



THEMA
CONSULTING GROUP

Offentlig

Norsk definisjon av nesten nullenergibygge

THEMA Notat 2017-01



Om prosjektet

Om notatet

Prosjektnummer:	ENO 16-11	Notatnummer:	2017-01
Oppdragsgiver:	Energi Norge	ISBN-nummer:	978-82-8368-004-1
Prosjektdeltakere:	Berit Tennbakk og Ingar Beck Landet Eivind Magnus (KS)	Ferdigstilt:	09.02.2017

Innhold

Sammendrag.....	2
Innledning og bakgrunn.....	4
Avklaring av grunnleggende begreper i direktivet.....	4
Bygningsenergidirektivet skal høyst sannsynlig implementeres i norsk lov.....	4
Det er gode grunner for å lage en definisjon tilpasset norske forhold.....	5
EU-reguleringen gir klare retningslinjer, men også frihetsgrader.....	5
Bygningsenergidirektivet gir en overordnet definisjon av nesten nullenergibygg.....	5
Forordningen gir en detaljert beskrivelse av hvordan kravene skal beregnes.....	6
Klare frihetsgrader for en norsk definisjon av nNEB.....	9
Hvordan frihetsgradene kan brukes til å utforme en samfunnsøkonomisk riktig definisjon av nNEB.....	9
Primærenergifaktorer bør reflektere den faktiske konsumerte energien over byggets levetid.....	9
Langsiktig marginal elproduksjon bør legges til grunn for primærenergifaktoren for strøm.....	10
Energikostnadene bør reflektere kostnader til både energi og effekt.....	12
Samfunnsøkonomiske kostnader for energikrav, privatøkonomiske for eventuell støtte.....	13
Valg av diskonteringsrate påvirker avveiningen mellom investeringer i dag og energikostnader i fremtiden.....	13
Ønskelig at rammekrav sikrer innovasjon, men prinsippet om å redusere energibehovet først gjelder også.....	13
Samspillet mellom kostnadsberegninger og primærenergifaktor er avgjørende.....	14
Det er mulig å definere nøytrale krav til nesten nullenergibyggninger.....	15

Om THEMA Consulting Group

Øvre Vollgate 6 0158 Oslo, Norway Foretaksnummer: NO 895 144 932 www.thema.no	THEMA Consulting Group tilbyr rådgivning og analyser for omstillingen av energisystemet basert på dybdekunnskap om energimarkedene, bred samfunnsforståelse, lang rådgivnings-erfaring, og solid faglig kompetanse innen samfunns- og bedrifts-økonomi, teknologi og juss.
<p>Ansvarsfraskrivelse: THEMA Consulting Group AS (THEMA) tar ikke ansvar for eventuelle utelatelser eller feilinformasjon i denne rapporten. Analysene, funnene og anbefalingene er basert på offentlig tilgjengelig informasjon og kommersielle rapporter. Visse utsagn kan være uttalelser om fremtidige forventninger som er basert på THEMAs gjeldende markedssyn, -modellering og -antagelser, og involverer kjente og ukjente risikofaktorer og usikkerhet som kan føre til at faktisk utfall kan avvike vesentlig fra det som er uttrykt eller underforstått i våre uttalelser. THEMA fraskriver seg ethvert ansvar overfor tredjepart.</p>	

Sammendrag

EUs Bygningsenergidirektiv fordrer at energikravene til bygg settes i form av bruk av primærenergi. Direktivet tillater at hvert enkelt land kan beregne innsatsen av primærenergi som går med til å produsere 1 kWh elektrisitet (primærenergifaktor), ut fra nasjonale forhold. Hvis direktivet skal implementeres i norsk lov, bør primærenergifaktoren for elektrisitet settes på en måte som likestiller bruk av fornybar energi lokalt og fornybar energi fra energisystemet, og som reflekterer endringer i produksjonsmiksen for elektrisitet over levetiden til bygget. Kostnadsberegningene som legges til grunn for fastsettelse av energikravet er imidlertid like viktige. Disse bør for det første baseres på samfunnsøkonomiske beregninger, og for det andre reflektere at bygg med og uten lokal energiforsyning har ulik profil på forbruket av elektrisitet fra nettet. Bygg med solceller bruker f.eks. mye el fra nettet om vinteren, når prisene er høye, og kan få et kraftoverskudd som eksporteres om sommeren når prisene er lave. Kombinasjonen av en for høy primærenergifaktor for elektrisitet fra nettet og for lave kostnadsanslag for lokale løsninger, kan i praksis innebære at energikravene tvinger fram ulønnsomme lokale løsninger.

EUs bygningsenergidirektiv krever at det settes energikrav til bygg som innebærer at byggene blir såkalte nesten nullenergibygg (nNEB) fra 2020. Direktivet er ennå ikke implementert i EØS-avtalen og norsk lov, men det forventes at det vil bli implementert uten vesentlige endringer. I så fall må også Norge utforme energikrav til bygg i henhold til rammene som gis i direktivet.

Er det mulig å lage en norsk definisjon av nesten nullenergibygg som på en rasjonell måte likestiller bruk av det kollektive energisystemet vi har i Norge, som i stor grad er basert på fornybar energi, med lokale fornybare løsninger? Det er spørsmålet som analyseres i dette notatet.

De viktigste premissene for fastsettelse av krav i henhold til direktivet er at:

- Det skal stilles strenge krav til både bygningskroppen (byggets energiytelse) og bygningens tekniske systemer (inkl. energiforsyning)
- Krav til dekning av energibehovet skal fastsettes med utgangspunkt i byggets *primærenergibehov*
- Energiforbruket skal i svært stor grad dekkes fra fornybare kilder
- Kravene skal baseres på samfunnsøkonomiske beregninger

En viktig begrunnelse for å sette strenge krav til bygningskroppen er at bygg har svært lang levetid, og lengre levetid enn f.eks. lokale energiløsninger, samtidig som energiprisene på lang sikt er usikre. Det er derfor et poeng å unngå løsninger som låser brukerne av byggene til uheldig høye energibruksnivåer på lang sikt.

Hensikten med direktivet er å redusere primærenergibruken, dvs. energiinnsatsen totalt sett. Fornybar energi, som vannkraft, vindkraft og solceller, er basert på energikilder som ikke har noen alternativ anvendelse. Alle kan produseres sentralt eller lokalt. En sentral problemstilling er hvordan man sammenligner elektrisitet levert fra nettet – som får en stadig større fornybarandel – med lokalt produsert fornybar energi. Det overordnede prinsippet bør være *likebehandling* av sentral og lokal fornybarproduksjon. Det betyr at samme primærenergifaktor (PEF) bør legges til grunn for produksjonen, uavhengig av om den skjer i et kraftverk tilknyttet nettet, eller lokalt på et bygg. Dersom lokalt produsert fornybar energi likestilles med energieffektivisering, bør også sentralt produsert fornybar energi være det.

Metoden for å velge energikrav til bygg er å sammenligne kostnadene per kWh/m² primærenergi for ulike kombinasjoner av lokal energiforsyning, tiltak på bygningskroppen og sentral energiforsyning. Energiforbruket settes så ut fra hvilken løsning som har lavest samfunnsøkonomisk kostnad. Prinsippet er greit, men det oppstår en rekke utfordringer når man skal kvantifisere primærenergibruken og kostnadene ved de ulike løsningene. Sammenhengene er komplekse og man må gjøre forenklinger. Forenklingene må gjøres slik at man ikke ender opp med løsninger som er unødvendig dyre for samfunnet.

Beregning av primærenergibruk

Primærenergien er den energien som brukes til å produsere el og varme til bygget. Ved produksjon av el og varme klarer man ikke å utnytte hele energipotensialet i energikildene. I tillegg går noe energi tapt i transport fra energiprodusent til bruker. Hvor mye som går tapt, og hvordan man beregner primærenergien, variere mellom ulike energikilder. For å beregne primærenergibruk ut fra en bygnings (netto) energibehov må man derfor fastsette såkalte *primærenergifaktorer* for de ulike *energibærerne* (varme og elektrisitet) som brukes i byggets energiforsyning. Primærenergifaktorene er avhengige av hvilke *energikilder* som brukes for å produsere energibæreren. Elektrisitet produseres på basis av mange ulike energikilder og sammensetningen av produksjonen varierer over tid. Utfordringen ligger i å definere en primærenergifaktor for elektrisitet som tar hensyn til dette.

Direktivet likestiller energieffektiviseringstiltak, som reduserer byggets energibehov, med lokal fornybar energiproduksjon, som reduserer byggets behov for å kjøpe energi fra det sentrale energisystemet (kraft og fjernvarme). Det betyr at forbruk av lokal fornybar energi teller likt med å ikke bruke energi (sparing). For at bruk av sentralt produsert fornybar energi skal sidestilles med lokal energi, må fornybarandelen i den leverte energien da også regnes som «ikke-forbruk». Dette innebærer at primærenergifaktoren til fornybar energi bør settes til null, og ha tilsvarende vekt i fastsettelsen av primærenergifaktoren for elektrisitet. En slik tolkning er også i tråd med formuleringer i «vinterpakken» som EU la fram i høst. Fornybarandelen i sentral elproduksjon vil øke over byggets levetid, andelen kull vil bli redusert og andelen gass vil øke. Det bør det også tas hensyn til i fastsettelsen av primærenergifaktoren for el.

Det er også et spørsmål om man skal beregne primærenergien som gjennomsnittlig primærenergiforbruk, eller som marginalt primærenergiforbruk. Det siste er det teoretisk korrekte, men fordrer da at man regner på *langsiktige* endringer i produksjon dersom forbruket endrer seg. Elforbruket i et nytt bygg som skal stå i 50-100 år, vil opplagt ikke bli dekket av økt kullkraftproduksjon over hele levetiden. Beregningene må derfor ta hensyn til at produksjonen endres over tid. Bruker man gjennomsnittsbetraktninger, må man også se på utviklingen på sikt, og man må bestemme hvilket geografisk område man legger til grunn. Langsiktige gjennomsnittsbetraktninger kan være en praktisk tillemping som ikke avviker vesentlig fra en langsiktig marginalbetraktning. Valg av geografisk område bør vurderes i forhold til hvor stort avviket fra en langsiktig marginalbetraktning blir.

Forbruksprofilen til et bygg avhenger blant annet av hvilke energieffektiviseringstiltak som gjennomføres og hvilken lokal energiforsyning bygget eventuelt har. To bygg som har like stort netto behov for el fra nettet, kan derfor ha ulike primærenergifaktor, avhengig av til hvilket tidspunkt bygget bruker el fra nettet. Det er imidlertid neppe hensiktsmessig å bruke ulike primærenergifaktorer for ulike bygg. Det blir da desto viktigere at kostnadsberegningen tar hensyn til dette gjennom en adekvat tidsoppløsning for de kraftprisene som legges til grunn.

