

## Oppsummeringsrapport Bergsliens Gate 12B-C



Av Cato Solheim (Master Fornybar Energi)

### Uttalte mål med prosjektet:

- Godt vedlikehold
- Godt inneklima
- Reduksjon i oppvarmingsbehov (og klimagassutslipp)
- Tilbakeføring og bevaring av arkitektonisk uttrykk
- Teste FIXIT222 i norsk klima

### Omfang av rehabiliteringen:

- Drenering av krypkjeller med Isodren®.
- Isolasjon fra kjeller mot oppvarmet areal.
- Erstatte taket og dreneringssystemet
- Bytte vinduer og dører til dagens standard, men med 1890-talls stil.
- Balansert ventilasjon i 1.etg
- Redusere overflatevann ved å legge brostein i bakgården.
- Bygge sykkelskur med torvtak for å redusere vann i bakgården.
- Fjerne gammel murpuss og legge nytt FIXIT system.

### Dokumentasjon:

For å dokumentere resultatet av rehabiliteringen og egnetheten til FIXIT222 i norsk klima er det gjort følgende målinger og simuleringer:

- Temperatur og fuktighet utendørs (Input til SIMIEN Klimadatabase)
- Temperatur og fuktighet innendørs (Input til SIMIEN brukerparameter)
- Temperatur og fuktighet inne i vegg
- Fluksmåling av vegg (Input til SIMIEN og verifikasjon av U-verdi)
- Måling av forbruk til oppvarming
- Helårssimulering i SIMIEN

## Simuleringer

Tekniske detaljer i simuleringene er basert på data innhentet fra byggeier, entreprenør og konsultentselskap, samt flere egne befaringer på stedet. Klimadata og bruksparameter er innhentet fra målinger utført i Bergsliens Gate. Ved manglende eller ufullstendige data, er det nyttet standardverdier hentet fra NS:3031.

Figur 1 viser energibudsjett før rehabilitering ved helårssimulering

Energipost	Energibehov	Spesifikt energibehov
1a Romoppvarming	40281 kWh	483,6 kWh/m <sup>2</sup>
1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	480 kWh	5,8 kWh/m <sup>2</sup>
2 Varmtvann (tappevann)	2480 kWh	29,8 kWh/m <sup>2</sup>
3a Vifter	917 kWh	11,0 kWh/m <sup>2</sup>
3b Pumper	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
4 Belysning	949 kWh	11,4 kWh/m <sup>2</sup>
5 Teknisk utstyr	1460 kWh	17,5 kWh/m <sup>2</sup>
6a Romkjøling	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Totalt netto energibehov, sum 1-6	46566 kWh	559,0 kWh/m <sup>2</sup>

Figur 1- Simulert Energibudsjett før rehabilitering.

Helårssimulering etter rehabilitering gir følgende resultat i figur 2:

Energipost	Energibehov	Spesifikt energibehov
1a Romoppvarming	15851 kWh	190,3 kWh/m <sup>2</sup>
1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	647 kWh	7,8 kWh/m <sup>2</sup>
2 Varmtvann (tappevann)	2480 kWh	29,8 kWh/m <sup>2</sup>
3a Vifter	917 kWh	11,0 kWh/m <sup>2</sup>
3b Pumper	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
4 Belysning	949 kWh	11,4 kWh/m <sup>2</sup>
5 Teknisk utstyr	1460 kWh	17,5 kWh/m <sup>2</sup>
6a Romkjøling	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Totalt netto energibehov, sum 1-6	22305 kWh	267,8 kWh/m <sup>2</sup>

