

Sverre Holøs, SINTEF Byggforsk

Skifte av vinduer ga tettere hus

Disposisjon

- Starrmyra, en representant for rehabiliteringspotensialet
- Oppgraderingstiltak: vindusskifte
- Oppfølging og forskerspørsmål
- Målinger og observasjoner
- Beregninger
- Erfaringer og videre oppfølging

Starrmyra

- Borettslag på Tiller i Trondheim, bygget 1983.
- 173 boliger i rekkehus og blokker.
- Blokker har yttervegger i 150 mm isolert bindingsverk, noe Leca.
- Mekanisk avtrekk, tilluft i spalteventiler.



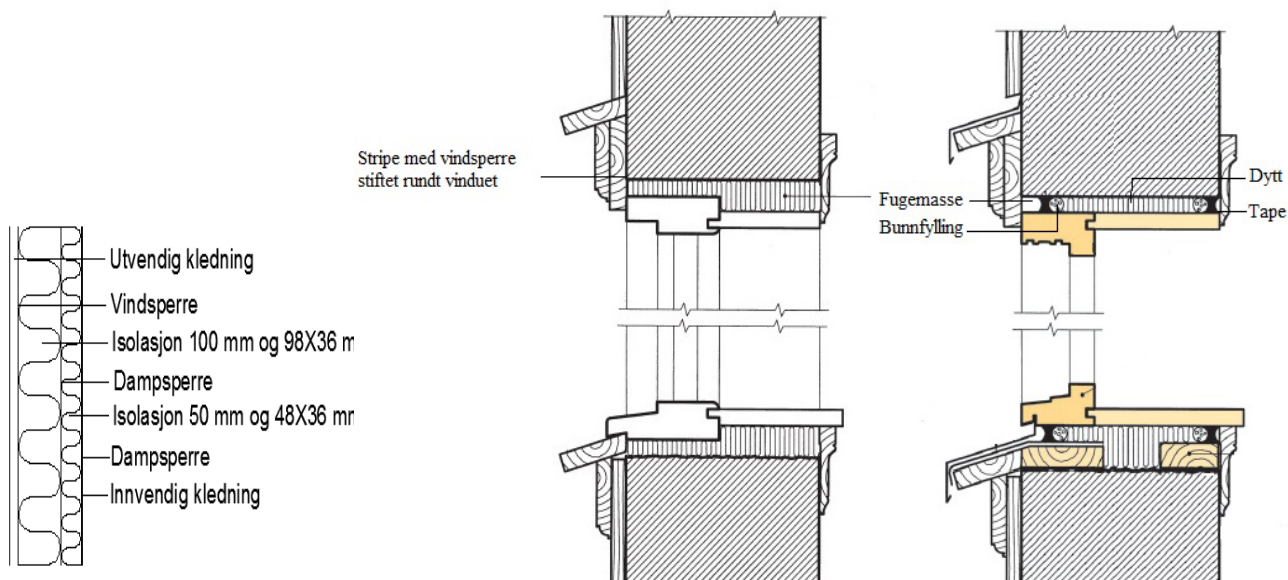
Rehabilitering 2010

- Tre alternativer forelå
- Valgt alternativ: Skifte vinduer og dører.
- Planlagt oppfølging: beboerundersøkelse, strømforbruk, **måling av lufttetthet før og etter.**
- Masteroppgave ved NTNU

Spørsmål for oppgaven

1. Hvor mye bedres lufttettheten av å skifte vinduer?
2. Hvordan bør det måles? Undertrykk / overtrykk, stor / mindre trykkforskjell
3. Kan vi måle enkeltlekkasjer?
4. Hvordan vil vindusskifting påvirke energibehov og inneklima?

Konstruksjoner



Anbefalt måleprosedyre

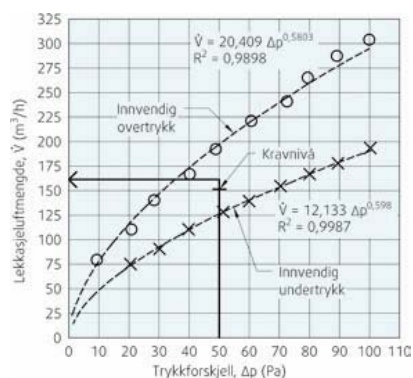
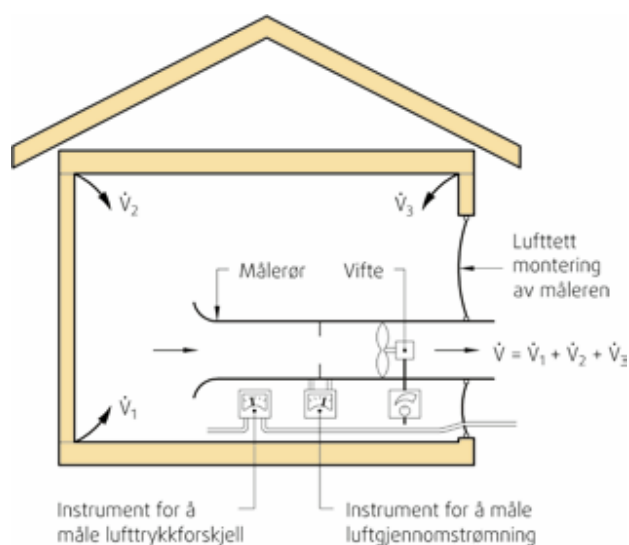




