

# Et energiregnskap for Fastlands-Norge 1835–2012

## Energy consumption in the Norwegian mainland economy 1835–2012

Magnus Lindmark

Professor, Department of Geography and Economic History, Umeå University, Sverige

E-post: [magnus.lindmark@umu.se](mailto:magnus.lindmark@umu.se)

Kjell Bjørn Minde

Førsteamanuensis, Western Norway University of Applied Sciences, Department of Pedagogy, Religion and Social Studies, Campus Stord.

E-post: [kjell.minde@hvl.no](mailto:kjell.minde@hvl.no)

### ABSTRACT

A characteristic feature of the pre-industrial societies was that they relied on limited energy resources. It was only by using fossil fuels and new technologies that these societies could move the boundaries that the organic economy had set for production and consumption. Norwegian energy history is, from the 1900th Century on, about the movement of those boundaries and is composed of two stories. One deals with the mainland economy, the other deals with the foreign economy (the merchant marine, etc.). These two stories are closely connected but are nonetheless dissimilar.

In this article, we present a sketch of the first story about energy consumption in the mainland economy, in the form of an energy accounting for the Norwegian mainland 1835–2012. The accounts show the accumulated consumption of energy from nine selected energy carriers in Norway. Our work is the first overall accounting 1835–2012, and gives new insights into the field of energy consumption research. Specifically, we provide a new accounting of Norwegian energy consumption in the years 1835–1900 and 1950–1976.

In the result section we first present figures for energy consumption 1835–2012. Secondly, we briefly outline an energy history for the foreign sector. We round out the result section with a brief reflection on whether the Norwegian energy history is so deviant from other countries that we can talk about a separate Norwegian development.

## INNLEDNING<sup>1</sup>

Norsk energihistorie fra 1800-tallet og frem til i dag er satt sammen av to historier. En omhandler Fastlands-Norge, den andre handler om Norge utenfor fastlandet, og da særlig handelsflåten. Disse to historiene er forbundet med hverandre, men er likevel vesensforskjellige. Konsekvensen er at en samlet, norsk energihistorie krever at begge disse historiene fortelles.

I denne artikkelen vil vi presentere en skisse av den ene av disse historiene; den om energikonsumet i Fastlands-Norge. Vår problemstilling er å utforme og presentere et regnskap for energikonsumet i det tradisjonelle og moderne energiforsyningssystemet i Fastlands-Norge 1835–2012. Regnskapet viser det samlede konsumet av energi fra ni utvalgte energibærere fra disse to systemene i Norge.<sup>2</sup> Vårt arbeid er en første skisse til et slikt samlet regnskap. Våre resultater gir ny innsikt. Særlig gjelder dette energikonsumet i tidsrommene 1835–1900 og 1950–1976 og i det samlede konsumet i hele dette tidsrommet, målt i peta joule (PJ)<sup>3</sup>. Beregningene og innsynet i energiovergangene vil kunne danne grunnlag for en dypere forståelse av flere sider ved industrialiserings- og vekstprosessene i Norge i dette tidsrommet, for eksempel den økonomiske veksten, beregninger av endringene i energikonsumet per produsert enhet BNP i økonomien og i arbeidet med å utforme et CO<sub>2</sub> regnskap for Norge. I løpet av 1830-tallet ble oversikten over statistiske forhold i Norge sterkt forbedret, og denne forbedringen begrunner avgrensningen bakover i tid.<sup>4</sup>

## TEORI, BEGREPER OG METODE

### Fra tradisjonelt til moderne energiforsyningssystem

Sett i et historisk perspektiv, har menneskene levd i en solenergibasert, organisk økonomi, der fotosyntesen har satt de endelige konsumgrensene for samfunnet i form av en gitt tilgang til mat og brensel fra dyrkbar og høstbar jord. På dette avgrensede området måtte den

1. Vi vil takke Heimens to fagfeller, samt professor ved NHH Ola Honningdal Grytten og en annen anonym fagfelle for innsiktsfulle kommentarer til tidligere versjoner av denne artikkelen. Feil og mangler i arbeidet bærer forfatterne eneansvar for.
2. Med begrepet *energibærer* forstår vi en mekanisme eller stoff som har en egenskap som gjør at den kan lagre og holde på energi. Denne energien kan transporteres til et annet sted og brukes der eller ligge opplagret en tid for så senere å tas i bruk. Eksempler er kull, olje og elektrisitet. *Energikonsum* er et økonomisk begrep som motsvarer forbruket av produsert energi. I artikkelen bruker vi begrepene energikonsum, energiforbruk og energitilførsel synonymt. Energitilførselen eller energikonsumet blir i en oppstilling av det vi har kalt et energiregnskap, et regnskap over tilførselen av energi til et energisystem i økonomien. I artikkelen har vi beregnet bruttoenergitilførselen fra hver enkelt energibærer. Det vil si at vi har beregnet den energien som kommer fra hver av dem og som ikke brukes til andre formål enn dette. Et eksempel er olje. Noe av oljen avgir energi fordi den brennes, mens noe av den brukes til industriformål, som i plastproduksjon. I regnskapet over energikonsumet av olje kommer olje brukt i plastproduksjonen dermed ikke med. For omtale av sentrale begreper, se Kander, Astrid, Malanima Paolo, and Warde, Paul. 2014: *Power to the People. Energy in Europe over the Last Five Centuries*. Princeton University Press, s. 17–34.
3. Enkelt sagt er 1 Joule lik den energien som avgis av 1 watt effekt i løpet av 1 sekund, med betegnelsen ett wattsekund.  $J = W \cdot s$ . En PJ er ( $10^{15}$ ) joules. 1 milliard kWh = 3,6 PJ.
4. Amtmennene var begynt å utarbeide en økonomisk statistikk i 1829, på 1830-tallet fikk landet en ny, offisiell handelsstatistikk, og i løpet av 1840-tallet kom de nye statistiske oversiktene A. M. Schweigaard og M. Braun Tvedte hadde utarbeidet.

maten og det brenselet samfunnet trengte finnes.<sup>5</sup> Resten av energien kom via bruk av enkel teknologi fra vind, rennende vann og muskelkraft fra mennesker og dyr.

Den skjellsettende begivenheten som flyttet disse grensene var den industrielle revolusjonen.<sup>6</sup> Grunnlaget for denne var kull som ny energibærer i økonomien og en ny teknologi som kunne utnytte energien i kullene, ikke minst gjennom bruk av dampkraft og nye metoder for fremstilling av jern.<sup>7</sup>

Det tradisjonelle energisystemet ble gradvis avløst av det moderne fra 1800-tallet og utover.<sup>8</sup> Vi skiller ofte mellom to faser i overgangen fra organisk til fossilt brensel.<sup>9</sup>

### Energhistorie som internasjonalt forskningsfelt

Hvordan ulike typer av energiressurser har samvirket med strukturer i økonomien har vært tema i norsk og internasjonal økonomihistorisk forskning i lang tid.<sup>10</sup>

Fremveksten av økonomivitenskapen er i seg selv et vitnemål om dette. I de klassiske økonomenes tankeverden var «land» en endelig, statisk og gitt ressurs. Det var den inntil erfaringene fra den industrielle revolusjon endret denne tenkemåten.<sup>11</sup>

5. Wrigley, E. A. 1988: «The Limits to Growth: Malthus and the Classical Economists», *Population and Development Review*, 1 January 1988, Vol.14, s. 30–48. Wrigley, E. A. 2006: «The transition to an advanced organic economy: half a millennium of English agriculture» *The Economic History Review*, 2006, Vol.59 (3), s. 435–480. Wrigley, E.A. 2010: *Energy and the English industrial revolution*, Cambridge University Press, Cambridge. Wrigley, E. A. 2016: *The Path to Sustained Growth. England's Transition from an Organic Economy to an Industrial Revolution*, Cambridge University Press, Cambridge. Sieferle, Rolf Peter 2001: *The Subterranean Forest Energy Systems and the Industrial Revolution*, Cambridge: The White Horse Press, 230 ff.
6. Pomeranz, Kenneth 2000: *The Great Divergence: China, Europe, and the Making of the Modern World Economy*, Princeton University Press, Princetown, 392 ff.
7. Nef, John Ulric 1966: *The Rise of the British Coal Industry*, Vol. I–II, Routledge and Sons, London. Landes, D. S. 1969: *The Unbound Prometheus: Technological Change and Industrial Development in Western Europe from 1750 to the Present*, Cambridge University Press, Cambridge.
8. Lindmark, Magnus and Olsson-Spjut, Frederik 2018: «The Transformation of the Organic Energy System: The Swedish Perspective», artikkel, kommer.
9. Malanima, P. 2016: «Energy Consumption in England and Italy, 1560–1913: Two pathways toward energy transition», *The Economic History Review*, 69,1, s. 78–103. Om innsparingen av areal til produksjon av brensel og arbeidskraft, se Malanima 2016, part VI, Table 6.
10. Gruber, Arnulf 2012: «Energy transitions research: Insights and cautionary tales», *Energy Policy*, Volume 50, November, 8–16. Kander, et.al., 2014. Lindmark, Magnus and Olsson-Spjut, Frederik 2018: «From Organic to Fossil and inbetween. New Estimates of Energy Consumption in the Swedish Manufacturing Industry during 1800–1913», *The Scandinavian Economic History Review*, kommer. Allen, Robert C. 2009: *The British Industrial Revolution in Global Perspective*, Cambridge University Press, Cambridge, 331 ff. Hodne, Fritz 1981: *Norges økonomiske historie 1815–1970*, Cappelen. Thue, Lars 1992: «Elforsyning og kraftutbygging som etterkrigshistorisk forskningsfelt», *Etterkrigshistorisk Register*, nr. 5, mai 1992, LOS-senter notat 92/15, Bergen 1992. Hovland, Edgar og Nordvik, Helge 1997 «Det industrielle gjennombrudd i Norge med samtidens og ettertidens øyne 1840–1914», i I det lange løp. Essays i økonomisk historie tilegnet Fritz Hodne, eds. Basberg, Bjørn, et.al. Fagbokforlaget, Bergen 1997, s. 61–85. Hodne, Fritz og Grytten, Ola Honningdal 2000: *Norsk økonomi i det 19. århundre*, Fagbokforlaget, Bergen, 318 ff, Heretter Hodne og Grytten 2000, Hodne, Fritz og Grytten, Ola Honningdal 2002: *Norsk økonomi i det 20. århundre*, Fagbokforlaget, Bergen, 333 ff, Hodne og Grytten 2002, s. 25–37, Thue, Lars 1994: *Statens Kraft 1890–1947. Kraftutbygging og samfunnsutvikling*, J.W. Cappelens Forlag A. S. Oslo, s. 20–94, og 2. utgave, Universitetsforlaget 2006. Vennesland, Christian 2009: «Electrification and industrialization: An assessment of the industrial breakthrough in Norway», *The Scandinavian Economic History Review*, 57, 2, 2009, s. 124–155. Sandvik, Pål Thonstad 2018: *Nasjonens velstand. Norsk økonomisk historie 1800–1940*, Fagbokforlaget, Bergen, s. 142–145.
11. Wrigley, E.A. 2010.

