur 1: EnergyPRO's overordnede inddata struktur

Projektidentifikation

Vælges grenen "Projektidentifikation" får man mulighed for af vælge "Region - Regional energiplanlægning", som er et nyt tillægsmodul til energyPRO. Valget foregår ved at markere dette valg (se figur 2). Dette udløser en ny gren i inddata-grenstrukturen, benævnt "Lokaliteter".

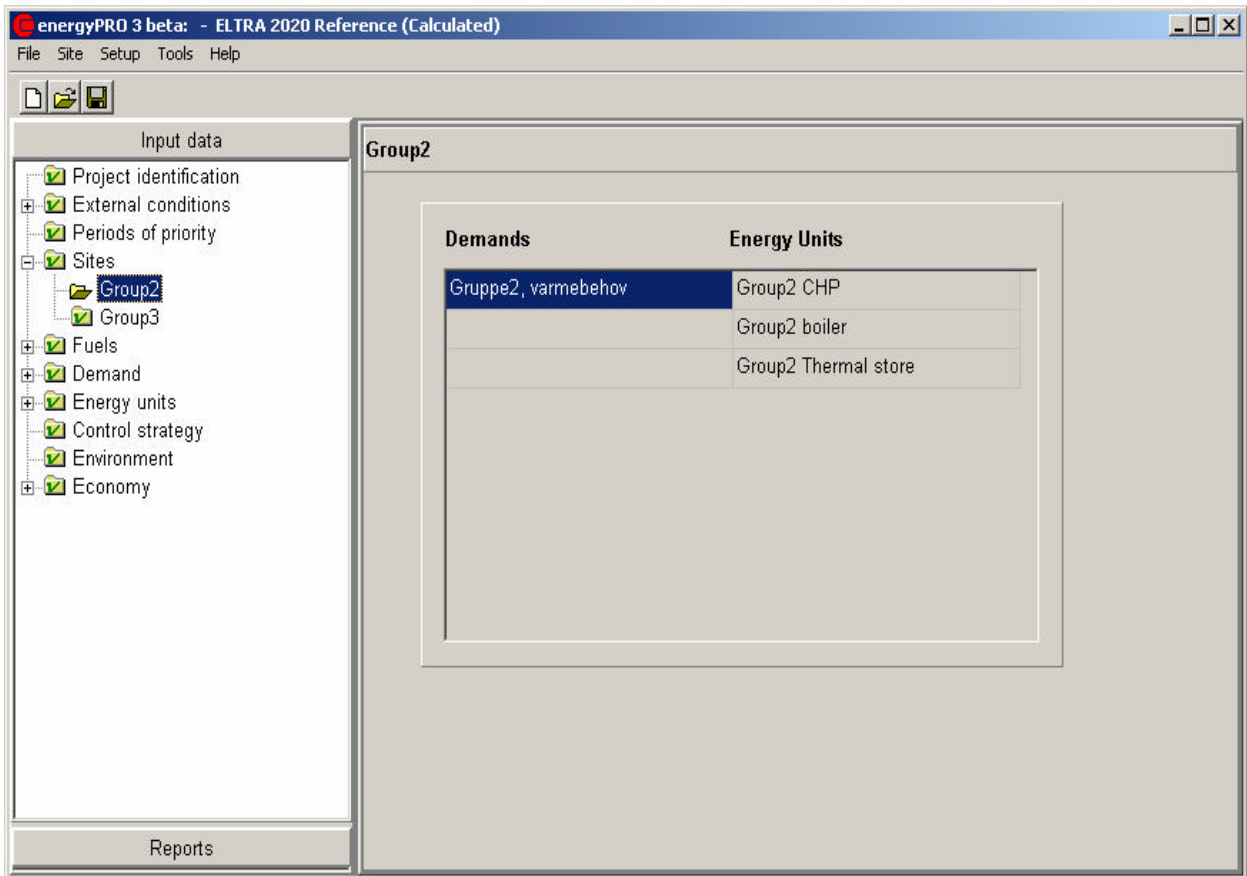


Figur 2: Projektidentifikation

Lokaliteter - Oprettelse af ny lokalitet

Når "Region - Regional energiplanlægning" er valgt, får man muligheden for at oprette et vilkårligt antal lokaliteter ved at højreklikke på grenen lokaliteter. Vælg tilføj lokalitet, hvorefter en ny lokalitet bliver tilføjet. Ved oprettelsen af en lokalitet fås et skærmbillede, som det der fremgår af figur 3, blot er der endnu ikke knyttet behov og energianlæg til lokaliteten. Disse bliver først tilføjet efterhånden, som der oprettes behov og energianlæg, som knyttes til denne lokalitet.

Skærmbilledet fungerer således som en oversigt over, hvilke behov og anlægskomponenter, der er tilknyttet den pågældende lokalitet. På figur 3 er valgt lokaliteten "Group 2". Som det fremgår, er der til denne lokalitet tilknyttet et varmebehov og 3 energianlægskomponenter, herunder et varmelager.



Figur 3: Lokalitet med tilknyttet varmebehov, kraftvarmeenhed, kedel samt varmelager

Bemærk: I den nye programversion har alle grene i inddata-menuen, der IKKE ligger i roden, tilknyttet en "topbjælke". På figur 3 er bjælken udelukkende anvendt til at vise navnet på den valgte gren "Group 2".

Hvis REGION modulet er valgt, kan der via topbjælken tilknyttes energibehov og energianlægs-komponenter til de enkelte lokaliteter, som det ses figur 4.



Figur 4: Eksempel på topbjælke i et varmebehov tilknyttet lokaliteten Group2

Tidsseriefunktioner

Hidtil har der kun været mulighed for at oprette og anvende vilkårlige tidsserier bestående af sæt af tidspunkter med tilhørende værdier. Disse tidsserier kan anvendes i forbindelse med modellering af tarifperioder, behov samt lastkurver på produktionsanlæg. Et eksempel på sådan en tidsserie fremgår af figur 5. Sådanne tidsserier vil ofte være importerede fra regneark.

Med introduktionen af tidsseriefunktionerne er det blevet muligt at lave nye tidsserier på basis af en eller flere eksisterende tidsserier og standard matematiske operatører såsom multiplikation, division, subtraktion m.fl. Et eksempel på en sådan er gengivet figur 6, som er baseret på tidsserien fra figur 5. Dette ses ved, at symbolet "W1" indgår i den opstillede funktion.