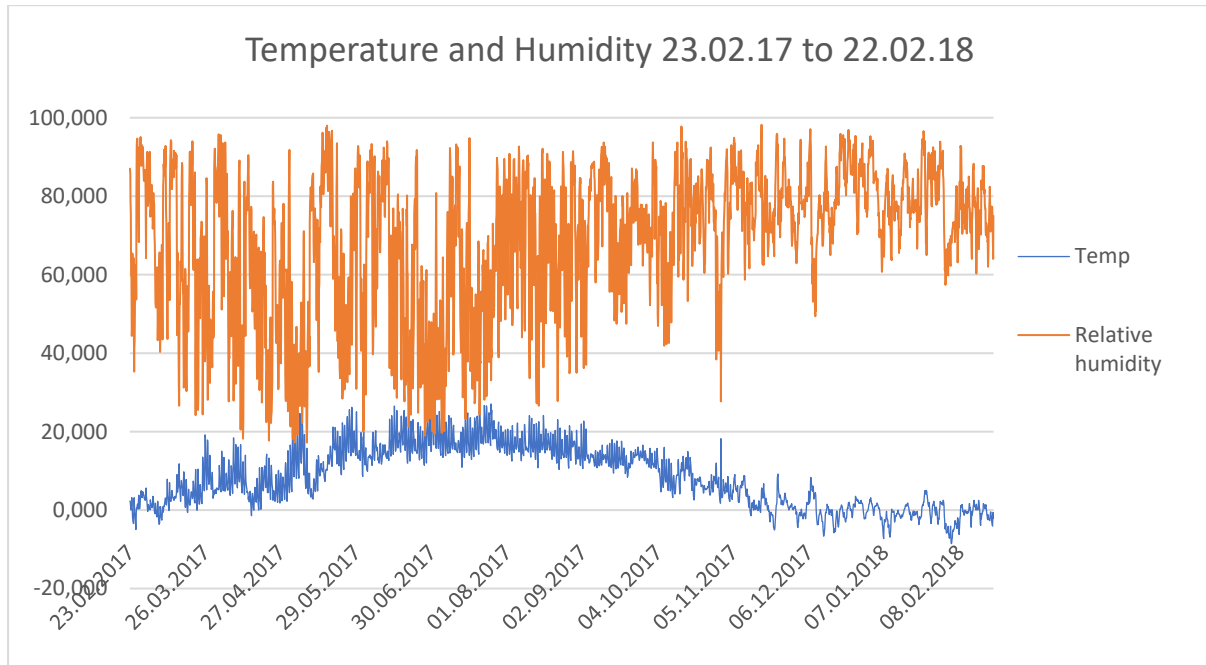
Figur 2- Simulert energibudsjett etter rehabilitering

Simuleringene foreslår en reduksjon i totalt netto energibehov på 52%. Dette gir oss et bilde på hva som kan forventes av resultat for hele rehabiliteringen.

For å utelukke eventualiteter, er det brukt samme bruksparameter og klimadatabase før og etter rehabilitering. Infiltrasjonstall og kuldebroverdier er hentet fra forskning på tilsvarende bygg.

### Målinger:

Utendørs klimamålinger har pågått siden 19.12.2016. Figur 3 viser perioden 23.02.17-22.02.18 som er brukt som grunnlag for klimadatabasen i SIMIEN. Målingene er kontrollert mot måldata fra Meteorologisk institutt.

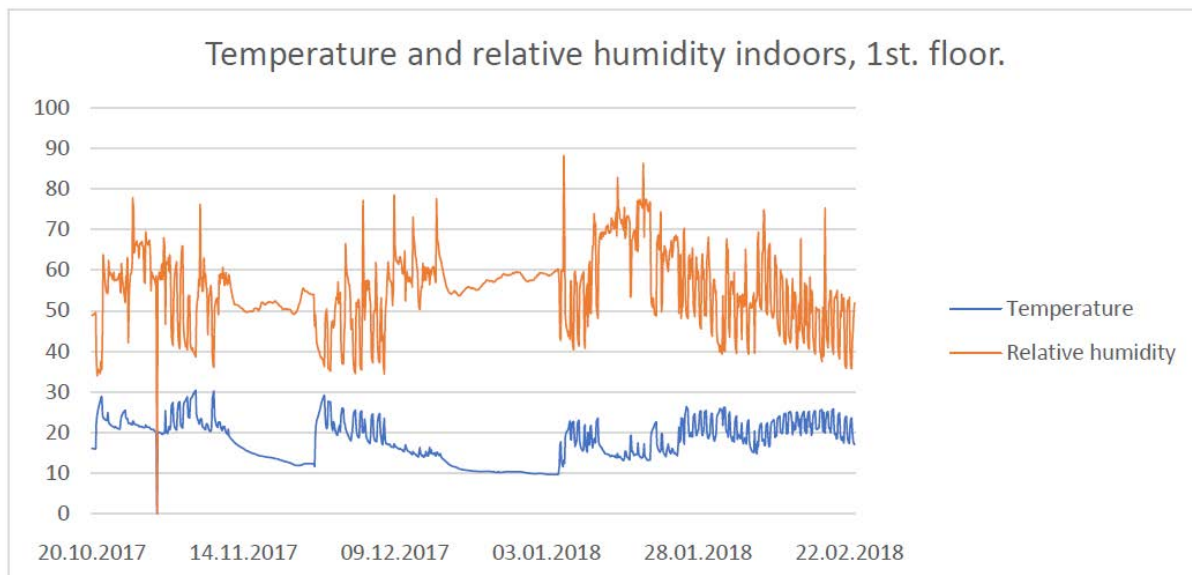


Figur 3- Temperatur og luftfuktighet utendørs i løpet av et år.

