

Midt-Norge som pilotregion for passivhus satsing: Potensialstudie

Bjørn Jenssen Wachenfeldt¹ og Igor Sartori²

¹ SINTEF Byggforsk, Avdeling Bygninger, 7465 Trondheim, Norge

² NTNU, Institutt for Byggekunst, Historie og Teknologi, 7491 Trondheim

Sammendrag

Ifølge Statnett er de største utfordringene for utviklingen av det sentrale kraftnettet i Norge i dag knyttet til at det forventes betydelig forbruksøkning i Midt-Norge, samtidig som det er stor usikkerhet knyttet til eventuell ny produksjon i området. Faktorer som bidrar til at forbruket øker er høy aktivitet i bygningssektoren og flere nye industriprosjekter i regionen. Dersom forbruksøkningen blir som forventet vil dette nødvendiggjøre kostnadskrevenne tiltak på forsyningsiden. Det er derfor spesielt interessant å undersøke regionale tiltak som kan bidra til at forbruksøkning begrenses eller unngås.

I denne artikkelen er det gjennomført en analyse for å undersøke i hvor stor grad en storstilt satsing på passivhus og energieffektiv rehabilitering av eksisterende boliger i Midt-Norge vil redusere det forventede kraftforbruket. Følgende scenarier frem mot år 2035 er beregnet: ”Basis”, ”Energidirektivet”, ”Passivhus satsing”, ”Overgang til termiske energibærere”, ”Passivhus satsing + termiske energibærere”, ”Satsing på varmepumper” og ”Passivhus satsing + varmepumper”.

Resultatene for de ulike scenarier viser store variasjoner i forventet forbruk av elektrisitet og termiske energibærere i boligsektoren i Midt-Norge. Av de enkeltstående tiltak vurdert i denne studien er det passivhus satsingen som vil gi størst effekt både når det gjelder reduksjon av elektrisitetsforbruk og forbruk av termiske energibærere i

Midt-Norsk boligmasse. Overgang til mer bruk av termiske energibærere til oppvarming vil også bidra betydelige reduksjoner i elektrisitetsforbruket, men vil samtidig øke det totale energiforbruket. Økningen skyldes dårligere virkningsgrad for oppvarmingssystemene en ved direkte bruk av elektrisitet.

Gjennom å kombinere satsingen på passivhus teknologi med bruk av andre energibærere enn elektrisitet til oppvarming er det beregnet at elektrisitetsforbruket i Midt-Norske boliger vil reduseres fra 3,75 TWh i år 2000 til 2,74 TWh i år 2035. Dette utgjør en reduksjon på ca. 1 TWh eller 27 %. Avhengig av hva som gjøres i forhold til næringsbygg, og utviklingen i industri, transport og energisektoren, kan dette bidra til å eliminere behovet for ny kraftproduksjon i Midt-Norge og forsterkning av overføringskapasitet inn til regionen i uoverskuelig fremtid. Strategier for å bedre energiytelsen til boligsektoren bør derfor inngå som en av flere viktige elementer i Midt-Norges fremtidige energi- og miljøpolitikk.

Introduksjon

Ifølge Statnett er de største utfordringene for utviklingen av det sentrale kraftnettet i Norge i dag knyttet til betydelig forbruksøkning i Midt-Norge, samtidig som det er stor usikkerhet knyttet til eventuell ny produksjon i området. Dette vil nødvendiggjøre store investeringer på forsyningsiden. Alle tiltak som kan begrense forbruksveksten vil kunne bidra til å begrense behovet for forsterkning av overføringskapasitet og etablering av ny kraftproduksjon.

Av hensyn til miljø og samfunnsøkonomi er det derfor spesielt interessant å se på tiltak som kan begrense forbruksveksten i Midt-Norge. Denne artikkelen tar for seg potensialet for å redusere veksten i elektrisitetsforbruk og øvrig energiforbruk i Midt-Norge i forbindelse med nybygging og rehabilitering av boligene i regionen. Konsekvensene av satsing på passivhus teknologi og alternativer til elektrisitet som oppvarmingskilde er analysert spesielt.

Metode

Historisk forbruk av energivarer og aktiviteter (areal, produsert enhet e.l.) kan benyttes til å trendfremskrive den videre utvikling og på denne måten etablere et basisscenario, som igjen gir grunnlag for å vurdere andre alternative scenario.

Energibruken for de forskjellige energibærerne E_i kan uttrykkes som produktet av aktivitet (A_i) og intensitet (I_i):

$$E_i = A_i \cdot I_{ij} \quad (1)$$

der aktiviteten A_i er definert som antall m² bruksareal (BRA) for bygningstype i , mens intensiteten I_{ij} er definert som årlig mengde levert energi per m² BRA for bygningstype i og energikilde j [kWh/m²·år].