Beregning av kostnader ved energiløsningene

Kravene til primærenergibruk skal settes basert på beregninger av totale kostnader med ulike tiltakspakker. Ulike tiltak vil påvirke energibruksmønstrene ulikt – for eksempel vil bedre isolasjon av vinduer redusere varmebehovet, og dermed energiforbruket, mest om vinteren, når etterspørselen etter energi er høy (og dermed også kostnaden ved å bruke energi). Lokalprodusert elektrisitet med solceller vil i stor grad tilføre energi midt på dagen og på sommeren, på tidspunkter da etterspørselen etter energi er lav og elprisene tilsvarende lave. Beregningen av energikostnadene til bygget bør ha en høy tidsoppløsning for å reflektere alle relevante kostnader til energi- og effektbruk i bygninger, og det vil være vanskelig å fange opp disse forskjellene uten å beregne kostnadene for hver time i løpet av året.

Det er med andre ord ikke gratis å bruke lokal fornybar energi: Også bygg med lokal energiforsyning bruker nettet og sentral produksjon for å importere el når lokal produksjon er for lav, og fortrenger sentral produksjon når lokal produksjon er høyere enn eget forbruk. Om sommeren kan den energien som fortrenses være fornybar el fra vindmøller eller elvekraftverk. Etter hvert som energisystemet får økte andeler fornybar kraftproduksjon, vil dette skje i økende grad.

Utforming av energikrav til bygninger

Prinsippet om at energikrav til bygninger skal settes på basis av samfunnsøkonomiske beregninger, som direktivet legger opp til, er fornuftig, og i tråd med gjeldende norsk praksis. Men dersom energirammen settes til primærenergibruk basert på levert energi til bygget med en feilaktig primærenergifaktor for levert elektrisitet og for lave kostnader for lokale løsninger, er det en klar risiko for å utvikle et ineffektivt energisystem basert på for store mengder lokalprodusert energi. I det sentrale energisystemet utnyttes komplementaritet mellom ulike energikilder og teknologier, ulike områder (forbruksprofil og fornybar produksjonsprofil) og stordriftsfordeler. Fokuset bør derfor være på å introdusere lokal produksjon på en effektiv måte, ikke å bygge et nytt energisystem fra bunnen av.

De endelige energikravene som utformes bør fortsatt ha form av et rammekrav til energibruk, for å sikre innovasjon i hvordan man løser kravene innenfor rammene som settes. Samtidig er det fortsatt viktig å sette fornuftige minimumskrav til bygningskroppen og tekniske systemer for å unngå tilpasninger som gir uheldig innelåsning av et høyt energiforbruk for fremtiden.

Det er mulig å lage en norsk definisjon på nesten nullenergibygget som likebehandler fornybar energi levert fra nettet med lokalt produsert fornybar energi. Ved å ta i bruk de frihetsgradene som ligger i direktivet, særlig når det gjelder valg av primærenergifaktor for elektrisitet og beregninger av energikostnader over levetiden til bygg, kan man definere nøytrale energikrav til nye bygg som gir grunnlag for samfunnsøkonomisk lønnsomme tilpasninger hos forbrukerne.

Innledning og bakgrunn

EUs oppdaterte bygningsenergidirektiv skal etter all sannsynlighet implementeres i norsk lov, noe som vil føre til strengere krav til energibruk i bygninger. I følge direktivet skal det utarbeides en nasjonal definisjon av «nesten nullenergibygninger» (nNEB) i henhold til nærmere beskrevne retningslinjer. Siden utforming av denne typen krav kan ha store samfunnsøkonomiske og privatøkonomiske konsekvenser, er det et klart behov for å utforme en definisjon av nNEB som sikrer en samfunnsøkonomisk effektiv implementering for norske forhold.

Avklaring av grunnleggende begreper i direktivet

«Energiproduksjon» er konvertering av energi fra sin «naturlige/primære» form til en form som gjør at vi kan dra nytte av den (sekundær form). Potensiell energi i vannmagasiner kan for eksempel konverteres til elektrisk energi i elnettet, eller fra kjemisk energi i fossile brenslere til varme. De ulike formene for «naturlige/primære» former for lagret energi kalles «(primær)energikilder» (for eksempel vind, vann, kull og gass.) Elektrisitet og varmebærere som vann/damp kalles «energibærere», fordi de kan holde på energiinnholdet slik at energien kan benyttes på et annet sted eller til en annen tid enn der den ble «produsert».

Alle måter å «produsere» (konvertere) energi, er forbundet med et visst «tap» i den forstand at det fullstendige energiinnholdet i den naturlige formen ikke er beholdt etter konvertering til en nyttig form. Denne energien blir enten ikke konvertert eller konvertert til andre former for energi som vi ikke klarer å utnytte (som for eksempel varmetap.) Størrelsen på dette tapet kan variere mye avhengig av hvilke «naturlige» energikilder som brukes. Det er for eksempel store varmetap forbundet med konvertering fra fossile brenslere til elektrisitet. En utfordring i denne sammenhengen er at det er vanskelig å definere det opprinnelige energiinnholdet i fornybare kilder som sol, vind og vann, slik at man i mange sammenhenger velger å se bort fra den ikke-konverterte energien. I tillegg er det tap forbundet med å transportere energi fra ett sted til et annet – for eksempel gir transport av elektrisitet i elnettet varmeutvikling som resulterer i varmetap til omgivelsene.

Konvertering av energi kan også være forbundet med utslipp av klimagasser. For eksempel frigjøres CO₂ når vi brenner fossile brenslere for å konvertere energien til varme som igjen brukes til å drive en generator for å konvertere varmeenergien til elektrisk energi.

«Primærenergifaktorer» (PEF) definerer forholdet mellom energiinnholdet i en energikilde i sin naturlige form og energiinnholdet i den sekundære formen som kan nyttiggjøres. På denne måten fanger primærenergifaktoren opp tap i konvertering og transport av energi. Denne faktoren har i utgangspunktet ingen ting med utslipp av klimagasser å gjøre.

Bygningsenergidirektivet skal høyst sannsynlig implementeres i norsk lov

Bygningsenergidirektivet (direktiv 2010/31/EU) av 2010 (EPBD 2010) er en oppdatert versjon av det originale bygningsenergidirektivet fra 2002. Det originale direktivet er implementert i EØS-avtalen og norsk lov, mens det for tiden vurderes om EPBD 2010 skal inkluderes i EØS-avtalen og videre i norsk lov. Erfaring fra tilsvarende prosesser tilsier at direktivet vil bli gjort gjeldende for Norge uten vesentlige endringer all den tid ordlyden gir rom for tilpasning til norske forhold.

EPBD 2010 medfører betydelige styrkede og utvidede energikrav i forhold til direktivet fra 2002, inkludert strengere krav til energiforsyning og energiytelse i form av krav til bygningselementer og tekniske systemer. Spesifikt skal en definisjon av «nesten nullenergibygninger» (nNEB) legges til grunn for nybygg og ved større rehabilitering av eksisterende bygg. Det er viktig å merke seg at selv om det allerede finnes ulike definisjoner og rammeverk for lavenergi- og lavutslippsbygninger, er det først ved implementeringen av direktivet i norsk lov at en offisiell definisjon av nNEB skal utarbeides. Prinsippet for utforming av energikravene skiller seg ikke nevneverdig fra de prinsippene som legges til grunn for energikrav i Norge, med unntak av fokuset på primærenergiforbruk.

Direktivet presenterer en metode som generelt skal benyttes for å beregne «kostnadsoptimale» krav til energiytelse (inkludert krav til nNEB). Den tilhørende kostnadsoptimalitetsforordningen (forordning (EU) No 244/2012) beskriver metoden i relativt stor detalj. Det spesifiseres blant annet detaljerte krav til hvilke kostnader som skal inngå i beregningen, og hvordan man skal beregne energibruk.

I den såkalte «vinterpakken» fra november 2016 ligger det også et ytterligere forslag til oppdatering av bygningsenergidirektivet.

I og med at EPBD ennå ikke er en del av EØS-avtalen, er det ikke formelt påkrevet at en norsk definisjon av nNEB følger ordlyden i direktivet. Vi kan altså på nåværende tidspunkt lage en definisjon uten å ta høyde for EUs krav. Likevel ser vi det som en unødvendig og arbeidskrevende omvei å gjennomføre en prosess for å oppdatere norske metoder og regelverk på dette tidspunktet, med påfølgende stor risiko for at metoden og regelverk må endres og oppdateres når direktivet blir implementert i Norge. Vi anbefaler altså å utarbeide en definisjon som er i tråd med kravene i direktivet, men i som tilpasses norske forhold for å få en effektiv utvikling av det samlede energisystemet.

Det er gode grunner for å lage en definisjon tilpasset norske forhold

Energikrav til bygninger medfører til dels store privatøkonomiske og samfunnsøkonomiske konsekvenser. En uheldig utforming av krav kan føre til at private aktører får incentiver til å investere i prosjekter som ikke er samfunnsøkonomiske lønnsomme, og som påfører energisystemet kostnader som er større enn de besparelsene den private aktøren oppnår. Uheldig utformede eller for strenge krav kan også påføre private aktører urimelig høye kostnader uten at det forsvares av en samfunnsøkonomisk gevinst.

Implementering av EPBD 2010 i norsk lov innebærer at en norsk definisjon av nNEB fastsettes. Definisjonen bør sikre at energikravene til nNEB bidrar til samfunnsøkonomisk effektive løsninger. Samfunnsøkonomisk effektive løsninger innebærer blant annet at man vurderer de faktiske kostnadene ved energibruk i bygninger, inkludert både energi- og effektkostnadene, samt at man behandler fornybar energi som leveres gjennom de kollektive energisystemene og lokalprodusert fornybar energi på like vilkår. Vi bør unngå en definisjon som i realiteten setter krav om lokalt produsert energi for alle nye og rehabiliterte bygg, når slike løsninger neppe er samfunnsøkonomisk effektive.

EU-reguleringen gir klare retningslinjer, men også frihetsgrader

Direktivet gir ikke en skarp definisjon av nNEB, men det er klart at kravet skal settes til byggets primærenergiforbruk. I tillegg skal bygget ha et svært lavt (netto) energiforbruk (høy energiytelse) og i svært stor grad forsynes av energibasert på fornybare kilder. Den tilhørende forordningen gir en relativt detaljert beskrivelse av hvordan kostnadsoptimale energikrav skal beregnes. Men det er klare frihetsgrader når det gjelder fastsettelse av primærenergifaktorer og beregning av energikostnader.