### Innendørs klimamålinger:

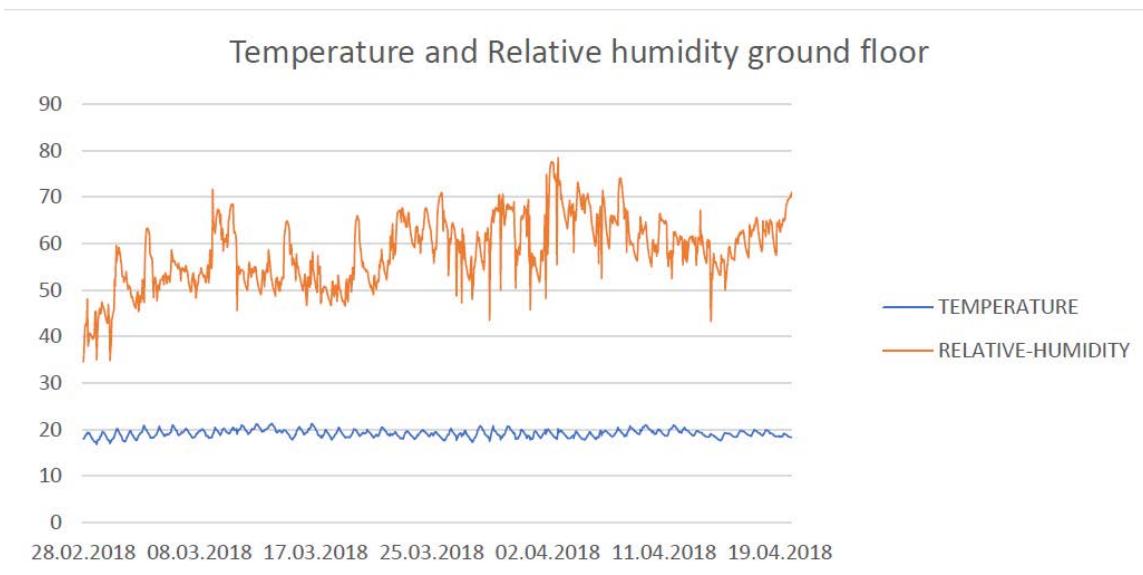
Innendørs klimadata er målt fra leilighetene ble tatt i bruk 20.10.17.

Det var i utgangspunktet kun installert klimasensorer i leiligheten i 2. etasje, men etter å ha studert måledata, ble det besluttet å installere et eksternt måleapparat for å dokumentere klima også i 1. etasje.



Figur 4 - Temperatur og luftfuktighet i 2. etasje

Det kan sees av figur 4, at beboer har vært bortreist over flere lengre perioder. Det er derfor utfordrende å bruke dette som basis for bruksparameter.