#	Dato dd-MM-yyyy	Tid hh:mm	W1 [MWW]
1	01-01-2000	00:00	0,0970
2	01-01-2000	01:00	0,1330
3	01-01-2000	02:00	0,2000
4	01-01-2000	03:00	0,2610
5	01-01-2000	04:00	0,3750
6	01-01-2000	05:00	0,3080
7	01-01-2000	06:00	0,3090
8	01-01-2000	07:00	0,4300
9	01-01-2000	08:00	0,3860
10	01-01-2000	09:00	0,3360
11	01-01-2000	10:00	0,4070
12	01-01-2000	11:00	0,3760
13	01-01-2000	12:00	0,3900
14	01-01-2000	13:00	0,3190

Figur 5: Udsnit af tidsserie. Eksemplificeret ved timeværdier for vindeffekt

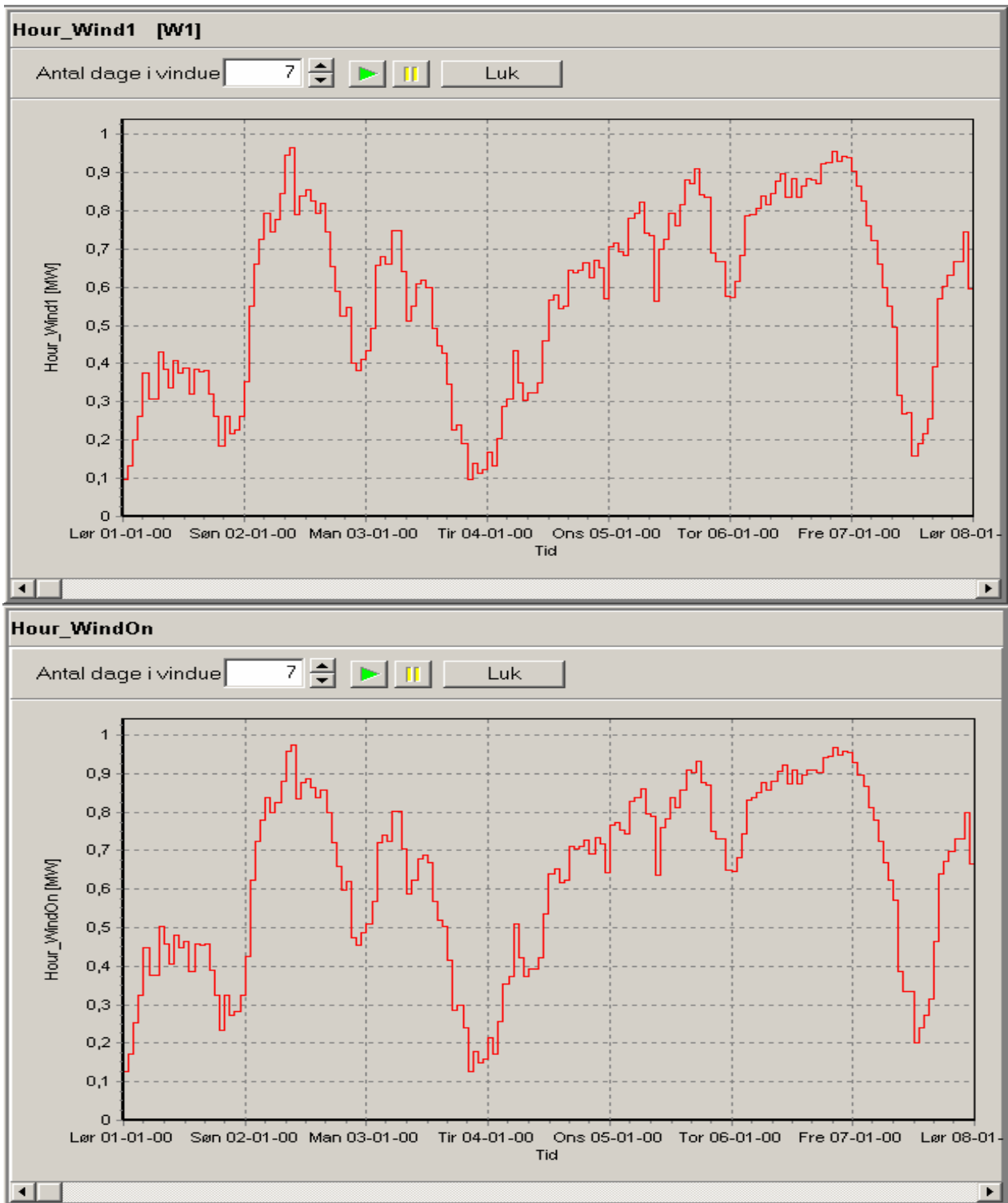
BEMÆRK: Enheden udelukkende tjener til, at brugeren kan holde øje med sin inddatering. Den angivne enhed har ingen indflydelse på beregningerne.

Hour_WindOn

Symbol	<input type="text" value="WOn"/>
Enhed	<input type="text" value="index"/>
Funktion:	<input type="text" value="W1(_)/(1-0,26*(1-W1(_)))"/> <input type="button" value="fx"/>
<input type="checkbox"/> Modificer funktion i omsætningstabel	<input type="button" value="Check funktion"/> <input type="button" value="Som grafik"/>

Figur 6: Eksempel på tidsseriefunktion, der baseres på eksisterende tidsserie

I beregninger foretaget i MOSAIK-projektet er denne tidsserie funktion bl.a. blevet anvendt til at beskrive effekt og variation af denne for vindkraftproduktionen fra indlandsplacerede møller. Funktionen transformerer en timeopdelt tidsserie for vindproduktion fra en vindmølle til en ny fordeling time for time. Transformeringsen er en rekonstruktion af en tilsvarende rutine i EnergyPLAN- modellen og viser et bud på en tidsmæssig fordeling af produktionen fra 1 MW vindkraft placeret indlands. Arealet under den timeopdelte funktion er modelleret således, at den på årsbasis er lig produktionen.



Figur 7: Grafisk visning af tidsserier. Øverst den oprindelige tidsserie fra Figur 5 og nederst tidsserien defineret af tidsseriefunktionen fra figur 6

Nye funktioner til beskrivelse af lastkurver for energianlæg

Funktioner til beskrivelse af, hvorledes driften af et energianlæg kan afhænge af driften af et andet anlæg eller anlægskomponent, er implementeret i energyPRO. Funktionerne benævnes i det følgende Pap-funktioner (Production already Planned). Fælles for disse funktioner er, at de trækker information om produktioner/forbrug på produktionsanlæg, på hvilke der allerede er planlagt produktion i det pågældende beregningskridt. I praksis er disse oplysninger tilgængelige i et aktuelt beregningstidsskridt for anlæg, som har en højere prioritet i styringsstrategien end det anlæg, hvor funktionen anvendes. De oprettede Pap-funktioner er følgende.

PapElcons(<i>navn</i>)	(EI-forbrug)
PapEIProd(<i>navn</i>)	(EI-produktion)
PapCool(<i>navn</i>)	(Køleproduktion)
PapFuel(<i>navn</i>)	(Brændselsforbrug)
PapHeat(<i>navn</i>)	(Varmeproduktion)
PapProcHeat(<i>navn</i>)	(Procesvarmeproduktion)

Hvor *navn* er navnet på et produktionsanlæg eller et 0 (nul). Angives navnet på et produktionsanlæg, returnerer funktionen produktionen/forbruget på det pågældende anlæg. Således returnerer funktionen PapEIProd(Off-shore wind) den el-produktion, der er planlagt produceret i det aktuelle beregningskridt på produktionsanlægget Off-shore wind. PapEIProd(0) returnerer den el-produktion, der allerede er planlagt på alle andre produktionsanlæg med højere prioritet end det produktionsanlæg, hvorpå funktionen anvendes. Pap-funktionerne er beskrevet mere indgående i bilag 1.

I figur 8 er angivet et eksempel på en lastkurve, hvori der indgår PaP-funktioner. Det pågældende produktionsanlæg er afhængig af produktionen på produktionsanlægget "Group3 CHP".