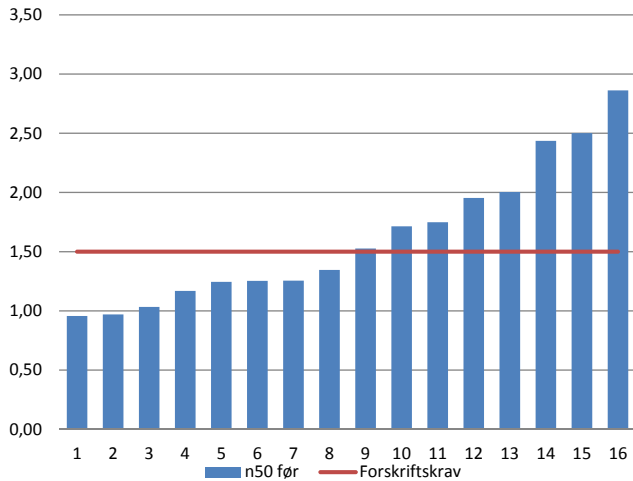
Foto Thorvik / Gulliksen



Foto Thorvik / Gulliksen

Utgangspunktet:

Lekkasjetall før utbedring



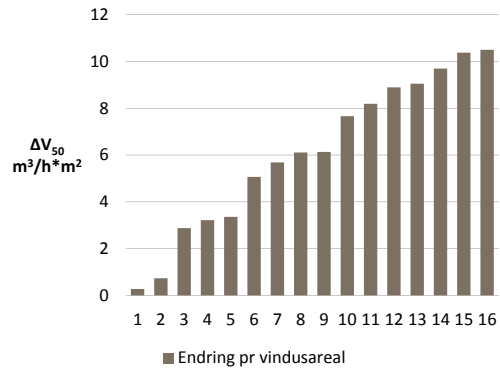
:3 Tetthet

Bygning skal være så tett at lekkasjer målt etter NS 8200 ikke overstiger 3,0 m³ luft i timen pr. m³ oppvarmet volum for bygning i høyest 2 etasjer, og 1,5 m³ for øvrige bygninger. Volum i kjeller regnes ikke med. Kravet gjelder når trykkforskjellen mellom inneluft og uteluft er 50 Pa.

De enkelte bygningsdeler mot det fri skal være så tette at luftlekkasjer ved trykkforskjell 50 Pa ikke overstiger 0,4 m³ /m² h, for vi duer 1,7 m³ /m² h, målt etter NS 3206.

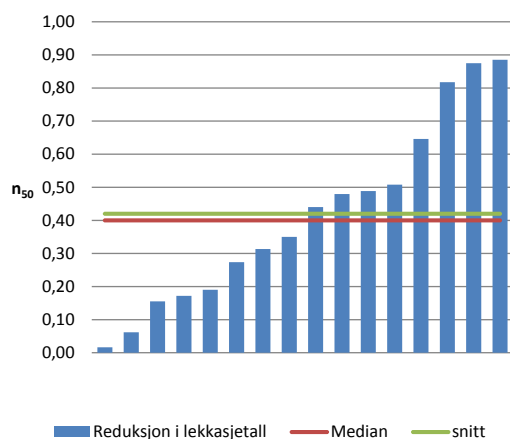
Tilslutninger og fuger skal være tette slik at det ikke oppstår sjenerende trekk eller nedfukting.

Reduksjon pr vindusareal

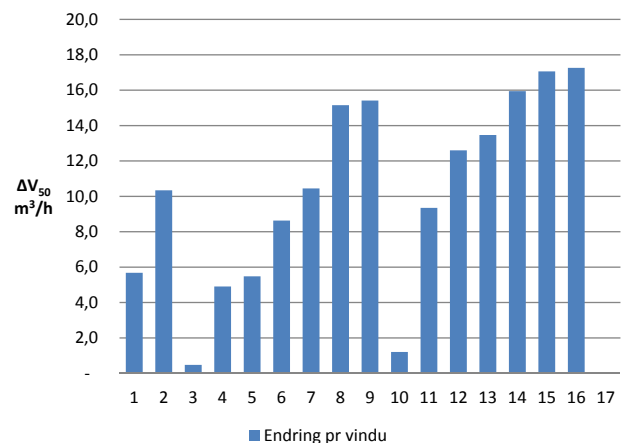


Hvor mye bedre ble lufttettheten?

