**Det grønne skiftet er ugjennomførlig**

**Det sies og snakkes mye om det såkalte «grønne skiftet» hvor verden i 2050 skal være fri for bruk av «fossil» energi, dvs. olje, gass og kull.**

****

**Det grønne skiftet vil aldri bli gjennomført fordi det er for ødeleggende for verdens økonomi og miljø, argumenterer Geir Hasnes i denne ytringen..**

**Av Geir Hasnes UNIVERSITETSLEKTOR II, INSTITUTT FOR TEKNISK KYBERNETIKK, NTNU, 02. februar 2021**

**Jeg har derfor regnet på behovet for energikilder i 2050.**

**En ekstrapolering fra verdens energiforbruk siden 1980 gir et behov for 242 petawatt-timer i 2050, hvorav 193 petawatt-timer vil komme fra «fossile» energiformer. Ved å gå over til «fornybar» energi må vi kunne generere 22 terawatt kontinuerlig i 2050 for å erstatte «fossil» energibruk.**

**Starter vi i dag, 1. februar 2021, og skal være i mål 1. januar 2050, må det hver dag installeres 2,08 gigawatt kapasitet. (Merk at jeg ikke tar med ledig kapasitet for å ta unna effekt-topper da disse er vanskelige å beregne for hele verden. Man kan sikkert gange med to, og dette er altså minimumskrav.)**

**Setter vi opp vindturbiner på 2,5 megawatt med 40% kapasitetsfaktor betyr det at det må settes opp 2080 slike vindturbiner hver dag i 30 år. Disse må i tillegg ha backup i form av enorme batterier eller mer stabile kraftverk. Med en gjennomsnittlig levetid på 20 år må altså antallet dobles fra 2041 til 2050. Deretter – med utflating av energiforbruket i 2050 – må det tas ned og settes opp 2080 slike turbiner hver dag i all evighet.**

**Legger vi ut solpaneler, og bruker 10W pr kvadratmeter som sannsynlig produksjon, må vi dekke et område på 208 kvadratkilometer hver dag. Med en gjennomsnittlig levetid på 25 år må vi i 2046 doble antallet, og fra 2050 – igjen med antatt utflating av energibehovet – må vi fjerne og legg ut nye 208 kvadratkilometer solpaneler hver dag i all evighet.**

**Setter vi opp atomkraftverk med en gjennomsnittlig produksjon på 1 gigawatt, må det bygges to atomkraftverk hver dag fremover.**

**Fortsetter vi å bygge vannkraftverk, med størrelse i snitt som Alta-kraftverket som genererer 150 megawatt, må det bygges 14 slike kraftverk om dagen.**

**I dag finnes det 400-500 000 vindturbiner i verden. Vi trenger 28,750 000 vindturbiner hvis vind skal løse det grønne skiftet, frem til 2050. De vil alene dekke mer enn halve Norge. For å unngå turbulens opererer man med 5 ganger rotordiameter. Dette gir et areal på minst 3,7 millioner kvadratkilometer, så stort som India eller halve Australia.**

**I dag finnes det 440 atomkraftverk i verden. Vi trenger 21 000 atomkraftverk hvis disse skal løse det grønne skiftet.**

**I dag produserer ca 50 000 vannkraftverk 1,3 terawatt. Vi trenger da ca 650 000 vannkraftverk hvis disse skal løse det grønne skiftet.**

**Når det gjelder solpanelene vil disse måtte dekke et areal på størrelse med Saudi-Arabia, med tillegg for infrastruktur osv.**

**El-nettet verden over overfører i dag omkring 25 petawatt-timer pr år. Hvis el-nettet skal overføre 242 petawatt-timer må det tidobles over hele kloden.**

**Sementproduksjonen som også bidrar til CO2-økningen i atmosfæren, må nå økes betraktelig for å lage vannkraftverk og atomkraftverk samt baser for vindturbiner.**

**Energibruken for å fremstille disse fire fornybare kraftproduksjonsmidlene, vil være ufattelig. De er ikke regnet på her.**