Last linier	Brændsel [MW]	Varme [MW]	Eleffekt [MW]
Lineær	3333,3-PapFuel(Group3 CHP)	1567-PapHeat(Group3 CHP)	1300-PapEIProd(Grou

Figur 8: Eksempel på lastkurve for produktionsanlæg med PaP-funktioner

Eksempel på energyPRO model med hovedvægt lagt på nye funktioner til regional energiplanlægning

Det gennemgående beregningseksempel er en energyPRO-modellering af referencesituationen Eltra 2020 – reference, således som den er beskrevet i hovedrapporterne for Lokale energimarkeder og MOSAIK.

Lokaliteter

Der er oprettet to lokaliteter i beregningseksemplet, Group2 og Group3, som tidligere angivet på figur 3. Her repræsenterer Group2 de decentrale kraftvarmeværker med tilhørende varmegrundlag, mens Group3 repræsenterer de centrale kraftvarmeområder med tilhørende varmegrundlag.

Behov

Der er oprettet to varmebehov. Et som repræsenterer varmebehovet i de decentrale områder (10.5 TWh) og et for de centrale kraftvarmeområder (10.7 TWh). I det følgende vises to muligheder for at oprette et behov. Først vises "Standard"-metoden i energyPRO. Dernæst den nye mulighed for at oprette et behov, der modelleres brugerdefineret.

På Figur 9 ses et oprettet varmebehov "Gruppe 2, varmebehov". I forhold til den tidligere version er selve demand-skærbilledet redesignet. Specielt kan bemærkes, at topbjælken udover navnet indeholder to elementer: [HD1] samt en tilknyttet lokalitet, her valgt til Group2. Det første element indeholder inden for [] et default symbol (her HD1). Dette symbol kan anvendes i formeludtryk til at beskrivelse lastkurver for produktionsanlæg. På figuren er anvendt "standard"-muligheden for at oprette et varmebehov, nemlig at varmebehovet afhænger lineært af udetemperaturen.

Det viste behov er kendetegnet ved:

- At være på 10.5 TWh
- 60 % er gjort vejrafhængigt
- Det vejrafhængige forbrug er graddøgnsfordelt efter referenceåret med en referencetemperatur på 17 grader, hvor T- symbolet for udetemperaturen er hentet fra tidsserien "Dansk udendørs temperatur".
- Der forudsættes intet vejrafhængigt behov fra 1. juni til 31. august.

Anvendes Graphics- knappen fremkommer et skærbillede svarende til den viste graf, figur 10 (ved valg af 365 dage).

Gruppe2, varmebehov [HD2] Tilknyttet lokalitet Group2

Årlige varmebehov i perioden -

Udvikling i perioden

Begrænset tilslutningsperiode

Behov afhænger af ydre betingelser

Afhængig andel %

Formel for afhængighed

Afhænger lineært af udetemperatur Er brugerdefineret

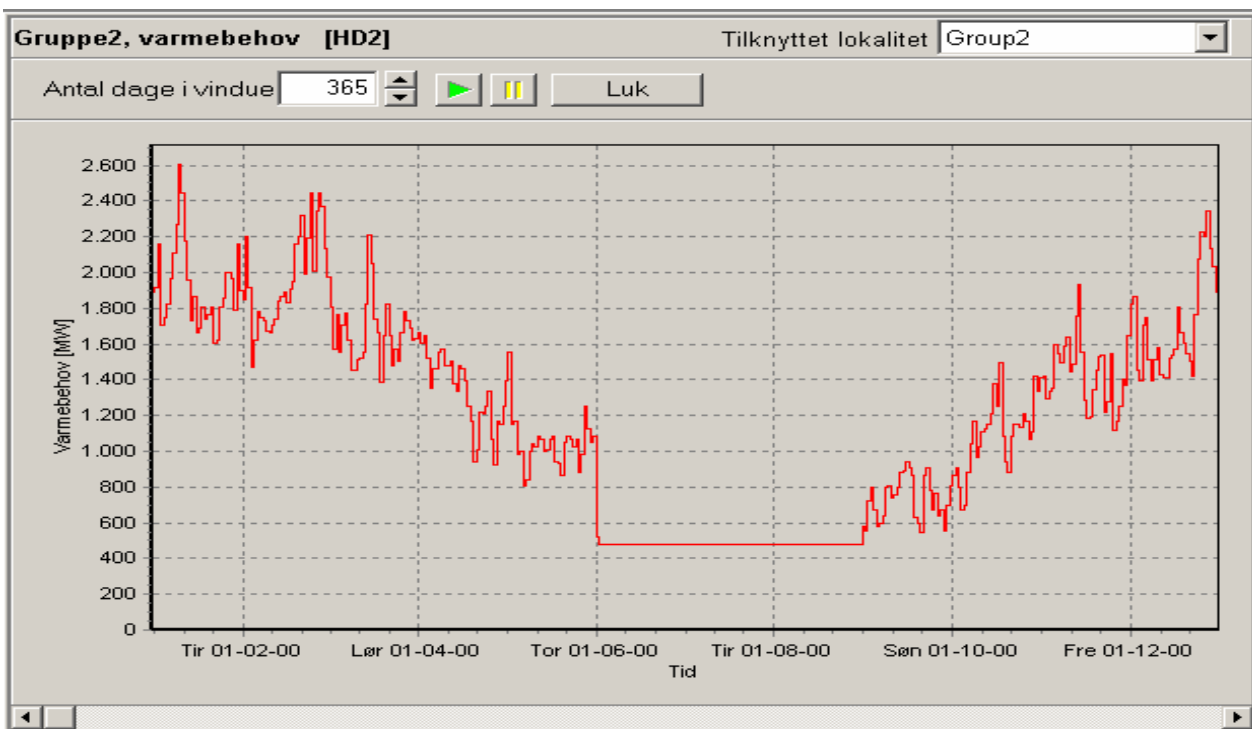
Reference temperatur °C Symbol for udetemperatur

Formel:

Sæson for vejrafhængigt forbrug -

Fast behovsprofil

Figur 9: Tilknytning af behov til lokaliteten Group2. Behovet afhænger lineært af udetemperatur



Figur 10: Grafisk repræsentation af varmebehovet fra den foregående figur

På figur 11 er anvendt den nye mulighed for at brugerdefinere den formel, som beskriver varmebehovets variation. Det viste eksempel er simpelt. Behovet varierer udelukkende efter en tidsserie, som har symbolet "HD". De 11,71 TWh er fordelt i overensstemmelse med de variationer, der optræder i "HD".