For det andre førte studiene av kull som energibærer i økonomien til debatt både om når den industrielle revolusjonen begynte og hva den var.<sup>12</sup>

Et tredje tema ble studiet av energiens rolle i den teknologiske endringsprosessen. På grunn av at tilbudet av energi var uelastisk fordi tilgangen på land i et organisk system var endelig gitt, ville økt folketall og industrielle aktiviteter føre til stigende priser på mat og energi. Dette førte til en saktegående teknologisk evolusjon som gjorde det mulig å erstatte ved med kull som den vesentlige energibæreren i det engelske samfunnet fra 1500-tallet og fremover.<sup>13</sup>

I de siste om lag 20 årene har et fjerde tema fått en del oppmerksomhet; utvikling av makroorienterte, historiske energiregnskaper.

Selv om vi nå har historiske energiregnskaper for en rekke land i Europa på 1800-tallet og senere, eksempelvis fra Storbritannia, Tyskland, Frankrike, Sverige, Spania, Nederland, Italia og Portugal, så er det nødvendig å få resultater fra flere land, som Norge, for å få en bedre forståelse av hvordan likheter og nasjonale særegenheter på dette feltet har bidratt til å utforme de regionale økonomiske mønstrene i Europa.<sup>14</sup>

Ikke minst har boken til Kander, Malanima og Warde fra 2014 vært et viktig bidrag til å analysere hvordan energi har skapt regional vekst og strukturendring over tid.<sup>15</sup>

### Energihistorie som forskningsfelt i Norge

I Norge har mange forskere over lang tid bidratt til ulike sider ved norsk energihistorie. Disse har vært bidrag både til lokal- og rikshistorien og blant annet til studiet av de enkelte energibærerne.

Hva gjelder studiet av disse, er det uten tvil elektrisiteten som er bredest og dypest utforsket. Hvor sterk utbyggingen av den har vært og hvor samfunnsinngripende den har vært på alle områder etter 1900, har Harald Rinde, Lars Thue og mange andre historikere dokumentert meget godt.<sup>16</sup> Andre har gitt en lang rekke store og små bidrag til energi-, teknologi- og økonomihistorien i Norge og til de generelle fremstillingene av norsk historie og norsk økonomisk historie på 1900-tallet.<sup>17</sup>

12. Nef 1966.

13. Wilkinson, Richard G. 1973: *Poverty and Progress. An ecological model of economic development*, Methuen & Co Ltd.

14. Se Malanima, P. 2016: «Energy Consumption in England and Italy 1560–1913: Two pathways toward energy transition», *The Economic History Review*, 69, 1, s. 78–103. Kander, et.al., 2014, s. 81–158. Teives Henriques, Sofia 2011: *Energy Transitions, Economic Growth and Structural Change*, Lund Studies in Economic History, 54. (diss).

15. Se Kander et. al., 2014. Se også van Zanden, Jan Luiten 2009: *The Long Road to the Industrial Revolution: The European Economy in a Global Perspective*, 1000–1800. 343 ff.

16. Perspektivene har vært mangfoldige og meget varierte de siste årtiene. Se eksempler på dette i Nordstrand, Leiv 1993: «Lys og kraft til bygdens behov...». *Kraftforsyninga i Sogn og Fjordane 1893–1993*, Sandane: Sogn og Fjordane energiverk. Rinde, Harald 1995: *Fylkeskraft og folkestyre. Linjer i Vest-Agders Energiverks historie*, Fædrelandsvennen, Kristiansand. Nilsen, Yngve og Thue, Lars, 2006: *Statens kraft. Miljø og marked 1956–2006*, Universitetsforlaget, Oslo, 452 ff. Skjold, Dag Ove 2015: *Mot nye horisonter. Statskrafts internasjonale historie 1990–2015*, Universitetsforlaget, Oslo, 248 ff. Rinde, Harald 2015: *Det moderne fylket. Nordlands historie, bd 3*, Fagbokforlaget. Vennesslan 2009. Hoel, Oddmund 2017: *Soga om Sogn og Fjordane, band 3, Fjordfylket på nye vegar*, Fagbokforlaget. Timberlid, Jan Anders, Byrkjeland, Martin 2015: *Vatnet, verket og byen. Høyanger 100 år 1915–2015*, bd 1 og 2.

17. Se Edgar Hovland og Helge Nordvik 1997, Hodne og Grytten 2000, s. 208–209, Hodne og Grytten 2002, s. 25–37, Vennesslan 2009, Thonstad Sandvik 2018.

Oljen har satt sitt preg på norsk økonomi og samfunnsliv i over 100 år. Betrakter vi den forskningsvirksomheten som oljen har utløst, kommer tre hovedtrekk til syne. For det første mangler vi forskning som kan belyse den betydningen oljen har hatt i norsk økonomi utenfor fastlandet, særlig som drivstoff i handelsflåten.

For det andre så fremstår de politiske og institusjonelle sidene ved produksjon, omsetning og bruk av brenselolje, smøremidler og bensin i Fastlands-Norge på 1900-tallet som et lite belyst tema. Dette gjelder for så vidt ikke bare oljen, men i høy grad også kullet.

For det tredje har forskningen som er gjort om oljen i norsk økonomi og samfunnsliv siden 1970 flyttet fokuset vekk fra bruk av olje, til utvinning og eksport. På 1990-tallet og senere har Gunnar Nerheim, Marie Smith Solbakken og mange andre historikere gitt en rekke fremstillinger både av enkeltbedrifter<sup>18</sup>, utvalgte områder og emner<sup>19</sup>, samt av mer overgripende tema. Trebindsverket *Norsk oljehistorie* er et eksempel på det siste.<sup>20</sup> Det er også i noen grad Lars Gaute Jøssangs bok om oljefeltet Heimdal.<sup>21</sup>

### Energiregnskapet som forskningsfelt i Norge

Bidragene som eksplisitt omhandler utvikling av et energiregnskap for norsk økonomi før 1976 har inntil nå vært få, bare fire stykker. Både tidsperspektivet og metodikken i disse er så forskjellig at det ikke er mulig å danne en syntese av resultatene fra disse arbeidene. Det er først fra 1976 og senere at det er konsistens og sammenheng i begreps- og metodebruk. Det er SSB som har foretatt beregningene.<sup>22</sup>

Pioneren på forskningsfeltet i Norge, professor i sosialøkonomi, Torkel Halvorsen Aschehoug, beregnet i 1894 energipotensialet i de mekaniske drivkreftene i deler av landets produksjonsliv for ett år; 1890. Drivkreftene var målt i hestekrefter (HK).<sup>23</sup> Det antallet HK han kom frem til at stod til disposisjon for energiproduksjon, vel 1 million HK, må vi oppfatte som et anslag over landets potensial for produksjon av energi. Hvor stor energimengde disse drivkreftene kunne tenkes å produsere i løpet av et år beregnet han ikke.

Vidkun Hveding beregnet på sin side energikonsumet i Fastlands-Norge i året 1966 i sin studie av energiforsyningen i Norge.<sup>24</sup>

Det første ordentlige forsøket på å lage et energiregnskap for et tidsrom i Norge skjedde i 1952, da ingeniøren og den daværende direktøren ved Vestfold Kraftselskap A/S, J.

18. Se Nerheim, Gunnar og Utne, Bjørn, 1990, *Under samme stjerne: rederiet Peder Smedvig 1915–1990*, Peder Smedvig, Stavanger, 341 ff.

19. Se Olsen, Odd Einar, (red.) og Sejersted, Francis (red.), 1997: *Oljevirkosomheten som teknologiutviklingsprosjekt: perspektiver på utviklingen av det oljeteknologiske systemet på norsk kontinentalsokkel*, Ad Notam Gyldendal, 290 ff.

20. Se Hanisch, Tore Jørgen, Nerheim, Gunnar, 1992: *Norsk oljehistorie: Fra vantro til overmot?*, Leseselskapet, 523 ff, Nerheim, Gunnar, 1996: *En gassnasjon blir til*, Leseselskapet, 311 ff, Ryggvik, Helge og Smith Solbakken, Marie 1997: *Blod, svette og olje*, Ad Notam Gyldendal, 519 ff.

21. Se Jøssang, Lars Gaute 2016: *Heimdal*, Fagbokforlaget, Bergen, 271 ff.

22. Fra 1976–2016 har SSB utarbeidet et energiregnskap (hele økonomien) og et energibalanseregnskap (Fastlands-Norge) for landet fra 1990 av og til 2016.

23. Se Aschehoug, Torkel Halvorsen 1894: «Om de forskjellige slags mekanisk drivkraft, som bruges i økonomiens tjeneste», *Statsøkonomisk Tidsskrift*, 1894, Kristiania, s. 272–286. Heretter Aschehoug 1894. HK er en enhet for måling av effekt. En metrisk hk er 735,5 watt.

24. Se Hveding, Vidkun 1969: *Utredning vedrørende Norges energiforsyning*, Statens energiråd, Oslo 1969, særlig s. 1–19.

Mørch, utarbeidet et utkast til et slikt regnskap.<sup>25</sup> Arbeidet resulterte i en meget interessant beregning av energikonsumet i Fastlands-Norge i hvert år fra 1906 til 1951. Mørch fant ut at energikonsumet i Fastlands-Norge hadde økt nesten fire ganger i løpet av dette tidsrommet, fra 12 milliarder kWh (43,2 PJ) i 1900 til 41 milliarder kWh i 1950. (147,7 PJ).<sup>26</sup> I og med at han ikke beregnet energimengdene handelsflåten konsumerte, ble sluttresultatet av beregningene hans prinsipielt sett et fastlandsregnskap, men da uten deler av energikonsumet i det tradisjonelle energiforsyningsystemet. Grunnlagsmaterialet overlot han til SSB.