**Det er heller ikke regnet på om det er nok sjeldne metaller i verden til å produsere alle disse kraftproduksjonsmidlene og batteriene som trengs.**

**Når det gjelder vannkraft er det tvilsomt at det finnes nok utnyttbart areal. Når det gjelder solkraft vil avfallsproblemet bli ufattelig. Når det gjelder vindkraft er det også et spørsmål om det er nok areal og avfallsproblemet vil bli enormt. Når det gjelder kjernekraft er det et spørsmål om det finnes nok uran.**

**En 2,5 megawatt vindturbin koster gjennom livsløpet omkring 4,65 millioner dollar. Disse vil koste 3,5 billioner dollar per år.**

**Kjernekraftverkene koster omkring 7,5 millarder dollar å bygge. De vil koste 5,4 billioner dollar per år. Fordelen med dem er at de varer 3-5 ganger så lenge som vindturbiner.**

**Norges bruttonasjonalprodukt ligger på 33. plass i verden. 99 land har mindre enn 10% av Norges BNP, hvorav 35 land har mindre enn 1% av Norges BNP. Hvor er pengene?**

**Fire land har mer enn ti ganger så stort BNP som Norge. Av disse fortsetter Kina å bygge kullkraftverk og Tyskland vil ikke ha kjernekraft og er fullt av vindturbiner allerede.**

**I all debatt om det «grønne skiftet» ser jeg ingen rasjonalitet i debatten omkring økonomi, logistikk, industrialisering, gruvedrift, og den generelle rasering av miljøet.**

**Det grønne skiftet er kort sagt ikke gjennomførbart. Det vil aldri bli gjennomført fordi det er for ødeleggende for verdens økonomi og miljø.**

**Det grønne skiftet er mulig, og i gang**

**Modellberegninger viser at det er mulig å redusere utslipp og omstille energisystemet til grønne energikilder.**

****

**Fem professorer fra NTNU svarer her på innlegget til Geir Hasnes om det grønne skiftet.**

**Ytring, 09. februar 2021**

**Edgar Hertwich, professor i industriell økologi**

**Magnus Korpås, professor i elkraftteknikk**

**Asgeir Tomasgard, professor og direktør ved FME NTRANS**

**Helge Brattebø, professor og leder for tematisk satsingsområde NTNU Bærekraft**

**Johan Hustad, professor og leder for tematisk satsingsområde NTNU Energi**

**Geir Hasnes har skrevet et innlegg i Universitetsavisa, hvor han presenterer noen enkle beregninger og konkluderer under overskriften at ‘**[**det grønne skiftet er ugjennomførlig**](https://www.universitetsavisa.no/det-gronne-skiftet-geir-hasnes/det-gronne-skiftet-er-ugjennomforlig/188222)**’. Vi undrer oss over at kollegaer på NTNU kommer med denne type utspill, knyttet til svært komplekse problemstillinger, på felt som griper langt utover deres eget fagområde, og uten å vise til gjeldende forskning. Dette bidrar bare til å så tvil om forskningens resultater og troverdighet. Visst er det grønne skiftet krevende! Det er derimot gjennomførbart og det skjer hver dag, og i et økende tempo.**

