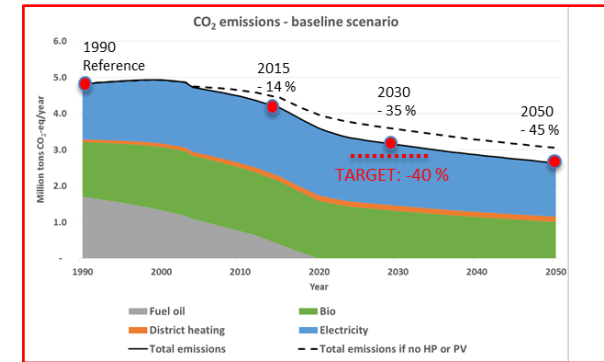
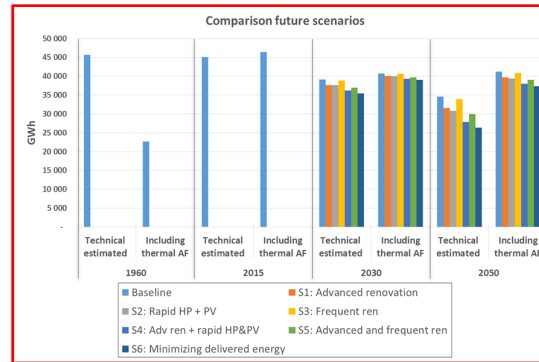
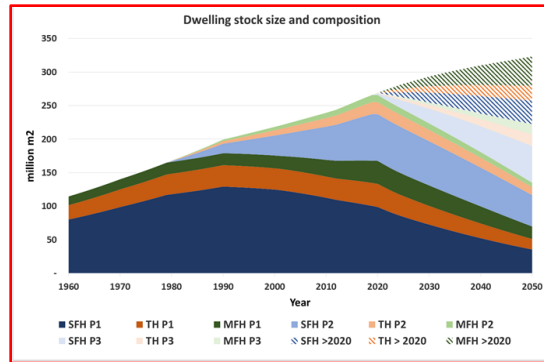


Energibruk i den norske boligmassen – Modellering og endringer fra 1960 til 2050



Helge Brattebø, NTNU, EPT – Industriell økologi (helge.brattebo@ntnu.no)
 Nina Holck Sandberg, NTNU, EPT – Industriell økologi (nina.h.sandberg@ntnu.no)
 Magnus I. Vestrum, NTNU EPT – Industriell økologi (magnus.i.vestrum@ntnu.no)
 Igor Sartori, SINTEF Byggeforsk (igor.sartori@sintef.no)

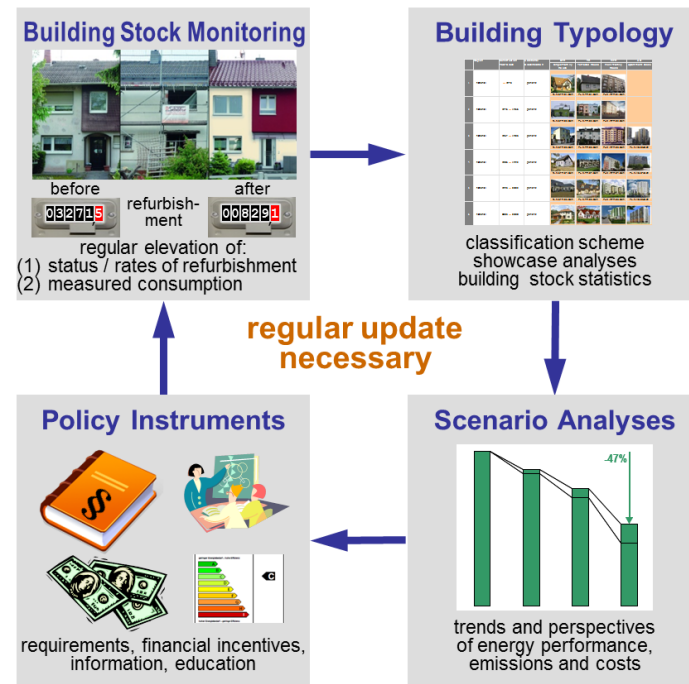


EPISCOPE prosjektet (Intelligent Energy Europe)

Energy Performance Indicator Tracking Schemes for the Continuous Optimisation of Refurbishment Processes in European Housing Stocks (<http://episcope.eu>)



- Analyserer boligmassen i 20 land
- 21 bygningstypologier, med tilhørende energibalanse for tidstypiske bygg
- Effekten av forbedret energistandard for hver typologi
 - Rehabilitering av eksisterende bygg
 - Økende standard for nye bygg
- Scenarioanalyser som grunnlag for politikk og virkemiddelbruk