Bygningsenergidirektivet gir en overordnet definisjon av nesten nullenergibygging

EPBD 2010 setter krav om at alle nye bygninger i alle medlemsland fra og med 31.12.2020 skal være nNEB, dvs. at de skal omfattes av energikrav i henhold til direktivet. Det samme kravet gjelder fra og med 31.12.2018 for alle bygninger brukt eller eiet av det offentlige. I tillegg skal lignende krav gjelde for eksisterende bygninger som gjennomgår større renovasjoner.

I henhold til EPBD 2010 er et nNEB et bygg som har en «svært høy energiytelse» i betydningen svært lavt beregnet eller faktisk energibruk til typiske bruksområder som oppvarming, kjøling, varmtvann, ventilasjon og belysning. I tillegg skal denne lave energibruken dekkes «i svært stor grad av energi fra fornybare kilder, inkludert energi fra fornybare kilder produsert på stedet eller i nærheten.» Vi tolker ikke den siste delen av denne setningen som et krav om at bygg må ha lokalprodusert energi (se også videre diskusjon om rammeverk for beregning av kostnadsoptimale energikrav i neste delkapittel), men som et krav om å *vurdere* lokale energiløsninger der disse kan være samfunnsøkonomisk lønnsomme. Direktivet sier også at det skal stilles krav til både bygningskroppen og de tekniske bygningssystemene (ventilasjon, energiforsyning, osv.), slik at energiløsning ikke tillates selv om forsyningen er fornybar. Fornybare kilder inkluderer i denne sammenhengen blant annet vindenergi, solenergi, vannkraft, geotermisk energi, biomasse, gass fra avfall, gass fra kloakk og biogass.

Beskrivelsen av at energibruken «skal i svært stor grad dekkes av energi fra fornybare kilder» kan tolkes som at det skal settes et krav til andelen av energibehovet i bygget som skal dekkes av fornybare kilder, men dette er ikke presisert i direktivet.

Generelt skal energiytelsen i bygg uttrykkes på en transparent måte, og inkludere en numerisk indikator på *primærenergibruk*. Denne indikatoren skal igjen baseres på *primærenergifaktorer* per energibærer som bygget benytter til å dekke sitt energibehov. En indikator basert på primærenergi er en endring av dagens praksis i Norge, der byggtekniske forskrifter (TEK) setter krav til netto energibruk i bygningen, uten å regne om til primærenergibruk. Det springende punktet er hvilken primærenergifaktor som skal legges til grunn for elektrisitet fra nettet, siden elektrisitet produseres fra flere ulike kilder.

I denne sammenhengen er det verdt å merke seg at selv om direktivet skal støtte opp under overordnede mål om reduserte klimagassutslipp og redusert energibruk, skal kravene kun stilles til (primær)energibruk. Forskjellige verdier på primærenergifaktorer samsvarer ofte, men langt fra alltid, med forskjellige utslippsnivåer.

Det overordnede prinsippet later til å være at man først skal sikre at energibehovet til oppvarming og kjøling blir redusert til kostnadsoptimale nivåer, før man vurderer alternative systemer for energileveranser («Reduce energy use first»). Direktivet presiserer at medlemsland skal sikre at minimumskravene som settes til energiytelse, er «kostnadsoptimale» i den forstand at nåverdien av alle energirelaterte kostnader over den økonomiske levetiden til bygget minimeres. Disse kostnadene inkluderer blant annet design, investeringer og årlige brukskostnader for bygningen. Det er imidlertid vanskelig å se hvordan man kan finne kostnadsoptimale nivåer for energiytelse (i form av primærenergi) uten å ta

med i beregningen hvilken energiforsyning bygget har. Prinsippet innebærer at man også vil vektlegge netto energibehov i energikravene, samtidig som kravene skal settes ut fra primærenergi behov.

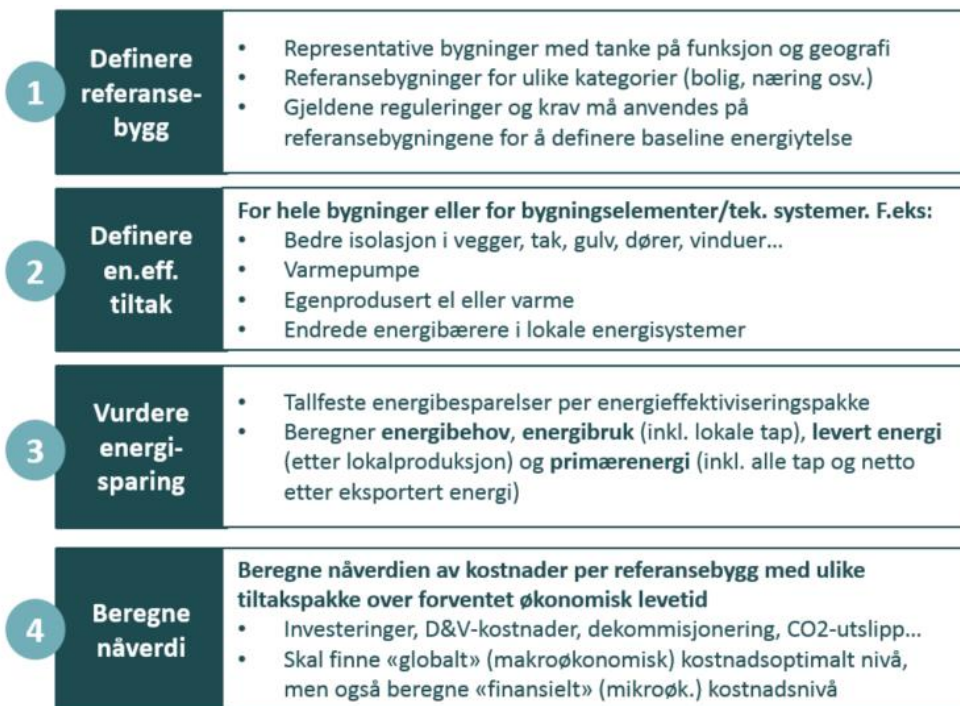
Den tilhørende forordningen (se neste avsnitt) detaljerer et rammeverk for hvordan medlemslandene skal definere kostnadsoptimale krav til energibruk. Det presiseres også at medlemsland kan sette strengere krav til energiytelse enn det kostnadseffektive nivået.

Forordningen gir en detaljert beskrivelse av hvordan kravene skal beregnes

Forordning (EU) No. 244/2012 detaljerer ut et rammeverk for hvordan medlemslandene skal beregne kostnadsoptimale energikrav. Beregningene gjennomføres i fire steg som illustrert i Figur 1.

Det *første* steget er å definere referansebygg på tvers av kategorier, bruksmønstre og klimasoner. Referansebygg kan f.eks. være kontorbygg på 1000 m² i Trondheim; barnehage på 200 m² i Kristiansand; eller bolig på 150 m² i Oslo. Direktivet spesifiserer et utvalg ulike bygningsklasser, i stor grad i tråd med eksisterende norsk praksis for utvikling av energikrav til bygninger.

Det *andre* steget består i å definere et sett av energieffektiviseringstiltak, og sette disse sammen til pakker av tiltak som kan anvendes på referansebyggene. Formålet med tiltakspakkene er at disse, anvendt på et referansebygg, spesifiserer en komplett variant av bygget for beregning av energibehov og totale kostnader. Det anbefales å definere et relativt høyt antall slike pakker (flere enn ti per referansebygg), slik at man får høy nok oppløsning i ulike varianter av bygget å velge mellom. Energieffektiviseringstiltak skal defineres for *alle inputparametere som har direkte eller indirekte påvirkning på energiytelsen til bygget*. Vår tolkning av dette kravet er at det skal defineres tiltak for alle elementer av bygningskroppen og alle tekniske bygningssystemer. Lokalprodusert energi kan defineres som energieffektiviseringstiltak, og konkurrerer med tiltak som reduserer faktisk energibruk i bygget. Det skal blant annet defineres pakker som oppfyller eksisterende minimumskrav til energiytelse, for senere sammenligning med det kostnadsoptimale nivået. Eksisterende standarder kan også brukes som en alternativ pakke (f.eks. passivhusstandarden).

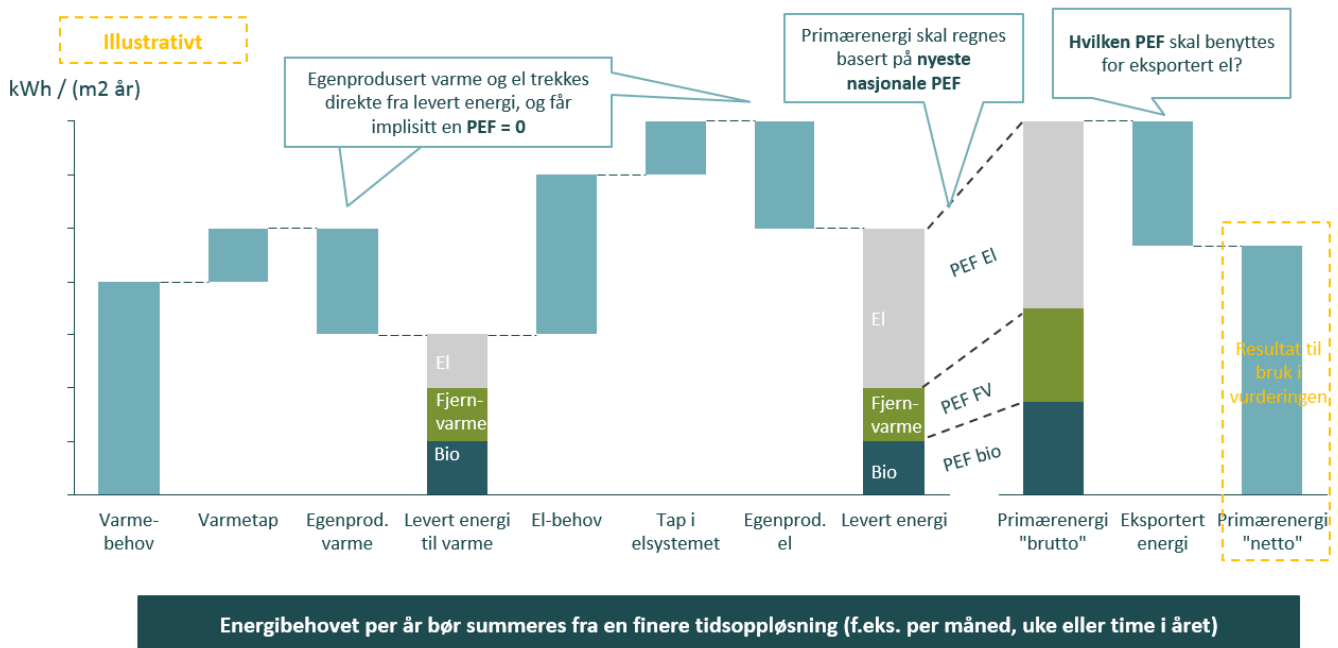


Figur 1: Fire steg for å beregne kostnadsoptimale energikrav (Kilde: EPBD 2010)

Det *tredje* steget består i å beregne byggets energibruk for hver av tiltakspakkene. Den endelige størrelsen som benyttes for å fastsette kravet, er primærenergi bruken knyttet til energibehovet til bygget, basert på nasjonalt bestemte primærenergifaktorer per energibærer. Selv om primærenergi bruk er beslutningsvariabelen, skal beregningene tydeliggjøre energibehovet til oppvarming og kjøling og hva som er levert energi til bygningen. Lokalprodusert energi kan trekkes fra både levert energi og primærenergi bruk. Se også Figur 2.