**For noen måneder siden kom Jan Emblemsvåg med**[**feilaktige påstander om miljøpåvirkninger av vindkraft og utslipp det forårsaker i produksjon av vindturbiner**](https://radio.nrk.no/serie/studio-2-p2/sesong/202011/MKRD04023420)**,**[**som han ikke ga belegg for**](https://www.universitetsavisa.no/forskning/kritiserer-emblemsvag-for-bruk-av-ntnu-tittel/101844)**. Spørsmålet ble faktisk behandlet i [PhD-avhandling til NTNU-stipendiat og senere forsker Anders Arvesen](https://bibsys-almaprimo.hosted.exlibrisgroup.com/primo-explore/fulldisplay?docid=BIBSYS_ILS71481751850002201&context=L&vid=NTNU_UB&lang=en_US&search_scope=default_scope&adaptor=Local%20Search%20Engine&isFrbr=true&tab=default_tab&query=any,contains,Anders%20Arvesen&sortby=date&facet=frbrgroupid,include,333099992&offset=0). Avhandlingen besto av en rekke godt siterte fagfellevurderte artikler, og bidro til en**[**sammenlignende utredning av miljøpåvirkning av ulike type kraftverk**](https://www.pnas.org/content/112/20/6277)[**i regi av FNs ressurspanel og publisert av FNs miljøprogram**](https://www.resourcepanel.org/reports/green-energy-choices-benefits-risks-and-trade-offs-low-carbon-technologies-electricity)**. Den viser at vindturbiner er den muligens mest effektive måte å produsere kraft på, hvor kun vannkraftverk i gode lokasjoner har mindre utslipp enn vindkraft, både av CO2 og annen forurensning.**

**Tyr til enkel framskrivning**

**Hasnes er**[**universitetslektor II i kybernetikk ved NTNU**](https://www.ntnu.no/ansatte/geir.hasnes)**, og begår etter vår mening samme type feil som Emblemsvåg. Spørsmålet om det grønne skiftet – eller i denne sammenhengen mer presist, omstillingen til et energisystem med tilnærmet null drivhusgassutslipp – har blitt undersøkt i flere tiår og i store forskningsprosjekter. Hasnes referer ikke til en eneste kilde i sine betraktninger, og tyr heller til en enkel framskrivning av energiforsyning fra 1980 til 2050. Energisystemmodeller, eksempelvis fra det**[**internasjonale energibyrået (IEA**](https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2020)**) eller fra**[**det internasjonale instituttet for anvendt systemanalyse (IIASA)**](https://iiasa.ac.at/web/home/research/researchPrograms/Energy/About-Energy-Program.en.html)**, er utviklet over flere tiår og inneholder mange detaljer på de elementene av energiforsyning, etterspørsel og kostnader som Hasnes tar opp i sin argumentasjon. Modellene minimerer kostnader (inklusive miljøkostnader) ved å møte etterspørselen etter energitjenester (klimatisering av hus, transport av varer, osv.) gjennom en kombinasjon av energieffektivisering og ulike energiteknologier. Modellene speiler både termodynamikkens lover og energimarkedenes dynamikk og tar hensyn til begrensning i tilgjengelighet av ulike energikilder.**

**Modellberegninger viser at det er mulig å redusere utslipp og omstille energisystemet til grønne energikilder. Men det er ikke lett! Det krever en stor omstilling og høye investeringer, men gir også store innsparinger og fordeler på sikt. Omstillingen blir billigere, lettere og raskere hvis vi bruker en kombinasjon av mange teknologier, ikke kun vindkraft, og hvis vi reduserer energiforbruket heller enn å øke det videre. Dersom vi skal benyttes oss av fossil energi vil det kreve karbonfangst og lagring. Dette må uansett skje i kombinasjon med rask oppskalering av fornybar energi. Og vi kan ikke stole på at problemet kan løses med fornybar energi alene, først og fremst fordi denne omstillingen nødvendigvis vil ta lang tid. Slik var også konklusjon av**[**den siste hovedrapport til FNs klimapanel**](https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg3/)**, hvor Edgar Hertwich var en av hovedforfatterne av energikapittelet. Det er verdt å merke seg**[**at kostnadene til både solenergi og vindkraft har sunket**](https://www.weforum.org/agenda/2019/05/this-is-how-much-renewable-energy-prices-have-fallen/)**raskere og mer enn det IEA og andre antok, mens**[**andre alternativ som atomkraft fortsetter å være dyrt**](https://doi.org/10.1016/j.joule.2020.10.001)**. Samtidig har det kommet nye studier som tyder på at**[**vi muligens kan klare oss uten både karbonfangst og atomenergi**](https://iiasa.ac.at/web/home/research/researchPrograms/TransitionstoNewTechnologies/Low_Energy_Demand.html)**, dersom veldig ambisiøse tiltak for energisparing realiseres.**