Boligmassen

Her representerer parameteren A i ligning (1) boligmassen, inkludert fritidsboliger. Den historiske utviklingen av den Norske boligmassen er tidligere analysert i forbindelse med utvikling av et nasjonalt planleggingsverktøy for energiplanlegging [i]. Flere datakilder ble analysert i forbindelse med dette arbeidet [ii,iii,iv,v].

Den historiske utviklingen av boligmassen i Midt-Norge er ikke analysert i detalj, men analyse av data fra GAB-registeret [v] viser at brutto areal av boligmassen i region Midt-Norge (Møre og Romsdal, Sør-Trøndelag og Nord-Trøndelag) i år 2005 utgjorde 11 % av boligmassens totale brutto areal i Norge. I analysene gjennomført her er det antatt at utviklingen av boligmassen i Midt-Norge etter år 2005 vil følge utviklingen i resten av landet.

Energiintensitet for en gjennomsnittsbolig

Referansenivå for *energiintensitet per bruksareal*, I , for eksisterende leiligheter og småhus er hentet fra en utredning av energimerkeordning for boliger i Norge [vi]. Energiintensitet per bruksareal for fritidsboliger er hentet fra en tidligere analyse [vii]. Behovet for levert energi til en eksisterende gjennomsnittsbolig fremkommer ved å vekte disse verdiene i forhold til deres respektive andel av boligmassen.

Når det gjelder nybygg er det i forbindelse med innførsel av energidirektivet i Norge gjennomført en revisjon av Teknisk forskrift til byggverk og produkter (TEK 97- Rev. 2007). Det er i den forbindelse etablert en ny metode for beregning av bygningers energiytelse. Metoden er dokumentert gjennom en ny norsk standard, NS3031:2007 [viii]. I den reviderte forskriften er det etablert *energirammer* som angir maksimalt tillatte netto energibehov for den aktuelle bygningstypen, beregnet etter NS3031:2007. I forbindelse med fastsettelse av energiramme er det gjennomført beregninger for typiske nye leiligheter og småhus som akkurat tilfredsstill minimumskravene [ix]. Netto spesifikt energibehov for et gjennomsnittlig ny bolig fremkommer, på samme måte som behovet for levert energi til en eksisterende gjennomsnittsbolig, ved å vekte resultatene fra disse beregningene i forhold til bygningstypenes respektive andel av boligmassen.

Tabell 1 Beregnet energibudsjett for en ny og eksisterende gjennomsnittsbolig. Tallene er per oppvarmet del av bruksareal.

Energibudsjett - gjennomsnittsbolig	Eksisterende		Ny	
	spesifikt behov for levert energi [kWh/m ² /år]	Andel av total [%]	spesifikt netto energibehov [kWh/m ² /år]	Andel av total [%]
1a Romoppvarming	135	63 %	37	30 %
1b Ventilasjonsvarme	0	0 %	6	5 %
2 Varmt vann	37	18 %	30	25 %
3 Vifter og pumper	1	0 %	8	7 %
4 Belysning	17	8 %	17	14 %
5 Teknisk utstyr	23	11 %	23	19 %
6 Kjøling	0	0 %	0	0 %
Totalt	213	100 %	121	100 %

Det resulterende behovet for levert energi til en eksisterende gjennomsnittsbolig, og netto energibehov for en ny gjennomsnittsbolig, er vist i Tabell 1. Merk at vi også har tatt hensyn til boligmassen av fritidsboliger i disse beregningene.

Energistatistikk

Data for stasjonært forbruk av energivarer for private husholdninger er gitt av energiregnskapet til SSB [x]. Statistikken gir tall på forbruket av hver enkelt energikilde.

Ved å dividere det totale forbruket på *brutto areal* av boligmassen fås *tilført energi per brutto areal* for en gjennomsnittsbolig. Denne energiintensiteten varierer noe fra år til år avhengig av en rekke parametere. Gjennomsnittlig energiintensitet i perioden 1996-2005 er beregnet til 146 kWh/m²·år.

Dette gir en omregningsfaktor fra energiintensitet per oppvarmet bruksareal (se Tabell 1) til energiintensitet per brutto areal $146/213=0,69$.

Sluttbrukerpreferanse for energikilde til oppvarming

Sluttbrukerpreferansen for energikilde til oppvarming er definert som andelen av de forskjellige energikilder som benyttes til å dekke varmebehovet, det vil si behovet for romoppvarming, oppvarming av ventilasjonsluft og tappevann. Denne preferansen vil endre seg over tid som funksjon av hvor stor andel av netto behov oppvarmingen til enhver tid utgjør, og trendutviklingen for bruk av de forskjellige energikilder. Vi har her valgt å beregne fremtidig sluttbrukerpreferanse for energibruk til oppvarming som en lineær trend basert på utviklingen fra 1996-2005, se Tabell 2. Andelen elektrisitet beregnes som det gjenværende, som betyr at trendutviklingen for elektrisitet også er helt lineær inntil all bruk av fyringsoljer i boliger er utfaset i 2034.

