



Modeldokumentation – PEERS

Kontor/afdeling
Systemanalyse

Dato
23-10-2023

J nr.

/MLKM

Indhold

Indledning	2
Modellens virkemåde	3
Fire grupper af forudsætninger	4
Tidsopløsning og energiressourcer	5
Aktiver og porteføljebegrænsninger	5
Forbrug	5
Variation over tid	7
Variable, objektivfunktion og bibetingelser	7
Variable	7
Objektivfunktion	8
Emissioner	8
Energibalancer	8
Lagerstyring	8
Produktions- og investeringsbegrænsninger	9
Tidsopløsning og energiressourcer	9
Porteføljebegrænsninger	10
Resultater	11
Energibalancer	11
Priser og pengestrømme	11
Investeringer og rentabilitet	11
Samfundsøkonomi og ressourcerenter	12
Bilag – Teknisk dokumentation	12

Energistyrelsen

Carsten Niebuhrs Gade 43
1577 København V

T: +45 3392 6700
E: ens@ens.dk

www.ens.dk

Indledning

PEERS (Partial Equilibrium Energy Resource System) er en teknologivalgsmodel udviklet med det formål at simulere den langsigtede udvikling i produktions-, lager- og transmissionskapacitet på forbundne regionale energiresourcemarkeder.

Modellen er en partiel ligevægtsmodel med energimarkeder/balancer opdelt på geografiske regioner og tid (timer inden for et repræsentativt år), hvor der investeres i ny kapacitet enten indtil prisen på energiresourcen falder til den marginale omkostning ved yderligere investering, eller indtil potentialet for investering (fx betinget af areal eller politiske beslutninger) er opbrugt.

Energibalancer og kapacitetsbegrænsninger er implementeret som bibetingelser til et lineært optimeringsproblem, som maksimerer summen af producent- og forbrugeroverskud. Dette problem er ækvivalent til et system af udbuds- og efterspørgselskurver forbundet af transmission, lagre og transformation mellem energiresourcer, og modellen simulerer således en markedsdrevet udbygning af energisystemet. Løsning af optimeringsproblemet resulterer i energibalancer og markeder i ligevægt, ligevægtspriser og deraf afledte pengestrømme, producent- og forbrugeroverskud og påvirkning af offentlige finanser i den udstrækning afgifter og subsidier er indregnet.

PEERS forudsætter, at markederne opererer under fuldkommen konkurrence og at aktørerne har perfekt forudseenhed for alle begivenheder i det modellerede år. Der forudsættes ubegrænset adgang til kapital til et eksogent fastlagt afkastkrav. Modellens maksimale tidsopløsning er timebaseret, så den kan regne på fx spotmarkedet for el, men fx ikke systemydelser for el såsom balancemarkeder og frekvensregulering. Fordi modellen er lineær kan der kun regnes med konstant skalaafkast, dvs. ingen stordriftsfordele, som kan være en relevant betragtning ved fx rørsystemer til naturgas eller brint.

PEERS kan bruges i selvstændige analyser af energimarkeder, som fx sammenhæng mellem regionale el- og brintmarkeder, samfundsøkonomi og ressourcer. PEERS bruges også til at lave langsigtede fikspunkter for kapacitetsudvidelser til andre af Energistyrelsens modeller, mere specifikt Ramses, som fokuserer på kort- og mellemfristede prisfremskrivninger.

Energistyrelsens arbejde med PEERS består af tre dele: (a) Databehandling af forudsætninger, (b) modelligninger og (c) efterbehandling og præsentation af resultater. Softwaren til del a og c er nyudviklet af Energistyrelsen siden 2022.

Del b er en Open Source model kaldet PEERS (Partial Equilibrium Energy Resource System) udviklet siden 2020. Open Source licensen¹ betyder i korte træk,

¹ LGPL ver. 3, <https://opensource.org/license/lgpl-3-0/>

at de forskellige bidragsydere til PEERS har ophavsret til hvert deres bidrag til PEERS, men at rettighedshaverne har fraskrevet sig mulighederne for at forhindre andre aktører i at bruge, videreformidle og videreudvikle modellen (betragtet som summen af alle bidrag). Energistyrelsens arbejde med forudsætninger og analyser (del a og c) er ift. ophavsret fuldstændig adskilt fra arbejdet med modellen og derfor ikke påvirket af licensen.

