



Regionalisering av LIBEMOD

Dokumentasjon av data

TALL

SOM FORTELLER

NOTATER / DOCUMENTS

2020/22

Finn Roar Aune og Bodil Merethe Larsen

I serien Notater publiseres dokumentasjon, metodebeskrivelser, modellbeskrivelser og standarder.

© Statistisk sentralbyrå
Ved bruk av materiale fra denne publikasjonen
skal Statistisk sentralbyrå oppgis som kilde.

Publisert 12. mai 2020

ISBN 978-82-587-1133-6 (elektronisk)
ISSN 2535-7271 (elektronisk)

Standardtegn i tabeller	Symbol
Tall kan ikke forekomme	.
Oppgave mangler	..
Oppgave mangler foreløpig	...
Tall kan ikke offentligjøres	:
Null	-
Mindre enn 0,5 av den brukte enheten	0
Mindre enn 0,05 av den brukte enheten	0,0
Foreløpig tall	*
Brudd i den loddrette serien	—
Brudd i den vannrette serien	
Desimaltegn	,

Forord

LIBEMOD er en partiell energimarkedsmodell med hovedvekt på europeiske kraft- og gassmarkeder, hvor Norge er representert ved én region. I dette notatet dokumenteres viktige data for en utvidelse av LIBEMOD hvor Norge er representert ved fem regioner.

Statistisk sentralbyrå, 20 april 2020

Brita Bye

Sammendrag

LIBEMOD er en partiell energimarkedsmodell hvor produksjon, etterspørsel og handel med energivarer modelleres. I modellen er hele verden modellert, men utenom EU/EØS og Sveits er det aggregerte regionstørrelser og forenklete beskrivelser av energimarkedene. For de europeiske landene nevnt ovenfor, er det mer detaljerte beskrivelser av etterspørsels- og produksjonssystemene.

I forbindelse med forskningsprosjektet ELECTRANS, finansiert av Norges forskningsråd, er det behov for en regionalisering av Norge i LIBEMOD. I dette prosjektet er det først og fremst kraftmarkedet vi ønsker å studere. Vi har derfor valgt en regioninndeling i Norge som tilsvarer de fem norske områdene som døgnet til Nord Pool opererer med.

I dette notatet dokumenteres data som er benyttet for å etablere modellversjonen med fem norske regioner.

Innhold

Forord	3
Sammendrag	4
1. Innledning	6
2. Regional inndeling	7
3. Vannkraft	8
4. Vindkraft	10
5. Solkraft	11
6. Produksjon av naturgass, olje og kull	11
7. Produksjon av biomasse	12
8. Kostnader for nye kraftkabler	12
9. Fylkesfordelt bruttoprodukt og inntekt	13
10. Kraftproduksjon	13
11. Energipriser til sluttbrukere	13
12. Energibruk	14
13. Overføringskapasiteter for kraft	14
Referanser	16

1. Innledning

LIBEMOD er en partiell energimarkedsmodell hvor produksjon, etterspørsel og handel med energivarer modelleres. I modellen er hele verden modellert, men utenom EU/EØS og Sveits er det aggregerte regionstørrelser og forenklede beskrivelser av energimarkedene. For de europeiske landene som er nevnt ovenfor, er det mer detaljerte beskrivelser av etterspørsels- og produksjonssystemene. Spesielt er kraftmarkedene i Europa detaljert beskrevet med disaggregert tidsoppløsning, mens de andre energivarene er beskrevet med år som tidsoppløsning, se Aune m.fl. (2008) for en beskrivelse av modellen. Inneværende hovedversjon av LIBEMOD har 2009 som basisår.¹ Mange data er imidlertid oppdatert med nyere tallgrunnlag.

LIBEMOD brukes hovedsakelig til å analysere problemstillinger på europeisk nivå. Den typiske måten å bruke modellen på, er å simulere markedslukeveksten i et framtidig år, for eksempel 2030, gitt antagelser om utviklingen i en rekke eksogene parametere (som økonomisk vekst), fra basisåret fram til simuleringsåret.

Tidligere er LIBEMOD blant annet brukt til å analysere virkninger på de europeiske kraft- og gassmarkedene av endringer i politikk knyttet til russisk naturgass, se Aune m.fl. (2015) og Aune m.fl. (2017). Virkninger av EUs politikk hvor reduksjon i utslipp av klimagasser, økt bruk av fornybar energi og økt energieffektivitet er sett i sammenheng er også analysert, se Aune og Golombek (2018). Oppdelingen på landnivå innenfor EØS innebærer at problemstillinger med landfokus kan studeres med en konsistent beskrivelse av energimarkedene utenfor landet.