Tabell 2 Gjennomsnittlig sluttbrukerpreferanse for energikilde til oppvarming for periode 1996-2005, og beregnet sluttbrukerpreferanse i år 2035

År	Direkte bruk av elektrisitet	Fjernvarme	Ved	Gass	Olje	Varme fra varmepumper
2000 (1996-2005)	80,7 %	0,9 %	8,9 %	0,3 %	8,1 %	1,1 %
2035	61,8 %	2,7 %	18,7 %	2,5 %	0,0 %	14,4 %

Definisjon av arketyper

Dersom resultatene av alternative scenario skal gi nyttig informasjon bør de komme som en direkte konsekvens av reelle valg og strategier. Vi har her valgt å ta utgangspunkt i foreliggende forslag til energimerkesystem for norske boliger [vi] og benyttet det foreslåtte klassifiseringssystem som utgangspunkt såkalte arketyper. En arketype er et typebygg ment å representere en del av bygningsmassen. Arketyperne gjør det lettere å systematisere antagelsene og hypotesene rundt bygningsmassens utvikling for de forskjellige scenario som ønskes analysert.

For hver energiklasse definert i Tabell 3 er det definert egne arketyper. Arketyperne inneholder både netto energibehov og behovet for levert energi. Koblingen mellom netto og levert energi utgjøres av *sluttbrukerpreferansen av energikilde til oppvarming og systemvirkningsgraden*⁹ for de aktuelle energisystem.

Tabell 3 Foreslått kravnivå for Norsk energimerkeordning [vi].

Rr (Eng: Reference regulation)=Maksimalt tillatt netto energibehov gitt i TEK 97 – Rev. 07

Rs (Eng: Reference stock)=Behov for levert energi til en gjennomsnittsbolig

Klasse	Kravnivå
A+	$\leq 0.25 \cdot Rr$
A	$\leq 0.5 \cdot Rr$
B	$\leq 0.75 \cdot Rr$
C	$\leq Rr$
D	$\leq 0.5 \cdot (Rr + Rs)$
E	$\leq Rs$
F	$\leq 1.5 \cdot Rs$
G	$> 1.5 \cdot Rs$

Systemvirkningsgradene er hentet fra tabell B.9 og B.10 i NS3031:2007 med ett unntak: Når det gjelder vedovner angir NS3031:2007 en systemvirkningsgrad på 0,64 både for gamle og nye ovner. En systemvirkningsgrad på 0,64 forutsetter imidlertid en rentbrennende ovn, og ifølge SSB ble bare 20 % av veden brent i slike ovner i 2002 [xi]. For åpne ildsteder eller eldre vedovner som fyres med redusert lufttilførsel kan en anta en produksjonsvirkningsgrad på 0,4. Med en reguleringsvirkningsgrad på 0,8 gir dette en systemvirkningsgrad på 0,36. Med dette som utgangspunkt er gjennomsnittlig systemvirkningsgrad i eksisterende boliger i år 2000 anslått til 0,42. Systemvirkningsgradene benyttet i analysene er gitt i Tabell 4. Arketypernes struktur er illustrert i for arketyper slik illustrert i Tabell 5.

Tabell 4 Systemvirkningsgrader benyttet i analysene

direkte bruk av elektrisitet	oppvarming					
	olje	gass	ved	fjernvarme	elektrisitet	varme fra varmepumpe
1.00	0.72/0.77 ^a	0.77 / 0.81 ^a	0.42 / 0.64 ^a	0.86/0.88 ^a	1.00	2.16

^a Verdien til venstre representerer oppvarmingssystemer eldre enn 1990, og er anvendt for eksisterende bygninger, mens verdien til høyre representerer nye oppvarmingssystemer, og er anvendt for rehabiliterte eller nye bygninger

⁹ Systemvirkningsgraden er gitt av produktet av produksjonsvirkningsgraden, distribusjonsvirkningsgraden og reguleringsvirkningsgraden, $\eta_{\text{system}} = \eta_{\text{produksjon}} \cdot \eta_{\text{distribusjon}} \cdot \eta_{\text{regulering}}$

Tabell 5 Strukturen til arketyperne

Arketype XY: Energiklasse X, Sluttbrukerpreferanse Y for energikilde til oppvarming				
Netto energi			Levert energi	
netto behov	[kWh/m ² år]			energibærer
	total Netto			total Levert
elspesifikt behov	x1	" → sluttbrukerpreferanse for energikilde til oppvarming og systemvirkningsgrad for oppvarmings/kjølesystem → "	elektrisitet	y1
kjøling	x2		fjernvarme	y2
varme	x3		ved	y3
			gass	y4
			olje	y5
			omgivelsesvarme via varmepumpe	(y0)
Avhenger av energiklasse			Avhenger av systemvirkningsgrad og sluttbrukerpreferanse	