Modellens virkemåde

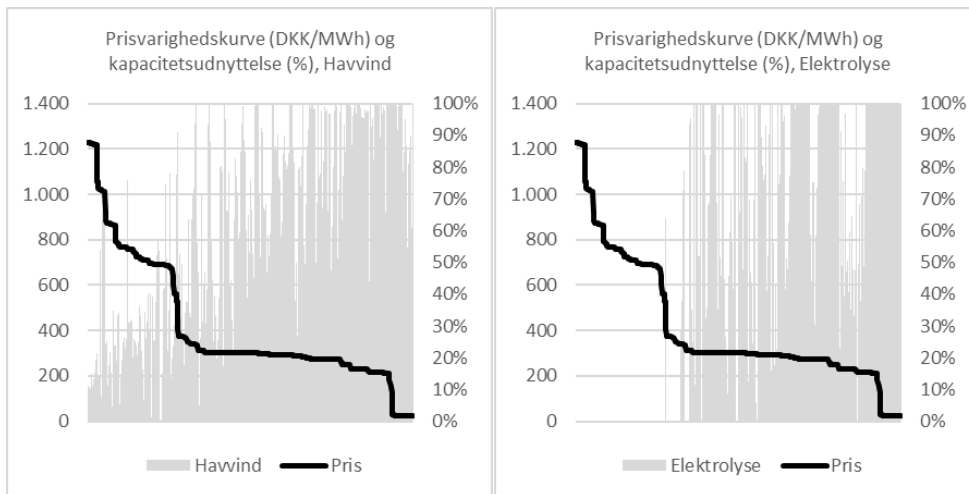
PEERS er en kombineret dispatch- og kapacitetsudvidelsesmodel. Dispatch (den rækkefølge hvori de forskellige aktivers kapacitet inddrages i produktionen) bestemmes ud fra deres kortsigtede omkostninger, dvs. evt. brændselsomkostninger plus variable omkostninger til drift og vedligehold. Bestemmelse af rækkefølgen foretages på tværs af regionsgrænser, indtil kapaciteten for transmissionsaktiverne på tværs af disse grænser er fuldt udnyttede.

Denne dispatch giver for hver region og hvert tidsskridt anledning til en marginal omkostning for den dyreste benyttede enhed. Det er denne marginale omkostning, som udgør spotprisen i den pågældende region og tidsskridt.

Den helt overordnede virkemåde i PEERS angående investeringer i ny kapacitet er, at som en konsekvens af omkostningsminimeringen udvides ny kapacitet i en teknologi indtil enten (1) udbygningspotentialer (fx areal) er opbrugt, eller (2) den teknologivægtede enhedsomkostning (i DKK/MWh) ikke længere er mindre end den teknologivægtede enhedsindtjening.

Den teknologivægtede enhedsomkostning er overvejende et resultat af teknologi-data, om end forskelle i modelleret udnyttelsesgrad også kan have indflydelse på omkostningen. Kapacitetsudvidelse vil også kunne mindske udnyttelsesgraden.

Den teknologivægtede enhedsindtjening er et resultat af teknologiens produktionsmønster sammenvejet med regionens prisprofil. Prisprofilen kan illustreres i form af en såkaldt "prisvarighedskurve", hvor regionens timevise spotpriser er illustreret fra venstre mod højre i faldende rækkefølge. Produktionsmønsteret kan i varighedskurven angives som teknologiens udnyttelsesgrad i procent i pågældende time. I de to figurer herunder ses illustrative eksempler på dette for to forskellige teknologier.



I figuren til venstre er prisprofilen sammenholdt med produktionsmønsteret for havvind. Det ses, at en høj udnyttelse af havvind typisk er sammenfaldende med lave elpriser, mens lav udnyttelse typisk er sammenfaldende med høje elpriser. Dette mønster er en stærk indikator på, at havvind i denne region har så relativt stor kapacitet, at timer med stærk vind meget ofte vil fortrænge dyrere produktionsteknologier. Omvendt giver timer med lav vind ofte anledning til at teknologier med høje enhedsproduktionsomkostninger må tages i anvendelse.