Gerhard Stoltz arbeidet på 1950-tallet videre med tallmaterialet Mørch hadde lagt frem. Særlig forsøkte han å anslå over hvor stort energikonsumet til handelsflåten var for å si noe om hvor stort det totale energikonsumet i norsk økonomi kunne være. Noen forsiktige anslag som han gjorde i 1955, viste at de forbrukte energimengdene fra bunkers til drift av flåten kan ha økt fra 1–1,5 milliarder kWh (4,5 PJ) i 1900 til 33 milliarder kWh (118,8 PJ) i 1950.<sup>27</sup> Dette tilsvarer i alle fall ikke mindre enn en 20 – 30-dobling av energiforbruket i utenriksfart i løpet av 50 år.<sup>28</sup>

Dimensjonene i energikonsumet i handelsflåten forstår vi lettere når vi ser at det utgjorde ikke mindre enn 40–45% av totalkonsumet av energi i norsk økonomi i 1950.

Hovedresultatene fra denne gjennomgangen av de norske bidragene på feltet viser at vi knapt kjenner konturene av energikonsumet i norsk økonomi på 1800-tallet. Vi vet verken hvor stort det var eller hvilke energibærere som var viktigst.

På 1900-tallet har vi langt sikrere kunnskap om det samlede energikonsumet i det moderne energisystemet frem til 1950. Ikke minst har J. Mørchs, Gerhard Stoltz' og Christian Venneslans arbeider vist at norsk økonomi var en meget sterkt energiproduerende og energiforbrukende økonomi helt siden tidlig på 1900-tallet.<sup>29</sup> Om tiden 1950–1976 vet vi mindre. Fra 1976 og senere har vi mer pålitelige tall om energikonsumet i norsk økonomi gjennom det arbeidet SSB har utført.

For det andre viser beregningene at over 40 prosent av den energien norsk økonomi konsumerte rundt 1950, skjedde *utenfor* Fastlands-Norge. I et europeisk perspektiv fremstår derfor trolig Norge som et land med en mer spesiell økonomi enn vi vanligvis tenker over. I grunnen forklares dette av at Norge var en stor eksportør av sjøtransporttjenester.

Vårt arbeid er derfor et lite steg i retning av å øke vår kunnskap om energikonsumet i disse tidsperiodene.

## Begreper og metode

I vår undersøkelse har vi kun beregnet energikonsumet i Fastlands-Norge, ikke i den norske totaløkonomien, fordi det hefter så store kildeproblemer til beregninger av konsumet av energi i handelsflåten. Vi har beregnet konsumet av primærenergi fra ni energibærere, fordelt på det tradisjonelle og moderne systemet: olje, kull og koks, jordgass, elektrisitet,

25. Se Mørch, J. 1952: «Vår energihusholdning», *Elektroteknisk Tidsskrift*, Nr 17, 1952, 214–218. Se også, om samme sak, Stoltz, Gerhard 1955: *SØS*, 3, Oslo 1955, s. 50–56, særlig p 51, fotnote 3.

26. Stoltz 1955, s. 50 og s. 56.

27. Dette tilsvarer (3,6 PJ– 5,4 PJ til 118,2 PJ).

28. Stoltz 1955, s. 56.

29. Se Christian Venneslans doktorgradsarbeid fra 2007. Venneslan, Christian 2007: «Industrial Development in Norway 1836–1939 – in View of Historical National Accounts», Norwegian School of Economics and Business Administration, Bergen.

hester, ved, torv, muskelkraft fra mennesker og mekanisk vannkraft (vanndrevne møllehjul, sager, m.v.) i årene 1835–2012 i PJ.<sup>30</sup>

I våre beregninger av energikonsumet i Norge har vi brukt en lignende fremgangsmåte som Kander, Malanima og Warde har gjort. Det betyr at vi har definert energi som primært energikonsum før energiinnholdet i den transformeres til en annen energibærer.<sup>31</sup>

I tiden etter 1976 har vi knyttet de historiske seriene til tallmateriale fra den mer samtidige norske energistatistikken og også brukt de samme energikoeffisientene som SSB har brukt. Dette fører til at de historiske seriene er knyttet til denne samtidige statistikken, og at vi i noen grad har måttet tilpasse seriene for å oppnå sammenlignbarhet med tilsvarende beregninger i Kander et.al. (2014).

## KILDENE

### Kildene og arbeidet med dem

Kildene for vårt arbeid for tiden 1835–1900 består blant annet av materiale fra bøker, offentlige utredninger, artikler og offentlig statistikk hentet fra Statistisk Sentralbyrå. Vi viser til en utvalgt kildeliste nedenfor.

For tiden etter 1900 er SSBs tidsserier over olje, kull og elektrisitet inntil 1950 den viktigste kilden.<sup>32</sup> Oljekonsumet bygger på salg av ulike petroleumsprodukter ifølge SSB.<sup>33</sup> I perioden 1950 til 1960 har vi også brukt materiale fra importstatistikken. Elektrisitetsproduksjonen bygger på SSBs tallmateriale.

De største problemene oppstår ved beregningene av energikonsumet fra ved. Her bygger seriene på avvirkningsstatistikken.<sup>34</sup> Videre har vi benyttet Roslands (1982) beregning av vedforbruket i husholdene 1960 til 1980. Skjøtingen av disse to seriene er relativt ukomplisert. Vi har brukt samme energikoeffisient som Rosland (8,7 TJ/1000 fm<sup>3</sup>) og ikke Kanders koeffisient (6,9 TJ/1000 fm<sup>3</sup>).<sup>35</sup> Dette gjør det mulig å skjøte disse seriene med serier hentet fra SSBs energistatistikk i 1976.<sup>36</sup>

En svakhet i det historiske materialet er at vi ikke kjenner industriens bruk av biobrensel i form av restprodukter. I 1976 ser vi at våre beregninger viser 8 PJ lavere energikonsum fra ved enn det tallet vi finner i SSBs beregninger av det samme i 1976. Vi antar at forskjellene kan tilskrives masseindustriens bruk av restavfall fra produksjonen. For å kompensere for dette har vi for tiden tilbake til 1900 gjort en tilbakeskrivning av disse 8 PJ med produksjonen av papirmasse som variasjonsindeks.

I og med at det er joule som er en vanlig måleenhet i denne typen studier, har det av den grunn vært nødvendig å utføre et omfattende omregningsarbeid fra kWh til joule. Våre bereg-

30. Se fotnote 2.

31. Dette innebærer at vi har beregnet energiinnholdet i kull før disse omdannes til elektrisk kraft fra dampmaskiner, vi har beregnet energiinnholdet på basis av andelen ved i tømmeret og vi har beregnet energien i den delen av oljen som brukes til energiproduksjon. Det siste innebærer at olje som brukes til smøremidler, i plastikkproduksjonen eller til tilsvarende industriformål holdes utenfor i det regnskapet over energikonsum vi har stillet opp.

32. SSB Økonomisk Utsyn 1900–1950, tab 24.

33. SSB Energistatistikk 1995, tab 3.3.

34. SSB Historisk Statistikk 1968, tab 105 og SSB-serien *Skogavvirkning til salg og industriell produksjon*.

35. Rosland, A. 1982: *Forbruk av fast brensel i husholdninger 1960–1980*. SSB Rapport, 82:11. Kander 2002.

36. SSB Historisk statistikk, 1994, tab 2.3.

ninger er derfor i seg selv et bidrag til arbeidet med å gjøre oversiktene over energikonsumet av de ulike energibærerne i Norge så sammenlignbare som mulig både nasjonalt og internasjonalt.

Kvaliteten på det norske kildematerialet synes å være på linje med materialet i de andre skandinaviske land. Trolig er statistikken over konsumet av ved i Norge noe bedre enn i de fleste andre land.

### En vurdering av påliteligheten i kildemateriale og beregninger

#### Et tankeeksperiment.

Hva nå om vi har regnet så feil at det sanne energikonsumet, for eksempel i tidsrommet 1835–1900, enten var 33% lavere eller 33% høyere enn det vi har beregnet?

Betydningen av slike feil kan vi illustrere ved å beregne hvor store forskjellene i totalkonsumet i sum blir over denne perioden.<sup>37</sup> Konklusjonen gir seg selv: forskjellene blir så store at implikasjonene av et slikt tankeeksperimentet entydig viser at arbeidet med spørsmål om tallenes pålitelighet må stå helt sentralt i denne typen arbeid.

#### En kvalitativ vurdering av påliteligheten i materialet

Grunnsteinene i beregningene frem til 1900 er beregningene av energiinnholdet i veden i det tradisjonelle systemet og kullet i det moderne fordi det er disse to energibærerne som veier tyngst i hvert sitt energisystem. Derfor er det også så kritisk viktig å få resultatene av beregningene våre herfra så nært opp til de sanne energimengdene som mulig.

Pålitelighetsproblemene knyttet til kull er mindre enn for ved ettersom kildene er en relativt pålitelig offentlig produksjons- og importstatistikk. Det gjelder også i stor utstrekning i de øvrige energibærerne i moderne systemet. En kilde til usikkerhet er likevel at det sanne energiinnholdet i kullet kan avvike fra det innholdet vi har brukt i våre omregninger som følge av ulik kvalitet på kullet. Om det er tilfelle, vet vi ikke.<sup>38</sup>

Hva gjelder energiberegningene for tidsrommet etter 1900, så hefter det noe usikkerhet til beregningene frem til 1950. Disse baserer seg på de beregningene Mørch gjorde i 1952 og som er referert av Gerhard Stoltz i *Økonomisk utsyn 1900–1950* fra 1955. Samlet sett er påliteligheten langt bedre i materialet fra denne tiden enn i perioden før.

Hva gjelder perioden 1950–1976, så gjennomgår statistikken over oljeforbruket etter 1945 en del endringer som påvirker påliteligheten i beregningene våre.