I tillegg til at hver energiklasse har sine arketyper er det definert egne arketyper for startåret (år 2000) og sluttåret (år 2035) for analysene. Forskjellen mellom startåret og sluttåret er at *sluttbrukerpreferansen for energikilden til oppvarming* og *systemvirkningsgraden* for oppvarmingssystemene har endret seg slik det fremgår av henholdsvis Tabell 2 og Tabell 4. Figur 0-1 viser arketyperne som representerer en gjennomsnittsbolig (*Energiklasse E = Rs – se Tabell 3*) i henholdsvis år 2000 (øverst) og år 2035 (nederst). Som vi ser er netto tallene like for de to arketyperne ettersom de representerer samme energiklasse, mens tallene for levert energi er forskjellige som følge av forskjellig sluttbrukerpreferanse for energikilde til oppvarming (se Tabell 2) og systemvirkningsgrad (se Tabell 4). Legg også merke til at tallene for gjennomsnittsboligen anno år 2000 stemmer overens med tallene i Tabell 1.

Med utgangspunkt dataene fra Tabell 1, Tabell 2 og Tabell 3 er det etablert tilsvarende arketyper for de øvrige energiklasser for år 2000 og år 2035.

Energiklasse E (Rs) år 2000											
netto energi						levert energi					
energibehov	kWh/m ² /år	andel	energibærer	sluttbruker- preferanse	kWh/m ² /år	system- virkningsgrad	energibærer	kWh/m ² /år	energibærer	kWh/m ² /år	andel
	190,0									213,0	
elspesifikt	41,0	21,6 %				1,00	elektrisitet	41,0	elektrisitet	162,1	76,1 %
kjøling	0,0	0,0 %				1,40	elektrisitet	0,0			
oppvarming	149,0	78,4 %	direkte bruk av			direkte bruk av					
			elektrisitet	80,7 %	120,3	1,00	elektrisitet	120,3			
			fjernvarme	0,9 %	1,4	0,86	fjernvarme	1,6	fjernvarme	1,6	0,7 %
			ved	9,3 %	13,9	0,42	ved	33,1	ved	33,1	15,5 %
			gass	0,3 %	0,4	0,77	gass	0,6	gass	0,6	0,3 %
			olje	7,6 %	11,3	0,72	olje	15,7	olje	15,7	7,4 %
			varme fra VP	1,1 %	1,7	2,16	elektrisitet til drift av VP	0,8			
							omgivelsesvarme via VP	0,9	omgivelsesvarme via VP	0,9	---

Energiklasse E (Rs) år 2035											
netto energi						levert energi					
energibehov	kWh/m ² /år	andel	energibærer	sluttbruker- preferanse	kWh/m ² /år	system- virkningsgrad	energibærer	kWh/m ² /år	energibærer	kWh/m ² /år	andel
	190,0									196,2	
elspesifikt	41,0	21,6 %				1,00	elektrisitet	41,0	elektrisitet	142,0	72,4 %
kjøling	0,0	0,0 %				1,40	elektrisitet	0,0			
oppvarming	149,0	78,4 %	direkte bruk av			direkte bruk av					
			elektrisitet	61,1 %	91,0	1,00	elektrisitet	91,0			
			fjernvarme	2,6 %	3,9	0,88	fjernvarme	4,4	fjernvarme	4,4	2,3 %
			ved	19,5 %	29,1	0,64	ved	45,5	ved	45,5	23,2 %
			gass	2,3 %	3,5	0,81	gass	4,3	gass	4,3	2,2 %
			olje	0,0 %	0,0	0,77	olje	0,0	olje	0,0	0,0 %
			varme fra VP	14,4 %	21,5	2,16	elektrisitet til drift av VP	10,0			
							omgivelsesvarme via VP	11,5	omgivelsesvarme via VP	11,5	---

Figur 0-1 Arketype for en gjennomsnittsbolig (Energiklasse E = Rs) i henholdsvis år 2000 (øverst) og år 2035 (nederst)