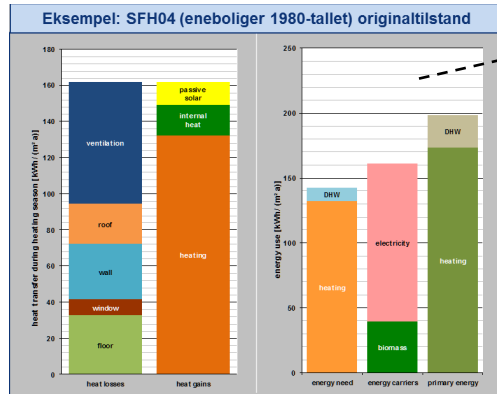
Typologier benyttes

Gir energibalansen for tidstypiske boliger i ulike energitilstand

Alderskohorter: Boligtyper:

- 1) Bygd før 1800
- 2) 1801 – 1955
- 3) 1956 – 1970
- 4) 1971 – 1980
- 5) 1981 – 1990
- 6) 1991 – 2000
- 7) 2001 – 2010
- 8) 2011 – 2020
- 9) 2021 – 2050

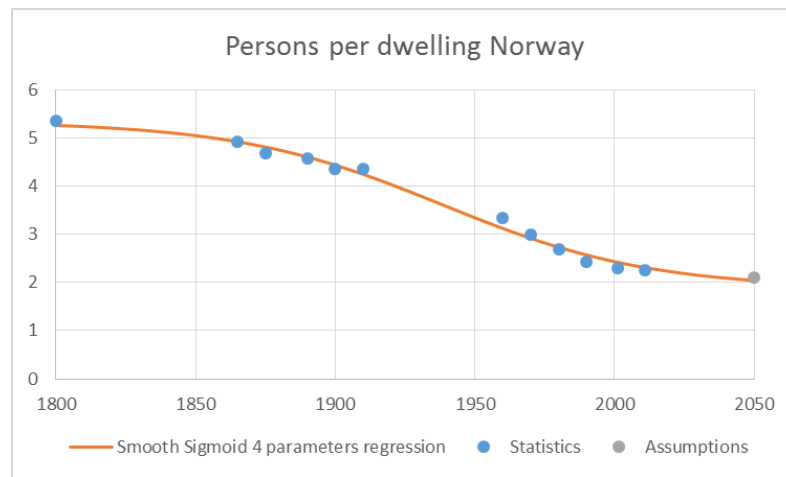
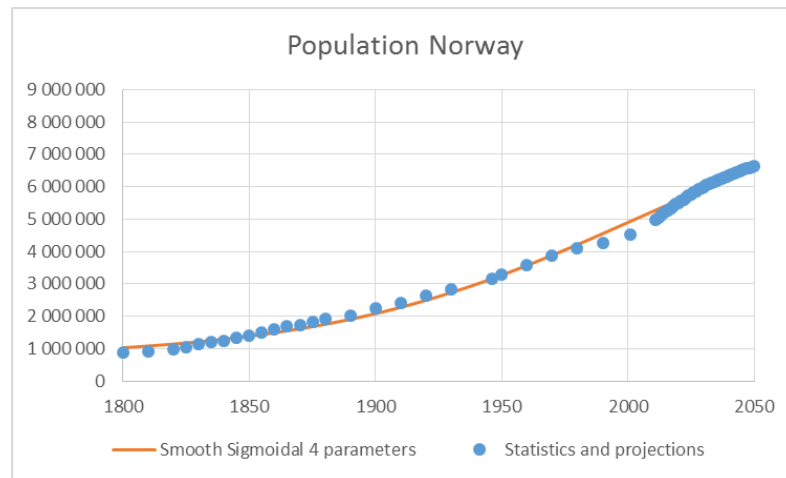
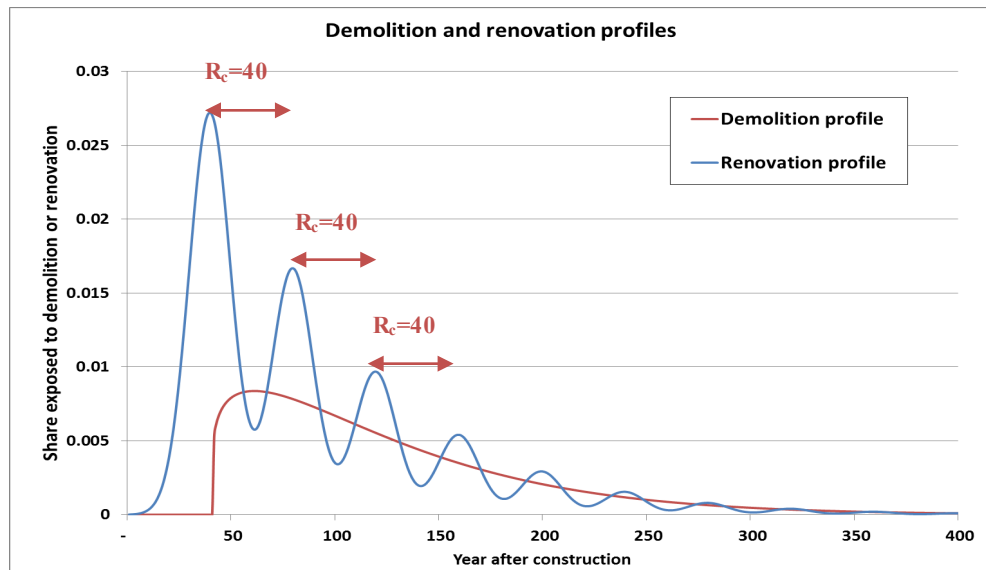
- Eneboliger (SFH)
- Småhus (TH)
- Leilighetsbygg (MFH/AB)