Gruppe3, varmebehov [HD3] Tilknyttet lokalitet Group3

Årlige varmebehov i perioden 01-2000 - 12-2000 10.710.000 MWh

Udvikling i perioden

Begrænset tilslutningsperiode

Behov afhænger af ydre betingelser

Afhængig andel 100,0 %

Formel for afhængighed

Afhænger lineært af udetemperatur Er brugerdefineret

Formel: HD Check

Sæson for vejrafhængigt forbrug - -

Fast behovsprofil

Som grafik

Som tidsserie

Figur 11:Tilknytning af behov til lokalitet Group3. Behov er brugerdefineret

Energianlæg

Ved hjælp af et eksempel gennemgås, hvorledes lastkurver kan modelleres i den nye version af energyPRO. Eksemplet omfatter:

- Vindmøller
- Kraftvarmeproduktion
- Varmepumper
- Kedler
- Kondens-Pproduktion

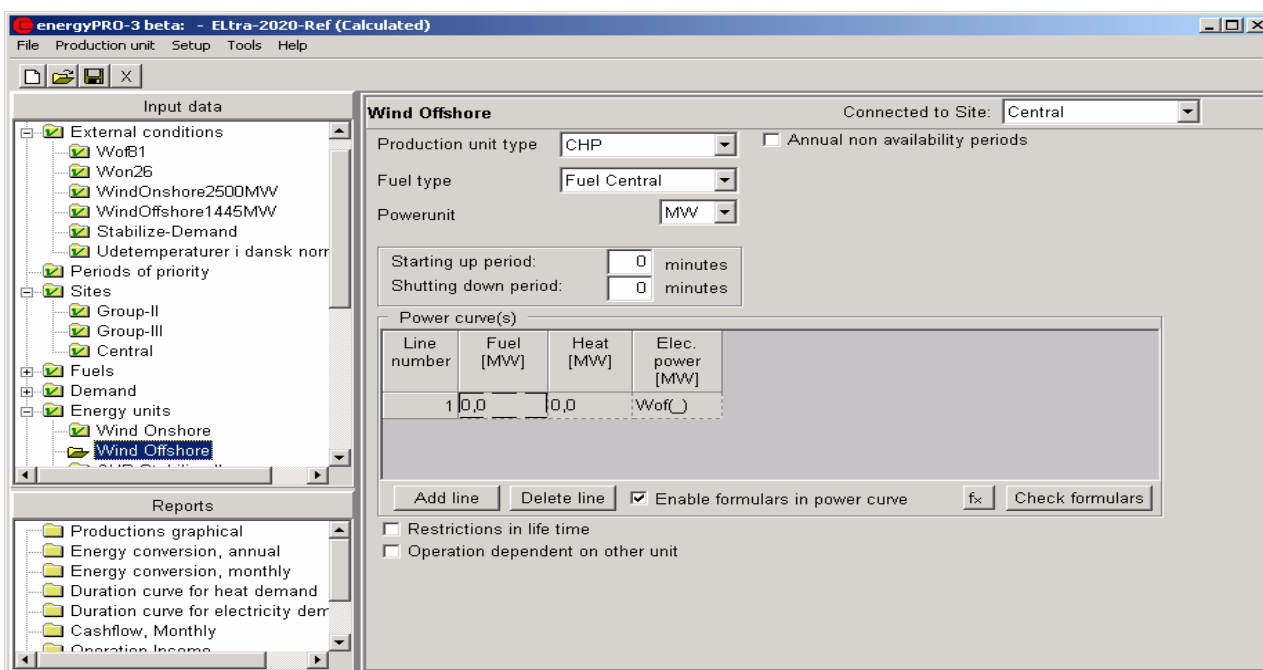
Vindmøller

Vindmøllerne kan modelleres på to måder i energyPRO. I den simple måde opretter man et nyt produktionsanlæg, og vælger anlægstypen Vindmøllepark.

I dette tilfælde skal man alene angive den samlede årsproduktion, samt angive en tidsserie, som fordeler denne årsproduktion ud i de enkelte tidsrum.

Nedenfor er gennemgået, hvorledes modelleringen også kan foretages som en kraftvarmehenhed uden brændselsforbrug og varmeproduktion.

Af lastkurven for anlægget fremgår, at der ikke er noget brændselsforbrug, ingen varmeproduktion, men en el-produktion. Denne el-produktion er bestemt ved et symbol Wof(_).



Figur 12: Anvendelse af funktion i lastkurve for vindmølle, beskrevet som en "CHP"

En liste over til tilgængelige funktionsudtryk, herunder PaP-funktionerne, fås ved at trykke på fx – knappen.

Kraftvarmeproduktion

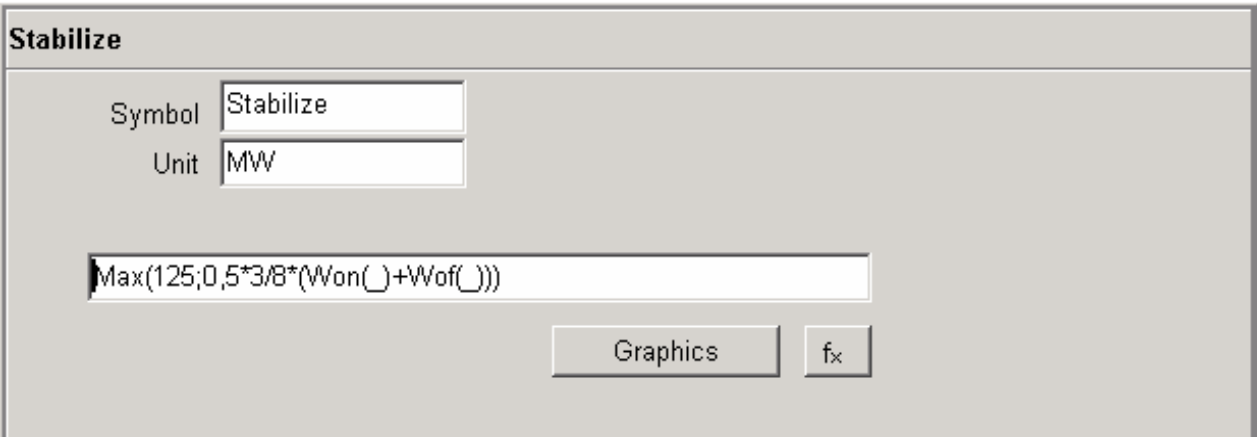
I eksemplet er kraftvarmeanlæggene/kraftværkerne beregningsteknisk opdelt i tre, ud fra funktionskrav:

- Stabiliserende el-produktion
- Varmebundet el-produktion
- Kondensproduktion

Stabiliserende el-produktion

I eksemplet er den stabiliserende produktionsopgave fordelt ligeligt mellem de to lokaliteter "Group-II" og "Group-III".

Opgavens omfang er bestemt af dels produktionen fra vindkraft, dels et systemminimum. Funktionen "stabilize" (identisk med dets symbol) er her modelleret således, at Stabilize(_) returnerer halvdelen af den nødvendige stabilisering. Dvs. halvdelen af 30 % af samlet produktionsandel, dog med et systemminimum på 125 MW.



Stabilize

Symbol

Unit

Figur 13: Funktion til beskrivelse af behovet for stabilisering

Varmebundet el-produktion

Den tilgængelige effekt til varmebunden el-produktion modelleres som el-kapaciteten i lokaliteten "Group 2" fraregnet den aktuelle produktion, der allerede er planlagt produceret på stabilize-delen "CHP-Stabilize-II".

Line number	Fuel [MW]	Heat [MW]	Elec. power [MW]
1	Stabilize(_)/,38	0,49/0,38*Stabilize(_)	Stabilize(_)

Enable formulars in power curve

Figur 14: Lastkurve for systemstabilisering

For at kunne håndtere beregninger af eksempelvis denne type er der nyudviklet en række nye spændende funktioner "Pap"-funktioner (Production already planned). Disse funktioner er beskrevet i bilag 1.

Her ses lastkurven for "CHP-ExStab-II" kraftvarmeproduktion, fraregnet stabilisering. PapEIProd (CHP-Stabilize-II) er således en funktion, der returnerer effektproduktionen på stabiliseringsdelen "CHP-Stabilize-II" i det aktuelle tidsskridt.