I figuren til højre er prisprofilen sammenholdt med produktionsmønsteret for elektrolyse. Elektrolyse er i modelkørslen forudsat på timebasis at afveje om indkøbsprisen for el står mål med salgsprisen for brint korregeret for anlæggets virkningsgrad. Det ses meget tydeligt, at elektrolyseproduktion ophører, så snart elprisen overstiger et givet niveau.

Det er også værd at bemærke, at elektrolyse i denne modelkørsel ikke kører på fuld kapacitet i alle timer med lave elpriser. Det skyldes, at der i disse modelkørsler ikke er medregnet lageraktiver til brint. Det kan afstedkomme, at transmissionskapaciteten på visse tidspunkter er opbrugt, hvorved brintprisen vil falde til under det niveau hvor enhedsindtjeningen opvejer enhedsomkostningen.

Fire grupper af forudsætninger

Forudsætningerne til PEERS kan deles op i følgende fire hovedgrupper: (1) Tidsopløsning og energiresourcer, (2) aktiver og porteføljebegrænsninger, (3) forbrug, og (4) variation over tid.



Tidsopløsning og energiresourcer

Tidsopløsningen i PEERS er indrettet på at modellere et repræsentativt år og er baseret på årets uger og ugernes timer. Brugeren kan vælge enten alle årets 52 uger eller et repræsentativt udvalg af heraf. Ligeledes kan vælges alle ugens 168 timer, eller et repræsentativt udsnit heraf. Timer og uger kan gives enten ens eller forskellige vægte afhængigt af analysens formål. Det kan være hensigtsmæssigt at reducere antallet af udvalgte timer og uger for at opnå en mere praktisk anvendelig regnetid.

Der kan også modelleres et vilkårligt antal energiressourcer, som udelukkende defineres af brugeren ud fra inddata. Det er som udgangspunkt ikke nødvendigt at modificere PEERS's ligninger eller behandling af forudsætninger eller resultater, hvis der tilføjes eller fjernes energiressourcer fra modelleringen.

Brugeren kan endvidere beslutte, hvilke energiressourcer der skal modelleres på timebasis, og hvilke der skal modelleres på uge- eller årsbasis. For eksempel er det typisk ikke interessant at modellere CO₂-udledninger eller forbrug af biomasse på timebasis. Regnetiden kan derfor reduceres væsentligt ved kun at modellere de relevante vigtige energiressourcer (fx el) på timebasis. I tilfælde hvor lageromkostninger kun udgør en meget lille del af energiressourcens samlede omkostning og ikke begrænser dens anvendelse væsentligt giver sådanne forsimplinger ikke anledning til nævneværdige påvirkninger af modelresultaterne. Hvis lageromkostninger derimod er mere betydelige, bør brugeren overveje sit valg nøje og evt. vise betydningen heraf med en følsomhedsanalyse.

Aktiver og porteføljebegrænsninger

Modellens produktion, lagring og transport af energiressourcer sker via forskellige aktiver, som brugeren fastlægger. Til hvert aktiv hører forudsætninger om fx omkostninger, virkningsgrader, nedetid, og tidsvariationsmønstre afhængigt af teknologi. Til hvert aktiv hører også forudsætninger om eksisterende kapacitet og begrænsninger på etablering af ny kapacitet.

PEERS har også mulighed for at indlægge såkaldte porteføljebegrænsninger. For eksempel kunne forskellige typer af vindmøller (el, hybrid, eller brintmøller) skulle deles om en fælles arealresource. Ved at lade hver af disse aktiver kunne investere op til grænsen, men samtidig begrænse den samlede investering til samme grænse, kan PEERS beregne, hvilken teknologi eller kombinationer heraf der er mest konkurrencedygtige.

Forbrug

Det endelige forbrug af energiressourcer er eksogent fastlagt af modelbrugeren ud fra data og er helt ufølsomt over for priserne. Forbruget kan dog (stadig eksogent)

varierte (se næste afsnit) henover årets uger og timer for fx at afspejle data om forskelle mellem nat og dag, sommer og vinter, spidslasttimer mv.