Det finnes også en versjon av modellen som muliggjør analyse av problemstillinger hvor usikkerhet i modellvariable er viktig, se Brekke m.fl. (2013) for en anvendelse av denne modellversjonen.

I forbindelse med forskningsprosjektet ELECTRANS, finansiert av Norges forskningsråd, er det behov for en regionalisering av Norge i LIBEMOD. Problemstillingen som skal studeres ved en regionalisert versjon av LIBEMOD er virkninger på kraftmarkedet i Norge av økt elektrifisering av personbilparken. Denne analysen skjer i samarbeid med TØI, Transportøkonomisk institutt. TØI bruker sine transportmodeller til å fordele etterspørsel etter elektriske biler på ulike norske regioner, mens LIBEMOD simulerer regionale virkninger på kraftprisen. Modellene brukes i iterasjon til kraftpris og etterspørsel etter elektriske biler er konsistent bestemt.

Den regionaliserte versjonen av LIBEMOD kan brukes til en rekke andre problemstillinger. Man kan for eksempel studere virkninger av utenlandskabler, som den planlagte North Connect mellom Vestlandet og Skottland. Både effekter på investeringer i kraftproduksjon og kraftlinjer og mer kortsiktige effekter, som tørr- og våtår i vannkraftsystemet, kan være aktuelle fokus. Andre relevante problemstillinger er analyser av virkninger av å fjerne flaskehalser i kraftnettet i Norge, som for eksempel fra Finnmark mot resten av landet. Dette kan utløse store potensialer for vindkraftutbygging i Finnmark, hvor vindressursene er gode.

I dette notatet dokumenteres data som er benyttet for å etablere modellversjonen med norske regioner. I LIBEMOD tilsvarer regioninndelingen i Norge de fem norske elspotområdene som døgnetmarkedet til Nord Pool opererer med.² De

¹ Se <https://www.frisch.uio.no/ressurser/LIBEMOD/data/>

² Se <https://www.nordpoolgroup.com/Market-data1/#/nordic/map>.

viktigste datakildene er Statistisk sentralbyrå og NVE (Norges vassdrags- og energidirektorat), men også flere andre kilder benyttes. Dataene som omtales er delvis knyttet til basisåret (2009), eventuelt oppdatert med nyere informasjon, mens andre data knytter seg til framtidig utvikling av energimarkedene, som kostnader knyttet til utbygging av kraftlinjer. Mange LIBEMOD-data er felles for de europeiske landene som er modellert (også Norge). Disse blir også benyttet for de norske regionene.

Vi omtaler regionoppdelingen, produksjon i 2009 og produksjonsmuligheter framover i tid for vann-, vind- og solkraft, samt produksjonsmulighetene for andre energivarer som naturgass, olje, kull og biomasse. Videre blir sentralnettet beskrevet med kapasiteter mellom regionene og kostnader for utvidelser. På etterspørselssiden er regionale energipriser og energibruk for diverse energivarer i 2009 omtalt med særlig fokus på kraftmarkedet. Også inntekt og aktivitet i 2009 for ulike sektorer er regionfordelt.

2. Regional inndeling

Vi ønsker først og fremst å studere kraftmarkedet ved en regional inndeling av Norge. Vi benytter tilnærmet de samme fem norske områdene som døgnetmarkedet til Nord Pool opererer med.