Line number	Fuel [MW]	Heat [MW]	Elec. power [MW]
1	(1300-0,49/0,38*(1300-PapEIProd(CHP-Stabilize-II)))		1300-PapEIProd(CHP-Stabilize-II)

Enable formulars in power curve

Figur 15: Lastkurve for resterende produktionskapacitet (efter Stabilize)

Kondensproduktion

Den mulige kondensproduktion begrænses i beregningerne af en øvre effektgrænse på 3200 MW. Herfra trækkes i det aktuelle beregningsskridt den el-produktion, der allerede er planlagt på anlæggene i "Group-III". Igen benyttes de nye Pap-funktioner.

Øvrige produktionsanlæg

Kedler

Kedlerne kan f.eks. simpelt modelleres således:

Line number	Fuel [MW]	Heat [MW]
1	7778,0	7000,0

Add line Delete line Enable formulars in power curve

Figur 17: Lastkurve for kedler

Varmepumper

Er i eksemplet "Eltra 2020 referencesituation" sat til nul.

I eksemplet, hvor varmepumperne skal gå ind og tage det kritiske el-overløb, er modelleringen foretaget som angivet nedenfor. Varmepumpen er opadtil begrænset af, at den kun kommer ind med den el-effekt, den planlagte el-produktion overstiger behovet + overføringskapaciteten på de 1600 MW, dog max. 200 MW. Effekten, den kommer ind med, svarer således til de første 200 MW af det kritiske el-overløb. (I kontrolstrategien, som vi vender tilbage til om et øjeblik, bliver varmepumperne prioriteret ind mellem de stabiliserende enheder (CHP-Stabilize) og de primært varmeproducerende enheder (CHP-ExStab).

Line number	Heat [MW]	Elec. consump. [MW]
1	$3 * \min(\max(0; PapElprod(0) - el(_) - 1600); 200)$	$\min(\max(0; PapElprod(0) - 1600 - el(_); 200)$

Add line Delete line Enable formulars in power curve fx Check formulars

Figur 18: Eksempel på avanceret lastkurve for varmepumpe

Styringsstrategi

Den overordnede styring af det betragtede energisystem foretages i "Styringsstrategi".

Styringsstrategien udgøres i eksemplet af tre blokke:

- Prioritering af produktioner
- Adgang til varmelager og dellast
- Adgang til afblæsning

Prioritering af produktioner

Ved beregningen søges produktion til enhver tid dækket af anlægget med den højeste prioritet, først når produktionsmulighederne er udtømt på en prioritet for dette anlæg, gås videre til anlægget med den næsthøjeste prioritet.

På det viste skærmbillede har Wind Onshore højeste prioritet (1), mens Boiler-II har laveste (7).

Adgang til varmelager og dellast

Her er det muligt at specificere en række anlægsspecifikke driftsforhold, vedr. de enkelte komponenter. Her ses eksempelvis at stabiliseringsenhederne:

- har adgang til varmelageret
- ikke er begrænset af det øjeblikkelige el-behov
- må dellaste

Adgang til afblæsning

I de foretagne beregninger har kun stabiliseringsenhederne om nødvendigt mulighed for at afblæse varmen.

Bemærk, at nogle afkrydsningsbokse ikke har mulighed for afkrydsning. Dette skyldes, at der ikke er en komponent på det pågældende lokalitet til at tage sig af denne opgave. I eksemplet er der ingen varmelagre og afblæsningsenheder tilknyttet lokaliteten "central", hvor "Condense" og de to vind-enheder er tilknyttet.

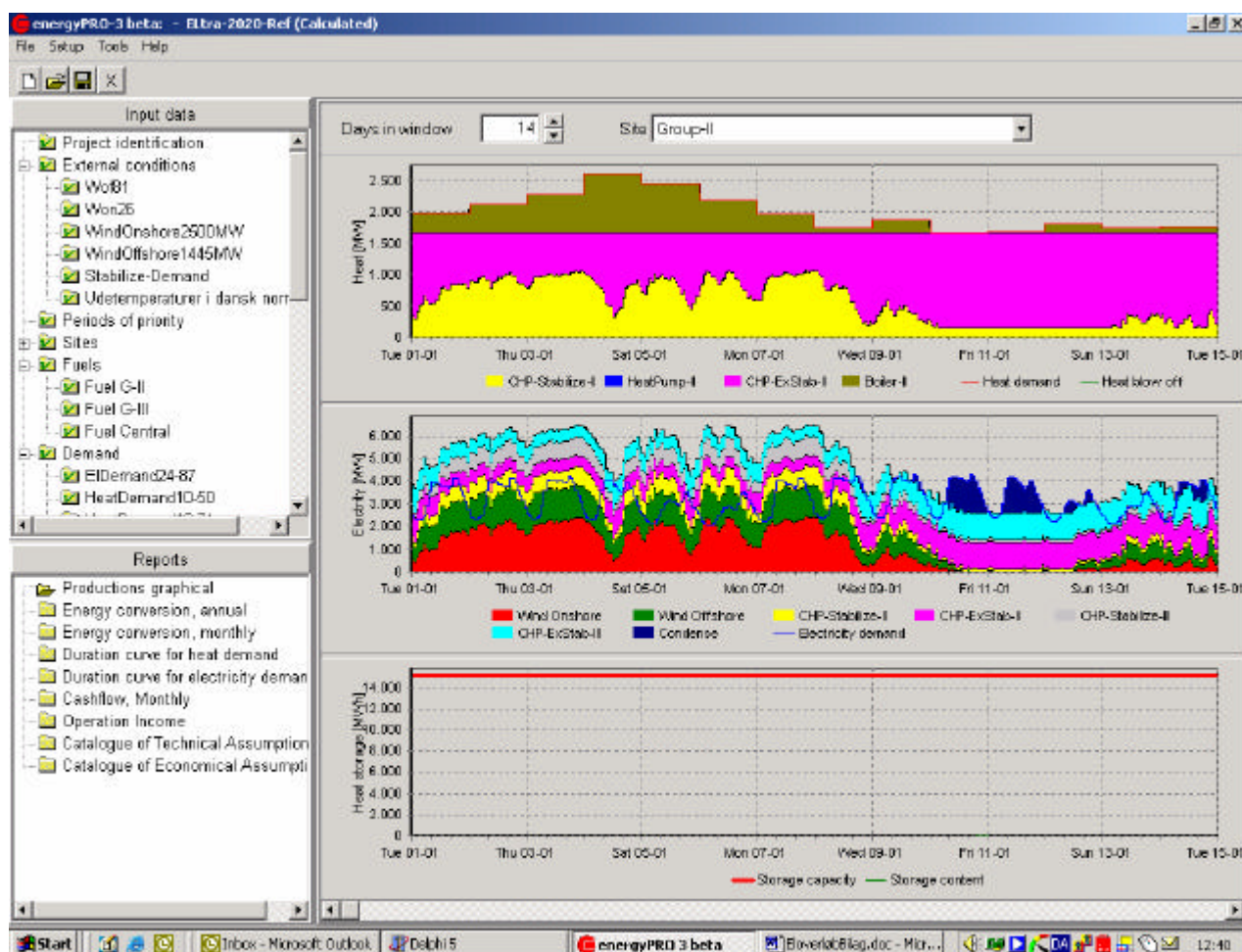
Priority of productions				
Wind Onshore		1		
CHP-Stabilize-II		3		
HeatPump-II		4		
CHP-ExStab-II		5		
Boiler-II		7		
CHP-Stabilize-III		3		
HeatPump-III		4		
CHP-ExStab-III		5		
	Production to heat storage allowed	Production restricted to electricity demand	Partial load allowed	
CHP-Stabilize-III	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
HeatPump-III	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
CHP-ExStab-III	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Boiler-III	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Condense	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Heat blow off allowed				
Wind Offshore		<input checked="" type="checkbox"/>		
Wind Onshore		<input checked="" type="checkbox"/>		
CHP-Stabilize-II		<input checked="" type="checkbox"/>		
HeatPump-II		<input type="checkbox"/>		
CHP-ExStab-II		<input type="checkbox"/>		
Boiler-II		<input type="checkbox"/>		
CHP-Stabilize-III		<input checked="" type="checkbox"/>		
HeatPump-III		<input type="checkbox"/>		