Der er skitseret en modelopdatering, hvor forbruget kan grupperes og defineres som prisfølsomt ud fra valgte matematiske funktioner². Der bør her skelnes mellem, om forbruget reagerer på de timebaserede spotpriser eller på et årligt prisgennemsnit:

- Årligt gennemsnit: Når forbrugerne efterspørger energitjenester (en kombination af apparater og energiforbrug), er teknologivalget af apparat afgørende, og dette valg afgøres af apparatets pris, energieffektivitet og energiprisen, fx dyrere men mere energieffektive elpærer til belysning.
- Timepriser: Den del af efterspørgslen, som i en eller anden udstrækning er tilknyttet et energilager eller på anden vis er tidsmæssig fleksibel, vil være i stand til at reagere på de timebaserede spotpriser. Der kunne være tale om fx elbiler, som lader få gange om ugen og har mulighed for at lade om natten, eller rumopvarmning og –køling, hvor bygningen bruges som varmelager.

Det vil formentlig være hensigtsmæssigt at kunne modellere begge disse tilfælde. Årligt gennemsnit dækker formentlig den største del af energiforbruget, så prisændringer slår igennem her med de største mængdeændringer. På den anden side kan forbrug som er fleksibelt i forhold til timepriser formentlig flytte en betydelig mængde forbrug væk fra spidslasttimerne, hvilket igen vil påvirke de årlige gennemsnitspriser.

De programmeringsmæssige udfordringer ved denne modelopdatering er meget beherskede. Til gengæld er de bagvedliggende data komplekse og har brug for både fortolkning og kvalitetssikring. ENS' IntERACT model har beskæftiget sig intensivt med emnet, og en evt. opdatering skal derfor koordineres tæt med IntERACT.³

² Fordi modellen er lineær skal denne funktion tilnærmes med en trappeformet funktion.

³ IntERACT fanger betydningen af elprisen for det gennemsnitlige årlige forbrug for husholdninger og erhverv i Danmark frem mod 2050; inklusiv betydningen af teknologivalg, priser og indkomster. Tilsvarende er det med IntERACT muligt at forstå betydning af spotprisen for elforbrug på timeniveau, herunder opdelt på husholdningernes varme, apparat og transportforbrug. El-lagring som en feature i IntERACT er desuden også klar til implementering

Variation over tid

Forbrug og VE-produktion varierer på tværs af årets uger og ugens timer på grund af vejret og for forbrugets vedkommende også som følge af samfundsmæssige forhold såsom forskelle mellem dag og nat, hverdage og weekend.

PEERS benytter sig af tidsserier for vejr- og samfundsmæssig variation for alle årets 8766 timer. Disse tidsserier aggregeres til rådighedsparametre for de udvalgte timer og uger, og bruges til at afstemme variationen i forbrug og produktion (både VE- og anden produktion) i modellens ligninger.

Variable, objektivfunktion og bibetingelser

En optimeringsmodel består af (endogene) variable, objektivfunktion og bibetingelser samt (eksogene) parametre, som afspejler forudsætninger og øvrige data.

Bibetingelser angiver matematiske sammenhænge, som afspejler fx energibalancer eller kapacitetsgrænser, enten som ligheder eller uligheder. I disse sammenhænge indgår både parametre og variable.

Objektivfunktionen angiver en sammenvejning af variable med parametre, som angiver omkostninger og indtægter forbundet med de forskellige variable.

Optimeringsmodellen justerer variablene således, at værdien af objektivfunktionen maksimeres eller minimeres alt efter, hvordan den er udformet, samtidig med at alle bibetingelser overholdes.

Variable

PEERS har 7 blokke⁴ af aktivitetsvariable (en variabel per kombination af modelleret aktiv, uge og time) og en blok af investeringsvariable (en variable per aktiv). Aktivitetsvariablene er inddelt i fire grupper:

- Primær energiproduktion (fx vind, sol)
- Transformation af en modelleret energiressource til en anden
- Transmission mellem regioner (to blokke bestående af eksport og import)
- Lagring (tre blokke bestående af lagerts tilgang, afgang og beholdning)

Alle variable er angivet i effekt (MW), hvor virkningsgraderne angiver input (negativ) og output (positiv) for en eller flere modellerede energiressourcer.