Forutsetninger for energiscenariene

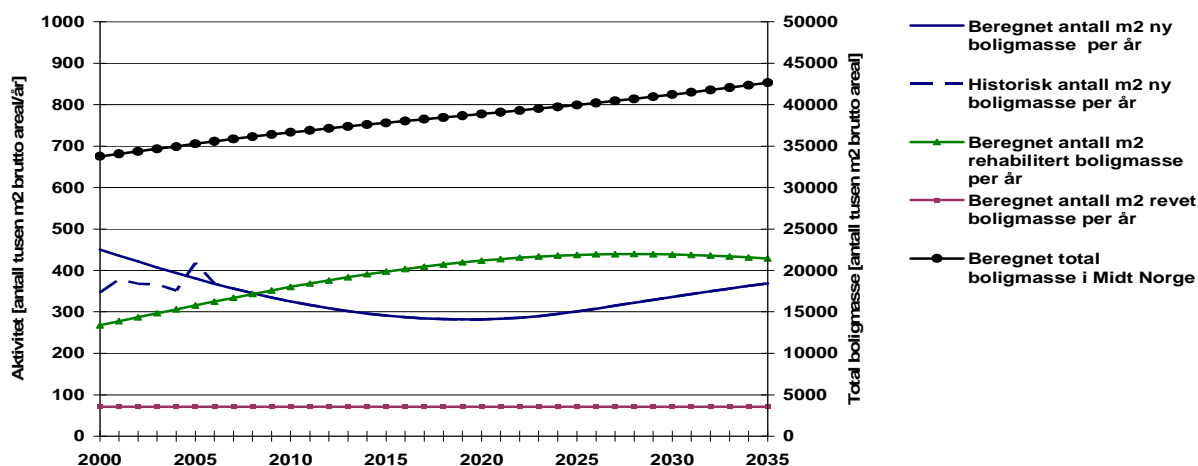
Hensikten med scenariene er primært å undersøke konsekvensene av en aktiv satsing på passivhus-teknologi, både for nye boliger og ved rehabilitering av eksisterende boliger. I alle scenarier forutsetter vi imidlertid at netto spesifikt energibehov ikke endres for eksisterende bygg som ikke rehabiliteres. Dette betyr at bygg som ikke rehabiliteres beholder samme energiklasse gjennom hele den analyserte perioden. Det eneste som endres for disse byggene er *sluttbrukerpreferansen for energikilde til oppvarming*, som gradvis nærmer seg 2035-nivå i henhold til Tabell 2. Dette betyr i praksis at andelen av varmebehovet som dekkes av ved, omgivelsesvarme via varmepumper, fjernvarme og gass gradvis øker for disse boligene, mens andelen olje og elektrisitet gradvis reduseres.

Aktivitet innen nybygg og rehabilitering

For å beregne aktivitet innen rivning, nybygg og rehabilitering er det utviklet en dynamisk metode som er anvendt på den norske boligmassen [xii]. Vi har benyttet samme metode på boligmassen i Midt-Norge.

I [xii] er det konstruert tre scenarier, et "low" et "medium" og et "high". Her har vi tatt utgangspunkt i input parameterne benyttet i "medium"-scenariet. Dette innebærer en antatt gjennomsnittlig levetid for byggene på 100 år, et gjennomsnittlig rehabiliteringsintervall på 40 år, en lineær økning i folketallet frem mot år 2035 samt en utflating i antall personer per boenhet og antall m² bruksareal per boenhet.

Det resulterende aktivitetsnivå innen rehabilitering, nybygging og rivning, samt beregnet utvikling i total boligmasse i Midt-Norge er vist i Figur 0-2. Legg merke til at i motsetning til tidligere forventes antall rehabiliterte kvadratmeter boligareal overstige antall kvadratmeter nybygd areal de neste 30 år.



Figur 0-2 På venstre akse er beregnet aktivitetsnivå i Midt-Norge angitt i antall tusen m²brutto boligareal/år for henholdsvis nybygg (blå kurve), rehabilitering (grønn kurve) og rivning (plummefarget linje). På høyre akse er den totale boligmassen angitt i antall tusen m²brutto areal (sort linje)

Forutsetning med hensyn til energiklasse og sluttbrukerpreferanse

Med utgangspunkt i energiklassene definert i Tabell 3 gjelder følgende antagelser for alle scenarier:

- Eksisterende boliger som ikke rehabiliteres beholder energiklasse E i hele perioden, mens sluttbrukerpreferansen for energikilde til oppvarming endres gradvis fra 2000-nivå til 2035 nivå i henhold til Tabell 2.
- Boliger som rives har samme energiklasse som eksisterende boliger som ikke rehabiliteres (energi klasse E) og den sluttbrukerpreferanse for energikilde til oppvarming som gjelder på rivningstidspunktet.
- Boliger som bygges fra år 2000 til år 2009 antas få energiklasse D mens sluttbrukerpreferanse for energikilde til oppvarming endres gradvis mot 2035 nivå i henhold til Tabell 2.
- Rehabilitering av eksisterende boliger fra år 2000 til år 2009 påvirker ikke boligens energiklasse, mens sluttbrukerpreferansen for energikilde til oppvarming endres gradvis mot 2035 nivå i henhold til Tabell 2.

Det er så etablert seks scenarier med ulike forutsetninger:

Basis (business as usual)

Samme antagelser som over for hele perioden:

- Nybygg får energiklasse D
- Rehabilitering påvirker ikke energiklasse
- Sluttbrukerpreferansen for energikilde til oppvarming antas endres gradvis mot 2035 nivå i henhold til Tabell 2 både for uforandrede, rehabiliterte og nye bygg.