**Forskning må kvalitetssikres**

**På NTNU finns det et helt forskningssenter på energiomstilling –**[**FME NTRANS**](https://www.ntnu.edu/ntrans)**– hvor energiøkonomer, elkraftingeniører, industriøkologer, sosiologer og psykologer forsker på det grønne skiftet. Vi forskere har et spesielt ansvar for å kvalitetssikre forskingen vår gjennom fagfellevurdering og vitenskapelig metode. Vi har derfor og et spesielt ansvar for å gjøre leseren oppmerksom når vi skriver om noe vi ikke har forsket på og som ikke er kvalitetssikret. Her svikter Hasnes. Hasnes er i sin fulle rett til å mene noe om dette temaet. Men siden han synes både uinformert og uten forskningserfaring innen temaet, er vel kunnskapsverdien i disse uttalelsene på linje med om undertegnede skulle uttale seg om kontroll av oljebrønner eller kreftbehandling, altså nær null. Om det er private meninger som er ikke basert på fagkunnskap, så bør forfatteren ikke bruke sin NTNU-tilknytting når han undertegner slike ytringer.**

**Det grønne skiftet er ikke bærekraftig**

**Geir Hasnes svarer her de fem professorene som kritiserte innholdet i hans forrige innlegg.**

**Geir Hasnes ønsker at kritikerne kommenterer regnestykket han har satt opp, som gjør at han konkluderer med at det grønne skiftet ikke er gjennomførbart.**



**Av Geir Hasnes UNIVERSITETSLEKTOR 2, INSTITUTT FOR TEKNISK KYBERNETIKK,10. februar 2021**

**I Universitetsavisa 9. februar kommer fem professorer med et**[**svar**](https://www.universitetsavisa.no/asgeir-tomasgard-det-gronne-skiftet-edgar-hertwich/det-gronne-skiftet-er-mulig-og-i-gang/188489)**til min artikkel**[**Det grønne skiftet er ugjennomførlig**](https://www.universitetsavisa.no/det-gronne-skiftet-geir-hasnes/det-gronne-skiftet-er-ugjennomforlig/188222)**.**

**LES OGSÅ:**[**Det er grønne skiftet er mulig, og i gang**](https://www.universitetsavisa.no/asgeir-tomasgard-det-gronne-skiftet-edgar-hertwich/det-gronne-skiftet-er-mulig-og-i-gang/188489)

**Jeg presenterte i min forrige artikkel et enkelt regnestykke med visse forutsetninger slik at lesere av Universitetsavisa, hvor jeg forutsetter en viss matematisk kompetanse, kunne se at regnestykket metaforisk sett «ikke går opp». Jeg kan ikke se at professorene har svart på dette regnestykket. I stedet henviser de til alt arbeidet som gjøres på deres felt, som om arbeid i seg selv besvarer enkle matematiske spørsmål.**

**Samtidig får jeg vite at jeg er uinformert og uten forskningserfaring innen temaet. Hvilken betydning har dette for regnestykket? Selve utregningen kan en 10-åring gjøre:**

**Forutsetning: Ifølge politikerne våre er det et mål at verden skal bli fri for menneskeskapte CO2-utslipp i 2050.**

**Følgeslutning: Da må man regne ut hvor mye energi fra olje, kull og gass som skal erstattes.**

**Jeg brukte her en lineær fremskrivning basert på data om årlig energiforbruk fra**[**https://ourworldindata.org/grapher/global-energy-consumption-source**](https://ourworldindata.org/grapher/global-energy-consumption-source)**. Personlig tror jeg at globalt energiforbruk kommer til å øke svakt eksponensielt, men her har jeg kun ekstrapolert fra en noenlunde lineær økning siden 1980.**