Figur 19: Prioriteringstabeller

Resultater

I det følgende gennemgås kort de grafiske udskrifter af energiomsætningen i det anvendte eksempel. Denne gennemgang suppleres med et enkelt skærbillede fra et eksempel med endnu større kompleksitet.

Eltra 2020 - reference



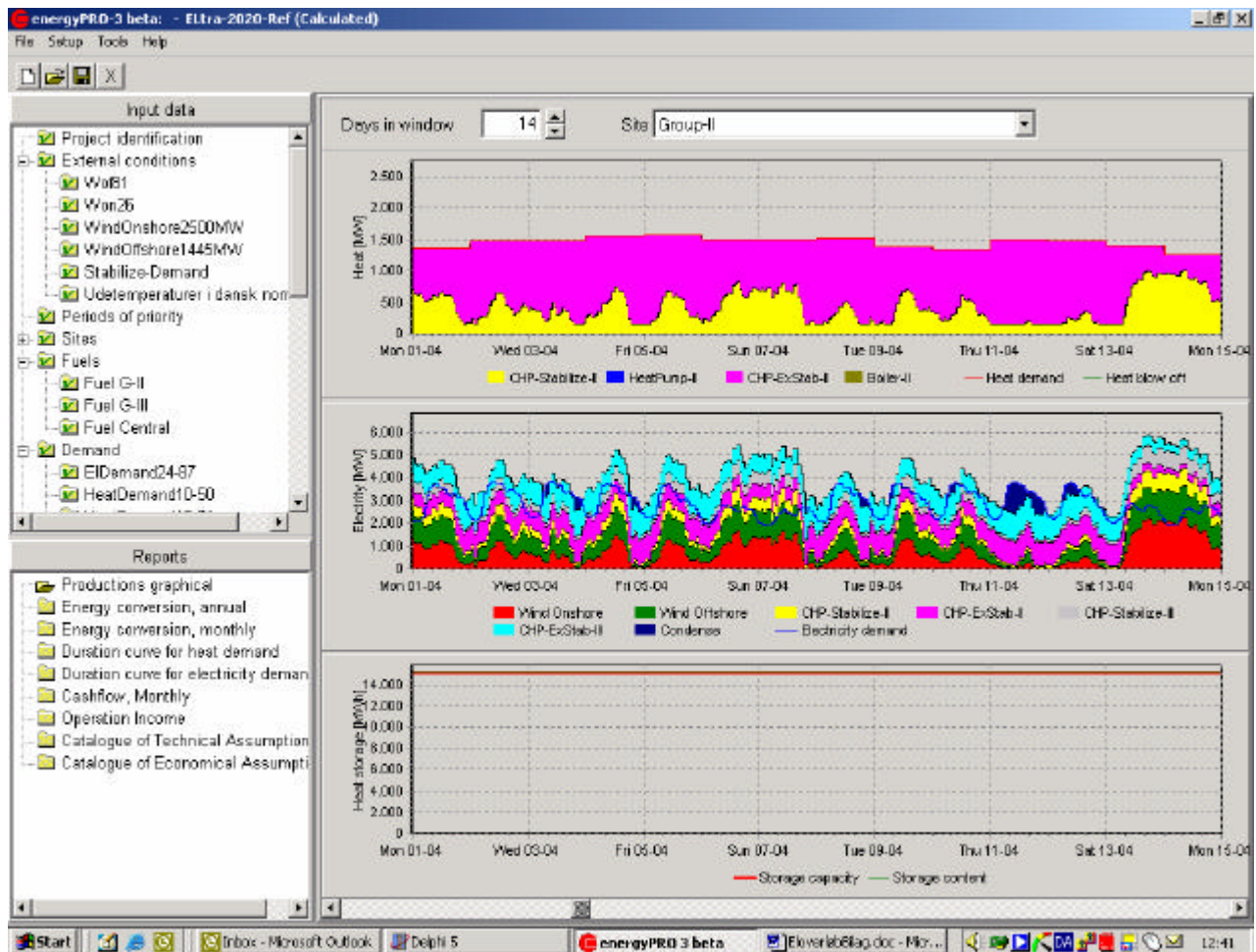
Figur 20: Grafisk repræsentation af energiproduktion i "Group II", 14 dage i januar

På figur 20 ses tre grafer, hhv. varme- og el-produktion samt udviklingen af indhold i varmelageret. Sidstnævnte er ikke interessant i januar, hvor det ikke benyttes, da der til enhver tid er behov for den varme, der produceres af de anlæg, der har adgang til lageret.

Bemærk, at varmeproduktionen og bevægelserne i varmelageret er lokalitetspecifik. Dette gælder ikke for el-produktionen, der er en opsummering af al el-produktionen inden for den betragtede region.