Denne måten å beregne energibruken i bygget på legger til rette for direkte konkurranse mellom lokalprodusert energi og tiltak for redusert energibruk, da begge vil redusere den leverte energien til bygget. En slik definisjon innebærer at man ser fullstendig bort fra

primærenergibruken i lokalprodusert fornybar energi; med andre ord gir man lokalprodusert energi en primærenergifaktor lik null. Utfordringen som oppstår når man har tatt dette valget, er å sikre at fornybar energi levert fra kollektive systemer behandles på like vilkår – altså at andelen av fornybare energikildene som ligger til grunn for å produsere elektrisitet i kollektive systemer også behandles med en primærenergifaktor lik null. Følgende formulering i oppdatert tekst til direktivet som er inkludert i «vinterpakken» i 2016, understøtter dette prinsippet: “Primary energy factors shall discount the share of renewable energy in energy carriers so that calculations equally treat: (a) the energy from renewable sources that is generated on-site (behind the individual meter, i.e. not accounted as supplied), and (b) the energy from renewable energy sources supplied through the energy carrier.”



Figur 2: Bygningens energibruk skal beregnes i flere steg (Kilde: Kostnadsoptimalitetsforordningen)

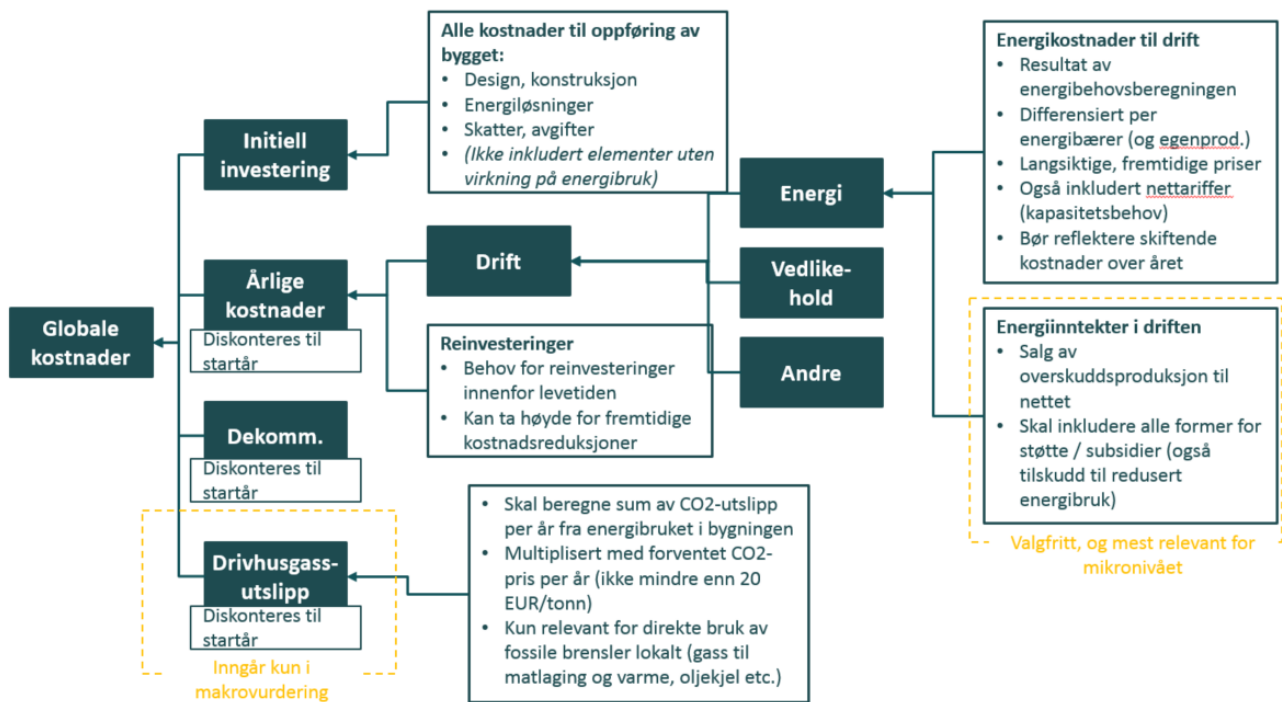
Det er også viktig å merke seg at beregningen kun skal si noe om (primær)energibruk, og ikke noe om utslipp av klimagasser. Kostnadene ved utslipp er en del av beregningen av totale kostnader over levetiden til bygget.

Det fjerde steget består i å beregne nåverdien av alle kostnader relatert til energibruken med de definerte tiltakspakkene. Denne nåverdiregningen skal dekke hele den økonomiske levetiden til bygget. Kostnadene skal inkludere initiale investeringer, årlige brukskostnader (inkludert energikostnader, vedlikehold og eventuelle reinvesteringer), eventuelle demonteringskostnader og kostnader ved eventuelt direkte utslipp av CO₂. Se også Figur 3.

Siden bygg kan ha svært lang levetid, er det nødvendig å bruke estimerte, fremtidige priser for energi, CO₂-utslipp og eventuelle reinvesteringer. De fremtidige prisene kan også differensieres geografisk dersom det er store regionale forskjeller. For energipriser gis det ingen direkte føringer på hvilken tidsoppløsning som skal benyttes, men det anbefales å bruke priser som reflekterer kostnadene ved å bruke energi på tidspunkter med kapasitetsbegrensninger.

Alle kostnader skal generelt være markedsbaserte, uttrykt i reelle størrelser uten inflasjon og fastsettes nasjonalt. Unntaket er kostnadene for CO₂-utslipp som minimum skal følge prisbaner fastsatt av EU-kommisjonen.

Både samfunnsøkonomiske (makroøkonomiske) og privatøkonomiske (mikroøkonomiske) kostnader skal beregnes som nåverdier over levetiden til bygget. Forskjellen ligger hovedsakelig i at privatøkonomiske kostnader skal reflektere kostnadene en privatperson møter når han/hun gjør en investering, inkludert alle avgifter. Privatøkonomiske kostnader bør også inkludere subsidier og støtteordninger (til både lokal produksjon, energieffektivisering og eventuelle subsidier til brennstoff eller andre energibærere), men dette er ikke påkrevd. Inntekter fra salg av egenprodusert energi kan også inkluderes i kostnadsberegningen. De samfunnsøkonomiske kostnadene skal reflektere alle relevante kostnader for samfunnet, inkludert kostnader ved direkte CO₂-utslipp i bruksfasen fra bygget. Sistnevnte er lite relevant for norske forhold.

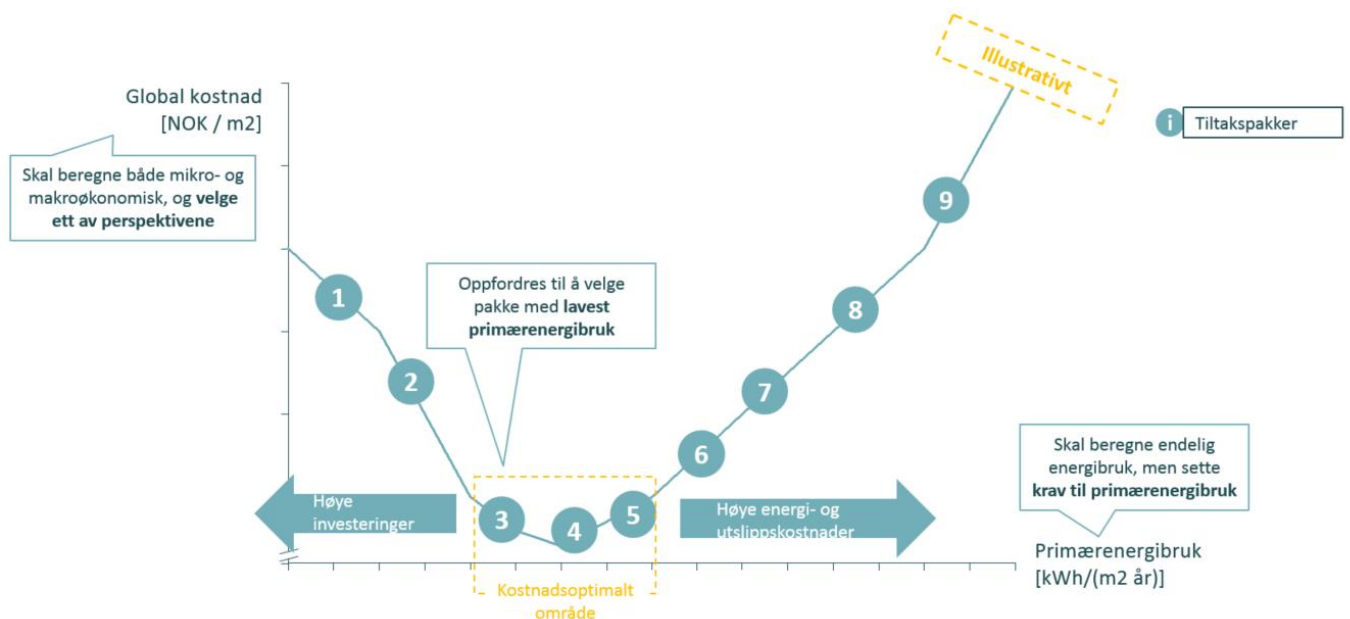


Figur 3: Alle energirelaterte kostnader skal inngå i kostnadsberegningen. (Kilde: Kostnadsoptimalitetsforordningen)

I begge beregningene kan medlemslandet selv velge diskonteringsrate for å beregne nåverdien. Men det skal gjøres sensitivitetsberegninger med minst to ulike rater, og for de makroøkonomiske kostnadene skal 3 prosent (reelt) være én av disse.