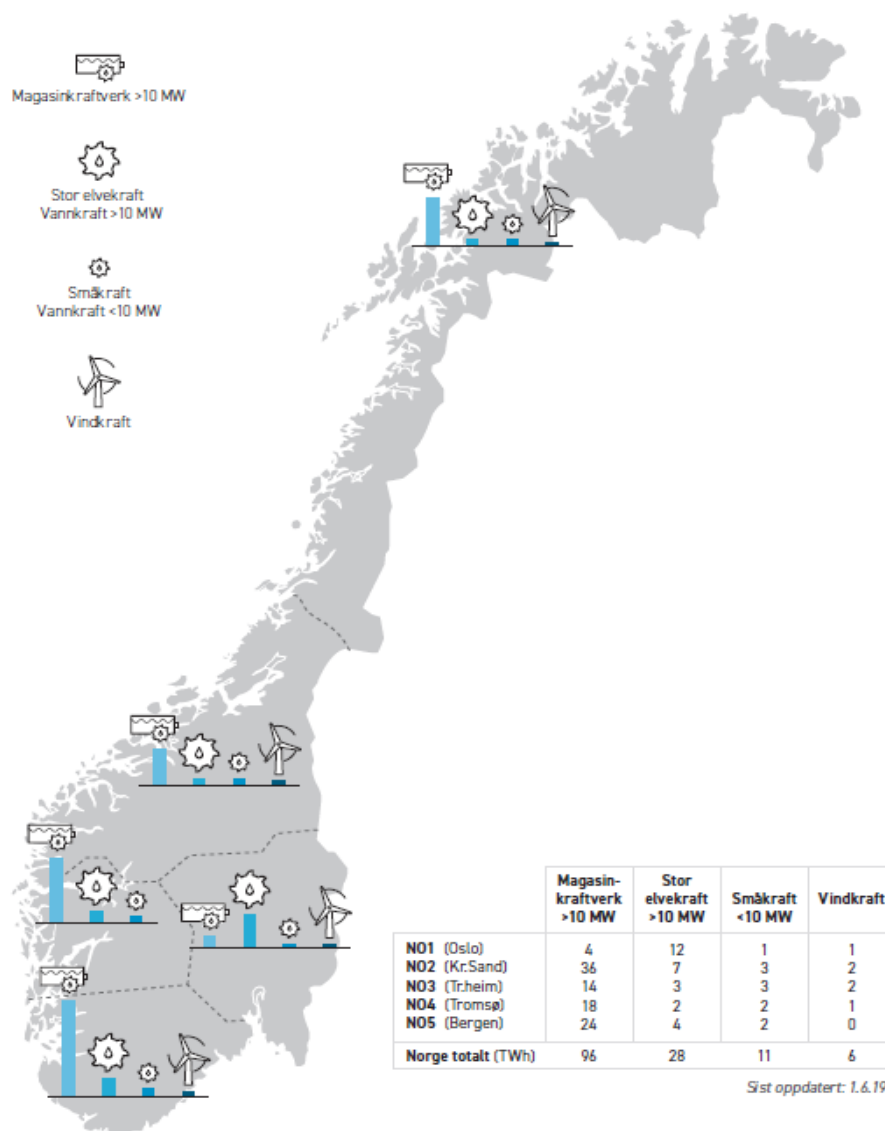
Dette er elspotområdene NO1-NO5 per 7. mars 2016 slik vi har operasjonalisert dem i LIBEMOD:

- NO1 – Sørøst-Norge: Østfold, Akershus, Oslo, Hedmark, Oppland og Buskerud.
- NO2 – Sørvest-Norge: Vestfold, Telemark, Aust-Agder, Vest-Agder og Telemark.
- NO3 – Midt-Norge: Nord-Trøndelag, Sør-Trøndelag, Møre og Romsdal samt halve Sogn og Fjordane.
- NO4 – Nord-Norge: Nordland, Troms og Finnmark.
- NO5 – Vest-Norge: Hordaland og halve Sogn og Fjordane.

Områdeoppdelingen har, hvis vi går mer detaljert inn på avgrensninger på kommunenivå, noen avvik sammenlignet med vår litt forenklete tilnærming, men de er få og av begrenset størrelse.

Figur 1 viser områdedelingen på Nord Pool per 1. juni 2019 samt noen andre regionale data om kraftmarkedet.

Figur 1. Energifakta om Norge fra Olje- og energidepartementet, 2019



Kilde: Olje og energidepartementet (2019) – oppdatert 1.6.19:
<https://energifaktanorge.no/norsk-energiforsyning/kraftmarkedet/>

3. Vannkraft

Vi benytter data for 2001 på kraftstasjonsnivå som tidligere er benyttet til den regionale versjonen av modellen Normod-T, se Haug og Johnsen (2004). En rekke variable for geografi, tekniske forhold, ytelse og produksjon og hydrologi er dekket i disse dataene (for hver av de om lag 700 kraftstasjonene i Norge). Basert på kommunetilhørighet for alle kraftstasjoner kobler vi hver kraftstasjon til en av våre 5 regioner i LIBEMOD (med kommunenummer som nøkkel). I perioden 2001-2009 er det bygd en begrenset mengde nye vannkraftverk i Norge, noe som fremgår hvis vi sammenligner datapunktet i 2009 fra LIBEMOD med én region i Norge med datapunktet i 2001 fra Normod-T. Vi kalibrerer slik at summen av elvekraft og magasin-kraft blir lik datapunktet fra LIBEMOD, mens forholdsvis regionfordeling videreføres fra Normod-T-modellen.