Før 1960 er våre estimater basert på handelsstatistikken. I denne finnes detaljerte opplysninger om forbruket fordelt på forskjellige brenselskvaliteter. Det gjør det mulig å ta ut

37. Gitt nå at det sanne tallet i 1835 ikke var 32 PJ, men var 33% høyere enn det vi har beregnet. Da vil økningen 1835–2002 ikke bli 27 ganger, men 20, og, gitt at det sanne tallet var 33% lavere, vil økningen ikke bli 27 ganger, men 41 ganger. En annen måte å betrakte dette på er å se hvilke konsekvenser så store feil vil få for beregningene av det samlede energikonsumet i f.eks. det tradisjonelle systemet i årene 1835–1900. Om det sanne tallet er slik som det som vi har beregnet, vil konsumet i tradisjonelt system bli 3488 PJ, om det ligger høyere, vil det sanne tallet kunne bli 4639 PJ, og om det er lavere, vil det kunne bli 2337 PJ. Et mulig avvik på over 2000 PJ fra sant energikonsum innebærer så store energimengder at det sier seg selv at arbeid med reliabilitets spørsmål må ha stor vekt. Det samme innebærer forskjellene mellom en økning på 41 ganger og en 20 gangers økning fra 1835 til 2002.

38. Ser vi på moderne varmeverdier er varmeverdien for den dårligste formen av steinkull 86 prosent av medianen for steinkull, og den beste 112 prosent av medianen. Denne variasjon er likevel liten sammenlignet med veksten i steinkullsforbruket. Av den grunn bør variasjonene i kvalitetene ha hatt en relativt begrenset påvirkning på utviklingen i energikonsumet over tid.



kvaliteter som ikke skal med i beregningene av energikonsumet, for eksempel gjelder dette smøreoljer. Det gjør beregningene våre mer reliable.

Gjennom salgsoppgavene over marine oljer og diesel er det fra 1960 også mulig å skille ut bunkring av drivstoff i Norge fra det øvrige oljekonsumet. Det har vi gjort, og det styrker påliteligheten i beregningene våre.

De sammenligningene vi har gjort av disse seriene viser dessuten god konsistens dem imellom, noe som ytterligere styrker påliteligheten i beregningene.

For perioden 1976–2012, vurderer vi påliteligheten i materiale og beregninger som god.<sup>39</sup> Alt i alt, så har vi god tiltro til kildematerialet for tidsrommet 1835–2012.

Påliteligheten i tallmaterialet for de tradisjonelle energibærerne vurderer vi å være langt svakere, særlig frem til rundt 1900. Dette gjelder torv, ved, mekanisk vannkraft, hester og muskelkraft fra mennesker.<sup>40</sup>

Energien fra konsumet av ved vurderer vi til å være den mest pålitelige beregningen av energibidraget fra de tradisjonelle energibærerne på 1800-tallet. Vi har fem tillitvekkende beregninger av totalt avvirket tømmer og av vedandelen i denne: to i 1840-årene, en i 1870-årene, en i 1890-årene og en i året 1900. På basis av disse forutsetningene har vi beregnet vedandelen hvert år mellom 1835 og 1900, og dermed energikonsumet av ved, med basis i beregnet mengde avvirket tømmer hvert år 1835–1900. Tallmaterialet for perioden 1900–1934 er uten tvil meget pålitelig.<sup>41</sup>

At det nettopp er tallmaterialet for ved som er mest pålitelig er også vesentlig å vite for å bedømme hvorvidt totalsummen av energien fra de tradisjonelle energibærerne kan oppfattes som sikre beregninger. Og, i og med at energikonsumet fra rundt år 1900 fra de moderne energibærerne blir større enn fra dem i det tradisjonelle, så blir påliteligheten i beregningene av landets samlede energikonsum bedre og bedre etterhvert som tiden går.

I sum vurderer vi tallmaterialet til å være så pålitelig at det lar seg gjøre å beregne et sannsynlig forløp for utviklingen i energikonsumet fra 1835 til 2012. Troverdigheten er klart lite tilfredsstillende for tiden 1835 til 1900. Fra 1900 og frem til 1930 vurderer vi påli-

39. I skrivende stund pågår der et større utviklings- og revisjonsarbeid av energistatistikken i SSB. Hvordan dette arbeidet vil påvirke våre resultater vet vi ikke.

40. I to av dem er påliteligheten særlig svak. Det gjelder energien fra torv på 1800-tallet og mekanisk energi fra rennende vann, og særlig gjelder det beregningene av de energimengdene alle de små bygdesagene og bygdekvernene produserte frem til 1940. Pålitelig statistikk for torv finner vi først i 1918. I årene 1835–1917 har vi beregnet energiinnholdet ved hjelp av forutsetninger basert på kvalitative utsagn i litteraturen, kunnskap om endringer i folketall, m.v.. Fra 1918 og frem til 1970 har beregningene våre av energikonsumet fra torv godt feste i utredninger og offentlig statistikk. Energien fra bygdekvernene og sagene har vi beregnet på basis av forutsetninger om endringer i antall anlegg, kraftytelse og driftstid fra 1830-årene og frem til 1940. Forutsetningene har noe støtte i offentlig statistikk, kvalitativt materiale, m.m. Beregningene av energikonsumet i de vandrevne industrianleggene har også svak pålitelighet gjennom hele 1800-tallet og frem til i begynnelsen av 1920-årene. Som for bygdesagenes og kvernenes del er troverdighetsproblemene knyttet til beregningene av antall anlegg og gjennomsnittlig kraftytelse og driftstid per anlegg per år. På alle disse tre områdene hviler beregningene på forutsetninger som har en viss støtte i statistikk og kvalitativt materiale. Energikonsumet fra menneskelig arbeidskraft og hester er for antallets vedkommende pålitelig, mens usikkerheten rundt energien i konsumert formengde og mat er klart større. I disse beregningene har vi forsøkt å finne grunnlag for dem i statistikk og kvalitative utsagn, men per nå vil beregningene nok være kjennetegnet av at de i mange tilfeller baserer seg på skjønn og kvalifisert gjetning.

41. Se Schweigaard 1840, Tvedte, M. Braun 1848, Landbruksdepartementet og Skogdirektoratet, 1962, Bind II, Aa-seth 1936.

teligheten i materiale og beregninger til å være akseptabel. Fra 1930-årene og frem til i dag er den tilfredsstillende.

Påliteligheten må videre sees i forhold til tilsvarende internasjonale historiske beregninger, der det norske kildematerialet for konsumet av ved trolig er bedre enn i sammenlignbare land. Dette takket være gjentatte undersøkelser av forbruket av egenprodusert ved i husholdningene over tid, noe vi ikke finner i for eksempel Sverige.

## RESULTATENE: ET OVERBLIKK OVER DEN NORSKE ENERGIOVERGANGEN

Som figur 1 og 2 nedenfor viser, begynte fra 1830-årene en gradvis overgang fra de tradisjonelle energibærerne til de moderne. Prosessen begynte forsiktig og var avsluttet rundt 1950. Rundt 1950 ble energien fra de moderne energibærerne så dominerende i økonomien at energien fra de tradisjonelle hadde liten betydning.

### Samlet energikonsum i Fastlands-Norge 1835–2012

Det samlede energikonsumet i Fastlands-Norge fra og med 1835 og til og med 2012 utgjorde 49431 PJ. Energikonsumet av tradisjonelle energibærere utgjorde ikke mer enn 17 % av totalkonsumet i dette tidsrommet, der veden spilte hovedrollen.

**Tabell I.** Samlet konsum av energi i Fastlands-Norge 1835–2012. I PJ og prosent. I alt 49431 PJ.

Energi	PJ	% av total	Energi	PJ	% av total
Tradisjonelle	8227	16,6	Moderne	41204	83,4
Mekanisk vkr	120	0,2	Gass	478	1
Torv	450	0,9	Kull og koks	7074	14,3
Hester	607	1,3	Olje	14964	30,3
Ved	6707	13,6	Elektrisitet	18687	37,8
Menn.akr	345	0,7			

Kilde: Magnus Lindmark and Kjell Bjørn Minde, «Estimates of Norwegian Energy Consumption 1835–2012.» The Statistics, Unpublished Manuscript, Umeå University, Umeå 2016. NB! Elektrisiteten tilsvarer den direkte produserte elektrisiteten, i praksis vannkraft.

For perioden 1835–1900 er bildet et annet; inntil da var det tradisjonelle energisystemet dominerende. I 1900 hadde om lag 82 prosent av energien samfunnet inntil da hadde konsumert vært energi fra det tradisjonelle systemet.<sup>42</sup>

Tabellen illustrerer også hvor stor betydning fossilt brensel har hatt i Fastlands-Norge. Til sammen kom rundt 46 prosent av konsumet derfra.

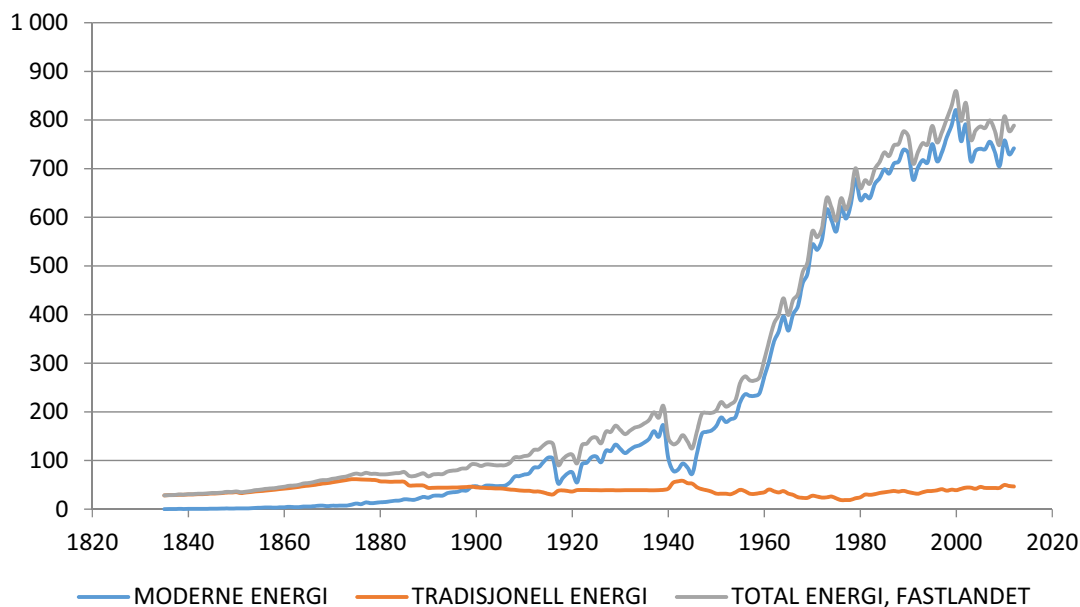
### Årlig energikonsum i Fastlands-Norge 1835–2012

Det årlige energikonsumet i Fastlands-Norge økte ifølge våre beregninger fra rundt 32 PJ i 1835 til rundt 780 PJ rundt 2010. Det nådde en topp i år 2002, og sank deretter noe. Utvik-

42. Lindmark og Minde: 2016, egne beregninger.

lingen i energikonsumet etter år 2000 kan tyde på at årene rundt 2000 kan bli et vendepunkt i energikonsumet i Fastlands-Norge ettersom det synes som om det har stabilisert seg på et nivå om lag 10% lavere enn i toppåret.<sup>43</sup>

Figur 1 viser de lange linjene i konsumet 1835–2012.