**Dermed kom jeg frem til at man måtte erstatte 192 petawatt-timer (PWh) i 2050. Dette må deles på antall timer i et år (8760) og da fremkommer det at man må bygge ut 22 TWh for å kunne levere dette under forutsetning av jevnt energiforbruk. Dette forutsetter igjen batteribanker dersom man bruker vindkraft og solkraft, men det utelot jeg foreløpig. Så må man dele behovet på antall dager fra 1. februar 2021 til 1. januar 2050 (10561), for å finne hvor mye kapasitet man måtte bygge ut hver dag (2,08 GW). Dette ga altså et minimumskrav på utbyggingen, som jeg igjen beregnet antallet vindturbiner, solpanelkvadratmeter og kjernekraftverk fra.**

**Jeg kan regne på forutsetningen om at veksten i verdens energiforbruk stopper opp øyeblikkelig 1. februar 2021, slik at forbruket i 2050 kommer til å ligge på samme nivå som i 2020. I så tilfelle må man erstatte ca 140 petawatt-timer istedenfor 192 på 30 år.**

**I det første innlegget utelot jeg et viktig aspekt i forbindelse med erstatningen av «fossil» energi. Olje, gass og kull er energibærere og derfor kan man regne enkelt på forbruk. Ved bruk av vann og vind må man gange med en faktor når man bygger ut erstatningskraftverk. Tar vi Alta vannkraftverk som eksempel er produksjon i et middelår halvparten av totalkapasiteten. Jeg tror ikke variasjon i det globale energiforbruket vil variere over året med en faktor 2, men kanskje 1,5 er mer realistisk? Dessuten er variasjonen avhengig av hvor stor batterikapasitet man har. Batterier til å lagre overskuddsenergi for å ta unna «strømtopper» er kostbare, så det vil måtte bli en økonomisk avveining mellom å bygge flere vindturbiner eller flere batteri-hus.**

**Det er interessant at professorene ikke tok seg bryet å regne over mine tall. Antallet vindturbiner til 2,5 MW med 40% kapasitetsfaktor er enkelt sagt 22 millioner (2080 turbiner x 10561 dager). Jeg var litt snill og utelot gjennomsnittlig levealder for vindturbiner i regnestykket. Levealderen er i dag anslått til 20 år, så i 9 av de 29 år frem til det grønne skiftet må man bygge 4160 vindturbiner pr dag og ikke bare 2080. I så tilfelle blir antallet 28,75 millioner turbiner.**

**Dessuten har jeg bare regnet på hva som skal til med energiforbruket i 2050. De 2080 vindturbiner som eventuelt må bygges hver dag etter 2050 går kun til erstatning av 2080 utrangerte vindturbiner. Eller 4160 dersom vi bruker topp-effektfaktor 2. Eller 3120 pr dag med toppeffektfaktor 1,5. Eller ca 1500 hver dag dersom verdens energiforbruk mirakuløst stopper på 2020-nivået og man har mange nok batteri-hus. Fortsetter energiforbruket, får antallet opp.**

**National Renewable Energy Laboratory har skrevet rapporten [Cost Projections for Utility-scale Battery Storage](https://www.nrel.gov/docs/fy19osti/73222.pdf). Middelkost for firetimers litium-ione-systemer beregnes til å være 156 $/kWh i 2050. Batteribackup for 22 terawatt vil i 2050 i så tilfelle koste 3,4 billioner dollar, altså i samme størrelsesorden som vindturbinene selv.**

**I kommentarfeltet har mange pekt på at man ikke kan erstatte watt med watt ved overgang til andre energifremstillingsformer. Jeg håper her at jeg har vist at summene som skal til uansett hvilke faktorer man ganger med, er astronomiske.**

**I kommentarfeltet er også kjernekraft diskutert. Personlig mener jeg at dette er løsningen på verdens stadig voksende energibehov, og der har teknologien gjort store fremskritt. Dessverre er tilhengerne av det «grønne skiftet» oftest motstandere av kjernekraft.**