	Region	Construction Year Class	Additional Classification	SFH Single-Family House	TH Terraced House	MFH Multi-Family House	AB Apartment Block
1	National (not region specific)	... 1955	generic	 NO.N.SFH.01.Gen	 NO.N.TH.01.Gen		 NO.N.AB.01.Gen
2	National (not region specific)	1956 ... 1970	generic	 NO.N.SFH.02.Gen	 NO.N.TH.02.Gen		 NO.N.AB.02.Gen
3	National (not region specific)	1971 ... 1980	generic	 NO.N.SFH.03.Gen	 NO.N.TH.03.Gen		 NO.N.AB.03.Gen
4	National (not region specific)	1981 ... 1990	generic	 NO.N.SFH.04.Gen	 NO.N.TH.04.Gen		 NO.N.AB.04.Gen
5	National (not region specific)	1991 ... 2000	generic	 NO.N.SFH.05.Gen	 NO.N.TH.05.Gen		 NO.N.AB.05.Gen
6	National (not region specific)	2001 ... 2010	generic	 NO.N.SFH.06.Gen	 NO.N.TH.06.Gen		 NO.N.AB.06.Gen
7	National (not region specific)	2011 ...	generic	 NO.N.SFH.07.Gen	 NO.N.TH.07.Gen		 NO.N.AB.07.Gen

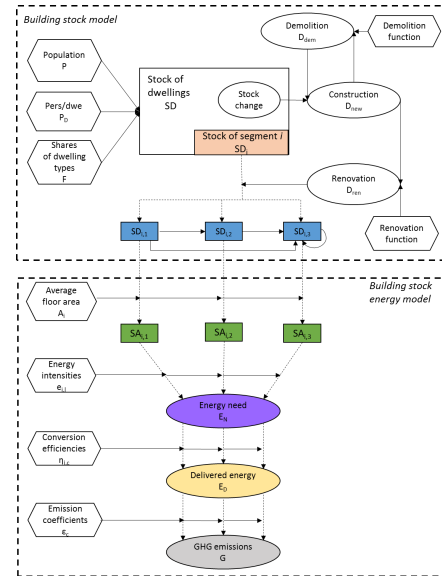
Forutsetninger for boligmassen

- Boligmassens størrelse og sammensetning endres
- Rehabilitering, riving og nybygging gir muligheter
- Dynamikken i systemet må tas hensyn til



Modellen

- Gir en dynamisk masse- og energibalanses konsistent modellering
 - Videreutvikling av ENOVAs Potensial- og barrierestudie fra 2012
 - Lengre tidshorisont (1960 – 2050)
 - Dynamisk beregningsmetodikk som drives av bolig- og arealbehov
 - Nye bygningstyper fremover: TEK2015 (passivhus) og TEK2020 (NZEB)
- Modellens første trinn
 - Simulerer størrelse, sammensetning og rehabilitering for hvert år i perioden 1960 til 2050
- Modellens andre trinn
 - Simulerer energibruk og CO₂-utslipp som følge av dette
 - Med antakelser om omfang/effekt av rehabilitering, TEK og lokal energiproduksjon (varmepumpe og solenergi)