**Figur 1.** Årlig energikonsum i Fastlands-Norge 1835–2012.

Kilde: Magnus Lindmark and Kjell Bjørn Minde, «Estimates of Norwegian Energy Consumption 1835–2012.» The Statistics, Unpublished Manuscript, Umeå University, Umeå 2016.

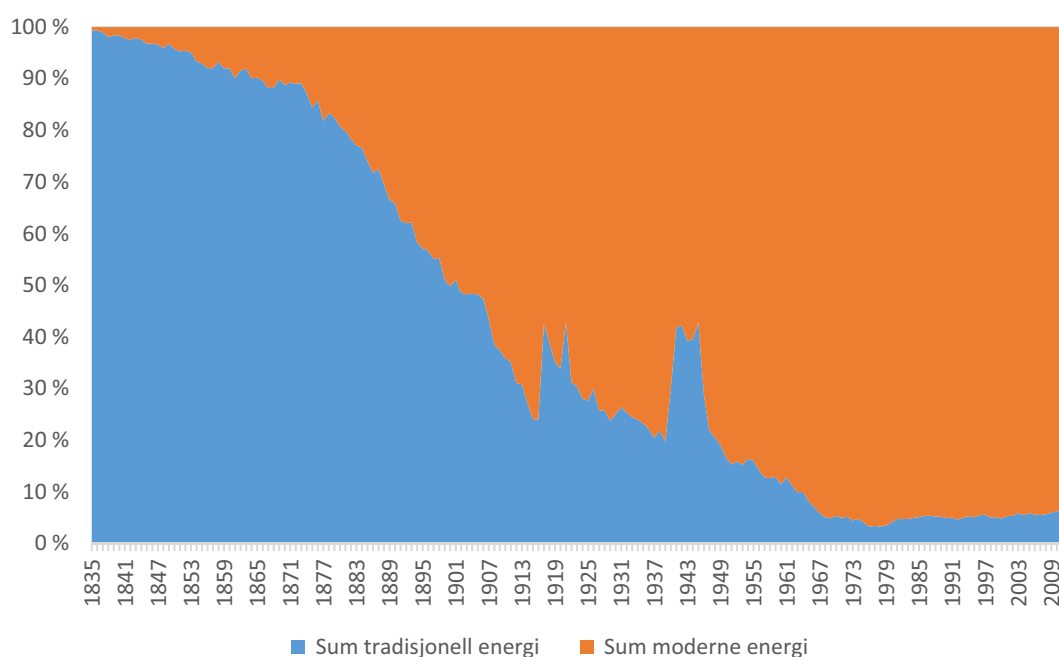
Inntil århundreskiftet var det årlige konsumet av energi fra det tradisjonelle systemet større enn det var fra det moderne. Det var ikke før i 1890-årene at det årlige energikonsumet som kom fra brenning av kull oversteg mengdene fra brenning av ved. Konsumet av energi fra det tradisjonelle systemet nådde et historisk maksimum allerede i løpet av 1870-årene.

Overgangen til et moderne system begynte i 1830-årene gjennom en beskjeden import av kull og lysolje.<sup>44</sup> Den økte på, og driften av jernbanene ble trolig raskt den drivende kraften bak den økte etterspørselen etter kull fra 1850-årene og utover.

Figur 2 utdyper dette bildet: den viser at energiforsyningssystemet endret seg fra å være et tradisjonelt energikonsumsystem basert på energi fra ved og torv samt mekanisk energi fra rennende vann, til å bli et moderne system basert på fossilt brensel og vannkraft på 1900-tallet. Omstillingene har pågått i nærmere to hundre år, og pågår fortsatt.

43. Det hefter likevel usikkerhet til beregningene rundt dette tidspunktet. Våre beregninger gjelder fastlandsøkonomien. Beregninger SSB har gjort av energikonsumet i den samlede norske økonomien viser ikke utflating, men en svak økning fra 1990-tallet og fremover mot 2012. I skrivende stund arbeider SSB med en revisjon av tallgrunnlaget, noe som kan gjøre at våre beregninger må revideres. Det vet vi ikke ennå.

44. Lysoljen vi finner omtalt i statistikken kan være raffinert hvalolje. Den var derfor dyrefett og dermed strengt tatt ikke en moderne energibærer. Vi har likevel ført den som det i våre beregninger fordi vi ikke vet sikkert om noe av den kan være et petroleumprodukt. Senere nevnes petroleum eksplisitt i importstatistikken, og det fjerner all tvil.



**Figur 2.** Energiandelene i det tradisjonelle og moderne systemet 1835–2012.

Sources: Magnus Lindmark and Kjell Bjørn Minde, «Estimates of Norwegian Energy Consumption 1835–2012.» The Statistics, Unpublished Manuscript, Umeå University, Umeå 2016.

Energikonsumet fra de moderne energibærerne var på 1800-tallet totalt dominert av energi fra brenning av kull og koks. Det var ikke før like etter århundreskiftet at energi fra elektrisitet og olje begynte å bety noe i den store sammenhengen. Dette var de vesentlige nye trekkene på 1900-tallet. Energi fra vannkraft økte fra så godt som ingenting i 1900 til om lag 26 prosent av totalt energikonsum i 1917. Dette skjedde både på grunn av den sterke utbyggingen og de ekstraordinære forholdene under første verdenskrig, med mangelen på importkull som viktigste faktor. Andelen falt deretter noe, men stabiliserte seg på i overkant av 20 prosent resten av mellomkrigstiden.

En ny, ekstraordinær situasjon oppstod tidlig på 1940-tallet, da andelen av energikonsumet fra elektrisk kraft steg til hele 40 prosent av totalt produsert energi i løpet av få år. Også her må mangelen på kull og olje ha bidratt mye til at energiandelen fra vannkraften i løpet av kort tid fikk en så relativt stor betydning.

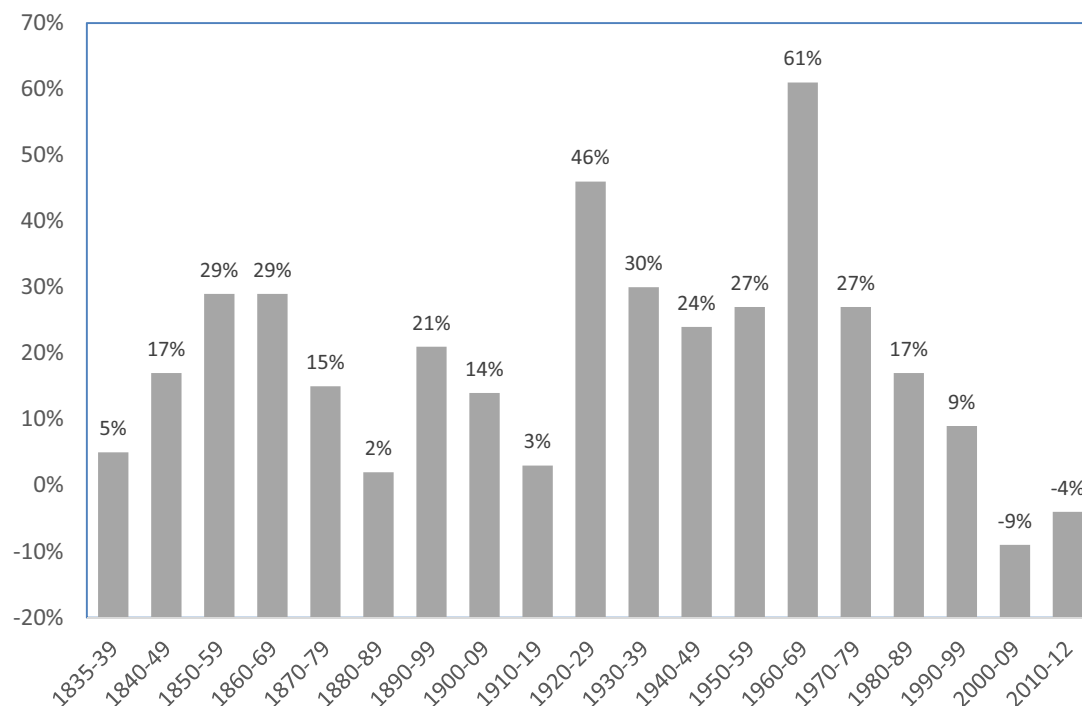
Fra 1940 fortsatte andelen av energi fra kull og koks å falle, og dette fallet varslet om det som skulle komme: at tiden for kull og koks som en viktig energibærer i norsk økonomi var over.

Det nye trekket i bildet etter 1945 er den sterke økningen i energiforbruket av olje, der forbruket økte med 300 prosent i løpet av bare seks år fra 1945 til 1951. Drivkreftene i etter-spørselen etter oljeprodukter var dels økningen i antallet eksplosjonsmotorer i traktorer, biler, motorsykler og fiskebåter, men også økt bruk av olje til boligoppvarming og i industriprosesser. I andre land finner vi en lignende utvikling som den i Norge.

### Anslag over veksten i energikonsum per tiår i Fastlands-Norge 1835–2012.

Ser vi på økningen i konsumet av energi frem til 2012 fordelt på tiår, ser vi at det økte sterkt fra 1830-årene og frem til 1870-årene. Vi finner et årlig konsum som er 20–30 prosent høyere ved utgangen av hvert tiår enn ved begynnelsen. I 1880 lå konsumet av energi per år anslagsvis 160 prosent høyere enn i 1835.

Veksten var høy, særlig når vi tar i betraktning hvor mye det var av denne energien som kom fra hogsten i skogene. Den høye veksten er også en talende illustrasjon til det ordskiftet som pågikk om forvaltningen av skogene i Norge, særlig på 1860- og 1870-tallet, men også i årene frem til rundt 1920.