Figur 5 - Temperatur og luftfuktighet i 1. etasje

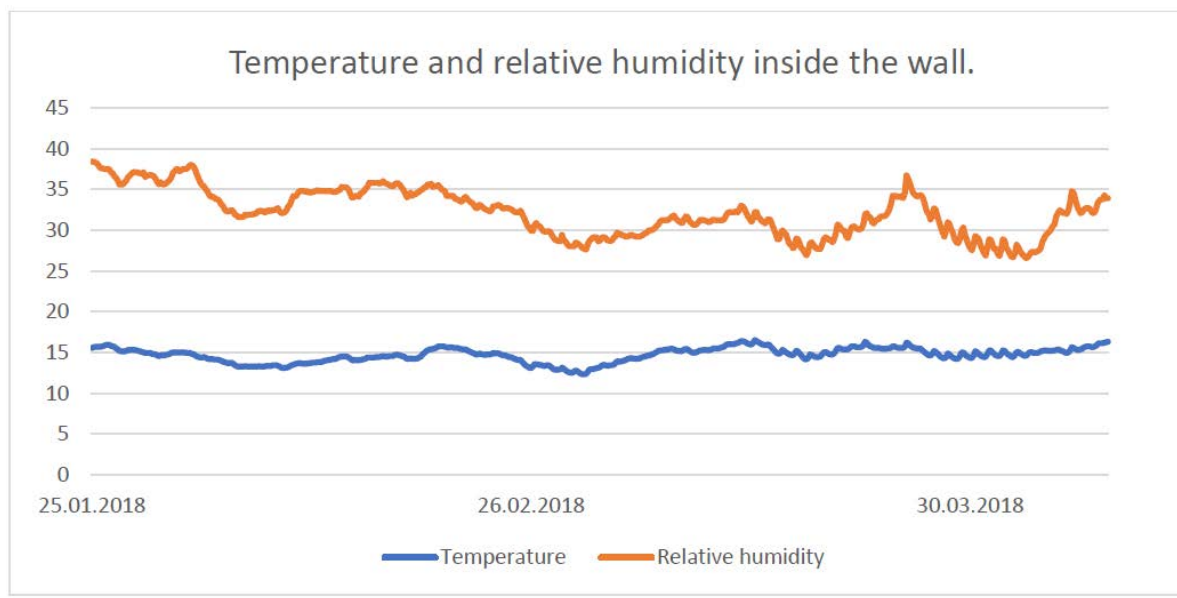
Figur 5 viser temperatur og luftfuktighet i 1. etasje. Temperaturen her ligger mye mer stabilt.

Den relative luftfuktigheten i hhv første og andre etasje er 58,29 og 55,08 som må ansees som godt inneklimate.

### Klimamålinger i vegg:

Figur 6 viser klimadata inne i vegg. Sensor er plassert mellom den gamle murveggen og kalkpussen. På grunn av at datalogger plutselig gikk tom for batteri forsvant måledata før 25.01.18.

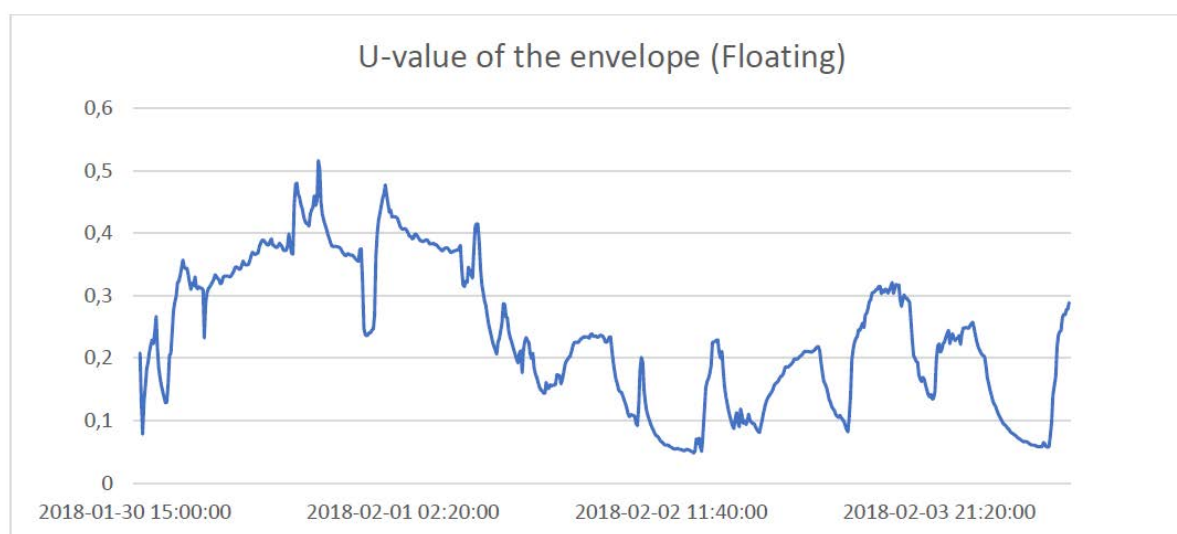
Trenden viser stabil temperatur inne i vegg, samt en relativ fuktighet med jevnt nedadgående kurve. Det blir interessant å se ved neste avlesing om denne holder seg stabilt lav.



Figur 6 - Temperatur og luftfuktighet inne i vegg.