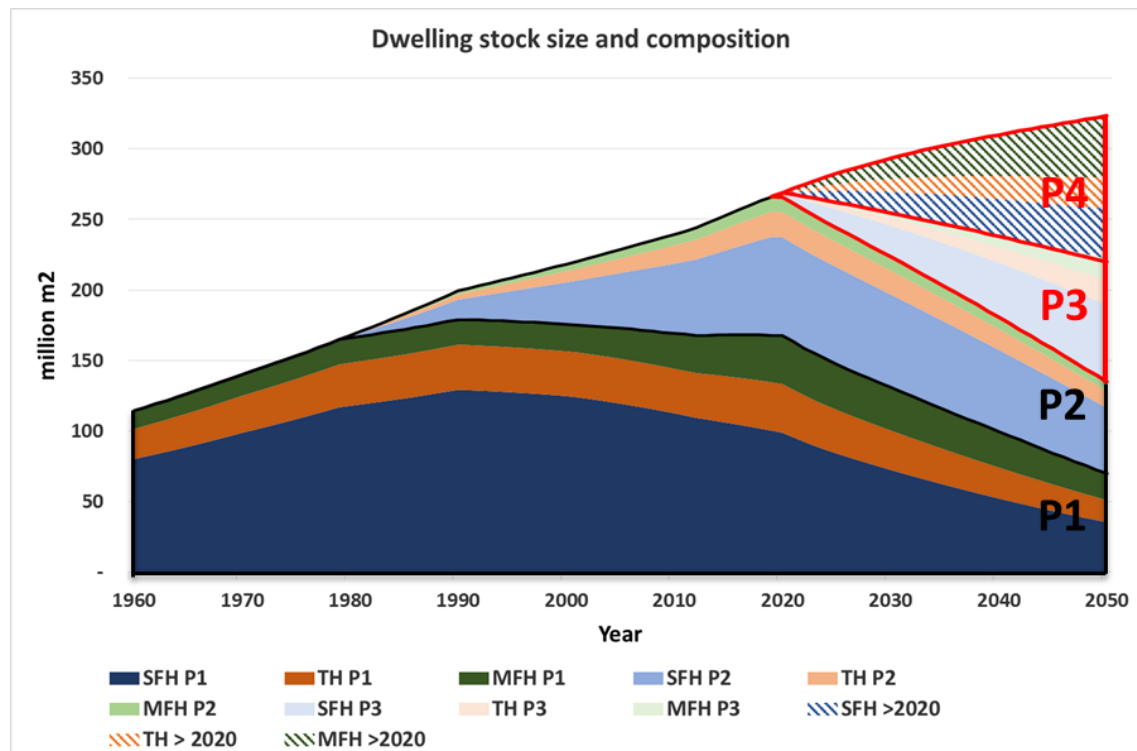


Boligmassens sammensetning

Antall m² oppvarmet boligareal (SFH/TH/MFH) i ulike tilstander

- P1 = Boligareal bygget inntil 2019 som er i sin opprinnelige tilstand
- P2 = Areal rehabilitert i perioden 1980 – 2019
- **P3** = Areal som vi bli rehabilitert 2020 – 2050
- **P4** = Areal i nye boliger bygd etter 2020

Handlingsrommet er knyttet til arealet i P3 og P4!



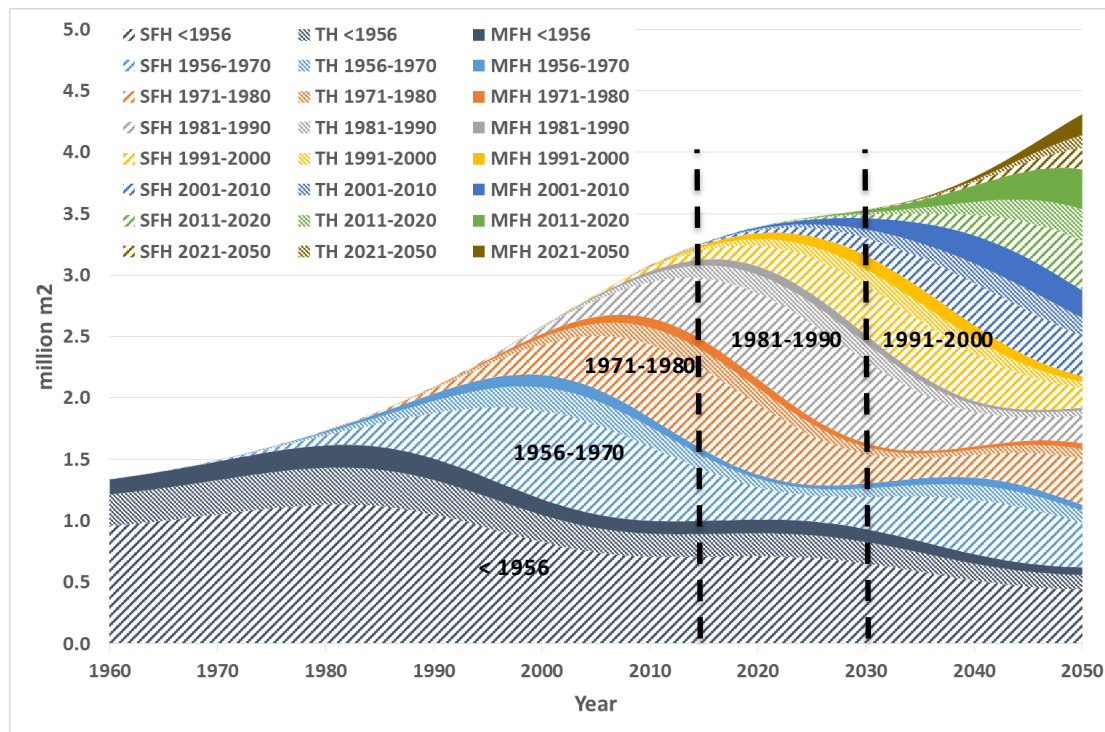
Rehabiliteringsomfanget

Figuren viser rehabilitering av de ulike segmentene hvert år.