**Diagram 1.** Veksten i energikonsumet i Fastlands-Norge 1835–2012. Vekst per tiår, 1835–2012 i prosent.

Kilde: Magnus Lindmark and Kjell Bjørn Minde, «Estimates of Norwegian Energy Consumption 1835–2012.» The Statistics, Unpublished Manuscript, Umeå University, Umeå 2016.

Ledende forstfolk advarte allmennheten, gang på gang, om at den hogsten som foregikk, ikke kunne være bærekraftig.<sup>45</sup>

Etter en periode på førti år, 1880–1920, der veksten i de ulike tiårene var ujevn, kom landet inn i en ny vekstperiode frem til 1990. Hva som kan være de underliggende årsakene til den ujevne veksten er ikke godt å si, men det kan være svakheter i elektrisitetstatistikken i seg selv i de første tiårene etter 1900, kombinert med de ekstraordinære forholdene under første verdenskrig.

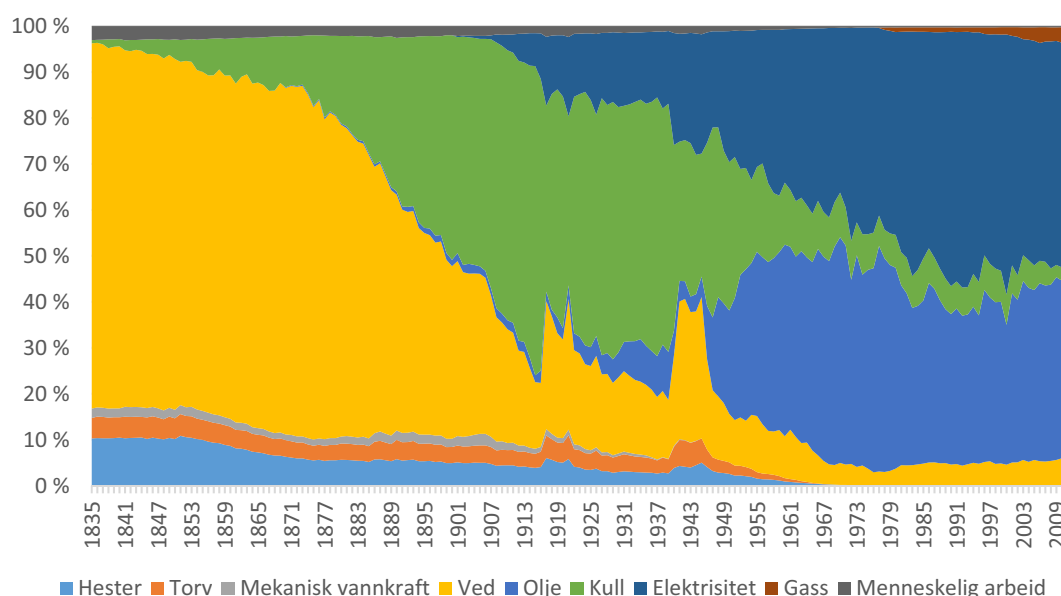
45. Se for eksempel en polemisk omtale i Gierløff, Christian 1923: *Skogen og folket*, H. Aschehoug & Co., Kristiania. 292 ff.

1960-årene er helt eksepsjonelle hva økning i konsum angår, og som vi ser av diagram 1 er det her vi får det historiske tilveksthøydepunktet. 1990-årene representerer kanskje et historisk vendepunkt: Konsumet stagnerer. Ikke noen gang tidligere har konsumet vært lavere ved utgangen av et tiår enn ved begynnelsen av det.

### Endringene i de relative andelene i det totale energikonsumet i Fastlands-Norge 1835–2012

Totalbildet viser et par iøynefallende trekk. Det dominerende og mest markerte på 1800-tallet var den store andelen av energikonsumet i det tradisjonelle systemet som baserte seg på brenning av ved. Veden fremskaffet på 1800-tallet alene anslagsvis vel 70 prosent av energien i det tradisjonelle systemet. Regner vi med torv, produserte disse to energibærerne en 80–85 prosent av energien i landets tradisjonelle energisystem frem til bruken av torv kollapset fullstendig i løpet av noen få år etter 1945.

Vedens varige og sentrale posisjon i det tradisjonelle systemet er også veldig synlig i tiden etter 1960. Etter 1960 har brenning av ved produsert nesten all energi i det tradisjonelle energisystemet.



**Figur 3.** Relative andeler av energi fra 9 energibærere i Fastlands-Norge, 1835–2012.

Kilde: Magnus Lindmark and Kjell Bjørn Minde, «Estimates of Norwegian Energy Consumption 1835–2012.» The Statistics, Unpublished Manuscript, Umeå University, Umeå 2016.

Figur 3 viser også de store strukturelle skiftene i det moderne systemet på 1900-tallet. Kullet beholdt, i motsetning til hva mange synes å tro, sin dominerende posisjon helt frem til 1940. Energikonsumet fra vannkraften økte riktignok sterkt i samme tidsrom, men de produserte mengdene kom aldri i nærheten av de energimengdene kullet produserte før 1940. Oljen fikk en meget dominerende stilling i energiforsyningen, særlig etter 1945.

De store strukturelle endringene i bildet på 1800-tallet er altså at konsumet av energi fra det tradisjonelle systemet reduseres, mens konsumet av de moderne energibærerne øker.

Kullet erstattet gradvis veden som landets primære energikilde på 1800-tallet.

Men, som figur 3 viser, så kom så sent som i 1870 over 70 prosent av all energi landet trengte fra ved. Fallet som da inntrådte, og som varte til i 1930-årene, innvarslet en annen bruk av tømmeret enn før. Fra det tidspunktet startet en prosess der tømmeret i langt større grad enn før ble foredlet til tremasse, cellulose og papir. Dette førte til at vedens andel av det avvirke tømmeret sank fra anslagsvis 65–70 prosent rundt 1870 til anslagsvis rundt 30 prosent tidlig i 1930-årene.<sup>46</sup> I stedet for å brenne tømmeret, ble det fra 1870 i stigende grad brukt til hustømmer. Denne overgangen i bruken av tømmeret fra ved til hustømmer av mange slag er uten tvil en av de viktigste strukturelle endringene i norsk energihistorie på 1800-tallet.

Den andre store strukturelle endringen i energiforsyningen var den nye avhengigheten av kullimport. Den startet så smått i 1830-årene og økte kraftig utover 1800-tallet. I hvor stor utstrekning økningen av kullforbruket var avledet av etterspørselen etter brensel og ikke etter dampkraft til transport eller til industriproduksjon på 1800-tallet, vet vi ikke. Det gjenstår å undersøke.

Skogkommisjonen som arbeidet med en ny skoglov på 1870-tallet la frem noen beregninger som viste at kull allerede på det tidspunktet var blitt viktig i energiforsyningen i byer og tettsteder rundt om i Norge. I sør konkurrerte etter alt å dømme kullet ut noe av veden, mens kullet trolig konkurrerte ut noe av torven i nord.<sup>47</sup> En svensk studie av økningen av konsumet av kull tyder likevel på at det særlig var etterspørselen etter dampmaskiner som var drivkraften i den økte etterspørselen etter kull.<sup>48</sup>

## HVOR STORT VAR ENERGIKONSUMET I UTENRIKSØKONOMIEN 1835–1950? NOEN SPEKULASJONER OG FORELØPIGE HYPOTESER

En norsk energihistorie kan ikke skrives uten at energikonsumet i utenrikssektoren får sin selvsagte plass i en slik fremstilling. Spørsmålet blir altså hvor stort det var i denne delen av økonomien. Det vet vi ikke, og fremstillingen nedenfor må derfor oppfattes som spekulasjoner rundt et sentralt, men ennå ikke utforsket tema i norsk økonomisk historie.

I utenrikssektoren var vinden enerådende i det tradisjonelle energisystemet frem til i 1860-årene. Da startet en omstilling som faset ut seilskipene og erstattet disse med dampskip. Innen sjøfarten var dette det første hamskiftet i bruken av energi til fremdrift av skipene. Det andre kom fra 1912 og utover, da de kullfyrte dampskipene gradvis ble faset ut av oljefyrte motor- og dampskip. Prosessen var fullført rundt 1960. Siden da har drivstoffet i den norske flåten vært olje.

Men hvilke konsekvenser har disse utviklingslinjene hatt for Norges energihistorie?

Beregninger vi har gjort tyder på at utenriksandelen i energikonsumet var moderat frem til rundt 1910. Det kan vel dreie seg om 6–8 prosent av totalt energikonsum i den norske økonomien. Men deretter startet et drama som endte med at flåten i årene rundt 1950 kan ha konsumert rundt 35 prosent av den samlede energien i norsk økonomi. Se tabell 2.

46. Lindmark og Minde 2016, egne beregninger.

47. Se Kommission til Behandling af Skovlovgivningen 1879: «Indstilling med foreløbigt Udkast til Lov om Skovvæsenet, fra den ved Kongelig Resolution af 28de Marts 1874 nedsatte Kommission til Behandling af Skovlovgivningen», Christiania.

48. Lindmark and Olsson-Spjut: 2018.

**Tabell 2.** Anslag over energiandelen i utenriks sektor av totalt energikonsum i Norge 1835–1950. I prosent.

Seil (Vind): 1835–1943. Damp (Kull): 1866–1950. Olje: 1912–1950.						
År	1835	1860	1890	1900	1913	1950
Andel	4	5	6	7	17*	41

Kilde: Beregningene er basert på Stoltz 1955, s. 50 og s. 56, Gjølborg 1979, tabell 5, s. 365, og Magnus Lindmark and Kjell Bjørn Minde, «Estimates of Norwegian Energy Consumption 1835–2012.» The Statistics, Unpublished Manuscript, Umeå University, Umeå 2016. \*: Alternativ beregning: 8%.

Selv om det er tvilsomt, er det fullt mulig at denne andelen kan ha holdt seg lenge, kanskje til 1970-årene. Det er bare fremtidig forskning som kan avgjøre dette og hvordan oljeindustrien og luftfarten kan ha påvirket denne andelen etter 1970.

### GIKK NORGE EN SÆRVEI GJENNOM ENERGIHISTORIEN?

Norges energihistorie er satt sammen av to, separate historier; Fastlands-Norge har en, og økonomien *utenfor* Fastlands-Norge har en. Og hver av de to har to underliggende, parallelle historier om konsumet i henholdsvis det tradisjonelle og det moderne systemet på fastlandet og til sjøs.

