

## **TIMES modellen som energiteknisk fundament for IntERACT**

*Abstract in English:*

The IntERACT project seeks to combine a top-down model of the economy with a bottom-up model of the energy system. This paper surveys relevant energy system models that could be used in this regard.

The TIMES model generator is evaluated to best fulfil the criteria of such a bottom-up model.

---

**Disclaimer:** The views expressed in this Working Paper Series represent work in progress, and do not necessarily represent those of the Danish Energy Agency or policies of the Danish Ministry of Climate, Energy and Building. The papers do not themselves represent policy advice in any form.

The papers are internal working papers published in good faith to inform a wide audience. While every effort is made to keep available working papers current, the Danish Energy Agency, its employees or agents make no warranty, expressed or implied, as to the accuracy of the information presented herein.

The Working Paper Series include work undertaken by Danish Energy Agency staff as well as work undertaken external by researchers or consultants.

Please do not cite without permission.

IntERACT projektet ønsker at se på muligheden for at bygge CGE "top"modellen "oven" på eksisterende anerkendte internationale energisystems modeller og muligheden for at trække på erfaringer med at bygge CGE modeller sammen med disse.

Det er IntERACT-gruppens vurdering, at en TIMES modeltype bedst lever op til de kriterier, der ligger i IntERACT-projektets behov.

Dette papir gennemgår screening af internationalt anvendte energimodeller.

### **Screening**

Der findes mange internationale energimodeller. For at finde den bedst anvendelige i forhold til IntERACTs formål, foretages en første udvælgelse, specielt med fokus på hvorvidt modellen er oplagt anvendelig og kendt i Danmark. Ved første screening udvælges ca. 10 modeller.

Herefter er foretaget en mere grundig screening ud fra en række kriterier, gengivet nedenfor. Screeningen er opsummeret i tabel 1.

Følgende modeller er udvalgt til nærmere gennemgang: RAMSES, POLES\*, TIMES, LEAP, ENERGYplan, Balmorel, STREAM, PRIMES.

Efter screening anbefales TIMES. TIMES udvikles i regi af ETSAP, der er et annex til IEA. Energistyrelsen deltager i TIMES udvikling internationalt gennem bidrag til ETSAP samarbejdet. TIMES er fleksibelt og kan optimere både forsynings og forbrugsside ud fra rammer defineret af brugeren. Endeligt er der lavet adskillige nationale TIMES modelversioner og koblinger til CGE og andre økonomiske modeller, fx Sverige og Sydafrika.

#### *Kriterier for screening af energitekniske modeller:*

IntERACT har ved udvælgelsesprocessen lagt vægt på følgende kriterier, det har ikke været muligt ved litteraturstudie at få oplysninger om alle disse detaljer for alle modeller, og ikke alle kriterierne er indskrevet i tabellen herunder.

1. Nationalt/ internationalt netværk: Modellen er tilknyttet et bredt aktivt netværk af brugere gerne internationalt, således, at der er erfaringer og viden, der kan drages nytte af. Og det er muligt at købe sig til hjælp fra eksterne ”eksperter”, som allerede har erfaring med modellen. Det vil derudover være fordelagtigt, hvis den energitekniske model understøttes af et eksisterende nationalt eller internationalt netværk.
2. Overskuelighed og opbygning: Sikre at modellen er en forståelig opbygning. Modellen bør endvidere have et brugervenligt overskueligt kontrolpanel, hvorfra centrale input/output styres.
3. Passende detaljeringsgrad: Modellen skal naturligvis give retvisende resultater, men der er umiddelbart ikke behov for samme detaljeringsniveau som en kraftværksmodel, detaljer så som hvilke blokke på hvilke værker er ikke nødvendige kraftværker aggregeres i forhold til type og brændsels. På det lange sigt vil resultaterne være meget usikre, det er derfor ønskeligt, om muligt, at simulere med forskellig tidsskridtslængde og detaljeringsgrad på kort og lang sigt.
4. Energistyrelsen skal selv have adgang til at opbygge og køre med modellen
5. Hele energisystemet forbruger, forsyning, transmission, (udvinding) skal omfattes.
6. Alle økonomiens sektorer indgår i modellen.
7. Optimeringsmodel, Investerings- og driftsbeslutning i modellen er endogen,
8. Positive erfaringer med at koble modellen med økonomisk top-down model.
9. Mulighed for at implementerer politiske tiltag: Modellen skal på enkel vis, fx via kontrolpanelet, tillade implementering af skatter, subsidier og anden form for regulering af energisystemet.
10. Tilgængelighed, vedligehold og kvalitetssikring af data: Derudover skal beregningerne i videst muligt omfang baseres på data, der allerede er til rådighed til bruges i andre sammenhæng og dermed er kvalitetssikrede og som vedligeholdes.
11. Opererer med nettoenergiforbrugsbegrebet, dvs. kan rapportere den mængde energi der er nyttiggjort. Forskellen er lokale tab hos de enkelte forbrugere fx i olie- og naturgasfy.
12. Problemfri udveksling af data med GAMS, som er valgt som programmeringssprog for den økonomisk top-down model