Reduksjon i lekkasjetall



Endring pr vindu



Energibruk og inneklima

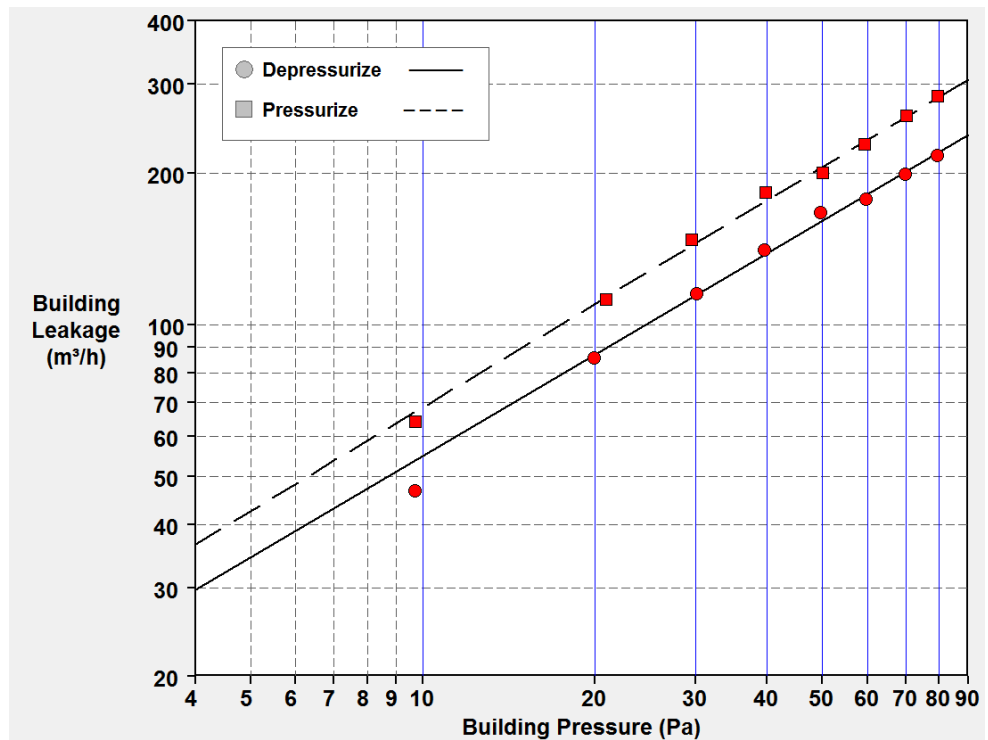
Beregning i SIMEN på en leilighetstype.

- Vinduer fra 2,9 – 1,4 reduserer beregnet energibehov fra 187 til 163 kWh/m²*år
- Bedret lufttetthet har nesten ingen effekt på energibehov (mekanisk avtrekk).
- 10 cm tilleggisolering av vegg reduserer med ca 3,5 kWh/m²*år
- Balansert ventilasjon med varmegjenvinning og bedret lufttetthet i tillegg reduserer til 121 kWh/m²*år.
- MEN reell avtrekksmengde tilsvarer < 0,25 luftvekslinger pr time. Sammenlignet med dette vil et balansert anlegg øke energibehovet.
- Den utførte tettingen kan i seg selv gi dårligere inneklima: større undertrykk, større lufthastigheter (=trekk), mindre luftmengder, og dårligere driftsforhold for vifter... Avhenger helt av ventilbruk og luftevaner (ikke undersøkt).

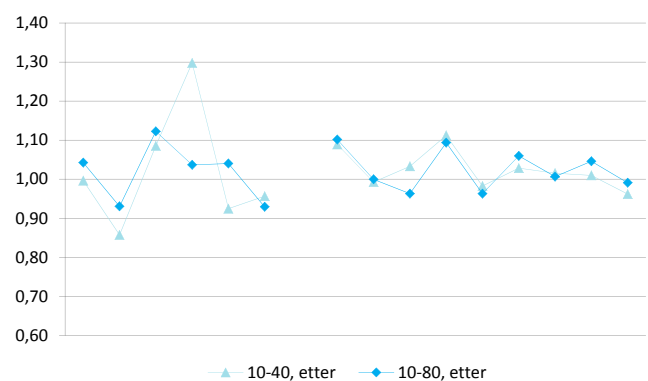
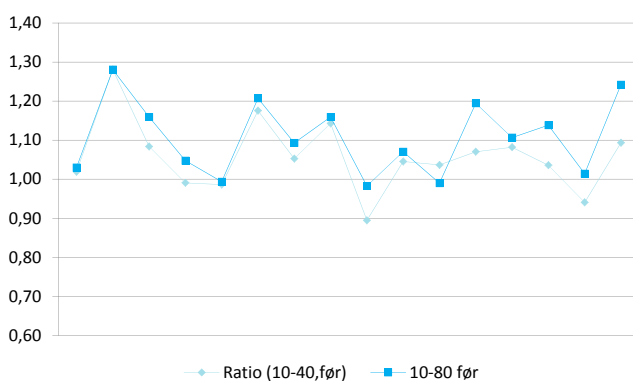
Måleteknisk