Aktivitetsvariablen kan således betragtes som fx effekten fra en vindmølle eller det termiske input i et kraftværk.

⁴ Med en blok af variable menes at der er en variabel for hver kombination af aktiv, uge og time.

Objektivfunktion

Objektivfunktionen summerer alle omkostninger til renter og afdrag på investering (annuieret kapitalomkostning) samt faste og variable vedligeholdelseskostninger for alle aktiver.

Emissioner håndteres som en energiresource tilknyttet de forskellige aktiver, og omkostningerne herved behandles på samme måde som ved alle andre aktiver. Se også næste afsnit.

Emissioner

I den udstrækning modelbrugeren ønsker at værdisætte fx emissioner af CO₂ kan der tilføjes et aktiv, som "absorberer" CO₂ til en given CO₂-omkostning – herved modelleres en eksogen CO₂-omkostning. Det er også muligt at sætte omkostningen for CO₂-absorbering til nul, og i stedet lave en øvre grænse på den samlede absorbering – herved modelleres et kvotemarked med en endogen kvotepris. Ønskes et internationalt kvotemarked kan der laves et absorberingsaktiv per modelleret region, og tilføjes en porteføljebegrænsning (se afsnit nedenfor).

Energibalancer

For hver modelleret energiresource, region, uge og time skal balancen mellem produceret og forbrugt energi stemme, dvs. udbud skal være lig efterspørgsel på energimarkedene.

Hvert aktiv er tilknyttet en eller flere energibalancer (afhængigt af hvilke energiresourcer aktivet forbruger eller producerer, og hvilken region aktivet er tilknyttet).

Der er i modellen en bibetingelse for hver kombination af regioner x uger x timer af disse balancer, som omfatter relevante aktiver og forbrug:

- Udbud: Transformation og primær produktion, import og afgang fra lager
- Efterspørgsel: Forbrug, input til transformation, eksport og tilgang til lager

Bibetingelsen kræver, at udbud er lig efterspørgsel.

Lagerstyring

Lagerbeholdningen er defineret som en energibalance på tværs af tidsskridt efter primo princippet, sådan at

- $\text{Beholdning(primo)} + \text{tilgang} - \text{afgang} = \text{Beholdning(ultimo)}$

Tilgangen til lageret kan i tilfælde af vandkraft også have en eksogen komponent, nemlig nedbør og afstrømning i magasinets opland.

I den udstrækning, der beregnes med et repræsentativt udvalg af uger og timer, vægtes ændringerne (tilgang – afgang) med de tilhørende time- og ugevægte, så lagerstørrelse og nedbørsmængder indregnes korrekt i energibalancerne for lager.

Produktions- og investeringsbegrænsninger

For hvert aktiv angives en initial kapacitet (som antages at være tilstede før den modellerede investeringsbeslutning) og en overgrænse⁵ for kapacitetsudvidelse (begrundet i fx egnet areal til vindmøller). Disse grænser bruges som følger:

- Investeringsvariablen er begrænset opadtil af overgrænsen for kapacitetsudvidelsen
- Aktivitetsvariablene er begrænset opadtil af den initiale kapacitet plus investeringsvariablen ganget med en rådighedsparameter

Rådighedsparameteren (et tal mellem 0 og 1) kan angive andelen af opetid, hvor aktivet er til rådighed og ikke fx til vedligehold. Den kan også angive tilgængeligheden af en given ressource, i eksemplet vindmøller hvor stor en del af møllens kapacitet der kan udnyttes givet vindhastigheden. For lagring er der endvidere angivet parametre, som sammenkæder produktionskapaciteten i form af lagerets tilgang, afgang og beholdning.