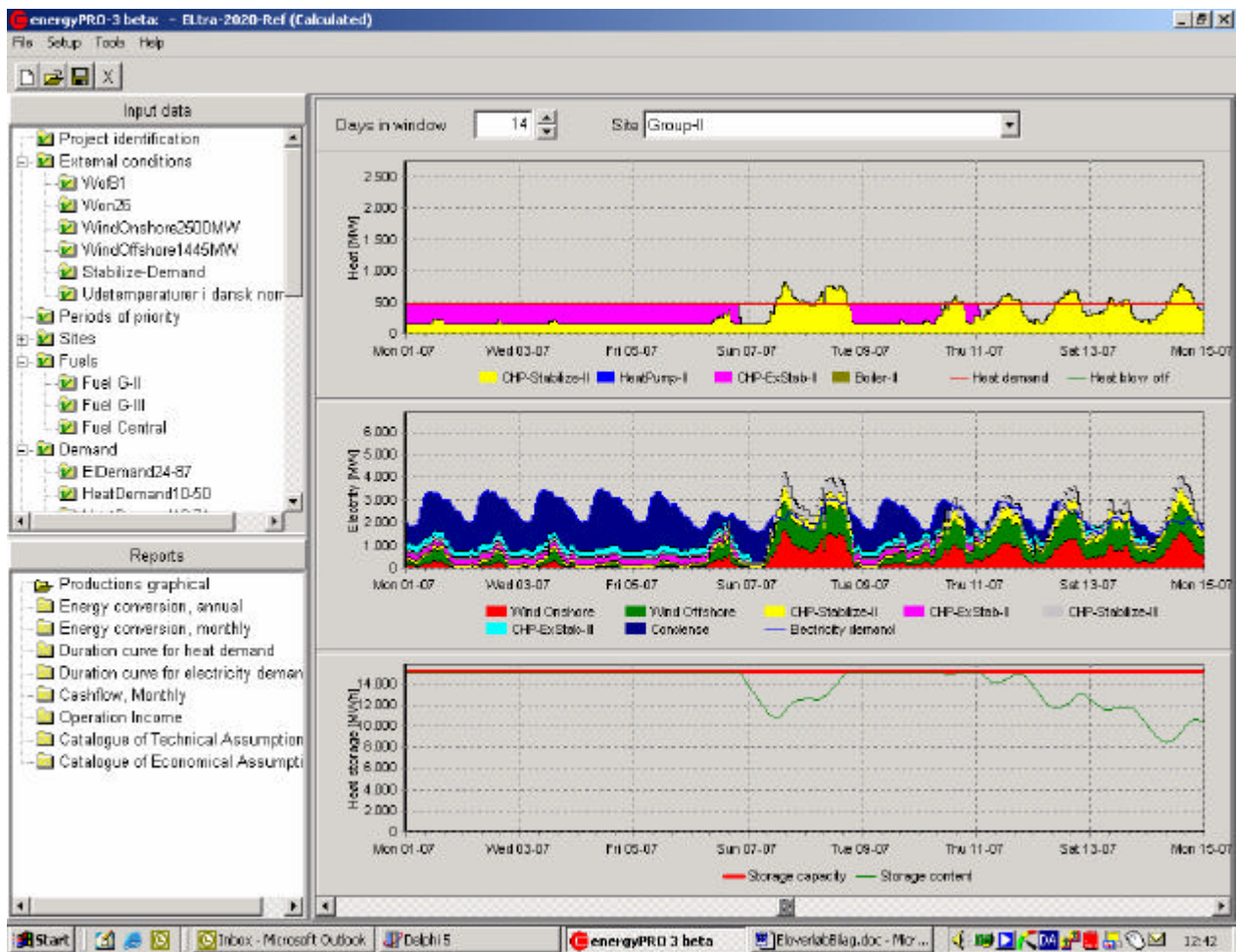
Hovedparten af varmen ses af blive leveret fra kraftvarme ("CHP-Stabilize-II + CHP-ExStab-II). Det fremgår, at hele kraftvarmeproduktionskapaciteten udnyttes. Produktionen fra kraftvarmeanlæggene ligger konstant på knap 1700 MW, mens kedlerne leverer det, der evt. måtte mangle. Den anvendte modellering bevirker, at det af grafen klart fremgår, hvor stor en varmeproduktion, der hidrører fra net-stabiliseringsopgaven, - det nederste (gule) bånd.

Ses i stedet på el-produktionen, fremgår det, at der er tale om massive el-overløb i perioder med stor vindproduktion. Dette gælder naturligvis ikke mindst i nattetimerne. Endvidere ses, at i perioder uden vind vil der være behov for en væsentlig elproduktion, som afhængigt af det modellerede system, leveres som kondensproduktion (fredag-søndag på grafen).



Figur 21: Grafisk repræsentation af energiproduktion i "Group II", 14 dage i april

Figur 21 viser produktionen i en forårsperiode, her 14 dage i april. Som det fremgår, er kraftvarmeanlæggene alene, uden hjælp af kedler, i stand til at klare varmeproduktionen.



Figur 22: Grafisk repræsentation af energiproduktion i "Group II", 14 dage i juli

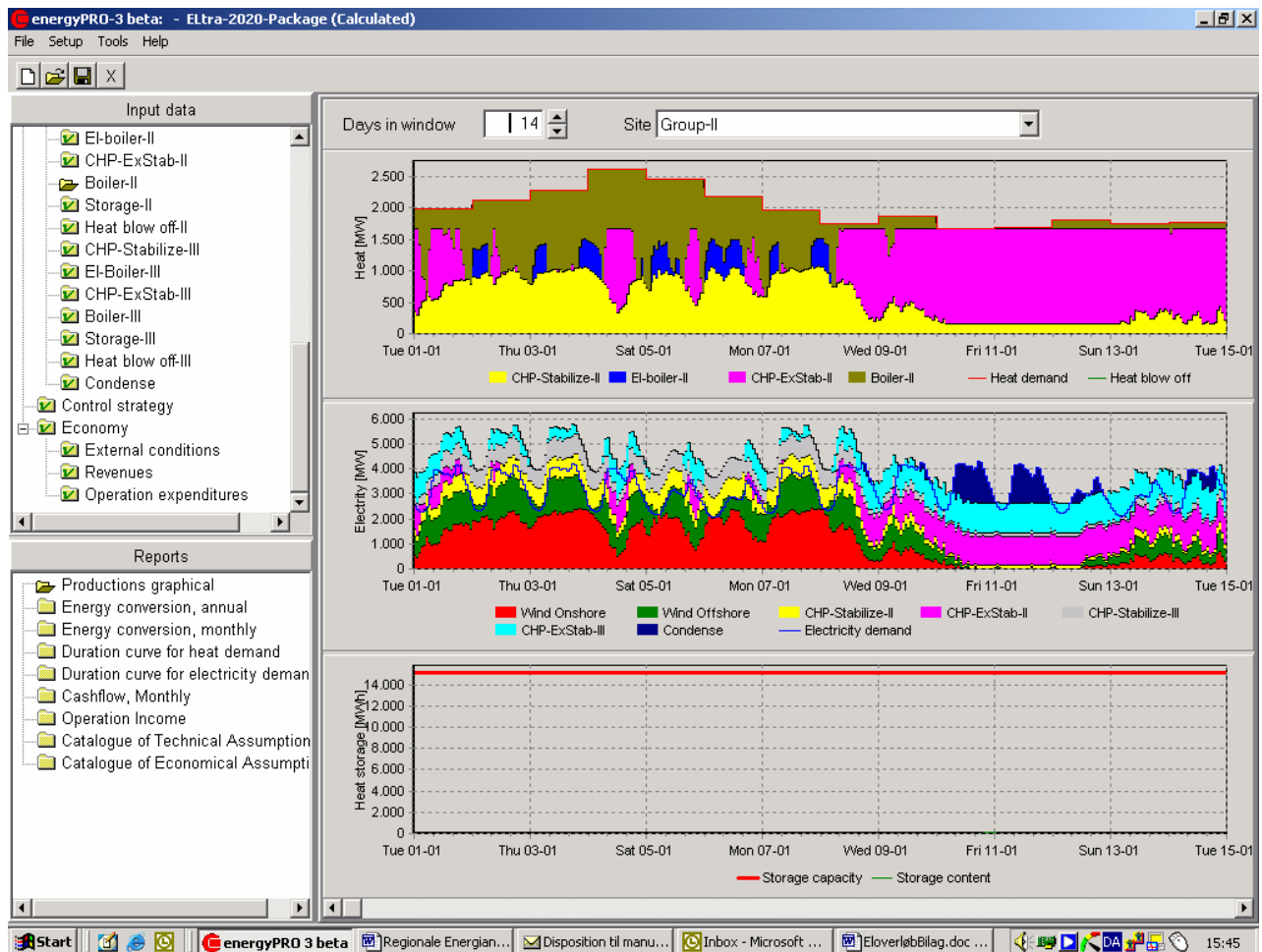
Også her ses perioder med massive eloverløb til trods for, at el-produktionen på anlæg, der ikke har netstabiliserende opgaver, er mindre end i januar.