Disse to historiene har hver sine særtrekk. Grunntrekkene i den norske økonomien *utenfor* Fastlands-Norge ble skapt gjennom satsingen på skipsfarten fra tidlig på 1800-tallet og senere. Denne handelsflåten genererte høye inntekter og den konsumerte store energimengder til driften. Historien om den er vesensforskjellig fra Fastlands-Norges historie.

Det kanskje mest iøynefallende utviklingstrekket i energikonsumet i utenriksøkonomien er de store dimensjonene og den raske veksten. Konsumet vokste så raskt etter 1910 at flåten i 1950 kan ha stått for rundt 35 prosent av totalkonsumet av energi i norsk økonomi. Ingen annen europeisk stat hadde da en økonomi der over en tredjedel av energien i økonomien ble forbrukt *utenfor* landets grenser.

I Fastlands-Norges energihistorie finner vi to andre interessante utviklingstrekk på 1800-tallet. Vedens store betydning illustreres ved at det årlige konsumet av energi fra det tradisjonelle systemet var større enn det var fra det moderne fram til omkring århundreskiftet.

Kullet ser ut til å ha betydd lite i industrialiseringsprosessen knyttet til den første industrielle revolusjon frem til århundreskiftet. Den viktigste drivkraften i industrien inntil da var mekanisk vannkraft som drev sager, høvler, flishøvler, møllesteiner, pumper, vevstoler og hammere, men bruken av mekanisk vannkraft gikk vesentlig ned frem til 1940. Regner vi med den virksomheten som foregikk i håndverksbedriftene og i jordbruket, blir den andelen av energien som kom fra kull til produksjonsformål enda mindre.

Norge skiller seg på dette punktet ut fra de fleste andre land, også i noen utstrekning fra Sverige. Konsumet av kull per person kan ha vært om lag det samme i Norge og Sverige til etter århundreskiftet, men bruken av det var likevel forskjellig. I Sverige gikk mye av energien i kullet til industriformål, mens i Norge ser det ut til at kullet mest gikk til oppvarming i husholdene, drift av jernbanene og til skipene i kystsjøfarten.



Det ser også ut til at mange industribedrifter gikk direkte over fra bruk av mekanisk vannkraft til elektrisitet, her ved at de tok i bruk elektrisk lys i bedriftene og at de installerte elektromotorer som drev spinne- og vevemaskiner, sager, kverner, utstyr og verktøy av mange slag både i industrien og i større håndverksbedrifter.<sup>49</sup> Elektrisiteten egnet seg også i høy grad til bruk i hjemmene i form av elektrisk lys, varmeovner og elektriske kokeplater.

For det fjerde gikk Norge en særvei i Europa etter 1975. I Europa flatet etter hvert energikonsumet ut, i Norge skjedde ikke dette før på 1990-tallet.

Konklusjonen her blir da, formulert i en hypotese, at Norge, både i økonomien utenfor Fastlands-Norge og i selve Fastlands-Norge, i sum må sies å ha fulgt en særvei gjennom deler av sin egen energihistorie.

## KONKLUSJON

I dette arbeidet har vi vist at den samlede norske energihistorien er satt sammen av to mindre delhistorier. Arbeidet vårt viser vel også hvor mye det er vi ikke vet eller ikke vet med sikkerhet om disse historiene.

Studerer vi fastlandshistorien, ser vi at det er likheter med de tidligere undersøkte landene i Europa, i første rekke Sverige. Studerer vi utenrikssektorens energihistorie, oppdager vi *annerledeslandet* Norge, på vei gjennom historien på sin *særvei*.

Det store energikonsumet i flåten førte til at energikonsumet i norsk økonomi på 1900-tallet var langt høyere enn vi vanligvis forestiller oss om vi studerer den norske energistatistikken. Trekker vi *ikke* inn det store konsumet av fossilt brensel i flåten, gir både den etablerte statistikken og våre beregninger av energikonsumet i Fastlands-Norge et svært misvisende bilde av det samlede energikonsumet i norsk økonomi, særlig etter 1910. Norsk økonomi bør kanskje ikke fremstilles, som den stundom blir, som en sterkt elektrisitetsbasert økonomi. Det var den neppe, den var tvert imot i langt sterkere utstrekning enn vi vanligvis forestiller oss, basert på konsumet av fossil energi.

I vår undersøkelse har vi av kildemessige grunner ikke kunnet gå nøyere inn på denne problemstillingen.

Vi har så presentert en nytegnede skisse av energihistorien på 1800-tallet. Veksten i energikonsumet i Norge var meget sterk fra 1830 til i 1870-årene. Basis for denne veksten var i første rekke ved, i noen grad også kull, men veden forble en helt sentral og meget dominerende energibærer gjennom hele 1800-tallet. Det tradisjonelle energiforsyningssystemet lever videre gjennom bruk av ved den dag i dag.

Ser vi industrialiseringen i lys av endringene i bruken av energibærerne, fremstår det som klart at den første industrielle revolusjon begynte allerede i 1830-årene. Det ser vi om vi bruker kull som markør for oppstarten av denne.

*Men*; kullet ble neppe, samlet sett, særlig viktig i industrialiseringsprosessen under den første industrielle revolusjon frem til århundreskiftet, bortsett fra i noen få næringer, som for eksempel mekaniske verksteder, bryggerier og høvlerier. Drivkraften i industrien var frem til da i hovedsak rennende vann som skapte mekanisk energi. Kullet gikk trolig først og fremst til brensel i husholdningene og til driften av jernbanene og innenriksflåten.

49. Se særlig Venneslan 2006 og 2009.

Det industrielle gjennombruddet rundt 1905–1910 faller sammen med at bruken av mekanisk vannkraft og kullenergi nådde en av toppene i forhold til total energibruk. Det vesentlige er likevel at elektrisiteten da tar over som raskest voksende energibærer. Og, som Fritz Hodne har fastholdt: det var da det industrielle gjennombruddet skjedde i Norge fordi det først var da at industrien, i stor skala, koblet seg til en ny, industri- og samfunnsdrende energibærer.

I det hele så har vel vår fremstilling vist hvor sterkt behov det er for ny forskning på en rekke områder, men kanskje særlig på disse:

Det første er studier av energikonsumet i utenrikssektoren. Uten nye slike studier, vil vi ikke kunne fremstille en samlet norsk energihistorie.

Vi trenger også nye, komparative studier, der den norske energihistorien settes inn både i en nordisk og europeisk sammenheng. Trolig vil slike studier avdekke mange ulikheter både innad i Norden og mellom Norden og resten av Europa.

Et tredje forskningsfelt er grundigere og nøyere studier av hver enkelt energibærer for å gjøre bildet av dem mer nyansert og konklusjonene omkring dimensjonene og betydningen av dem fastere fundert. Særlig gjelder dette energibærerne i det tradisjonelle systemet.

Vi vil også fremheve behovet for forskning på et fjerde område: sammenhengen mellom fornyelse og innovasjon i økonomien og bruken av gamle – og nye energibærere. Dagsaktuelt og viktig, den gang – som nå.

## OFFENTLIG STATISTIKK

Oversigt over de af Amtmændene afgivne Rapporter angaaende Norges oeconomicke Tilstand m.m ved Udgangen af Aaret 1829.

Beretninger om Den oeconomicke Tilstand m.m. i Norge ved Udgangen af Aaret 1835, underdanigst givne af Rigests Amtmænd, Christiania 1836, samt Beretninger... 1840–1865.

Statistiske Opgaver til Belysning af Norges industrielle Forholde i Aarene 1870–1874, C. No. 13.

SSB, C. NO. 13. Statistikk over Norges Fabrikantlægg ved Udgangen af Aaret 1875.

NOS, Tredie Række No 97, Statistikk over Norges Fabrikantlægg ved Udgangen af Aaret 1885, SSB, Kristiania 1889, samt No 170 og 305.

NOS, Fjerde Række Nr. 99, Rigsforsikringsanstaltens Industristatistikk for Årene 1895–1899, Rigsforsikringsanstalten, Kristiania 1904.

NOS, V. 58, Industristatistikk for Aar 1900, Rigsforsikringsanstalten, Kristiania 1908, samt No 177.

NOS, V. 97, Industristatistikk for Aar 1905, Rigsforsikringsanstalten, Kristiania 1909, samt No 155, 183 og 213.

NOS, VI. 22, Industristatistikk for Aaret 1912, Rigsforsikringsanstalten, Kristiania 1914, samt No 87, 125, 162.

NOS, VII. 5, Industristatistikk for året 1918, Rigsforsikringsanstalten, Oslo 1921, samt No 91.

NOS, VIII. 161, Industristatistikk for årene 1928 og 1929, SSB, Oslo 1931, samt No 178.

NOS VIII, 1927, Skogbrukstilling for Norge, Oslo 1927.

NOS. IX. 169, Forbruket av trevirke på gårdene 1936–37, Oslo 1938.

NOS IX, 131, Produksjonsstatistikk, Norges industri 1936, SSB, Oslo 1938.

NOS. X.44, Norges industri, Produksjonsstatistikk 1940, SSB, Oslo 1942, samt No 180.

NOS. XI.25, Norges industri, Produksjonsstatistikk 1948, SSB, Oslo 1950.

NOS A 977, Energistatistikk. 1970–1977.

NOS B 025, Energistatistikk 1978.

NOS C 347, Energistatistikk 1995.

NOS A 967, Skogavvirkning til salg og industriell produksjon 1976–1977.

## ANNEN STATISTIKK

- SSB 1979, *Historisk statistikk*, 1978, Oslo.
- SSB, 1969, *Historisk Statistikk*, 1968, Oslo.
- SSB *Historisk statistikk*, 1994, Oslo.
- Kommission til Behandling af Skovlovgivningen, 1879: «Indstilling med foreløbigt Udkast til Lov om Skovvæsenet, fra den ved Kongelig Resolution af 28de Marts 1874 nedsatte Kommission til Behandling af Skovlovgivningen», Christiania.
- Schweigaard, A. M 1840: *Norges Statistik*, Christiania.
- Tvedte, M. Braun 1848: *Norges Statistik*, Christiania.
- SSB, Audun Rosland 1982: *Forbruk av fast brensel i husholdninger 1960–1980*. Rapporter fra Statistisk Sentralbyrå 82:11, Oslo
- SSB, Gerhard Stoltz 1955: *Økonomisk utsyn 1900–1950*, Oslo.
- SSB, *Statistisk årbok*, 2000, Oslo.