- Overtrykks- og undertrykksmåliger, trykkforskjell 10-80 Pa.
- Sammenlignet overtrykks- og undertrykksmåliger
- Sammenlignet med målinger ved mindre trykkforskjeller (10-40 Pa)

Overtrykk / undertrykk



Resultater, Overtrykk / undertrykk



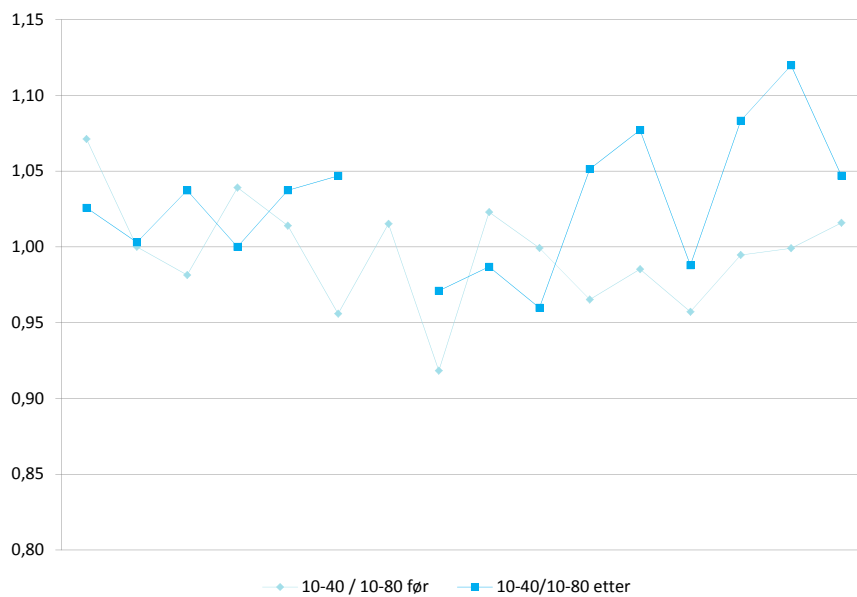
Snittverdi n_{500} / n_{50U} :

Før tetting: 1,05 (10-40 Pa)

1,11 (10-80 Pa)

Etter tetting: 1,04 (Begge)

Resultater 10-40 Pa vs 10-80 Pa



Måling av enkeltlekkasjer

Metode 0: Lokal trykksetting

1: Måling av luftstrøm gjennom rør fra avgrenset område.

- Mulig å måle uten utbedring
- Presis luftmengdemåling med målerør
- Store krav til lokal tetting! Vanskelig i praksis
- Svært utsatt for "sekundærlekkasje"



Foto SINTEF Byggforsk

Måling av enkeltlekkasjer

Metode 1: Lokal avgrensning, trykksetting av leilighet

1: Måling av luftstrøm gjennom rør fra avgrenset område.

- Mulig å måle uten utbedring
- Mindre kritisk med tetting
- Mindre presis luftmengdemåling
- Utsatt for "sekundærlekkasje"



Måling av enkeltlekkasjer

Metode 3. Måling av totalt lekkasjetall før og etter tetting.

- Måler effekten av tiltakene
- Ikke utsatt for "sekundærlekkasje"
- "Post hoc": må tette først og måle etterpå
- Små lekkasjer "drukner" i måleusikkerheten

Konklusjoner

- Betydelige luftlekkasjer i / rundt vinduer, og stor bedring ved utskifting.
- Liten, hvis noen energigevinst av tett tiltak. Større avhengighet av spalteventiler og vinduslufting.
- Kun undertrykksmålinger underestimerer lekkasjetallet (men ikke så mye, og kanskje mer relevant for denne boligtypen).
- Redusert trykk: reduserer trolig nøyaktigheten. Ga i de fleste tilfeller overestimat.

Takk!

- Sindre Thorvik og Henrik Gulliksen og veileder Stig Geving, NTNU
- TOBB v/ Runar Skippervik
- Norges Forskningsråd for støtte (prosjekt 193190)