**Tabel 1: Screeningstabel**

#	Kriterium	RAMSES	POLES*	TIMES	LEAP	ENERGYplan	Balmorel	STREAM	PRIMES
1	Er anerkendt/antal brugere	1	1-2 kørsler bestilles	100-1000	>5000	100-1000	n.a.	n.a	1
1b	Aktivt Internationalt netværk. Brugere og netværk	Nej, DK ( ENS)	EU – men konsulenten laver kørslerne.	Ja. Globalt, bl.a. IEA + 250 institutioner i 70 lande deltager i ETSAP samarbejdet 75% menes at bruge TI-MES(MARKEL) aktivt.	Ja. Internationalt fokus udviklingslande LEAP bruges af mange af ENS globalt klimas de samarbejdslande	Ja. Primært Ålborg universitet i samarbejde med universiteter i specielt Østeuropæiske lande	Ja. DK+ internationalt Startet som et Baltisk samarbejde med bl.a. Elkraft, DTU, AKF som deltagere.	Nej. DK via EA og DTU	Nej. EU
2	Overskuelighed og opbygning	Ja. Mangler kontrolpanel.	?	Ja. Kontrolpanel, hvor scenarier bl.a. kan slås til og fra.	?	?	?	Ja	?
3	Tidsskridt	Time (muligt med fleretimer)	Årlig	Fleksibel	Årlig	Timebasis	fleksibel	Årlig	årlig
4	Adgang til selv at lave / kører med model/ omkostning	In house	forventes ikke	Ja – Gratis for ENS pga. ETSAP medlemskab – anvender GAMS	Ja	4	Adgang til selv at lave / kører med model/ omkostning	In house	forventes ikke
5	Hele energisystemet forbruger, forsyning, transmission skal være omfattet. Sektorer ”forsyning”	Nej, kun El + FV	Alle	Alle	Ja	Ja	Nej, kun El + FV	Ja	ja
6	Alle økonomiens sektorer indgår	Nej	?	Ja, hvis det ønskes	?	?	Nej	?	?

**Tabel 1: Screeningstabel (fortsat)**

#	Kriterium	RAMSES	POLES*	TIMES	LEAP	ENERGYplan	Balmorel	STREAM	PRIMES
7	Optimerings model - investeringsbeslutning kan gøres endogen.	Nej	Ja	Ja	Nej	Nej	Ja	Nej	ja
8	Erfaringer med / eller i gangværende projekter om kobling til CGE ( soft- / hard-linking)	Ja ”manuel”	?	Ja – bl.a. Portugal , Sverige, Irland,	?	?	?	?	?
9.	Mulighed for at implementerer politiske tiltag, fx via kontrolpanel	Nej	?	Ja					
10	Datakrav	Teknologikatalog	Ja	Teknologikatalog	?	?	Teknologikatalog	?	?
11	Opererer med nettoenergiforbrug	Nej Forbrugsiden indgår ikke	?	Nettoenergiforbruget opgøres vha. energitjenste efterspørgsel	?	?	Nej Forbrugsiden indgår ikke	?	?
12	Problemfri udveksling af data med GAMS	RAMSES bruge VBA-kode og løses i Excel	?	Ja, TIMES er også baseret på GAMS	?	?	Ja, BALMOREL er også baseret på GAMS	?	?

Kilde : “A review of computer tools for analyzing the integration of renewable energy into various energy systems”. D. Connolly et al. 2010.

[www.energyplan.eu](http://www.energyplan.eu).

Diverse papirer Fra ETSAP samarbejdet, [www.iea-etsap.org](http://www.iea-etsap.org)

\* Interview af Jacob Krog Søbygård august 2012.

*For øvrige modeller fremhæves følgende:*

LEAP, EnergyPlan og STREAM fravælges bl.a. fordi de ikke er optimeringsmodeller og er udviklet til at køre med årstidsskridt.

POLES fravælges, da det er afgørende for IntERACT projektet, at vi selv har adgang til at modellere og udvikle på modellen. Vi ikke kan forvente at få adgang til at køre med modellen. Samtidig er modellens fokus primært globalt og tidsskridtene er årlige. POLES er dermed for generel til vores formål.

Primes fravælges ligeledes, fordi det ikke er sandsynligt, at vi får adgang til modellen.

RAMSES er en simuleringsmodel og ikke en optimerings model, IntERACT har behov for en optimeringsmodel. Med RAMSES kan simuleres el- og fjernvarmeproduktion, mens data om forbrugssiden leveres af et antal satellitmodeller, der skal køres parallelt med RAMSES. RAMSES er meget detaljeret på forsyningsiden (alle danske kraftværker ligger i den) og kræver derfor betydelig tid / regnekraft. RAMSES anvendes kun af Energistyrelsen, det er altså bl.a. ikke muligt at indgå i et internationalt samarbejde eller læne sig op ad et internationalt erfaringsnetværk eller hyrer konsulenter, der har erfaring med modellen og dens satellit programmer. Men kørsler med RAMSES forventes at blive brugt til at kontrollere, at det energisystem, der opsættes af den mindre detaljerede model, også hænger sammen på timeniveau.

Balmorel er en partiel ligevægtsmodel, der har fokus på el og kraftvarme sektoren. Balmorel er lige så detaljeret i forhold til forsynings teknologi som RAMSES, men dækker kun el og fjernvarmesystemerne, således modelleres forbrugsmodellering eller transportsektoren ikke. Balmorel fravælges, fordi den primært er en forsyningsmodel.