Energidirektivet

For dette scenariet antas de nye kravene i den reviderte TEK (TEK 97 – Rev. 2007) blir etterfulgt slik at:

- Alle nye boliger bygget i år 2010 eller senere får energiklasse C
- Rehabilitering medfører fra og med år 2010 en oppgradering fra energiklasse E til energiklasse D.
- Samme antagelse som for basis scenariet med hensyn til sluttbrukerpreferansen for energikilde til oppvarming.

Passivhus satsing

- Nybygg forbedres gradvis fra klasse C i 2010 til klasse A+ i år 2015.
- Rehabilitering medfører også en gradvis forbedring fra energiklasse D i år 2010 til energiklasse A i år 2020.
- Samme antagelse som for basis scenariet med hensyn til sluttbrukerpreferansen for energikilde til oppvarming.

Overgang til termiske energibærere

- Samme forutsetninger som basis scenariet med hensyn til energiklasse
- Sluttbrukerpreferansen for energikilde til oppvarming følger samme utvikling som for basis scenariet frem til år 2010. Fra år 2010 skjer det en gradvis overgang til en situasjon der sluttbrukerpreferansen for bruk av elektrisitet til oppvarming i 2035 er redusert til 25 % for alle nye og rehabiliterte boliger. For beregning av en gjennomsnittlig systemvirkningsgrad for de termiske energibærerne er det antatt at øvrig oppvarming dekkes med en like stor andel gass, fjernvarme og ved.

Satsing på varmepumper

- Samme forutsetninger som basis scenariet med hensyn til energiklasse
- Sluttbrukerpreferansen for energikilde til oppvarming følger samme utvikling som for basis scenariet frem til år 2010. Fra år 2010 skjer det en gradvis overgang til en situasjon der varmen fra varmepumper dekker 50 % av det totale oppvarmingsbehovet i rehabiliterte og nye boliger i år 2035.

Passivhus satsing + termiske energibærere

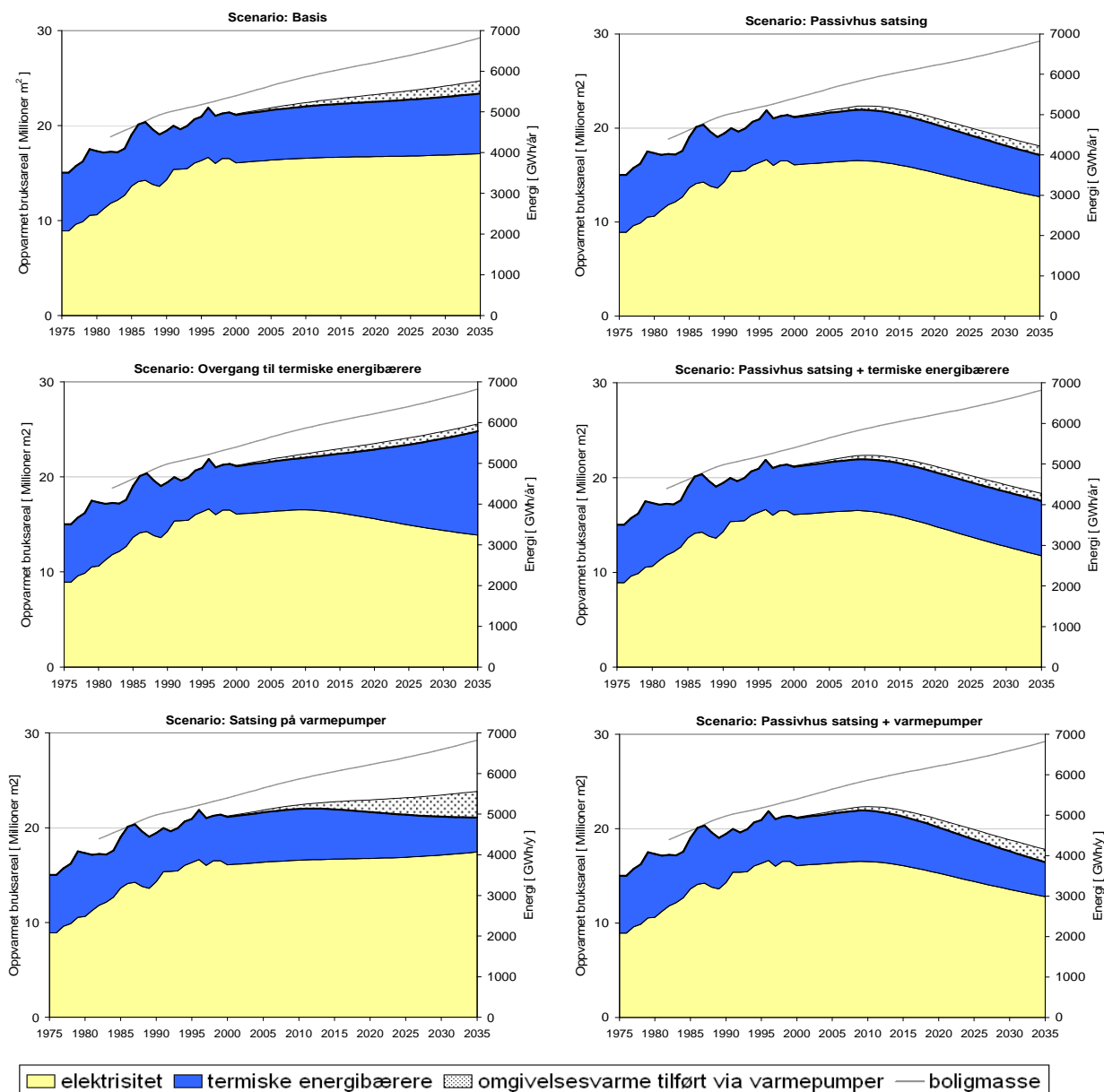
- Samme forutsetninger med hensyn til energiklasse som scenario "Passivhus satsing"
- Samme forutsetninger med hensyn til sluttbrukerpreferanse for energikilde til oppvarming som scenario "Overgang til termiske energibærere".