Når medlemslandet har beregnet både de samfunnsøkonomiske og privatøkonomiske kostnadene, står man fritt til å velge ett av dem som beslutningsunderlag for den kostnadsoptimale løsningen.

For å oppsummere beregningene og sette krav til energiytelse og primærenergiforbruk skal medlemslandene til slutt sammenligne primærenergibruk og nåverdi av globale kostnader (mikro- eller makronivå) på tvers av alle tiltakspakker per referansebygg, se Figur 4.



Figur 4: Det kostnadsoptimale nivået på primærenergibruk har de laveste kostnadene over levetiden til bygget. (Kilde: Kostnadsoptimalitetsforordningen)

Det kostnadsoptimale nivået for primærenergibruken tilsvarer det nivået som har de laveste kostnadene over levetiden til bygget. I Figur 4 tilsvarer dette referansebygget med tiltakspakke 4. Pakkene 1 og 2 i figuren vil gi lavere primærenergibruk, men er ikke kostnadsoptimale fordi investeringene i redusert energibruk er for kostbare. Pakkene 6-9 er heller ikke kostnadsoptimale, typisk fordi bygget har høye energikostnader som kan reduseres med lønnsomme investeringer. Gitt at beregningene er beheftet med en viss usikkerhet, sier anbefaler forordningen videre at man kan definere et kostnadsoptimalt område gitt av løsninger som har tilnærmet like kostnader (3, 4 og 5 i figuren). Medlemslandene oppfordres så til å velge det kravsnivået som gir den laveste primærenergibruken, tilsvarende referansebygget med tiltakspakke 3 i figuren.

Klare frihetsgrader for en norsk definisjon av nNEB

Gitt diskusjonen i de forrige delkapitlene er det klart at det er betydelige frihetsgrader innenfor rammeverket. De viktigste frihetsgradene er:

- Beregning av primærenergifaktorer per energibærer, inkludert tidsoppløsning, fremtidige verdier, geografisk avgrensning og gjennomsnittsverdier eller marginale betraktninger
- Fastsettelse av energikostnader, inkludert tidsoppløsning, fremtidige verdier og geografisk avgrensning
- Beslutninger basert på samfunnsøkonomiske eller privatøkonomiske kostnader
- Fastsettelse av diskonteringsrater
- Utforming av endelige energikrav, dvs. krav til energiytelse (rammekrav til energibruk og krav til bygningskropp og tekniske bygningssystemer) og primærenergiforbruk

Det er imidlertid klart at kravene skal settes på basis av en beregning av primærenergibehov, og at man dermed må lage og begrunne en definisjon av primærenergifaktor for elektrisitet. Dette er et kontroversielt tema med potensielt svært ulike meninger hos ulike interessegrupper. Resultatet kan variere betydelig avhengig av hvilken metode som legger til grunn, og kan gi til dels store konsekvenser for utviklingen av kostnadene i energisystemene i Norge. I vår videre drøfting tar vi utgangspunkt i langsiktig samfunnsøkonomisk effektivitet som hovedkriterium.

Hvordan frihetsgradene kan brukes til å utforme en samfunnsøkonomisk riktig definisjon av nNEB

Primærenergifaktorer bør reflektere den faktisk konsumerte energien over byggets levetid

En primærenergifaktor uttrykker forholdet mellom energiinnholdet i en energikildes naturlige form og energiinnholdet i den formen vi nyttiggjør den i (dvs. forholdet mellom primær- og sekundærenergi). Denne faktoren tar hensyn til at en del av energien i brenselet går tapt i omforming og transport av energi. Det er verdt å merke seg at det eksisterer mange ulike metoder for å beregne primærenergifaktorer for ulike produksjonsteknologier, som gir til dels svært ulike resultater. Vi går ikke inn på de ulike metodene her, utover å presisere at det er ønskelig med en metode som likebehandler alle fornybare produksjonsteknologier i den forstand at man ikke «straffes» for uutnyttet energiinnhold i den fornybare ressursen (vindenergi, solenergi, energiinnhold i vann osv.)

Elektrisitet produseres på basis av ulike energikilder. Produksjonen i Norge er basert på vannkraft, som er en fornybar ressurs. Siden det norske kraftsystemet er tett koblet sammen med det nordiske, og i økende grad det europeiske kraftsystemet, kan man argumentere for at også norsk elforbruk er basert på produksjon fra andre kilder. Den samfunnsøkonomisk korrekte måten å beregne primærenergifaktoren for elektrisitet på, er å se på hvor mye primærenergibruken endres dersom forbruket av elektrisitet endres med en kWh. Prinsipielt bør primærenergifaktoren reflektere den marginale endringen i primærenergiforbruk over levetiden til bygget som følge av de energikravene som stilles. Dette er imidlertid ikke så enkelt som det kan høres ut - det er flere forhold det bør tas hensyn til for å beregne en så korrekt primærenergifaktor som mulig.

Endringer i et byggs energiytelse gir en *varig* endring i energietterspørselen fordi et bygg har lang levetid og energiytelsen i stor grad er en varig egenskap. Man bør derfor ta hensyn til utviklingen i energisystemet over tid, og til at endringer i forbruk endrer sammensetningen av produksjonskapasiteten. Klimapolitikken og EUs Road Map 2050 viser at kraftproduksjonen i Europa må bli tilnærmet utslippfri og ha svært høy fornybarandel i 2050. Videre vil en varig forbruksendring også påvirke investeringene i ny produksjonskapasitet.

Man kan med andre ord ikke se på produksjonen med utgangspunkt i dagens kraftverkspark. En korrekt fastsettelse fordrer modellberegninger som tar hensyn til ulike scenarioer for brenselspriser, CO₂-priser, fornybarutbygging og utviklingen i energiforbruket generelt. Videre bør modellberegningene ta hensyn til profilen på energibesparelsene. I hvilken grad energibesparelsene realiseres om natta eller om dagen, og

om sommeren eller om vinteren, kan ha betydning for kraftproduksjon og primærenergiforbruk. Hvorvidt markedsaktørene forutser endringen, eller den skjer plutselig, har også betydning for hvilken primærenergifaktor man legger til grunn på kort sikt. Det er åpenbart feilaktig å anta at en marginal forbruksøkning over hele levetiden til et bygg kun vil dekkes av produksjon i et eksisterende kullkraftverk, eller motsatt, at reduserte energibruk kun vil fortrenge kullkraftproduksjon.

Det er komplekst å gjøre en slik beregning, resultatene vil naturligvis være beheftet med usikkerhet, og i praksis er det aktuelt å gjøre forenklinger. Hvilke forenklinger man gjør, kan imidlertid ha stor betydning for resultatet og for hvor effektive energikravene er. Under drøfter vi noen aktuelle forenklinger.

Gjennomsnitt i stedet for marginale betraktninger: Forordningen later til å foreslå at en gjennomsnittlig årlig produksjonsmiks legges til grunn for beregningene. På lang sikt vil gjennomsnittsbetraktninger nærme seg marginale betraktninger, mens primærenergifaktoren for de nærmeste årene blir høyere siden marginal kraftproduksjon på kort sikt gjerne kommer fra kullkraftverk. På mellomlang sikt vil imidlertid gjennomsnittsbetraktninger sannsynligvis overvurdere primærenergibruken.

Årsgjennomsnitt i stedet for timesoppløsning: Beregninger basert på årlig forbruk er gjerne tilstrekkelig presist for primærenergibruken når det gjelder besparelser for elektrisitet levert fra nettet. Derimot kan bruk av årsgjennomsnitt når det gjelder lokal energiproduksjon være helt misvisende. Lokal energiproduksjon kan betraktes som en energibesparelse i form av redusert levert energi, men med en helt annen profil enn redusert energibruk i et bygg. Lokal solproduksjon er for eksempel høyest om sommeren når elforbruket er lavt. Da er det stor sannsynlighet for at den energien som fortrenses, er annen fornybar produksjon (vann som går til spille, vindkraft som må redusere produksjon). Endringen i produksjonssammensetningen bør reflekteres i den primærenergifaktoren som legges til grunn for *eksportert energi*, og er et argument for at den bør være en annen enn den som legges til grunn for elektrisitet levert fra nettet.

Geografisk avgrensning av relevant marked: Ved beregning av gjennomsnittlig primærenergiforbruk er det et spørsmål hvilket geografisk markedsområde som skal legges til grunn. Forskjeller i produksjonspark og flaskehals i nettet, tilsier at endringer i forbruket gir ulike markedsvirkninger i ulike områder. Forordningen foreskriver at det kan beregnes nasjonale primærenergifaktorer. For Norges del har det stor betydning om man legger norsk, nordisk eller europeisk produksjonssammensetning til grunn. På grunn av den meget høye andelen vannkraftproduksjon i Norge, vil en primærenergifaktor basert på nasjonal miks bli lavere enn hvis man velger nordisk eller europeisk miks. I prinsippet er den faktiske produksjonsmiksen avhengig av mellomlandsforbindelser og markedsutvikling i tilknyttede naboland, og det vil kreves modellberegninger for å fastslå hvilken produksjonsteknologi som faktisk leverer til norske bygg i ulike scenarier.

Kortsiktig i stedet for langsiktig PEF: Bygg har lang levetid. På lengre sikt vil andelen fornybar energi i produksjonsmiksen øke, mens kullkraftproduksjonen reduseres. Det tilsier at primærenergifaktoren, beregnet på denne måten, også vil endre seg over tid. Legger man til grunn en primærenergifaktor som reflekterer sammensetningen av produksjonen i dag, vil det diskriminere el fra nettet i forhold til lokal produksjon. Forordningen krever da også at man skal legge et levetidsperspektiv til grunn for beregningene.

Primærenergifaktoren bør i prinsippet også reflektere *ulikheter i nettap* på ulike tidspunkt og i ulike lokasjoner.