I LIBEMOD med én Norgesregion fremskrives forventet utvikling i kapasitet fram til 2020 med en vekst på drøye 4 prosent. Vi antar at denne fordeles på regionene med samme vekst forholdsvis. Utviklingen etter 2020 simuleres i modellen.

Tabell 1. Kraftproduksjonskapasitet i norske vannkraftverk på regionnivå, GW, 2009

	NO1	NO2	NO3	NO4	NO5
Elvekraft	1,8	1,3	0,5	0,4	0,7
Magasinkraft	2,5	8,5	3,0	3,9	5,8

Kilder: Statistisk sentralbyrå og egne beregninger.

Produksjonen i vannkraftverkene er begrenset av tilsig av vann til magasinene i magasinkraftverk og til turbinene i elvekraftverk (her skjer produksjonene momentant med tilgangen på energi). Som en forenkling har vi antatt at tilsiget følger samme mønster som for Norge som helhet fra LIBEMOD med Norge som en region. Dette kan i prinsippet være problematisk, men siden tilsiget av vann til magasinene fra snøsmelting i all hovedsak skjer i sommerperioden (se nedenfor for beskrivelse av sesongoppdelingen i LIBEMOD), velger vi denne tilnærmingen i LIBEMOD.

Tabell 2. Normalårstilsig til vannkraftverk for regionene på sesongnivå. Magasinkraftverk, TWh, 2009

	NO1	NO2	NO3	NO4	NO5
Sommer	8,3	23,9	13,6	12,6	15,5
Vinter	2,3	6,6	3,8	3,5	4,3

Kilder: NVE (2012a, b, c), NVE (2013) og egne beregninger.

Tabell 3. Normalårstilsig til vannkraftverk for regionene på sesongnivå. Elvekraftverk, TWh, 2009

	NO1	NO2	NO3	NO4	NO5
Sommer	8,1	3,5	2,0	1,6	2,0
Vinter	4,9	2,1	1,2	1,0	1,2

Kilder: NVE (2012a, b, c), NVE (2013) og egne beregninger.

I LIBEMOD ligger det inne mulighet for flytting av vann for vannkraftverk med magasiner mellom LIBEMODs to sesonger (vinter 1. oktober - 1. april, sommer 1. april - 1. oktober). I versjonen av LIBEMOD med én region i Norge ble forskjellen mellom observert maksimumsverdi for norsk magasinnivå i uke 40 og observert minimumsverdi for norsk magasinnivå i uke 14 (i TWh) i perioden 2002-2017 brukt som modellvariabel for utnyttbar magasinkapasitet.³ For regionversjonen av LIBEMOD bruker vi tilsvarende tall for elspotområdene fra samme kilde.

Tabell 4. Utnyttbar magasinkapasitet for norske regioner, TWh, 2009

	NO1	NO2	NO3	NO4	NO5
	4,4	29,6	6,1	15,9	11,2

Kilder: <https://www.nve.no/energiforsyning/energiforsyningsdata/magasinstatistikk/> og egne beregninger.

I modellen er investering i nye kraftverk en viktig beslutningsvariabel. For nye vannkraftverk har vi fått tilgang til en database fra NVE⁴ som inneholder detaljerte data om mulige nye kraftverksprosjekter med kostnader, geografisk beliggenhet og type (magasinkraft, elvekraft og pumpekraft). Fra modellen med én region og med bakgrunn i dataene fra NVE har vi konstruert tilbudsfunksjoner for ny vannkraft i den regionale LIBEMOD-modellen. Potensialet for ny elvekraft er større enn ny magasinkraft – det er mange små potensielle prosjekter hvor bygging av magasin ikke er lønnsomt.

Tabell 5. Potensial for ny vannkraft på regionnivå i Norge, TWh

	Magasinkraft	Elvekraft
NO1	0,3	1,6
NO2	1,0	2,6
NO3	0,9	2,9
NO4	2,2	2,6
NO5	1,7	3,0

Kilder: NVE og egne beregninger.

³ Se <https://www.nve.no/energiforsyning/energiforsyningsdata/magasinstatistikk/>

⁴ Kommunikasjon med Fredrik Arnesen, NVE.

4. Vindkraft

Potensialet for ny vindkraftproduksjon i Norge har vi hentet fra https://www.nve.no/media/2470/vindkart_for_norge_oppdagsrapporta10-09.pdf.