**Jeg diskuterte ikke noen energisystem-modeller i mitt innlegg, jeg diskuterte enkle forutsetninger som må oppfylles, og enkel matematikk. Professorene innrømmer at det blir en «stor omstilling og høye investeringer», men de sier ikke hvor mye. De sier det vil gi «store innsparinger og fordeler på sikt», men angir ikke noe konkret i form av hva innsparingene vil bli og hvilke fordeler det er snakk om, og for den saks skyld hva «på sikt» angir slags tidsperiode. De opererer med én klar forutsetning, at vi må «redusere energiforbruket», og at vi «kan klare oss uten karbonfangst og atomenergi dersom veldig ambisiøse tiltak realiseres».**

**Da hadde det vært interessant å se noen forslag til endringer i regnestykket.**

**Jeg har ikke postulert at verdens energiforbruk skal øke lineært, men jeg har oppgitt at det er et brukbart utgangspunkt, fordi brutto nasjonalprodukt per innbygger i alle land det er naturlig å sammenligne seg med er mye lavere enn det norske, og fordi det er en dårlig forutsetning å anta at resten av verden ikke vil ønske å komme opp til norsk levestandard og velferd..**

**Jeg benyttet snille tall i beregningene. For vindturbiner oppgis 35% som effektivitetsfaktor av mange, men jeg var hyggelig og brukte 40%. For solpanelene fant jeg eksempelvis erfaringstall fra USA som anga 8,3 W/kvm, men jeg brukte 10, og for levealder fant jeg erfaringstall fra Tyskland som anga 17,3 år, mens jeg brukte 25 i regnestykket. Det er selvsagt kilder for hvert eneste tall, men man må også bruke skjønn i utregningene. Jeg har ikke regnet på nødvendig infrastruktur i tillegg.**

**La oss anta at alle «fossilbiler» i verden skal være erstattet i 2050. Det er ca. 1,5 milliarder biler i verden. Levetid på en elbil er angitt til 15 år. Jeg tror dette er optimistisk, men la gå. Da må vi på 30 år selge 3 milliarder el-biler, eller 100 millioner biler i året. Gjennomsnittspris på elbiler var verden over 55 000$. Det gir 5,5 billioner dollar. Så kan man være optimistiske og si at prisen halveres. 2,75 billioner er i størrelsesorden med vindturbiner og batterihus.**

**Dette regnestykket var basert på at antall biler i 2020 er det samme i 2050. Men markedet i mesteparten av verden er virkelig ikke mettet med biler. Noen kilder regner med dobling i 2050. Det kan sikkert oppstå et økende behov for billige biler i fattigere land.**

**Jeg har ikke greid å finne gode kilder for beregning av en tidobling eller så av kraftnettet verden over, men det kan jo bli en morsom øvelse å regne på dette. Vi ser jo hva kraftkabler koster i dagspressen når oljeplattformer skal elektrifiseres.**

**Regnestykket mitt viser at uansett hva som skjer så er det ikke i nærheten av det som må skje for å oppfylle professorenes «grønne skifte». Det har ingen ting som helst å gjøre med forskningen til professorene og deres likesinnede. Håpet deres om et «grønt skifte» er basert på forutsetninger som ikke kan fylles fordi resten av verden kommer etter i energiforbruk – fordi de ønsker og forlanger å ha muligheten til en sivilisasjon slik vi allerede har den.**

**Selve betegnelsen «det grønne skiftet» er så vagt og uklart at alle kan legge hver sin egen tolkning inn i det. Det er basert på begrepet «bærekraft», som også er så vagt et ord at alle kan tolke det på sin måte. Men «bærekraft» er en norsk oversettelse av det engelske «sustainability», altså at noe som «er», skal fortsette å «vare».**

**Men ingenting varer evig. Det skjer omskiftelser hele tiden. Det kommer nye teknologier,og derfor øker energibehovet, det kommer nye kriger, klimaet endrer seg, CO2-nivået i lufta endrer seg, og nå og da rammes vi av en istid eller en stor meteor. Og oppe i dette endrer også menneskenes idéer seg.**