Langsiktig marginal elproduksjon bør legges til grunn for primærenergifaktoren for strøm

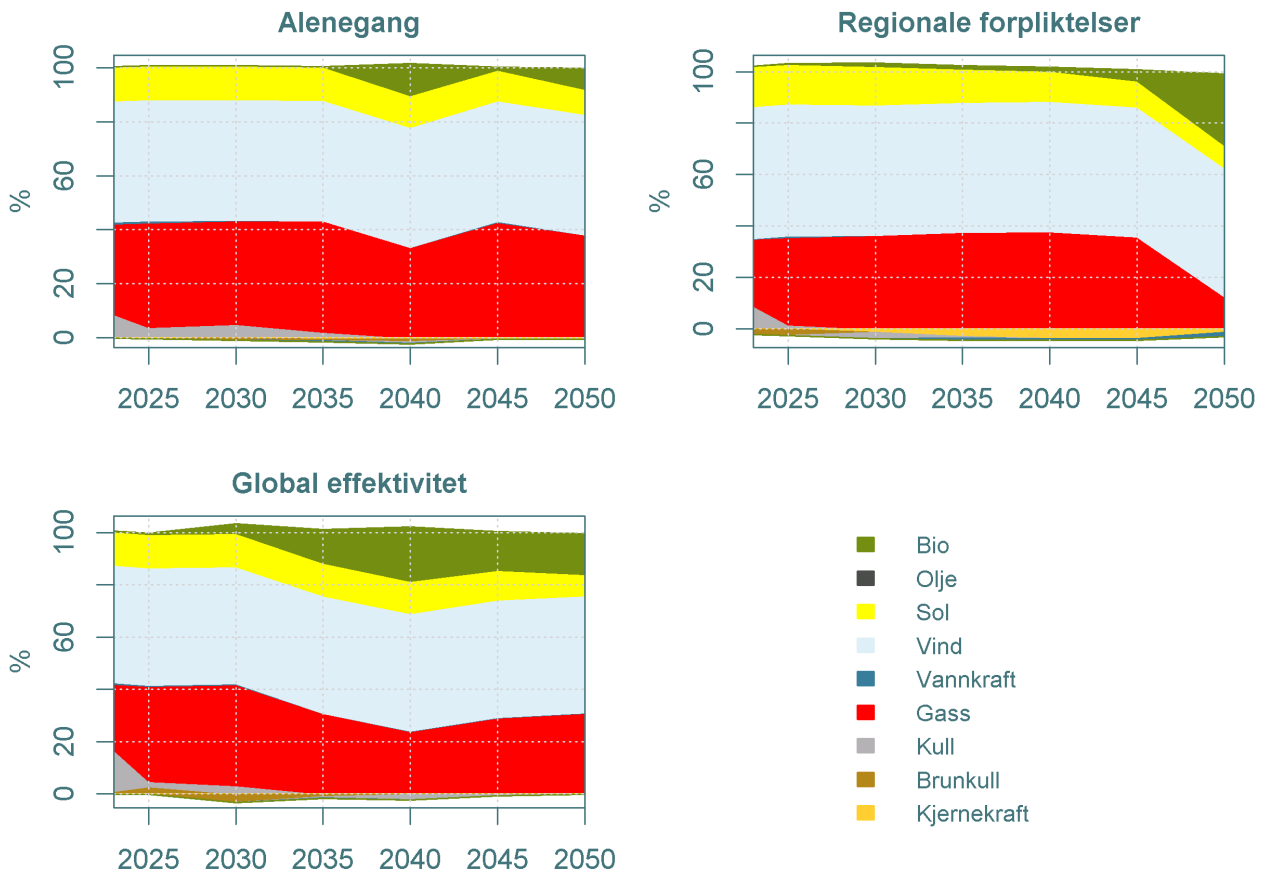
Det overordnede prinsippet for beregning av primærenergifaktor er det faktiske marginale elektrisitetsforbruket over byggets levetid. Det innebærer at man bør ta hensyn til at endringer i etterspørsel etter elektrisitet fra nettet ikke bare fører til endringer i produksjon i en gitt kraftverkspark, men også fører til endringer i produksjonskapasiteten. I en scenariobasert modellanalyse av konsekvensene av elektrifisering av Johan Castberg-plattformen (THEMA, 2016)¹, fant vi, basert på denne tilnærmingen, at varige endringer i kraftforbruket i Norge fører til endringer i produksjonen av fornybar kraft og gasskraft (i Norden og Europa).

Grunnen til at vi kan anta at ny kraftetterspørsel bidrar til investeringer i ny kraftproduksjon er at markedene er dynamiske og med høy grad av konkurranse. Endringer i tilbud og etterspørsel påvirker den produksjon og priser på kort sikt, men også de langsiktige prisforventningene. Selv små (marginale) endringer i tilbud eller etterspørsel påvirker markedet. Antar man at en varig forbruksøkning dekkes av økt produksjon i eksisterende kraftverk, er det ekvivalent med en forutsetning om at markedet har konstant overkapasitet. Det er ikke en troverdig forutsetning for et fungerende marked. Økt forbruk vil gi økt kapasitet over tid, mens redusert forbruk vil gi redusert kapasitet.

I dag har vi overskudd i kraftmarkedene. På kort sikt er det derfor sannsynlig at en reduksjon i forbruket vil gi redusert produksjon og lavere utnyttelse av eksisterende kapasitet. Men over tid vil en varig reduksjon i forbruket medføre at kapasitet fases ut raskere og at det investeres mindre i ny kapasitet. Med strengere energikrav vil man dermed dels redusere produksjonen i eksisterende kull- og gasskraftverk, og dels

¹ THEMA-rapport 2016-7: Johan Castberg – konsekvenser av elektrifisering

redusere investeringene i ny kapasitet basert på fornybar energi og eventuell gasskraft. Omfanget av det siste, kommer an på klimapolitikken og rammebetingelsene for gasskraft.



Figur 5: Marginal økning i kraftproduksjon, gitt en etterspørselsendring

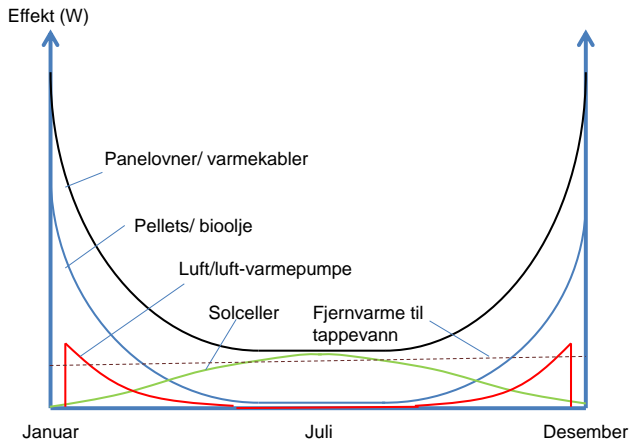
Figur 5 viser resultatene av vår beregning av endringer i produksjonen når vi legger til grunn at kraftforbruket øker flatt over året fra 2023 til 2050. Beregningene er gjort for tre ulike scenarier for utvikling i klimapolitikken, men der alle fører fram mot 2-gradersmålet i 2050. Det er forutsatt at det investeres i ny produksjonskapasitet når det er lønnsomt. Vi ser at det er vind- og gasskraft som står for den største endringene i produksjonen, og at kullproduksjonen endres en del i starten av perioden, men lite over analyseperioden sett under ett. I det hele tatt står fornybare kilder for minst 60% av produksjonsøkningen.

Primærenergifaktoren for elektrisitet bør med andre ord reflektere denne sammensetningen.

Bygg med lokal energiforsyning bruker også strøm fra nettet, men vil ha en annen forbruksprofil enn bygg som bare benytter strøm fra nettet. Figur 6 illustrerer varmebehov og varmeproduksjon for et bygg uten vannbårne oppvarmingssystemer og med ulike energiløsninger. Den viser f.eks. at et bygg med solceller vil ha svært liten produksjon om vinteren. Vi kan anta at forbruket for et bygg med panelovner tilsvarer byggets varmebehov gjennom året. Et bygg med solceller må dermed dekke opp manglende produksjon om vinteren med leveranser fra andre kilder. Det er nærliggende å anta at denne andre kilden i mange tilfeller vil være strøm fra nettet. Dersom primærenergiforbruket som ligger bak kraftproduksjonen sommer og vinter er (svært) ulik, vil en lik primærenergifaktor implisitt diskriminere panelovner i forhold til solceller. Utslaget blir enda større hvis bygget eksporterer strøm om sommeren og denne tillegges samme primærenergifaktor.

Det er uklart om det er adgang til å legge ulike primærenergifaktorer til grunn for ulike energiløsninger, men det er mulig at åpningen for å beregne primærenergifaktorer basert på en finere tidsoppløsning kan utnyttes til f.eks. å beregne månedlige primærenergifaktorer. På denne måten vil man ta hensyn til at ulikhet i profilen på den strømmen som trekkes fra nettet, gir ulike utslag i primærenergifaktor.

For Norges del er det imidlertid ikke sikkert at forskjellen blir så stor på grunn av den store fleksibiliteten i vannkraften. Forskjellen blir antagelig også mindre når man legger en langsiktig marginalbetraktning til grunn enn ved en kortsiktig marginalbetraktning. Men det er et empirisk spørsmål, og noe som kan endre seg over tid. Av hensyn til langsiktig effektiv utvikling av kraftsystemet er *prinsippet* likevel viktig.

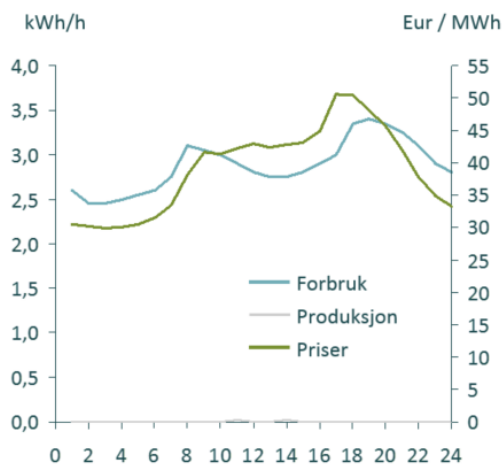


Figur 6: Varmeproduksjon for ulike teknologier over året for løsninger uten vannbåret oppvarmingssystem. Illustrasjon.