Tabell 6 angir potensialet for vindkraft i Norge for ulike vindklasser. $U > 6$ m/s angir kraftproduksjonspotensialet i TWh i områder hvor typisk vind er høyere enn 6 m/s. Tilsvarende for 7 m/s og 8 m/s.

Tabell 6. Potensial for vindkraft etter fylke, TWh

	U>6 m/s	U>7 m/s	U>8 m/s
Østfold	0,4	0	0
Akershus	0,2	0	0
Oslo	0	0	0
Hedmark	72,9	41,3	10,8
Oppland	101	55,2	19,1
Buskerud	49,1	35,4	13,3
Vestfold	0,1	0,1	0
Telemark	32,9	23,9	9,2
Aust-Agder	9,8	6,8	1,6
Vest-Agder	32,6	29,4	11,1
Rogaland	55,1	46,8	23,7
Hordaland	81,3	50,3	10,4
Sogn og Fjordane	120	84	41,2
Møre og Romsdal	86,9	57,4	17,5
Sør-Trøndelag	97,8	74,1	27,7
Nord-Trøndelag	116	82,7	28,3
Nordland	289	197	66,6
Troms	202	109	18,4
Finnmark	499,9	349,6	120,1
Hele	1847	1243	419

Kilder: NVE (2009) og egne beregninger.

Potensialet i tabellen er et teoretisk potensial for ny vindkraft framover, hvor det er antatt en utbyggingstetthet for vindkraft på 8 MW/km² (dvs ikke hensyntatt lønnsomhet, nettkapasitet osv.), se nærmere dokumentasjon i ovennevnte rapport (NVE, 2009). Vi kalibrerer potensialet fra NVE til LIBEMODs samlede potensial for Norge (162,1 TWh) for modellversjonen med én region i Norge. Vi skalerer også potensialet i Finnmark ned til 10 prosent av $U>8$ (dvs. til 12 TWh) som følge av begrenset overføringskapasitet ut av området.

Tabell 7. Vindkraftpotensial for norske fylker, LIBEMOD-skalert, TWh

	U>6 m/s	U>7 m/s	U>8 m/s
Østfold	0,045	0,000	0,000
Akershus	0,022	0,000	0,000
Oslo	0,000	0,000	0,000
Hedmark	8,123	6,939	5,423
Oppland	11,254	9,274	9,592
Buskerud	5,471	5,948	6,679
Vestfold	0,011	0,017	0,000
Telemark	3,666	4,015	4,620
Aust-Agder	1,092	1,142	0,803
Vest-Agder	3,632	4,939	5,574
Rogaland	6,139	7,863	11,902
Hordaland	9,059	8,451	5,223
Sogn og Fjordane	13,371	14,113	20,690
Møre og Romsdal	9,683	9,644	8,788
Sør-Trøndelag	10,897	12,450	13,910
Nord-Trøndelag	12,925	13,894	14,212
Nordland	32,202	33,098	33,445
Troms	22,508	18,313	9,240
Finnmark	12	12	12,000
Sum	162,1	162,1	162,1

Kilder: NVE (2009) og egne beregninger.

Vi må deretter konvertere dette fra fylkesnivå til våre fem regioner, se tabell 8. Vi har valgt LIBEMOD-skaleringen for $U>6$ m/s fra tabell 7.

Tabell 8. Utbyggingspotensial for vindkraft for de fem regionene, TWh

NO1	24,915
NO2	14,541
NO3	40,191
NO4	66,709
NO5	15,744
Sum	162,100

Kilder: NVE (2009) og egne beregninger.

Kostnadsparameterne for vindkraft skaleres på regionene forholdsmessig i forhold til LIBEMOD-versjonen med én region i Norge, og justeres i forhold til hvor vindforholdene er best, nestbest, også videre.