**Det «grønne skiftet» som skal innføres ved å redusere tilgang til billig energi, slakte ned kyr og sauer, fjerne parkeringsplasser, rasere naturen med vindturbiner og solpaneler, og suge livets gass CO2 ned i hulrom under havbunnen, er virkelig ikke «bærekraftig» og heller ikke spesielt «grønt».**

**Til slutt: Tusen takk for formuleringen: «Dette bidrar bare til å så tvil om forskningens resultater og troverdighet.» Forskning er basert på premisser og forutsetninger, i form av aksiomer, akseptert viten, og antagelser. Antagelsen om at resten av verden vil være med og betale gildet er simpelthen feil. På den forutsetningen hviler all aktivitet rundt det «grønne skiftet» deres. Det er ikke og vil aldri bli nok penger i verden til å gjennomføre det.**

**Full fyr i det grønne skiftet på Gløshaugen**

**Når skal vi bli kvitt fobien mot kjernekraft? spør sivilingeniør Kjell Traa, som kommenterer debatten i UA om det grønne skiftet.**



**Finland satser på kjernekraft. Olkiluoto kjernekraftverk er ett av dem. Innsenderen ønsker at også Norge skal gjøre det samme.**

** Ytring, av Kjell Traa SIVILINGENIØR, 03. mars 2021**

**«Brannstifteren» er universitetslektor Geir Hasnes, som i et innlegg i UA konkluderte med at**[**det grønne skiftet ikke er gjennomførbart**](https://www.universitetsavisa.no/det-gronne-skiftet-geir-hasnes/det-gronne-skiftet-er-ugjennomforlig/188222)**. Han er heftig imøtegått av fem professorer ved NTNU, som fra sin høye akademiske hest omtaler Hasnes som**[**ikke vitenskapelig kvalifisert til å uttale seg om det grønne skiftet.**](https://www.universitetsavisa.no/asgeir-tomasgard-det-gronne-skiftet-edgar-hertwich/det-gronne-skiftet-er-mulig-og-i-gang/188489)**Professorene støtter seg faglig til Sverre Alvik (Forskningsleder for energiomstilling i DNV GL), som med stor suffisanse i et eget innlegg uttaler at det grønne skiftet er fullt ut gjennomførbart både teknisk og økonomisk, gitt at vi følger den kursen som er staket ut (elektrifisering med 2/3-del av strømmen fra vind og sol, blå og grønn hydrogen, biomasse, karbonfangst og lagring, osv.).**

**Enorm sløsing med energikvalitet**

**Jeg er NTH’er anno 1961 og hadde den legendariske professor (nå salig) Gustav Lorentzen som foreleser i faget termodynamikk. Hans innprenting av termodynamikkens lover, sitter fortsatt fast etter 60 år, men denne kunnskapen er dessverre i stor grad fraværende i debatten om det grønne skiftet.**

**Mer enn 80 % av primærenergien globalt, er i dag dekket av fossile kilder (kull, olje, gass) og dette var også utgangspunktet for Geir Hasnes i hans første innlegg. Men i stedet for kun å sette opp et regnestykke over hvordan all denne fossile energien skal kunne erstattes med fornybar energi, er det nødvendig også å se på hvordan dagens fossile energi faktisk utnyttes. Og det er ikke til å komme forbi, at det både har vært, og fortsatt pågår, en enorm sløsing med fossil energi, særlig knyttet til oppvarming, hvor utnyttelsen av brenslets kvalitet (i termo-dynamikken også kalt eksergi), er nesten kun symbolsk (5 – 10 %). Et eksempel på dette er norsk eksportgass, hvor rundt regnet halvparten går til alminnelig oppvarming, dvs. (for å gjenta), en enorm ressurssløsing.**

**Potensialet for utslippsreduksjon både i EU og globalt er derfor formidabelt, når det er anslått at minst 30 - 40 % av fossile brensler i dag går til lavverdige oppvarmingsformål.**