Passivhus satsing + varmepumper

- Samme forutsetninger med hensyn til energiklasse som scenario "Passivhus-satsing"
- Samme forutsetninger med hensyn til sluttbrukerpreferanse for energikilde til oppvarming som scenario "Satsing på varmepumper"

Resultater

Figur 0-3 gir en oversikt over historisk forbruk og beregnet fremtidig levert energi til boligene i Midt-Norge for de forskjellige scenario. Total levert energi er summen av levert elektrisitet i gult og termiske energibærere i blått. Beregnet omgivelsesvarme tilført via varmepumper er også vist. Denne “gratisvarmen” er ikke inkludert i levert energi, men kommer som et tillegg. Resultatene er oppsummert i Tabell 6.



Figur 0-3 Historisk forbruk og beregnet fremtidig levert energi til boligene i Midt-Norge for “basis – scenariet” (øverst til venstre) passivhus satsing (øverst til høyre), overgang til termiske energibærere (midten til venstre), passivhus satsing + overgang til termiske energibærere (midten til høyre), satsing på varmepumper (nederst til venstre), passivhus satsing + varmepumper (nederst til høyre). Venstre y-akse viser oppvarmet bruksareal i millioner m^2 , mens høyre y-akse viser totalt antall GWh/år.

Tabell 6 Oppsummering av resultater for de analyserte scenariene

Scenario	Levert energi i år 2035 [GWh/år]					
	Totalt	Elektrisitet	Termiske energibærere	Uforandrede boliger	Rehabiliterede boliger	Nye boliger
År 2000 referanse	4.926	3.748	1.178			
Basis	5.449	3.973	1.476	2.358	1.843	1.249
Overgang til termiske energibærere	5.780	3.235	2.545	2.358	2.055	1.367
Satsing på varmepumper	4.914	4.066	848	2.358	1.498	1.058
Passivhus satsing	3.993	2.958	1.036	2.358	984	651
Passivhus satsing + termiske energibærere.	4.092	2.737	1.355	2.358	1.057	678
Passivhus satsing + varmepumper	3.833	2.986	848	2.358	867	609
Energidirektivet	4.980	3.684	1.296	2.358	1.574	1.049

Konklusjoner

Det er beregnet at om vi fortsetter å bygge- og rehabiliterer boliger som før vil elektrisitetsforbruket til boligene i Midt-Norge øke fra 3748 GWh i år 2000 til 3973 GWh i år 2035. Det vil si en økning på 225 GWh/år eller 6 %. Bruken av termiske energibærere (andre energibærere enn elektrisitet) er samtidig beregnet å øke med 298 GWh/år (25 %) fra 1178 GWh i år 2000 til 1476 GWh i år 2035.

Av tiltakene vurdert i denne studien er passivhus satsingen det som vil gi størst effekt både når det gjelder reduksjon av behov for elektrisitet og termisk energi i Midt-Norsk boligmasse. Dersom det lykkes å få til en gradvis endring fra dagens energistandard for boligene som bygges og rehabiliteres slik at alle nye boliger som bygges etter 2015 får passivhus standard (energimerke A+), mens alle boliger som rehabiliteres etter år 2020 oppgraderes til god lavenergistandard (energimerke A), er det beregnet at dette vil redusere det totale elektrisitetsforbruket i

Midt-Norske boliger fra 3748 GWh i år 2000 til 2958 GWh/år i år 2035, det vil si en reduksjon på 790 GWh/år eller 21 %. Samtidig er forbruket av termiske energibærere beregnet å reduseres med 142 GWh/år (12 %) fra 1178 GWh i år 2000 til 1036 GWh i år 2035.