En sommerperiode på 14 dage i juli med et lille varmebehov viser et par nye ting i forhold til de to foregående. Specielt ses en aktiv anvendelse af lageret. Den aktive anvendelse skyldes, at varmeproduktionen bundet til den enhed ned net-stabiliserende opgaver overstiger det aktuelle varmebehov. Dette giver mulighed for at føre denne varme til lager samtidig med, at man kan reducere den ikke-stabiliserende produktion. Dette ses tydeligt i den sidste af de to betragtede uger.

Et mere avanceret eksempel. Pakkeløsning hvor kritisk el-overløb elimineres i tre trin

For at illustrere potentialet i den nye version af energyPRO vises afslutningsvis ent "pakkeløsning" til reduktion af det kritiske el-overløb. Også denne beregning er en re-modellering af et af Henrik Lunds beregninger "Pakkeløsning". I denne beregning fjernes det kritiske el-overløb i tre trin prioriteret:

- Kraftvarmeproduktion erstattes af kedler
- El-patroner indføres
- Vindmøller stoppes



Figur 23: Et mere avanceret eksempel, hvor kritisk el-overløb søges imødegået i tre trin

Som et resultat af det første trin ses (sammenhold evt. med figur 20), at en del af den ikke-stabiliserende el-produktion med den tilhørende varmeproduktion reduceres, samtidig med at varmeproduktionen fra kedler øges.

Endvidere ses, at el-patronerne (El-Boiler II) kommer ind i en række perioder, hvor trin 1 ikke er nok. Trin 3 kommer ind, hvor CHP-ExStab-II er fjernet, og der stadig er el-overløb. Et eksempel på, at trin 3 er indtrådt, ses i natten mellem den 5. og 6. januar, hvor stort set al off-shore vindproduktion standses.

NB: Der er ikke taget hensyn til den dynamiske virkning af, at nedlukningen i et mindre omfang medvirker, at behovet for stabiliserende effekt mindskes, og dermed giver plads til lidt mere produktion fra vindmøllerne end beregningerne/grafen viser.

Bilag I: Specialized functions for describing load curves in production units

The names of functions starting with **PaP** (Production already Planned) have in common that they draw information about production or consumption taking place on production units on which a production already has been planned. In practice, these values are available on unit having a higher priority in the control strategy than the actual production unit. If units have a lower priority they returns a zero. The PaP-functions are:

PapElcons(*name*)
PapElProd(*name*)
PapCool(*name*)
PapFuel(*name*)
PapHeat(*name*)
PapProcHeat(*name*)
Timeseries(_)
Z(function1;min;max)

Where *name* is the specified name the of the production unit on which the actual load-curve depends.

PapElCons

Returns the already planned electricity consumption on a specified unit.

Syntax PapElCons(*Name*)

Argument	Description
Name	Name of the production unit or 0 (zero). Zero means all units

Returning value	Actual electricity production load on specified production unit(s)
-----------------	--

Returning unit	MW
----------------	----

Description The function might be used in situations where the load on the actual production unit depends on the electricity consumption load on other production unit(s).

Be aware that the production unit(s) addressed must have a higher priority in the control strategy than the production unit on which it is used, otherwise the function returns a zero

Examples The following two examples show the use of PapElCons

PapElCons(WoodBoiler) returns the actual load of Electricity consumption on "WoodBoiler"

PapElConst(0) return the actual load of electricity consumption on all production units having a higher priority in the control strategy.

PapEIProd

This function returns the already planned electricity production from a specified production unit.

Syntax `PapEIProd(Name)`

Argument	Description
-----------------	--------------------

<i>Name</i>	Name of the production unit or 0 (zero). Zero means all units
-------------	---

Returning value	Actual load on production unit(s)
-----------------	-----------------------------------

Returning unit MW

Description The function might be used in situations where the load on the actual production unit depends on the electricity production load on other production unit(s).

Be aware that the production unit(s) addressed must have a higher priority in the control strategy than the production unit on which it is used, otherwise the function returns a zero

Examples The following two examples show the use of PapEIProd

PapEIProd(CHP) returns the actual load of electricity production from "CHP"

PapEIProd(0) return the actual load of electricity production from all production units having a higher priority in the control strategy.

PapCool

Returns the already planned cooling production from a specified production unit.

Syntax PapCool(*Name*)

Argument	Description
<i>Name</i>	<i>Specified</i> of the production unit or 0 (zero). Zero means all units
Returning value	Actual cooling load on production unit(s)
Returning unit	MW

Description The function might be used in situations where the load on the actual production unit depends on the cooling production load on other production unit(s).

Be aware that the production unit(s) addressed must have a higher priority in the control strategy than the production unit on which it is used; otherwise, the function returns a zero.

Examples The following two examples show the use of PapCool

PapElProd(Cooler) returns the actual load of cooling production from "Cooler"

PapCool(0) returns the actual load of cooling production from all production units having a higher priority in the control strategy.

PapFuel

Returns the already planned production of heat on a specified unit.

Syntax PapFuel(*Name*)

Argument	Description
<i>Name</i>	<i>Name of the production unit or 0 (zero).</i> Zero means all units
Returning value	Actual load on production unit(s)
Returning unit	MW

Description The function might be used in situations where the fuel consumption on the actual production unit depends on the fuel consumption on other production unit(s).

Be aware that the production unit(s) addressed must have a higher priority in the control strategy than the production unit on which it is used, otherwise the function returns a zero.

Examples The following two examples show the use of PapFuel

PapFuel(Boiler 1) returns the actual fuel consumption on "Boiler 1"

PapFuel(0) returns the actual fuel consumption on all production units having a higher priority in the control strategy.

PapHeat

Returns the already planned heat production from a specified unit.

Syntax PapHeat(*Name*)

Argument	Description
<i>Name</i>	<i>Name of the production unit or 0 (zero).</i> Zero means all units

Returning value Actual load on production unit(s)

Returning unit MW

Description The function might be used in situations where the load on the actual heat production unit depends on the heat production load on other production unit(s).

Be aware that the production unit(s) addressed must have a higher priority in the control strategy than the production unit on which it is used, otherwise the function returns a zero.

Examples The following two examples show the use of PapHeat

PapHeat(Boiler 1) returns the actual load of heat production from "Boiler 1"

PapHeat(0) returns the actual load of heat production from all production units having a higher priority in the control strategy.

PapProcHeat

Returns the already planned production of process heat on a specified unit.

Note: The process heating option is only relevant when the advanced setting option "Transmission of heat from plant through both high and low temperature pipes" in the Project Identification window is checked.

Syntax PapProcHeat(*Name*)

Argument	Description
<i>Name</i>	<i>Name of the production unit or 0 (zero). Zero means all units</i>
<i>Returning value</i>	Actual load on production unit(s)
Returning unit	MW

Description The function might be used in situations where the load on the actual process heat production unit depends on the process heat production load on other production unit(s).

Be aware that the production unit(s) addressed must have a higher priority in the control strategy than the production unit on which it is used, otherwise the function returns a zero.

Examples The following two examples show the use of PapProcHeat

PapProcHeat(Boiler 1) returns the actual load of process heat production from "Boiler 1"

PapProcHeat(0) Returns the actual load of process heat production from all production units having a higher priority in the control strategy.