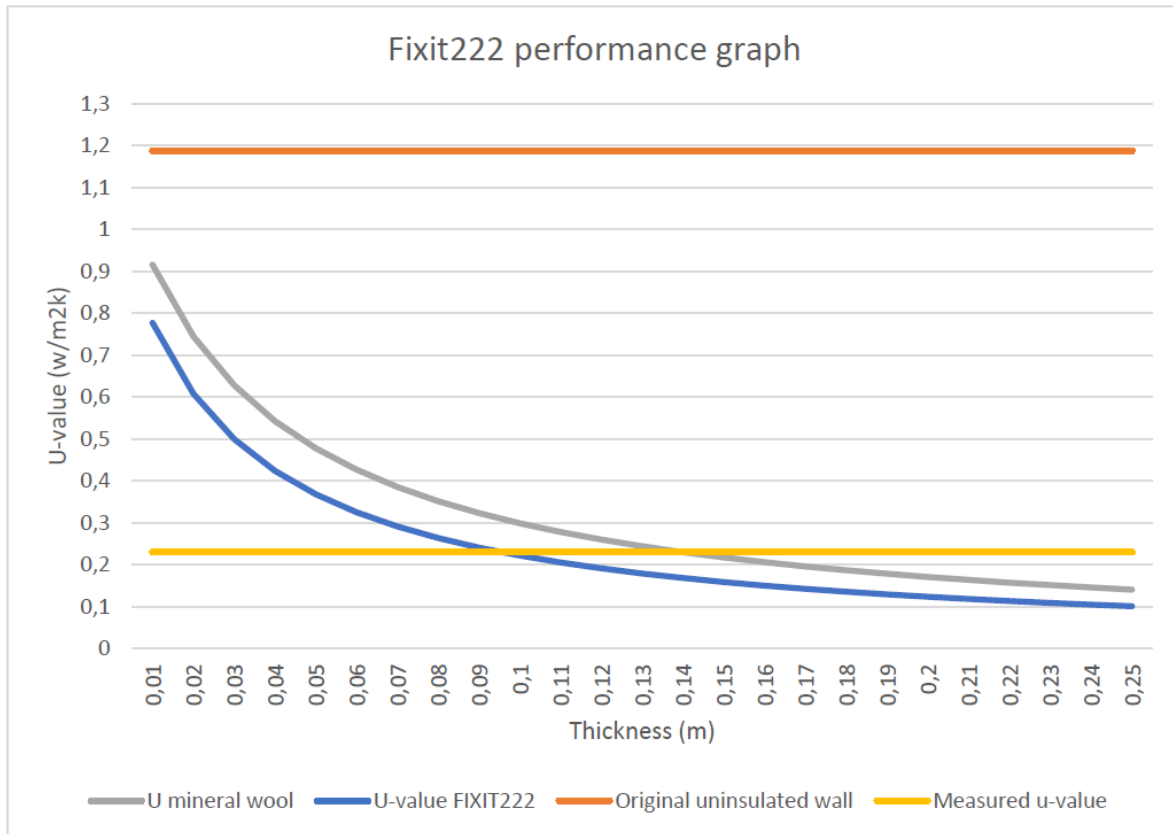
### «U-måling» i vegg:

Det ble utført en 105-timers fluksmåling gjennom vegg i andre etasje med et Hukseflux - fluksmeter. Ved hjelp av American Standard for Testing and Measurement C1363 – «Standard Test Method for Thermal Performance of Building Materials and Envelope Assemblies by Means of a Hot Box Apparatus» ble flytende u-verdi kalkulert og det ble tatt et snitt av dette. Figur 7 viser fluksmålingene, omgjort til flytende u-verdi.



Figur 7 - Målte og kalkulerte U-verdier over tid

Kalkuler snitt for U-verdi: 0,23 W/m<sup>2</sup>K.



Figur 8 - Sammenlignende graf for U-verdi

Figur 8 viser kalkulert U-verdi før rehabilitering, målt U-verdi etter rehabilitering og tykkelse vs. U-verdi for mineralull og FIXIT222. Figuren indikerer at den målte U-verdien tilsvarer 80-90mm FIXIT-tykkelse. Dette kommer mest sannsynligvis av ett av to ting. Enten er snittet fra målingene litt lavt, eller så er tykkelsen på det målte stedet nærmere 80-90mm enn 70, som er uttalt. En telefonsamtale til entreprenøren kunne ikke utelukke sistnevnte. Uansett indikerer dette at grafen som FIXIT presenterer med sitt produkt direkte kan overføres til et mursteinsbygg av denne typen.