5. Solkraft

Mulighetene for å bygge ut solkraft er i LIBEMOD basert på energi fra solinnstråling og tilgjengelighet av gode arealer for plassering av solkraftanlegg. Generelt antas at tilgjengelig areal til solkraftutbygging utgjør 0,5 prosent av jordbruksareal i de ulike land/regioner. Videre antas det at potensialet gradvis kan tas i bruk, slik at 40 prosent er tilgjengelig i 2009 og lineært økende til 100 prosent i 2050. Solinnstrålingsdata er hentet fra NASA (<https://eosweb.larc.nasa.gov>) og bearbeidet slik at i hver region/land utpekes et beste punkt og verste punkt for solinnstråling innenfor det antatte utbyggingsarealet. Konkret innebærer det at tilgjengelig solenergi anslås i form av antall timer et solkraftverk kan produsere på full effekt for sommer- og vinterperiodene i beste og dårligste produksjonspunkt i hver region. Det antas at fordelingen på gode og dårlige steder i produksjonspotensialet er slik at det kan bygges ut like mye solkraft, målt i installert effekt, for alle innstrålingsnivåer. Det betyr at hvis man bygger ut halve potensialet og begynner i det beste punktet, er antall soltimer i det sist utbygde solkraftverket et gjennomsnitt av det beste og det dårligste punktet. Videre fordeles solkraftproduksjon til dagperioden i modellen.

Tabell 9. Tilgjengelig areal for solkraft i 2009 (2050), km²

	NO1	NO2	NO3	NO4	NO5
	8,3 (20,7)	3,9 (9,8)	5,7 (14,1)	1,9 (4,7)	0,5 (1,1)

Kilder: Statistisk sentralbyrå, Statistikkbanken og egne beregninger.

Tabell 10. Soltimer i sommer- og vinterperiodene i norske regioner, LIBEMOD

	NO1	NO2	NO3	NO4	NO5
Best lokalitet					
Sommer	863	946	802	794	807
Vinter	292	310	220	180	268
Dårligst lokalitet					
Sommer	789	710	734	698	709
Vinter	231	220	179	109	205

Kilder: NASA (<https://eosweb.larc.nasa.gov>) og egne beregninger.

6. Produksjon av naturgass, olje og kull

Produksjon av naturgass og olje antas som en forenkling kun å være knyttet til regionen NO2 (Sørvest-Norge). Parameterne i tilbudsfunksjonene er lik de som benyttes i modellvarianten hvor Norge er modellert som ett markedsområde. Tilsvarende er produksjon av kull lagt til NO4 (Nord-Norge) med tilhørende tilbudsfunksjon siden kullutvinning i Norge er lokalisert på Svalbard.

7. Produksjon av biomasse

For biomasse er produksjonen i Norge fordelt over hele landet. Dermed må data og tilbudsfunksjoner tilpasses for hver region på en konsistent måte. Vi har antatt at produksjon av biomasse i hver region er fordelt i samsvar med andelen i forbruk av biomasse på regionnivå i 2009 som er hentet fra Statistikkbanken i SSB. Tilbudsfunksjonene for biomasse i regionene i et framtidig år blir da kalibrert slik at med engrospris lik antatt engrosregionpris i 2009 for biomasse i Norge, blir produksjonen på regionnivå lik anslått produksjon av biomasse i 2009.

Tabell 11. Produksjon av biomasse, Norge med regioner og som én region, Mtoe, 2009

	NO1	NO2	NO3	NO4	NO5	Norge
	0,539	0,186	0,205	0,063	0,073	1,065

Kilder: Statistisk sentralbyrå, Statistikkbanken og egne beregninger.

8. Kostnader for nye kraftkabler

Kostnader til nye kraftkabler er en funksjon av type kabel (landlinje eller sjøkabel) og kabelens lengde. Med regioner i Norge i stedet for Norge som én region, må kostnader for nye kabler mellom Norgesregionene og mot tredjeland fra Norgesregionene beregnes. Vi benytter samme kostnadstall per kilometer kabel og for faste installasjoner som i modellen med Norge som én region. Det vi trenger er da avstanden mellom tyngdepunktet av kraftforbruk/-produksjon i regionene og avstanden mellom disse. Vi antar at for Norgesregionene er tyngdepunktene representert med avstand i km mellom de største norske byene i hver region, se tabell 12.⁵

Tabell 12. Avstand mellom regioner i LIBEMOD, km

	NO1 Oslo	NO2 Kristiansand	NO3 Trondheim	NO4 Harstad	NO5 Bergen
Oslo	0	250	392	0	305
Kristiansand	250	0	0	0	292
Trondheim	392	0	0	657	430
Harstad	0	0	657	0	0
Bergen	305	292	430	0	0

Kilder: <http://www.movable-type.co.uk/scripts/latlong.html> og http://www.mapsofworld.com/lat_long/

Videre er avstandene mellom de norske regionene og utlandet beregnet og angitt i tabell 13.