**Hydrogen til kraftproduksjon og varme er et blindspor**

**Et viktig premiss i dagens grønne skifte, er å satse på hydrogen som energibærer, både som «grønn», ved elektrolyse av vann og som «blå», ved dekarbonisering av naturgass. Selv om fremstilling av hydrogen i begge disse prosessene er meget energikrevende, er det miljømessig mye å hente, ved at hydrogen erstatter kull og olje i sementindustri, stålverk, aluminiumsverk og prosessindustri.**

**Men å satse på hydrogen til kraftproduksjon og oppvarming, som Equinor og andre jobber med, er et blindspor. For det første, at leveringskjeden for hydrogen (produksjon, lagring/nedkjøling, transport), resulterer i energitap på 70 – 80 %, dvs. stikk motsatt av ambisjonen i det grønne skiftet om økt energiutnyttelse.**

**Dernest, at bruk av hydrogen til oppvarming (her sett bort fra sikkerhetsrisikoen), er energimessig like dårlig som bruk av naturgass, og gasskraft fyrt med hydrogen vil aldri kunne bli lønnsomt.**

**Elektrifisering er den største driveren**

**Det er internasjonal konsensus om at elektrifisering av verden er hovedveien videre, for å nå målene om utslippsreduksjon. Alle prognoser viser at denne omstillingen vil bety at verdens strømproduksjon må mer enn dobles i løpet av de neste 30 år (2050).**

**Den enorme satsingen på fornybar strøm fra vind og sol er basert på prognoser som viser at vind -og solkraft skal utgjøre 60-70% av global strømforsyning om 30 år, opp fra 7- 8 % i dag. Dette er også hva Sverre Alvik (DNV GL), forespeiler**[**i sitt innlegg i UA.**](https://www.universitetsavisa.no/det-gronne-skiftet-dnv-gl-geir-hasnes/det-gronne-skiftet-kommer--sporsmalet-er-om-det-kommer-raskt-nok/188317)

**En kraftforsyning hvor majoriteten består av tilfeldig/variabel strøm, er ikke forenlig med økende krav til pålitelighet, etter hvert som verden blir stadig mer elektrifisert. Et nærliggende eksempel er Tyskland, hvor markedet i perioder flommer over av variabel vindkraft, som igjen skaper store forstyrrelser i strømforsyningen. Erfaringen fra Tyskland er videre at det oppnås liten eller ingen reduksjon i utslipp av CO2, så lenge fossil kraft hele tiden må være tilgjengelig som balanse og reservekraft**

**Det mest realistiske, uansett hva mange hevder skal kunne løse problemet med variabel strømproduksjon (batterilagring, avansert datastyring, hydrogen som buffer osv.), er at det bør være rimelig balanse mellom variabel (ikke-regulerbar) strøm og fast/regulerbar strøm (som i dag består av varmekraft (fossil/nukleær) og vannkraft). Dilemmaet er at dersom utslippsmålene skal nås, må fossil kraft (særlig kull), reduseres drastisk og bortfallet må erstattes med annen jevn karbonfri kraft. Realistisk sett er det bare ny kjernekraft som kan fylle dette gapet.**

**Når skal vi bli kvitt fobien mot kjernekraft?**

**FNs klimapanel, IEA og andre har gitt klart gitt uttrykk for at andelen kjernekraft i den fremtidige globale strømforsyningen må mangedobles, for å nå utslippsmålene, men har så langt mest talt for døve ører. Selv om motstanden mot kjernekraft er massiv i mange land, er det lyspunkt og tegn til at stemningen snur og dette vil bli forsterket når virkningen av ustabile strømnett melder seg for fullt. Utviklingen av neste generasjon kjernekraft er på full fart framover og vil med stor sannsynlighet, innen 15 – 20 år, innta en sentral rolle som «jokeren» i det grønne skiftet. Det vil kunne bety, for alle dem som fortsatt er imot kjernekraft, men som samtidig øsker at utslippsmålene skal nås, å måtte velge det minste av «to onder».**

**Konklusjonen må bli at det grønne skiftet trolig er gjennomførbart, men forutsatt at kjernekraft kommer med i fullt monn, noe som på lang sikt vil bety nesten ubegrenset tilgang på karbonfri strøm og varme.**