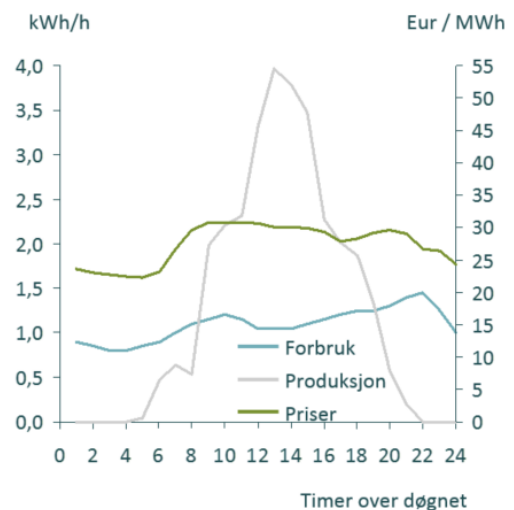
Energikostnadene bør reflektere kostnader til både energi og effekt

For å komme frem til en *kostnadseffektiv* definisjon av nNEB, må man beregne kostnadene ved energibruken i bygg. Verdien av redusert energibruk avhenger også av til hvilket tidspunkt energibruken reduseres. Figur 7 illustrerer at elektrisitetsforbruket i norske bygg er betydelig høyere på vinteren (grafene til venstre) enn på sommeren (grafene til høyre), på grunn av høy andel elektrisk oppvarming. Dette forbruksmønsteret reflekteres også tydelig i markedsprisene på elektrisitet på sommeren og vinteren. Det er også betydelige forskjeller i elektrisitetsetterspørselen innenfor døgnet, særlig på vinteren. Vi har typisk en liten forbrukstopp på morgenen, mens det største forbruket skjer fra middagstider og utover kvelden frem til leggetid.

Typisk forbruk i bygninger er høyest på vinteren, med tilsvarende høye energipriser og lav PV-produksjon



Sammenhengene er motsatt på sommeren



Figur 7: Gjennomsnittlig energibruk i eneboliger Hvaler 2011, PV-produksjon fra 4 kW anlegg i Kristiansand og elektrisitetspriser i Norden. (Kilde: "Forbruksmønstre i husholdninger og hytter", 2013, NordPool Spot)

De betydelige forskjellene i løpet av døgnet og året har betydning for verdien av tiltak som kan redusere energikostnadene til bygget, og dermed for kostnadseffektiviteten. For eksempel viser Figur 7 at egenproduksjon av elektrisitet med solcelleanlegg i svært liten grad reduserer behovet for leveranser fra andre kilder (typisk strømmettet) i de timene av året da energien har størst verdi. En slik løsning kan i tillegg føre til

betydelig eksport av energi i timer av året da energien har lav verdi. Til sammenligning vil en løsning som reduserer behovet for energi til oppvarming (som for eksempel å bytte ut gamle vinduer) i større grad redusere energibruken i de timene der verdien er størst. Selv om disse to tiltakene kan ha samme effekt på levert energi til bygget gjennom året, og dermed på beregnet primærenergibruk, vil verdien av det siste tiltaket være større.

For å reflektere forskjellene er det nødvendig med en *høy tidsoppløsning* for beregning av energikostnader. Forskjellen på høyeste og laveste elektrisitetspris i løpet av et døgn kan på vinteren typisk være rundt 40 prosent. Disse forskjellene vil ikke fanges opp med mindre energikostnadene beregnes for hver time i løpet av året.

Energiprisene vil endre seg over levetiden til et bygg og estimater for fremtidige energikostnadene bør legges til grunn for beregningen. Forordningen gir forslag til prisbaner for hver energibærer, men siden nordiske kraftpriser historisk har vært betydelig lavere enn europeiske, vil det være nødvendig med tilpassede estimater (som også fanger opp sesongbaserte og daglige prisstrukturer.)

I prinsippet bør også nettkostnadene reflekteres i kostnadsberegningene, men dagens nettpriser kan ikke uten videre legges til grunn. Fra 2019 skal alle norske husstander bli utstyrt med måleutstyr for timesavregning av elektrisitetsforbruk. På det tidspunktet (og altså før alle nye bygg skal være nesten nullenergibygg) er det ventet at tariffingen i nettet vil endres til også i større grad å reflektere kostnader til bruk av nettet i de timene nettet er høyest belastet, dvs. kostnadene ved å utvide nettkapasiteten.

Det kan også være *geografiske forskjeller* i både elektrisitetspris og nettleie, som igjen ligger til grunn for prising av fjernvarme. Disse forskjellene reflekteres i ulike områdepriser for elektrisitet og ulike nettleier for ulike nettselskaper. Det vil imidlertid trolig være upraktisk å skulle anslå disse forskjellene over hele levetiden til en bygning, da prisene vil avhenge av lokalt tilsig, eventuelle kostnadseffektiviseringer og endringer i nettstruktur og -tariffer.

Samfunnsøkonomiske kostnader for energikrav, privatøkonomiske for eventuell støtte

De samfunnsøkonomiske beregningene inkluderer alle relevante kostnader for samfunnet, og vil derfor gi den samfunnsøkonomisk optimale løsningen. Dette nivået bør legges til grunn for endelige krav til energiytelse og energiramme. Dette er også prinsippet som skal ligge til grunn for dagens energikrav til norske bygg.

Det er også relevant å finne ut om kravene innebærer urimelig høye kostnader for utbyggere og private byggeiere. Gitt at det fastsettes et samfunnsøkonomisk optimalt nivå på energikravene, kan beregninger av privatøkonomiske kostnader brukes til å vurdere om private aktører vil ta beslutninger som er i tråd med det samfunnsøkonomisk effektive (altså: i hvor stor grad vil løsningene en privat investor benytter samsvare med tiltakspakkene som gir det kostnadsoptimale resultatet, gitt avgifter og eksisterende støtteordninger). Dersom disse løsningene ikke samsvarer, og/eller private påføres urimelige kostnader, kan man benytte denne innsikten til å endre avgifts- og støttepolitikk slik at disse bedre fører til samfunnsøkonomisk effektive løsninger. Husholdninger har f.eks. ofte (implisitt) en høyere diskonteringsrente enn den samfunnsøkonomiske.

Valg av diskonteringsrate påvirker avveiningen mellom investeringer i dag og energikostnader i fremtiden

Valg av diskonteringsrate kan ha stor betydning for lønnsomheten av tiltak som reduserer fremtidig energibruk og -kostnader. En høy diskonteringsrate vil gjøre nåverdien av fremtidige besparelser liten, mens en lav diskonteringsrate vil ha motsatt effekt.

For den samfunnsøkonomiske beregningen kan anbefalingene i Finansdepartementets veileder for samfunnsøkonomiske analyser legges til grunn. Her gis det anslag på en risikjustert rente på fire prosent for tiltak med levetid inntil 40 år, og tre prosent for tiltak mellom 40 og 75 år. I tillegg sier forordningen at tre prosent skal benyttes for én av sensitivitetsberegningene.

For den privatøkonomiske beregningen bør diskonteringsraten bestå av en langsiktig risikofri rente pluss et risikopåslag som reflekterer risikoen i utviklingen i fremtidige energipriser. Dette er i stor grad i samsvar med det avkastningskravet som norske kraftprodusenter legger til grunn for sine investeringer, og ligger ofte på et nivå mellom fem og åtte prosent.

Ønskelig at rammekrav sikrer innovasjon, men prinsippet om å redusere energibehovet først gjelder også

Direktivet er tydelig på at det skal settes et krav til primærenergibruk pr. kvadratmeter «nyttig areal» i bygninger. Et slikt rammekrav følger samme prinsipp som eksisterende norske energikrav, bortsett fra at systemgrensen for energibruken er en annen. Gitt at primærenergifaktorene fastsettes korrekt, vil et slikt rammekrav stimulere til at markedsaktørene finner de mest kostnadseffektive og innovative løsningene som oppnår det ønskede energibruksnivået.

En risiko er imidlertid at primærenergikravet regnes ut fra levert energi til bygget. Denne systemgrensen betyr at man isolert sett, dersom dette er den privatøkonomisk mest gunstige løsningen, kan få nye bygninger med svært høyt energiforbruk og store mengder egen energiproduksjon. Dette vil ikke være i tråd med prinsippene i direktivet og vil trolig heller ikke samfunnsøkonomisk lønnsomt. Direktivet sier da også at det i tillegg skal settes krav til både bygningskroppen og de tekniske bygningssystemene. En videreføring av metodene i dagens tekniske forskrift, med strenge krav til bygningskroppen og tekniske systemer, vil være nødvendig for å sikre at bygninger fortsatt har et lavt faktisk energiforbruk.

Samtidig må kravet til primærenergiforbruk settes så høyt at det er mulig å oppnå kravet ved bruk av strøm fra nettet (i kombinasjon med en «riktig» utforming av primærenergifaktor for elektrisitet fra kollektive systemer). Ellers er det en fare for at man tvinger byggeiere til å satse på samfunnsøkonomisk lite gunstige løsninger med lokal energiproduksjon.

Samspeillet mellom kostnadsberegninger og primærenergifaktor er avgjørende

Prinsippet for beregning av samfunnsøkonomiske energikostnader er ikke helt klart. Energibruksberegningen resulterer ideelt sett i en levert energi per time for hele året for hver relevant energibærer, som så regnes om til primærenergibruk. I prinsippet bør da den samfunnsøkonomiske kostnaden ved energibruken relateres til *primærenergibruken*, og man bør derfor sette en pris på primærenergibruk. Direktivet sier imidlertid at alle kostnader skal være markedsbaserte, noe vi tolker til at energikostnader også i den samfunnsøkonomiske beregningen skal baseres på markedsprisene for de ulike energibærerne. Dette betyr igjen at en for høy primærenergifaktor får en totalt sett mindre betydning for beregning av den kostnadsoptimale løsningen, da denne kun inngår i ligningene for å beregne primærenergibruk, og ikke direkte i ligningene for å beregne kostnadsnivået.

La oss se på et eksempel. I tabellen under viser vi en enkel beregning av primærenergibruk og kostnader for et bygg med to alternative løsninger, hvor den ene er basert på elektrisitet levert fra nettet, mens den andre dekker halvparten av energibehovet gjennom en lokal løsning. For enkelhets skyld antar vi at bygget har et netto energibehov på 100, og at kostnaden ved en sentral løsning er 1 per enhet. Lokal løsning er dermed konkurransedyktig hvis den har en kostnad opp til 50. Samfunnsøkonomisk er de to løsningene like gode hvis lokal forsyning koster 50. I tabellen viser vi resultatene dersom den lokale forsyningen koster 60, dvs. den er 10 prosent dyrere enn løsningen med kun el fra nettet.