Tabell 13. Avstand mellom regioner i Norge og øvrige land i LIBEMOD, km

	NO2 Kristiansand	NO4 Harstad	NO1 Oslo	NO5 Bergen	NO3 Trondheim
Belgia	847	0	0	0	0
Tyskland	899	0	0	0	0
Danmark	288	0	0	0	0
Finland	0	970	0	0	0
Storbritannia	900	0	0	0	0
Nederland	730	0	0	0	0
Sverige	0	1057	417	0	613
Russland	0	1797	0	0	0
Island	0	0	0	1133	0

Kilder: <http://www.movable-type.co.uk/scripts/latlong.html> og http://www.mapsofworld.com/lat_long/

⁵ Selv om Tromsø er den største byen i NO4, antar vi at Harstad er det mest passende sentralpunktet for NO4.

9. Fylkesfordelt bruttoprodukt og inntekt

Data for produksjon (næringer) og inntekt (husholdninger) på regionnivå er hentet fra fylkesfordelt bruttoprodukt etter næring og inntekt for husholdningene i fylkesfordelt nasjonalregnskap for 2009 (SSBs statistikkbank). Tallene er aggregert opp til LIBEMODs regioner og sektorer. For transportsektoren er det lagt til en andel av husholdningenes inntekt som følger fra andelen i LIBEMOD-modellen når Norge er én region. Aktivitetsnivåer og inntekter er kalibrert slik at for hver sektor er summen for regionene lik nivået i LIBEMOD-varianten med Norge som én region.

Tabell 14. LIBEMOD-data for inntekt (husholdninger) og næringer (bruttoprodukt), millioner Euro (faste 2009-priser), 2009

	Husholdninger	Industri	Transport	Tjenesteyting
NO1	34273	60707	28850	116114
NO2	17864	60799	14749	42163
NO3	10932	28865	9638	28368
NO4	6508	14682	5346	17652
NO5	8601	24695	7879	22914

Kilder: Statistisk sentralbyrå, Statistikkbanken og egne beregninger.

10. Kraftproduksjon

Produksjon av ulike typer kraft (GWh) etter region er hentet fra Statistikkbanken på fylkesnivå og aggregert opp til LIBEMOD-regioner. Fordelingen på krafttyper er en kalibrert versjon av produksjonsfordelingen i LIBEMOD med én region og regiontallene fra Statistikkbanken.

Tabell 15. Produksjon av kraft i Norge på regioner i 2009, TWh

	NO1	NO2	NO3	NO4	NO5
Magasinkraft	10,7	31,0	17,7	16,4	20,2
Pumpekraftverk	0,0	0,7	0,2	0,0	0,2
Elvekraftverk	13,7	5,8	3,4	2,7	3,4
Gasskraft	0,0	3,0	0,0	1,1	0,0
Kullkraft	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0
Oljekraft	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0
Søppelkraft	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0
Biomassekraft	0,2	0,0	0,1	0,0	0,0
Vindkraft	0,0	0,0	0,8	0,2	0,0
Øvrig kraft	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0

Kilder: Statistisk sentralbyrå, Statistikkbanken og egne beregninger.

11. Energipriser til sluttbrukere

Energipriser til sluttbrukere i de ulike regionene i 2009 er i stor grad videreført fra prisene i LIBEMOD-versjonen med Norge som én region, men for elektrisitet og husholdninger har vi differensiert på region. Kilden her er <https://www.ssb.no/energi-og-industri/artikler-og-publikasjoner/stromprisen-avhengig-av-hvor-man-bor?tabell=224356>. I tillegg har vi lagt inn at husholdninger i Nord-Norge har fritak for moms på strøm og at husholdninger i Nord-Troms og Finnmark har fritak for elektrisitetsavgift.

Tabell 16. Totalpris kraft (inklusive merverdiavgift) og nettleie (uten merverdiavgift) for husholdninger etter region, 2009-Euro/MWh

	Totalpris	Nettleie
NO1	97,4	28,3
NO2	96,5	29,3
NO3	101,4	31,2
NO4	80,5	32,8
NO5	94,5	27,6

Kilder: <https://www.ssb.no/energi-og-industri/artikler-og-publikasjoner/stromprisen-avhengig-av-hvor-man-bor?tabell=224356> og egne beregninger.

12. Energibruk

Energibruk (GWh for kraft og ktøe for øvrige energibærere) etter kommune, sektor og energibærer er hentet fra SSB (statistikkbanken). Vi har aggregert sektorene til de fire LIBEMOD-sektorene (industri, tjenesteyting, transport, husholdninger) og til LIBEMODs 5 regioner.