#### Måling av energi til oppvarmingsbehov:

Måling tok til 1.11.17, Ca. 10 dager etter innflytting. Siste måling ble tatt 27.08.18 (for denne rapporten). Dette tilsvarer 300 dager. På denne tiden er 15688,8 kWh brukt til oppvarming inkludert varmtvann. Ekstrapolert på enkleste måte til et helt år, får vi 19088 kWh, eller 212 kWh/m<sup>2</sup>. Dette utelukker lys og bruk av alt teknisk utstyr som stekeovn, støvsuger, vifter, dusj osv.

#### Sammenligning Simulering og Måling:

Romoppvarming og varmtvann fra simulering etter rehabilitering utgjør til sammen 220 kWh/m<sup>2</sup>. Det målte resultatet viser 212kWh/m<sup>2</sup>. Dette indikerer korrelasjon mellom modell og virkelighet.



### Gammel energidata:

Det ble fremlagt gamle forbruksdata fra 2003-2004 fra Hafslund, kun for 1. etasje. Dette er et svært utfordrende sammenligningsgrunnlag. Det ble dog gjort et forsøk å ekstrapolere totalt netto energiforbruk ut fra dette tallet. Resultatet ble 336 kWh/m<sup>2</sup>. Dette tallet er det vanskelig å bruke til noe, av flere grunner. For det første er det umulig å vite om ekstrapoleringen stemmer. For det andre er tallet ikke graddagskorrigert, og for det tredje så er det vanskelig å vite forbruksmønsteret til tidligere leieboer. Dette tallet inkluderer også alt av brukt elektrisitet, så det kan vanskelig sammenlignes med det som måles i dag, med mindre man får innsyn i forbruk hos dagens leieboere.

### Effekten av FIXIT222:

Basert på faglitteratur og simuleringer, er det kommet frem til at effekten av FIXIT222 alene reduserer oppvarmingsbehovet med 38%. Dette kommer av reduksjon i U-verdi, men også at det er utvendig isolasjon, slik at kuldebroer ikke blir et stort problem lenger. På grunn av at FIXIT222 er så tett (men diffusjonsåpen), reduserer man også infiltrasjon.

### Konklusjoner:

- Begge leiligheter ser ut til å ha godt inneklima.
- Simulering viser en reduksjon i netto energibehov på 52%.
- Simuleringer viser at Fixit222 reduserer oppvarmingsbehovet alene med ca. 38%.
- Målinger viser at energi til oppvarmingsbehov er redusert med 59% sammenlignet med simulerte verdier før rehabilitering.
- Målinger viser at påføringen av FIXIT222 ser ut til å holde stabil temperatur inne i veggen, samt en stabilt nedadgående kurve for relativ luftfuktighet. Det må påpekes at det ikke er sett på langtidsvirkninger av værpåvirkning på utsiden av kalkpussen.
- Detaljer rundt vindu, gesims og sokkel har fått tilbake deler av sitt arkitektoniske uttrykk.

### Forbedringstips og råd til neste prosjekt:

- Nøye planlegging av sensorplassering. Fuktighetssensor i taket rett over seng kan gi uriktige resultater.
- Programmer alarm i dataloggere som kan varsle om lavt batteri eller feil med sensorer.
- Temperatursensorer i alle boenheter.
- Sammenligningsgrunnlag: trykktest bygget før og etter rehabilitering.
- Sammenligningsgrunnlag: innhent forbruksdata fra nettselskap (med rettighet fra beboer).
- Sammenligningsgrunnlag: fluksmåling av vegger/konstruksjoner med ukjent U-verdi før og etter rehabilitering.
- Tilstrekkelig dokumentasjon på installerte anlegg (ventilasjon, ovn, varmekabler).
- Powertag -systemet krever opplæring og nøye installasjon for at det skal virke på riktig måte. Det er også umulig å få lest av disse over eternet uten å kjøpe ekstratjenester fra Schneider.
- Informere beboere om hva som foregår rundt dem og hvorfor det måles.
- Lengre måleserier: datagrunnlaget for å konkludere er litt tynt. Måling av energi til oppvarming skulle vært minst ett år.
- Tenk på tilkomst til måleutstyr. Utfordringer med tilkomst til dataloggere på vinterstid.

### Andre observasjoner:

- Kryp kjeller har for dårlig ventilasjon.
- Drensrør nordøst har falt ut av posisjon.
- Det samler seg vann i sykkelkuret som fryser om vinteren.