Eks: Endring fra 2015 til 2030

- Kraftig økning i rehabilitering av boliger bygget etter 1980 (alle tre boligtypene)
- Reduksjon i rehabilitering av boliger bygget mellom 1956 og 1980 (særlig eneboliger)

Må finne kost-effektive tiltak for andre boligtyper enn de vi har mest erfaring med!

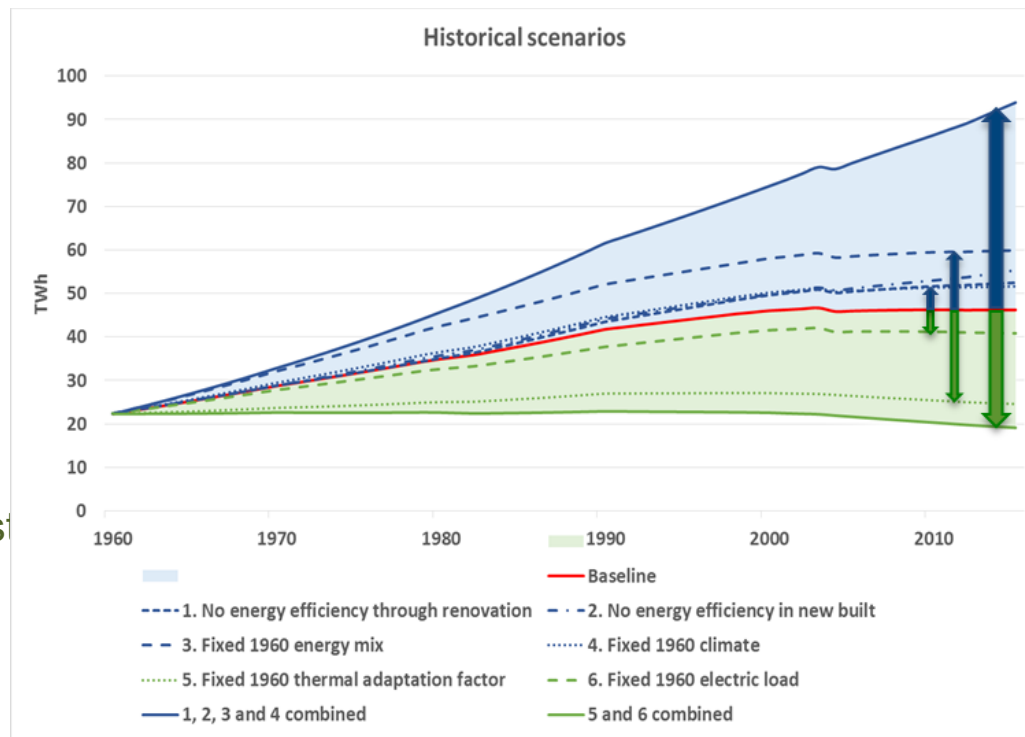


Historisk analyse av energibruk 1960-2015

Hva er effektene av ulike typer endringer siden 1960?

- Rød kurve (Baseline scenario) = beste tilpasning til faktisk energibruk statistikk siden 1960
- Blå kurver = Effekten av tekniske forbedringer, endret energimix og utetemperatur siden 1960
- Grønne kurver = Effekten av endret brukeratferd siden 1960 (Sc. 5: Termisk 'adaptation factor' fas som på 1960-nivå helt til i dag)

Merk deg den store betydningen av endret atferd siden 1960!