Tabell 17. Energibruk i norske LIBEMOD-regioner (NO1 - NO5), i GWh (elektrisitet) og ktøe (øvrige energivarer), 2009

	Husholdninger	Industri	Transport	Kraftprodusenter	Tjenesteyting
NO1					
Elektrisitet	14731	8325	349	221	11375
Naturgass	4	42	2	0	22
Kull	0	9	0	0	0
Olje	92	179	1610	0	114
Biobrensel	228	416	0	56	7
NO2					
Elektrisitet	8520	13483	111	364	5336
Naturgass	4	1530	10	645	27
Kull	0	46	0	0	0
Olje	21	81	999	0	52
Biobrensel	161	63	0	0	1
NO3					
Elektrisitet	5117	10623	52	199	3786
Naturgass	2	178	1	0	4
Kull	0	5	0	0	0
Olje	13	60	692	152	37
Biobrensel	126	121	0	24	0
NO4					
Elektrisitet	4310	8035	3	185	2942
Naturgass	1	373	0	228	3
Kull	0	35	0	18	0
Olje	5	36	434	0	26
Biobrensel	59	15	0	0	2
NO5					
Elektrisitet	3618	8716	16	214	2522
Naturgass	3	632	6	0	4
Kull	0	0	0	0	1
Olje	7	16	404	0	35
Biobrensel	49	39	0	12	0

Kilder: Statistisk sentralbyrå, Statistikkbanken og egne beregninger.

13. Overføringskapasiteter for kraft

Eksisterende overføringskapasiteter for kraft har vi i stor grad basert på et kart fra Nord Pool, se <http://npspot.com/globalassets/download-center/tso/max-ntc.pdf>. Kartet oppgir maksimumskapasiteter for kraftoverføring mellom land og regioner, se figur 2.

Referanser

- Aune, F., R. Golombek, S.A.C. Kittelsen og K.E. Rosendahl (2008): *Liberalizing European Energy Markets - An Economic Analysis*, Edward Elgar Publishing.
- Aune, F.R., R. Golombek, A. Moe, K.E. Rosendahl and H.H. Le Tissier (2015): Liberalizing Russian Gas Markets – An Economic Analysis, *Energy Journal*, Vol 36 - Adelman Special Issue, 63-97.
- Aune, F.R., R. Golombek, A. Moe, K.E. Rosendahl and H.H. Le Tissier (2017): The future of Russian gas Export, *Economics of Energy & Environmental Policy*, Vol 6, 111-135.
- Aune, F.R and R. Golombek (2018): Carbon prices are redundant in the 2030 EU climate and energy policy package, CREE Working Paper 10/2018.
- Brekke, K.A., R. Golombek, M. Kaut, S.A.C. Kittelsen og S.W. Wallace (2013): Modellering av usikkerhet i numeriske likevektsmodeller med stokastisk scenariometode, *Samfunnsøkonomen* nr. 2, 2013.
- ENTSOE (2017): Principles for determining the transfer capacities in the Nordic power market, European Network of Transmission System Operators for Electricity, ENTSOE 8.2.2017.
- Haug, T.E. og T.A. Johnsen (2004): Datagrunnlag for en regional nordisk kraftmarkedsmodell. Produksjonsanlegg, overføringsnett, kraftteterspørsel og -priser, Notater 2004/37, Statistisk sentralbyrå.
- NVE (2009): Vindkart for Norge, Rapport 9/2009.
- NVE (2012a): Kvartalsrapport for kraftmarknaden, 1. kvartal 2012, Rapport 17/2012.
- NVE (2012b): Kvartalsrapport for kraftmarknaden, 2. kvartal 2012, Rapport 25/2012.
- NVE (2012c): Kvartalsrapport for kraftmarknaden, 3. kvartal 2012, Rapport 43/2012.
- NVE (2013): Kvartalsrapport for kraftmarknaden, 4. kvartal 2012, Rapport 8/2013.
- Olje- og energidepartementet (2019): <https://energifaktanorge.no/norsk-energiforsyning/kraftmarkedet/>.
- Statnett (2015): Nettutviklingsplan 2015, Statnett.
- Statnett, Fingrid, Energinet.dk og Svenska Kraftnät (2016): Challenges and Opportunities for the Nordic power System, Report 15. August 2016, <http://energinet.dk/SiteCollectionDocuments/Engelske%20dokumenter/EI/Challenges%20and%20Opportunities%20for%20the%20Nordic%20Power%20System.pdf>