Tidsopløsning og energiresourcer

For at imødekomme behovet for at kunne modellere ikke bare på timefrekvens, men også på uge- og årsfrekvens er der tilføjet en række ekstra tidsskridt: En gennemsnitstime for hver uge og en gennemsnitsuge for året. Energibalancer for ressourcer er defineret som følger:

- Timefrekvens: De almindelige timer og uger
- Ugefrekvens: De almindelige uger og gennemsnitstimen for hver uge
- Årsfrekvens: Gennemsnitsugen for året og gennemsnitstimen for ugen

Endvidere skal der også angives reguleringsfrekvens for hver aktiv. Primær-, transmissions- og lagringsaktiver skal have angivet den samme frekvens som den energiresource de håndterer.

For transformationsaktiver kan det være dog tilfældet, at de forbrugte og producerede energiresourcer ikke er modelleret med samme tidsopløsning, eller

⁵ Det er også muligt at indsætte undergrænser.

for den sags skyld aktivets reguleringsfrekvens. På et biomassefyret kraftvarmeværk vil biomasse typisk være modelleret på årsfrekvens, mens el og varme er modelleret på timefrekvens. Værket vil typisk være reguleret på timefrekvens.

Der er derfor tilføjet ekstra bibetingelser, som sammenkæder transformationsaktivets aktivitetsvariable mellem de relevante time- uge og årsfrekvenser (detaljeret matematisk behandling findes i bilagets afsnit 5.3.2). Der er seks forskellige undertilfælde af kombinationen af en energiresources handelsfrekvens med et transformationsaktives reguleringsfrekvens:

1. Timereguleret transformation med energiresource handlet på ugefrekvens (fx et elektrolyseanlæg som afsætter brint handlet på ugentlig frekvens): Aktivitet på ugefrekvens – som i eksemplet indgår i brintbalancen – beregnes som et gennemsnit af aktivitet på timefrekvens.
2. Ugereguleret transformation med energiresource handlet på timefrekvens (fx et affaldsforbrændingsanlæg, som vælger sit aktivitetsniveau på ugebasis, og producerer el og varme handlet på timebasis): Aktivitet på timefrekvenser – som i eksemplet indgår i el og varme balancerne – sættes lig aktivitet på ugefrekvens for den pågældende uge.
3. Timereguleret transformation med energiresource handlet på årsfrekvens (fx en timereguleret gasturbine som køber gas på årsbasis): Aktivitet på årsfrekvens – som i eksemplet indgår i gasbalancen – fastsættes som et gennemsnit af aktivitet på timefrekvens
4. Årsreguleret transformation med energiresource handlet på timefrekvens (fx et bioraffinaderi som opererer alle årets timer, og som forbruger el handlet på timefrekvens): Aktivitet på timefrekvens – som i eksemplet indgår i elbalancen – sættes lig aktivitet på årsfrekvens
5. Ugereguleret transformationsaktiv med energiresource handlet på årsfrekvens (fx et affaldsforbrændingsanlæg som vælger sit aktivitetsniveau på ugebasis, og forbruger affald handlet på årsbasis): Aktivitet på årsfrekvens – som i eksemplet indgår i affaldsbalancen – fastsættes som et gennemsnit af aktivitet på ugefrekvens
6. Årsreguleret transformationsaktiv med energiresource handlet på ugefrekvens (fx et metanolraffinaderi som vælger sit aktivitetsniveau på årsfrekvens, og forbruger brint handlet på ugefrekvens): Aktivitet på ugefrekvens – som i eksemplet indgår i brintbalancen – sættes lig aktivitet på årsfrekvens.

Porteføljebegrænsninger

I en række tilfælde er der behov for at begrænse aktivitet eller investeringer for en portefølje af aktiver. Der kan for eksempel – som tidligere nævnt – være tale om internationale emissionsbegrænsninger, hvor hver region har et aktiv, der



absorberer CO₂, men hvor det er den samlede emission for en række regioner som er underlagt en begrænsning. Der kan også være tale om begrænsede arealer, hvor forskellige typer af vindmøller (fx el, brint eller hybrid) hver især tager en del af arealet, så det er summen af disse aktivers kapacitet, der er begrænset.

I modellen er pt implementeret porteføljebegrænsninger for minimum, maksimum og lig-med kapacitet, og tilsvarende på årlig minimum, maksimum og lig-med aktivitet fortolket som samlet produktion ekskl. tab over det modellerede år.