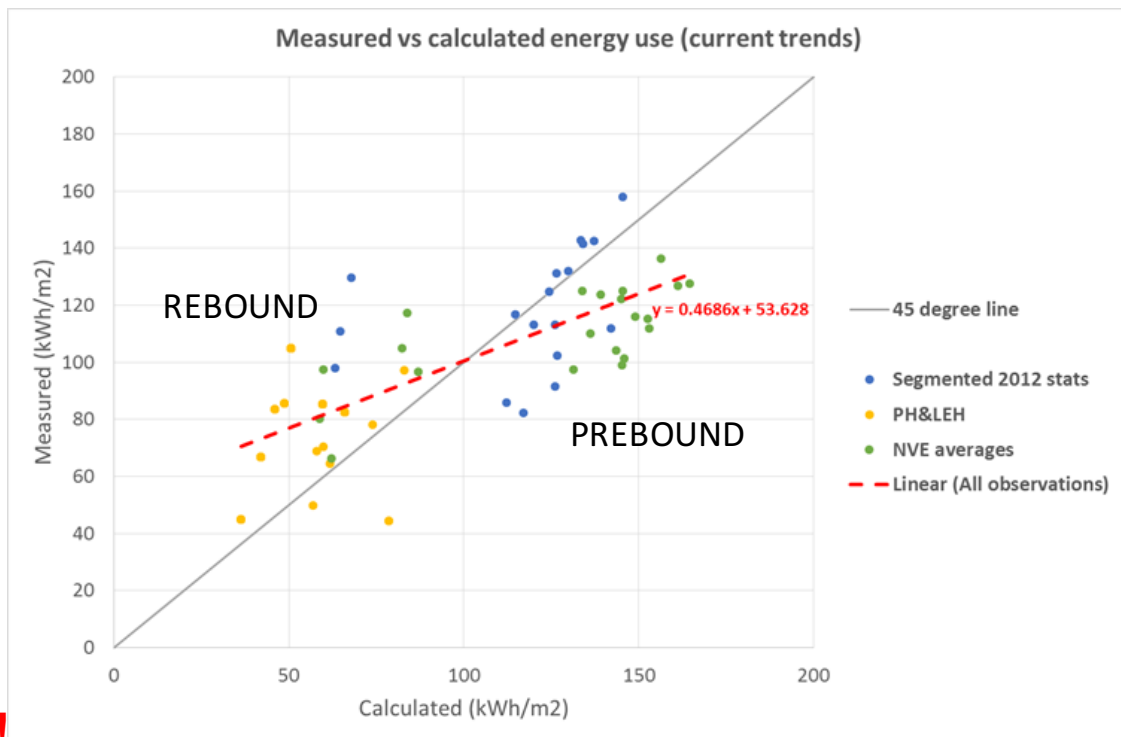


Rebound / Prebound effekter

Målt energibruk (M) dividert med beregnet energibruk (B)

- Grundig analyse av M/B
 - SSB 2012 statistikk
 - PH & LEH prosjekter
 - NVE Energimerkebasen
- Ser en tydelig trend:
 - Rebound effekt for energieffektive boliger
 - Prebound effekt for lite energieffektive boliger

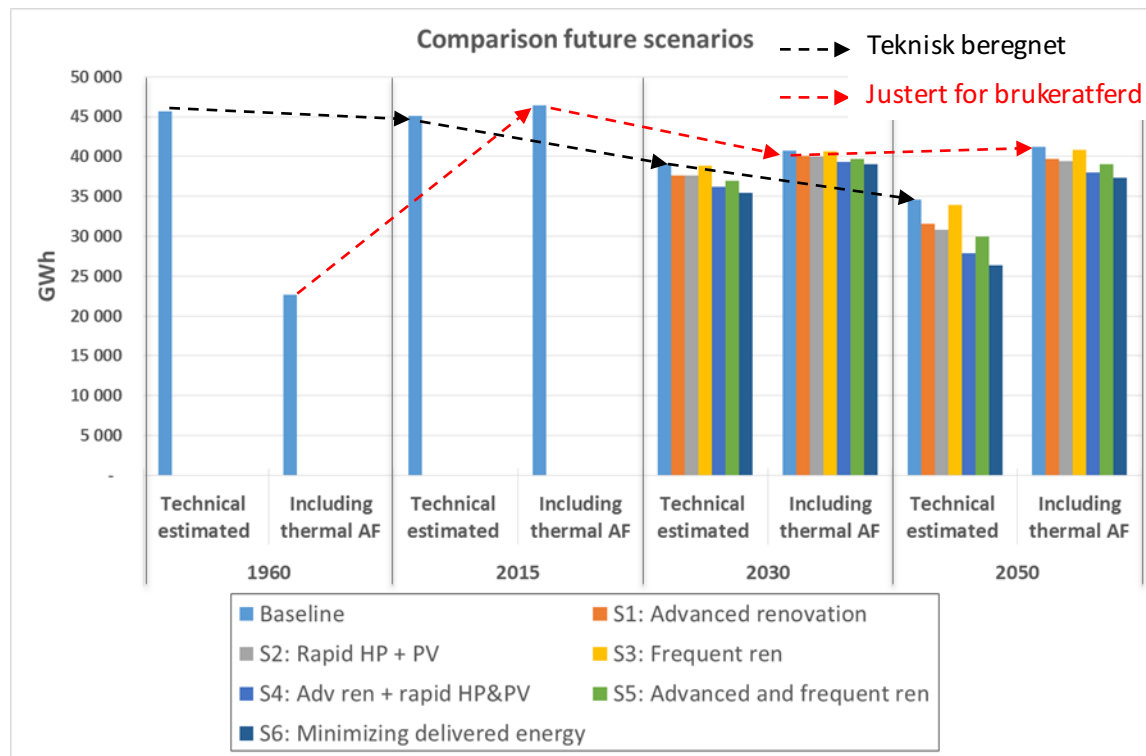
Må ta hensyn til dette i scenarier og virkemiddelbruk!