PEF el fra nettet	0.6		1.2		2.5		4.0	
	Kun el fra nettet	50% lokal prod	Kun el fra nettet	50% lokal prod	Kun el fra nettet	50% lokal prod	Kun el fra nettet	50% lokal prod
El fra nettet	100	50	100	50	100	50	100	50
Lokalt produsert el		50		50		50		50
Kostnad el fra nettet	100	50	100	50	100	50	100	50
Kostnad lokal forsyning		60		60		60		60
Samlet kostnad	100	110	100	110	100	110	100	110
Primærenergiforbruk	60	30	120	60	250	125	400	200

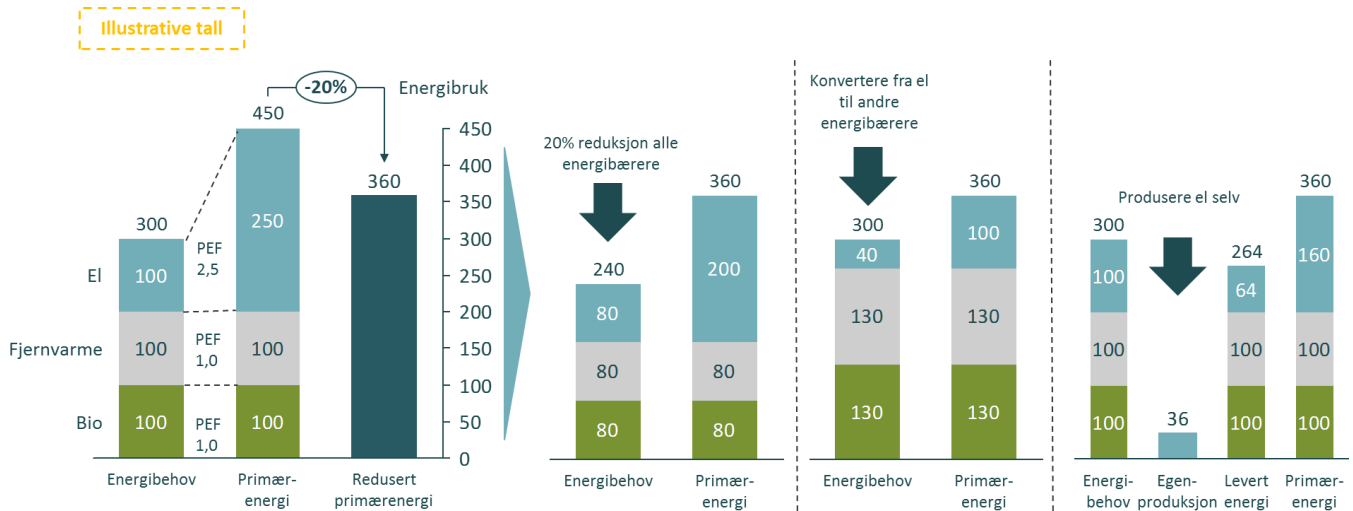
Tabell 1: Sammenligning av energiløsning med kun el fra nettet og med 50% lokal produksjon

Dersom man baserer energikravet på den billigste løsningen, skal man altså her sette kravet til primærenergibruk i henhold til primærenergifaktoren for el fra nettet, dvs. henholdsvis 60, 120, 250 og 400 i eksemplet i tabellen. (Vi antar at PEF for lokal produksjon er lik 0.) I henhold til retningslinjene i forordningen, skal man imidlertid velge kravet innenfor et «kostnadseffektivt område», se figur 4, og da fortrinnsvis velge det alternativet som har lavest primærenergibruk. I så fall er det nærliggende å velge kravet ut fra løsningen med lokal produksjon, og i så fall får primærenergifaktoren stor betydning. En høy primærenergifaktor kan i praksis gjøre det svært kostbart å prosjektere et bygg med bare sentral forsyning. I eksemplet med en primærenergifaktor på 2.5, må man gjennomføre andre tiltak (energieffektivisering) som reduserer elforbruket fra nettet med 50%, til 50, for å oppfylle kravet.

Implikasjonene av dette er at

1. Det blir svært avgjørende for en riktig kravspesifikasjon at man beregner kostnadene riktig, og spesielt at man ikke undervurderer kostnadene ved lokal produksjon
2. Det blir avgjørende om man baserer kravspesifikasjonen på en samfunnsøkonomisk eller privatøkonomisk beregning. I praksis kan man gjøre lokal produksjon mest kostnadseffektiv dersom man inkluderer private støtteordninger i sammenligningen av alternativene, samtidig som de samfunnsøkonomiske kostnadene er høye.

Oppsummert er det slik at samspillet mellom utforming av primærenergifaktorer og beregning av energikostnader spiller en viktig rolle for å utforme en samfunnsøkonomisk effektiv definisjon av nNEB. Figur 8 illustrerer hvordan den relative utformingen av primærenergifaktorer mellom ulike energibærere påvirker mulighetene for å oppnå et rammekrav for primærenergibruk.



Figur 8: Tre alternative måter å redusere primærenergibruk

En kunstig høy primærenergifaktor for levert elektrisitet relativt til andre energibærere vil gi incentiver til å redusere bruken av elektrisitet fra kollektive systemer. Figur 8 viser et stilisert eksempel der elektrisitet er gitt primærenergifaktor 2,5, mens fjernvarme og lokalprodusert varme med biobrensel begge har primærenergifaktor 1,0. La oss anta at målet er å redusere primærenergibruken med 20 prosent, noe som i prinsippet kan oppnås på tre måter:

1. Jevnt over å *redusere energibehovet i bygningen med 20% for alle energibærere*. Dette gir et bygg med et lavere netto forbruk av energi i løpet av året, og er i tråd med det overordnede prinsippet om redusert energibruk. Om dette er kostnadsoptimalt avhenger av til hvilken tid på året (og døgnet) bruken av de ulike energibærerne reduseres.
2. Opprettholde det totale energibehovet i bygningen, men *konvertere fra elektrisitetsbruk til energibruk fra andre energibærere*. Dette gir ikke mer energieffektive bygninger, men reduserer kun elektrisitetsbruken, implisitt ut fra en motivasjon om at elektrisitetsbruk representerer større sløsing for samfunnet enn bruk av andre energibærere. En slik motivasjon må i tilfelle være eksplisitt begrunnet gjennom utforming av primærenergifaktorer som reflekterer andelen ikke-fornybare energikilder i elektrisitetsproduksjonen og faktiske tap i overføringen av elektrisitet. En riktig beregning av kostnadene ved denne løsningen må reflektere kostnaden ved å bruke levert energi ved andre energibærere på de tidspunktene man vil endre forbruket.
3. Opprettholde det totale energibehovet i bygningen, *men produsere deler av energibehovet lokalt*. Dette gir heller ikke mer energieffektive bygninger, men reduserer den leverte elektrisiteten fra kollektive systemer. Alternativt kan bygget bruke en høyere andel el fra nettet hvis det eksporteres egenprodusert elektrisitet i perioder. I dette tilfellet er det viktig at primærenergifaktoren for levert energi er lik null for den andelen som er produsert med fornybare kilder, for å likebehandle lokal og sentral produksjon av fornybar energi. Kostnadsberegningen må også ta høyde for at man ikke reduserer levert energi på tidspunkter der energien har størst verdi.

Generelt er det slik at dersom regelverket stimulerer til stor grad av lokale energiløsninger, også der disse ikke er kostnadseffektive sammenlignet med energileveranse fra kollektive systemer, vil det påføre samfunnet store kostnader til et energisystem som er langt dyrere enn dagens system, og uten at forsyningen blir vesentlig mer fornybar.

Det er mulig å definere nøytrale krav til nesten nullenergibygninger

Det oppdaterte bygningsenergidirektivet legger føringer som vil endre måten vi fastsetter energikrav til bygninger. De viktigste prinsippene er:

- At byggene skal ha et lavt, eller nesten null, energibehov. Hva som skal forstås som «nesten null» er ikke konkretisert.
- Det svært lave energibehovet skal i stor grad dekkes av fornybare kilder
- Lokal produksjon telles likt med energieffektivisering

- Det skal settes krav til byggenes primærenergibruk, noe som innebærer at man må utarbeides primærenergifaktorer for bl.a. elektrisitet fra nettet
- Kravene skal være «kostnadsoptimale», altså skal de føre til lavest mulig kostnader over levetiden til bygget

Det at kravene settes til primærenergibruk og at lokalprodusert fornybar energi kan konkurrere med redusert energibruk i bygninger er betydelige og kontroversielle endringer sammenlignet med dagens norske praksis, der det settes krav til netto energibruk i bygg. Endringene innebærer at man må være veldig presise for å sikre at all fornybar energiproduksjon likebehandles i utformingen av nye energikrav slik at man ikke implisitt krever at det installeres unødvendig dyre løsninger for samfunnet og aktørene.

Selv om direktivet legger opp til dels store endringer i utforming av energikrav, finnes det også betydelige frihetsgrader, særlig til hvordan man utformer primærenergifaktorer og beregner energikostnader over levetiden til bygget. Disse frihetsgradene kan utnyttes for å definere kravene på en måte som likebehandler alle former for fornybar energiproduksjon, uavhengig av om den produseres lokalt eller sentralt.

Primærenergifaktorer bør i prinsippet baseres på hvor mye primærenergibruken endres dersom forbruket av elektrisitet endres med en kWh. Prinsipielt bør primærenergifaktoren reflektere den marginale endringen i primærenergiforbruk over levetiden til bygget som følge av de energikravene som stilles. I praksis er det prinsipielt trolig en grei forenkling å benytte seg av primærenergifaktorer for levert elektrisitet basert på langsiktig *marginal* produksjonsmiks i Europa, dvs. hvilke energikilder som vil bli brukt for å dekke en varig økning i kraftforbruket gitt markedsmessige og politiske rammebetingelser. For eksportert elektrisitet fra lokal energiproduksjon bør man i prinsippet utvikle faktorer som reflekterer i hvilken grad denne produksjonen fortrenger andre fornybare produksjonskilder, men det er trolig viktigere at verdien av produksjonen beregnes ut fra en relevant tidsoppløsning for markedsprisene.

Energikostnadene må reflektere ulik verdi av redusert energibruk til ulike tider på døgnet og ulike tider på året. Dette inkluderer både variasjon i kostnaden til energiproduksjon og variasjon i kostnadene til bruk av overføringsnett. Tiltak som reduserer energibruk på de tidspunktene da etterspørselen etter (og verdien av) energi er høy, bør premieres sterkere enn tiltak som reduserer energibruk på de tidspunktene verdien er lav. Dette kan sikres gjennom å beregne energibruk og -kostnader for hver time i løpet av året. I tillegg må energikostnadene reflektere endringer i energikostnader over levetiden til bygget, og altså baseres på prognoser for energipriser utviklet spesielt for norske forhold.