## LITTERATUR

- Aaseth, Arne L. 1939: «Forbruket av brenntorv på gårdene», *Meddelelser fra Det Norske Myrselskap*, Oslo.
- Aaseth, Arne 1936: «Vår treforedlingsindustriis tømmerforbruk og det innenlandske forbruk av trevirke og produkter derav», *Skogbrukeren*, Nr 4, 5 og 6, 49–51, 82–89, 105–110.
- Allen, Robert C. 2009: *The British Industrial Revolution in Global Perspective*, Cambridge University Press, Cambridge, 331 ff.
- Aschehoug, Torkel Halvorsen 1894: «Om de forskjellige slags mekanisk drivkraft, som bruges i økonomiens tjeneste», *Statsøkonomisk Tidsskrift*, 1894, Kristiania, 272–286.
- Borchrevink, Anne-Berit, 1970: «Brenntorv i Norge. En oversikt over redskap, arbeidsliv og bruk av torv som brensel i norske landhusholdninger», *Magistergradsavhandling i etnologi*, Oslo.
- Bruland, Kristine 1989: Norsk mekanisk verkstedsindustri og teknologioverføring 1840–1900, i Even Lange, (red.: *Teknologi i virksomhet. Verkstedsindustri i Norge etter 1840*. Ad Notam Forlag Oslo 33–79.
- Byrkjeland, Martin 2015: *Hardanger. Ei regionhistorie*, band 3, Fagbokforlaget.
- Gales, B., Kander, A., Malanima, P., and Rubio, M. 2007: «North versus South, Energy transition and energy intensity in Europe over 200 years», *European Review of Economic History*, 11, 2, 219–253.
- Gierløff, Christian 1923: *Skogen og folket*, H. Aschehoug & Co., Kristiania. 292 ff.
- Gjølberg, Ole 1979: Økonomi, teknologi og historie: analyser av norsk skipsfart og økonomi 1866–1913, doktorgradsavhandling, NHH, Bergen.
- Gruber, Arnulf 2012: «Energy transitions research: Insights and cautionary tales», *Energy Policy*, Volume 50, November, 8–16.
- Gulbrandsen, Gulbrand: 1969: «Kornmaling gjennom tidene», i *Volund* 1969, 9–156.
- Hanisch, Tore Jørgen, Nerheim, Gunnar: 1992, *Norsk oljehistorie: Fra vantro til overmot?*, 523 ff.
- Hodne, Fritz 1981: *Norges økonomiske historie: 1815–1970*, Cappelen, Oslo.
- Hodne, Fritz og Grytten, Ola Honningdal 2002: *Norsk økonomi i det 19. århundre*, Fagbokforlaget, Bergen 2000, 318 ff.
- Hodne, Fritz og Grytten, Ola Honningdal 2002: *Norsk økonomi i det 20. århundre*, Fagbokforlaget, Bergen.
- Hoel, Oddmund 2017: *Soga om Sogn og Fjordane, band 3, Fjordfylket på nye vegar*, Fagbokforlaget, Bergen, 333 ff.
- Hovland, Edgar og Nordvik, Helge 1997: «Det industrielle gjennombrudd i Norge med samtidens og ettertidens øyne 1840–1914», i *I det lange løp. Essays i økonomisk historie tilegnet Fritz Hodne*, eds. Basberg, Bjørn, et.al., Fagbokforlaget, Bergen, 61–85.
- Hveding, Vidkun 1969: *Utredning vedrørende Norges energiforsyning*, Statens energiråd, Oslo 1969.

- Jøssang, Lars Gaute 2016: *Heimdal*, Fagbokforlaget, Bergen, 271 ff.
- Kander, Astrid, Malanima Paolo, and Warde, Paul 2014: *Power to the People. Energy in Europe over the Last Five Centuries*. Princeton University Press, 460 ff.
- Kander, Astrid, 2002: *Economic growth, energy consumption and CO<sub>2</sub> emissions in Sweden 1800–2000*, Lund Studies in Economic history 19, Almquist & Wiksell International, Lund. (diss).
- Landbruksdepartementet og Skogdirektoratet, 1962: *Skogadministrasjonen gjennom tidene. Tiden etter 1957*, Bind II, Oslo.
- Landes, D. S. 1969: *The Unbound Prometheus: Technological Change and Industrial Development in Western Europe from 1750 to the Present*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Lange, Even 1989: *Teknologi i virksomhet. Verkstedsindustri i Norge etter 1840*. Ad Notam Forlag, Oslo.
- Lindmark, Magnus and Olsson-Spjut, Frederik, 2018: «From Organic to Fossil and in-between. New Estimates of Energy Consumption in the Swedish Manufacturing Industry 1800–1913,» *The Scandinavian Economic History Review* 66:1, 18–33.
- Lindmark, Magnus, Andersson, Lars-Fredrik, 2010: «Household Firewood Consumption in Sweden in the Nineteenth Century», in *Journal of Northern Studies* 2, 55–78.
- Løddesøl, Aasulv, 1948: *Myrene i næringslivets tjeneste*, Grøndahl & Sønns Forlag, Oslo.
- Malanima, P. 2016: «Energy Consumption in England and Italy, 1560–1913: Two pathways toward energy transition», *The Economic History Review*, 69,1, 78–103.
- Mørch, J, 1952: «Vår energihusholdning», *Elektroteknisk Tidsskrift*, Nr 17, 1952, 214–218.
- Nef, John Ulric 1966: *The Rise of the British Coal Industry*, Vol. I–II, Routledge and Sons, London.
- Nerheim, Gunnar og Utne, Bjørn: 1990: *Under samme stjerne : rederiet Peder Smedvig 1915–1990*, 333 ff.
- Nerheim, Gunnar, 1996: *En gassnasjon blir til*, Leseselskapet, 311 ff.
- Nilsen, Yngve og Thue, Lars, 2006: *Statens kraft. Miljø og marked 1956–2006*, Universitetsforlaget, Oslo, 452 ff.
- Olsen, Odd Einar, (red.) og Sejersted, Francis (red.) 1997: *Oljevirkosomheten som teknologitvinklingsprosjekt : perspektiver på utviklingen av det oljeteknologiske systemet på norsk kontinentalsokkel*, Ad Notam Gyldendal, 290 ff.
- Pomeranz, Kenneth 2000: *The Great Divergence: China, Europe, and the Making of the Modern World Economy*, Princetown University Press, Princetown, 392 ff.
- Rinde, Harald 1995: *Fylkeskraft og folkestyre. Linjer i Vest-Agders Energiverks historie*, Fædrelandsvennen, Kristiansand.
- Rinde, Harald 2015: *Det moderne fylket. Nordlands historie, bd 3*, Fagbokforlaget.
- Ryggvik, Helge og Smith-Solbakken, Marie 1997, *Blod, svette og olje*, Ad Notam Gyldendal, 525 ff.
- Sandvik, Pål Thonstad 2018: *Nasjonens velstand. Norsk økonomisk historie 1800–1940*, Fagbokforlaget, Bergen.
- Sieferle, Rolf Peter 2001: *The Subterranean Forest Energy Systems and the Industrial Revolution*, Cambridge: The White Horse Press, 230 ff.
- Skadsem, H, 1895: «Om Brændtorv», *Tidsskrift for Skovbrug*, No 1,1–9.
- Skjold, Dag Ove 2015: *Mot nye horisonter. Statskrafts internasjonale historie 1990–2015*, Universitetsforlaget, Oslo, 248 ff.
- Stangeland, G. E., 1907: «Om Torvmyrer i Norge og deres Tilgodegjørelse», *Norges Geologiske Undersøgelse*, no 24, H. Aschehoug & Co, Oslo.
- Stoltz, Gerhard 1955: *SØS*, 3, Oslo.
- Teives Henriques, Sofia 2011: *Energy Transitions, Economic growth and Structural Change*, Lund Studies in Economic History, 54, (Diss.)
- Thue, Lars 1992: «Elforsyning og kraftutbygging som etterkrigshistorisk forskningsfelt», *Etterkrigshistorisk Register*, nr. 5, Mai 1992, LOS-senter notat 92/15, Bergen 1992.
- Thue, Lars 1994: *Statens Kraft 1890–1947. Kraftutbygging og samfunnsutvikling*, J.W. Cappelens Forlag A. S. Oslo, 20–94, og 2 utgave, Universitetsforlaget 2006.

- Timberlid, Jan Anders, Byrkjeland, Martin 2015: *Vatnet, verket og byen. Høyanger 100 år 1915–2015*, bd 1 og 2.
- van Zanden, Jan Leuten, 2002: «Early modern economic growth. A survey of the European economy», in Maarten Prak (ed.) : *Early Modern Capitalism. Economic and Social Change in Europe, 1400–1800*, London and New York: Routledge.
- van Zanden, Jan Luiten 2009: *The Long Road to the Industrial Revolution: The European Economy in a Global Perspective, 1000–1800*. 343 ff.
- Venneslan, Christian 2007: «Industrial Development in Norway 1836–1939 – in View of Historical National Accounts», Institutt for samfunnsøkonomi, Norges Handelshøyskole. Bergen. (Doctoral thesis).
- Vennesland, Christian 2009: «Electrification and industrialization: An assessment of the industrial breakthrough in Norway», *The Scandinavian Economic History Review*, 57, 2, 2009, 124–155.
- Warde, Paul, 2007: *Energy Consumption in England and Wales 1560–2000*, Consiglio Nazionale delle Ricerche, ISSM.
- Wilkinson, Richard G. 1973: *Poverty and Progress. An ecological model of economic development*, Methuen & Co Ltd.
- Wrigley, E. A. 1988: «The Limits to Growth: Malthus and the Classical Economists», *Population and Development Review*, 1 January 1988, Vol.14, 30–48.
- Wrigley, E. A. 1990: *Continuity, Chance and Change: The Character of the Industrial Revolution in England*, Cambridge University Press.
- Wrigley, Edward Anthony 2006: «The transition to an advanced organic economy: half a millennium of English agriculture», in *Economic History Review*, LIX, 3, s. 435–480.
- Wrigley, E. A. 2010: *Energy and the English Industrial Revolution*, Cambridge University Press, 288 ff.
- Wrigley, E. A. 2016: *The Path to Sustained Growth. England's Transition from an Organic Economy to an Industrial Revolution*, Cambridge University Press, Cambridge.