Hva sier scenarioanalysene?

Teknisk beregnet energibruk og justering for brukeratferd (AF)

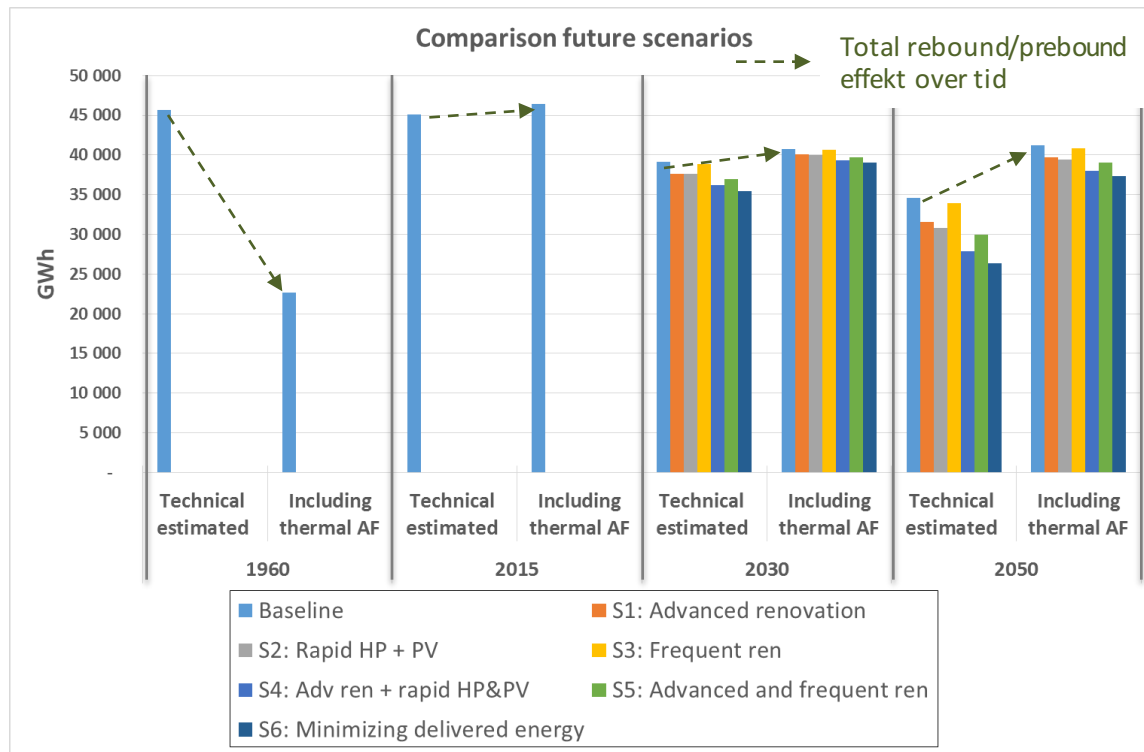
- Teknisk beregnet
 - Trenden med betydelige forbedringer vil kunne fortsette, men krever omfattende tiltak
 - Avansert rehabilitering og rask innfasing av HP/PV gir best effekt
 - Hyppig rehabilitering gir mindre effekt
- Justert for brukeratferd
 - Reell energibruk (økt siden 1960) kan også gå en god del ned frem mot 2030 og 2050



Hva sier scenarioanalysene?

Teknisk beregnet energibruk og justering for brukeratferd (AF)

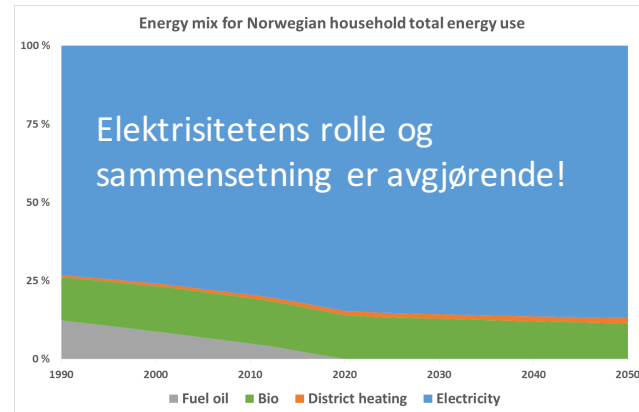
- Teknisk beregnet
 - Trenden med betydelige forbedringer vil kunne fortsette, men krever omfattende tiltak
 - Avansert rehabilitering og rask innfasing av HP/PV gir best effekt
 - Hyppig rehabilitering gir mindre effekt
- **Justert for brukeratferd**
 - Reell energibruk (økt siden 1960) kan også gå en god del ned frem mot 2030 og 2050
- **Total rebound effekt**
 - Snudd fra historisk betydelig prebound effekt i 1960
 - Stor betydning i 2050 når bolig-massen har høy teknisk standard