Resultater

Energibalancer

I bibetingelserne for energibalancerne indgår aktiviteten for alle relevante aktiver, og energibalancerne kan derfor udarbejdes ud fra hvert enkelt aktiv over timer og uger til de forskellige energibalancer. Typisk vil hver modelkørsel give anledning til 100.000-vis af sådanne bidrag, så de rå energibalancer med alle deres timer kan aggregeres til en balance for det samlede år.

Priser og pengestrømme

Siden hver energibalance (kombineret over energiresourcer, regioner, uger og timer) er en bibetaling i modellen, vil der også være en skyggepris⁶ knyttet til hver. Denne skyggepris afspejler produktionsomkostningen for den dyreste aktiv som producerer, og skal fortolkes som en markedsbaseret pris for den pågældende regions energiresource i den angivne time/uge.

Ganger man skyggeprisen på aktivernes energiforbrug og –produktion kan man også beregne pengestrømmene til og fra de enkelte aktiver. Ved at summere energi- og pengestrømme over det modellerede år, kan man herefter beregne de teknologivægtede omkostninger til energikøb og indtægter fra energisalg (såkaldte teknologivægtede priser).

Investeringer og rentabilitet

For hvert aktiv kan man som nævnt via pengestrømmene gøre rede for indtjening og udgifter på energimarkedene. Sammen med forudsætningerne om kapital- og

⁶ Skyggeprisen er teknisk set værdiændringen i objektivfunktionen som følge af at øge højresiden af energibalancen med 1 enhed. Dvs. tilføjer man fx 1 MWh forbrug i en given time øges værdien af objektivfunktionen med omkostningen til at producere denne ene MWh.

driftsomkostninger kan man derfor redegøre om rentabilitet⁷ for hver af de modellerede aktiver. Summen af alle aktivernes over- og underskud giver producentoverskuddet. Derudover kan beregnes andre nyttige indikatorer som fx udnyttelsesgrad i procent eller fuldlasttimer.

Samfundsøkonomi og ressourcerenter

Som nævnt tidligere er forbruget indtil videre fastsat som en eksogen størrelse (fuldstændig inelastisk efterspørgsel). Forbrugeroverskuddet påvirkes derfor udelukkende af den forbrugsvægtede elpris. Det samfundsøkonomiske trekantstab kan ikke være en del af modellens beregninger, når efterspørgslen er inelastisk (efterspørgselskurven er lodret). Ændringer i forbrugeroverskuddet mellem forskellige modelscenarier kan derfor beregnes ud fra en vilkårlig værdisætning af forbrug.

Modellen beregner som nævnt i sidste afsnit producentoverskuddet. De investeringsaktiver, som er baserede på begrænsede ressourcer, og hvor alle ressourcerne udnyttes, vil opleve at have en positiv profit⁸. Denne profit kan betragtes som en ressourcerente (som potentielt kan beskattes fx via auktioner af areal). Summen af producent- og forbrugeroverskud kan derfor danne ryggraden i en samfundsøkonomisk analyse.

De forskellige aktiver kan endvidere tilknyttes forskellige aktører (fx kunne transmissionsaktiver forudsættes at tilhøre TSO'erne), så producentoverskuddet også kan allokere til forskellige relevante (grupper af) aktører.

Modellen inkluderer indtil videre ikke beskatning, så det er ikke umiddelbart muligt at beregne energibeskatningens indvirkning på de offentlige finanser eller på investering, produktion og forbrug af de modellerede energiresourcer.

Bilag – Teknisk dokumentation

Følgende bilag er en del af den modeltekniske dokumentation fra PEERS.

⁷ Investeringsbeslutninger for aktiver som ikke motiveres af en rentabilitetsbetragtning kan indføres i modellen som et minimumskrav til investeringen. Sådanne investeringer er ikke nødvendigvis rentable.

⁸ I den udstrækning der fx indregnes omkostningsestimater for leje af areal, bør denne omkostning fastlægges som den alternative værdi af arealudnyttelsen. Herved kan modellen estimere merværdien ved anden udnyttelse af arealet, eller undlade at foretage investeringen, hvis den alternative udnyttelse giver bedre økonomisk mening.