Satsing på passivhus i kombinert med varmepumper er til sammenligning beregnet å redusere elektrisitetsforbruket med 763 GWh/år (20 %) fra år 2000 til år 2035, mens reduksjonen i bruk av termiske energibærere da blir 330 GWh/år (30 %). Dette innebærer at varmepumpe satsingen vil bidra til en marginal økning av elektrisitetsforbruket, men vil til gjengjeld medføre en betydelig reduksjon i bruken av andre energibærere.

En omfattende omlegging fra bruk av elektrisitet til mer bruk av termiske energibærere til oppvarming er tilsvarende beregnet å bidra til en reduksjon på 513 GWh/år (14 %) med elektrisitet fra år 2000 til år 2035, men vil samtidig øke forbruket av termiske energibærere med hele 1367 GWh/år (116 %). Dette vil måtte medføre betydelige tiltak på forsyningsiden i forhold til produksjon og distribusjon av termiske energibærere.

En kombinasjon av passivhus satsing og bruk av termiske energibærere er beregnet å redusere elektrisitetsforbruket med 1011 GWh/år (27 %) fra år 2000 til år 2035, mens forbruket av termiske energibærere er beregnet å øke med 178 GWh/år (11 %). Dette er følgelig den strategien som har størst potensial i forhold til

å redusere elektrisitetsforbruket i Midt-Norsk boligmasse. Samtidig gir den en økning av det termiske energibehovet er så liten at dette ikke vil medføre drastiske tiltak i forhold til termisk energiforsyning.

Forutsatt at de skjerpede energikrav i TEK 07 – Rev 07 som følge av *Energidirektivet* blir etterfulgt er det estimert at elektrisitetsforbruket til boligmassen i Midt-Norge vil reduseres med 64 GWh/år (2 %) fra år 2000 til år 2035, mens det termiske forbruket er beregnet å øke med 119 GWh/år (10 %).

En storstilt satsing på passivhus teknologi, gjerne i kombinasjon med bruk av andre energibærere enn elektrisitet til oppvarming, vil redusere behovet for etablering av ny kraftproduksjon og forsterkning av overføringskapasitet inn til Midt-Norge. Avhengig av hva som gjøres i forhold til næringsbygg, og utviklingen i industri, transport og energisektoren, kan dette bidra til å eliminere behovet for ny kraftproduksjon i Midt-Norge og forsterkning av overføringskapasitet inn til regionen i uoverskuelig fremtid. Strategier for å bedre energiytelsen til boligsektoren bør derfor inngå som en av flere viktige elementer i Midt-Norges fremtidige energi- og miljøpolitikk.

Referanser

-
- [i] Igor Sartori and Bjørn J. Wachenfeldt (2006), *ePlan 2006 – Final report*, ISBN 978-82-536-0947-8
- [ii] Folke og boligtellingsen 1980, 1990 og 2001, Statistisk Sentralbyrå.
- [iii] Boforholdsundersøkelsen 1973, 1981, 1988, 1995, 1997, 2001 og 2004, Statistisk Sentralbyrå.
- [iv] Lars Myhre (2000), *Towards Sustainability in the Residential Sector- A Study of Future Energy Use in the Norwegian Dwelling Stock*, Byggforsk Note 41, 2000, ISBN 82-536-0697-4
- [v] Grunneiendom-, Adresse- og Bygningsregisteret (GAB), Statens Kartverk
- [vi] Trine D. Petersen, Lars Myhre, Tore Wigenstad, Tor H. Dokka (2005), *Oppdragsrapport Energimerking av boliger*, O 20461 (kan lastes ned fra <http://www.bygningsenergidirektivet.no/>)
- [vii] Bjørn Jenssen Wachenfeldt (2004) *A spreadsheet tool for scenario analysis of the energy consumption in buildings and resulting emissions (developed within the TRANSES project)*, Project Memo, SINTEF Civil and Environmental Engineering, Architecture and Building Technology
- [viii] Standard Norge (2007), *NS 2021:2007 Beregning av bygningers energiytelse. Metode og data*, ICS 900.08.21;91.120.10
- [ix] Marit Thyholt, Tor Helge Dokka, Sivert Ulsløkk, Arild Gustavsen (2007), *Nye energikrav i tekniske forskrifter – Utredninger Høsten 2006*, Sintef Byggforsk rapport SBF BY A07002
- [x] Statistisk Sentralbyrå (SSB) – *Energiregnskapet; Oed 1976-2005 PJ.xls*, Oppdatert 4.5.2007
- [xi] Kristin Aasestad (2007) *Vedfyring og utslipp til luft. Foreløpige landstall boliger 2006*, SSB Artikkel 27.7.2007
- [xii] I Sartori, H Bergsdal and H Brattebø, *Construction, renovation, and demolition activities modelling: example of the Norwegian dwelling stock*, Accepted for publication in *Building Research and Information* provided minor revisions and amendments (Editor's Reference Number: BR6302)