Drivhusgassutslipp

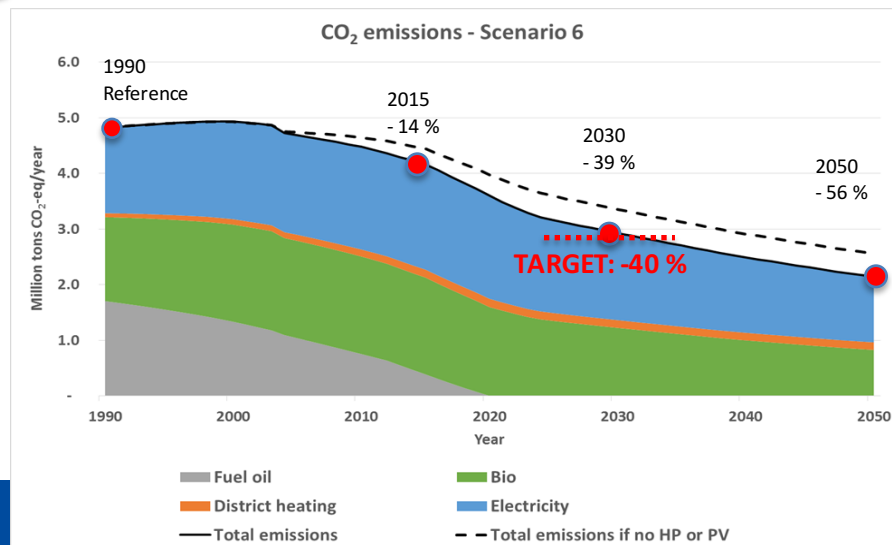
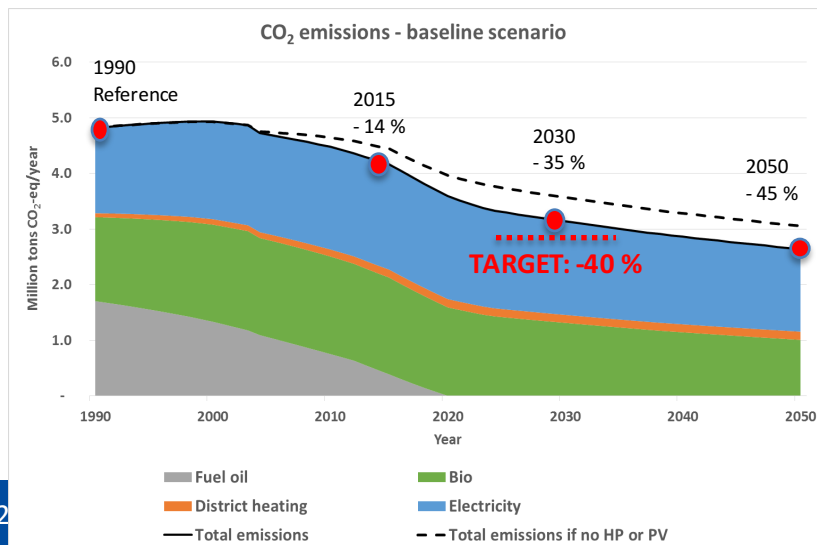
Scope 1 + Scope 2 utslipp (CO₂-ekv/år)

- **Elektrisitet dominerer energibruk fremover**
- **Krevende å oppnå klimamål mot 2030**



Baseline scenario

Max. scenario



Konklusjoner

- Modellen er godt egnet for å studere utviklingstrekk og omfang av energirehabilitering og viser effektene av ulike typer sparetiltak
- Historisk utvikling (1960 – 2015)
 - Avvik mellom målt og beregnet energibruk viser forbrukerens betydning
 - Stor positiv effekt av utførte energisparetiltak, men dette motvirkes i stor grad av endret forbruksmønster
- Hva fremover mot 2050?
 - En vesentlig reduksjon i energibruk mot 2030 og 2050 er mulig
 - Reduksjoner i CO₂-utslipp krever minst like store reduksjoner i energi
 - Analysebaserte planer og veikart for tiltak bør utarbeides
 - Rehabiliter til høyest mulig energistandard når det rehabiliteres!
 - Offensiv bruk av lokale energikilder blir viktig!
 - Endring i brukeratferd har stor betydning og må påvirkes!