



Energieffektiv kontorbygning med

# BAR BETONG

Miljøbygget i Trondheim

Tekst: Catherine Grini

Foto: Ole H Krokstrand og Inger Andresen

Miljøbygget i Teknobyen i Trondheim, Bellonahuset på Vulkan i Oslo, Agder Energi sitt nye hovedkontor i Kristiansand, NSB Kompetansesenter på Sundland i Drammen, Sparebank1s nye hovedkontor i Trondheim. Har du hørt eller lest om disse bygnin- gene? Vet du hva de har til felles? Alle er kontorbygg av nyere dato. Alle har et ambisiøst mål for energibruken. Alle benytter bar betong som et tiltak for å oppnå energimålet. Førstnevnte ble tatt i bruk 09.09.09 og har nå vært i drift i halvannet år. De øvrige ble flyttet inn i løpet av høsten 2010 og har vært i bruk i kun noen måneder.

Mennesker opplever barnesykdommer i de tidlige leveårene, det samme gjør bygninger. For bygninger pleier det første leveåret å bringe utfordringer i form av [justerings-](#) og [innreguleringsbehov](#)

Catherine Grini, sivilingeniør VVS, ble uteksaminert fra INSA, Toulouse, Frankrike i 1999.

Frem til 2006 jobbet hun som VVS-rådgiver i Erichsen & Horgen og fra 2006 som forsker i SINTEF Byggforsk i Oslo.

Fagfelt: Energibruk i bygg, tekniske installasjoner i bygg (ventilasjon, varme, kjøleanlegg) og miljødeklarasjoner av byggevarer (Environmental Product Declaration/EPD)



for tekniske installasjoner, samtidig som resterende byggfukt må tørkes ut. Det er følgelig altfor tidlig å trekke noen konklusjoner om energibruken og innemiljøforhold i disse fem byggene. Miljøbygget har imidlertid vært i bruk ett år lengre enn de andre og har vært gjenstand for et første etterevalueringsstudium. Studiet har vært utført av SINTEF Byggforsk i regi av COIN. Hovedfunn presenteres i denne artikkelen.

Miljøbygget med adresse Professor Brochs gate 2 i Trondheim omtales også som 'Enova-bygget'. Etterevalueringsstudiet omfatter tre momenter:

- verifisering av den reelle energibruken i forhold til budsjettet
- estimering av tilfredsstillelsesnivået blant brukere
- tilbakemelding om bruken av bar betong i bygget



---

Adresse:	Professor Brochs gate 2, 7030 Trondheim
Byggherre:	KLP Eiendom
Byggherreombud:	Opak. Koordinering tekniske fag: Itech
Arkitekt:	pka ARKITEKTER
Landskapsark.:	Plan Arkitekter
Rådg.ing.:	RIB: Siv. ing. P.O. Danielsen. RIV. RIE: Sweco. RIAku. RIEnergi. BILygn.fys: Cowi. RIGeo. RIMiljø: Rambøll
Entreprenør:	Veidekke (totalentreprenør) Flislegger: Trøndermureren
Leverandører:	Ferdigbetong: Unicon Sandwichvegger: Contiga Prefab trapper: NorElement Ventilasjon og automatikk: GK Norge
Bruttoareal:	16.500 kvm
Kontraktssum:	235 mill. kr. eks mva

---

## Reell kontra beregnet energibruk

Energibudsjettet ble beregnet og justert flere ganger under prosjektering og utførelse av bygget. Det siste budsjettet ble utarbeidet i august 2009, etter ferdigstillelsen av bygget og etter at luftlekkasjetallet var målt i det ferdige bygget. Budsjettet var da 1 093 250 kWh/år levert energi, dvs. 86 kWh/m<sup>2</sup>·år.

Observasjoner for Trondheim fra Meteorologisk Institutt viser at temperaturene i 2010 avvek mye fra normalen, med temperaturer under normalen om vinteren og over normalen om sommeren. Etter korrigering for reell utetemperatur, blir energibudsjettet for 2010 på 1 193 571 kWh/år, dvs. ca. 93 kWh/m<sup>2</sup>·år levert energi.

Målingene viser at reell energibruk lå på 1 502 512 kWh/år, dvs. ca. 26 % høyere enn temperaturkorrigert budsjett. Avviket skyldes hovedsakelig drift av kjølemaskiner og radiatorer. Driften av disse er det mulig å optimalisere. Forbruksmønsteret som er avdekket og analysert i etterevalueringsstudiet vil lette optimaliseringen.

Deler av bygningen var i bruk i hele 2010, andre deler ble flyttet inn i løpet av året, mens noen arealer ikke ble tatt i bruk i 2010. Av den grunn er det vanskelig å uttrykke reell energibruk i forhold til et gitt areal. Den spesifikke energibruken befinner seg mellom 117 og 175 kWh/m<sup>2</sup>·år, avhengig av arealet som forutsettes for omregningen. I Enovas byggstatistikk for 2009 er den gjennomsnittlige energibruken i kontorbygg lik 249 kWh/m<sup>2</sup>·år. Enovas byggstatistikk er ikke representativ for hele bygningsmassen i Norge, da mange bygninger som er innrapportert har utført ENØK-tiltak med Enova-støtte og sannsynligvis scorer bedre på energieffektivitet enn et tilfeldig utvalg bygg ville gjort. Likevel er det verdt å merke seg at selv med den strengeste omregningen ligger energibruken i Miljøbygget lavere enn Enovas byggstatistikk for kontorbygg.

I nyere bygg er det vanlig å installere lokal kjøling i alle kontorarealer, noe som drar energiforbruket opp. Lokal kjøling betraktes ofte som den eneste løsningen som kan sikre akseptabel termisk komfort om sommeren. I Miljøbygget er det bevisst valgt å ikke ha lokal kjøling i kontorarealer. Gode termiske forhold skal oppnås ved kontroll av varmetilskudd (automatisk utvendig avskjerming for å minimere soltilskudd, energieffektive lysarmaturer og datautstyr for å minimere interne laster). Brukerundersøkelsen

viser at romtemperatur ikke oppfattes for høy om sommeren. Dette beviser at det er mulig å fjerne overskuddsvarmen fra lys, utstyr og sol (i den grad disse tilskuddene er kontrollert) kun ved hjelp av nedkjølt ventilasjonsluft.

## Tilfredsstillelse blant brukere

Tilfredsstillelsenivået ble målt ved hjelp av en brukerundersøkelse. Denne ble gjennomført på 3. og 4. etasje, de to planene som ble tatt i bruk ved innflytting. Undersøkelsen omfatter følgende problemstillinger relatert til innemiljø: temperaturforhold, støyforhold, luftkvalitet, lysforhold og romfølelse. Svarprosenten ble ca. 45% og 55% for hhv. 3. og 4. etasje. Selv om svarprosenten er tilfredsstillende for å gi en pekepinn om hvordan brukere oppfatter bygget, bør analyseresultatene tolkes med en viss forsiktighet.

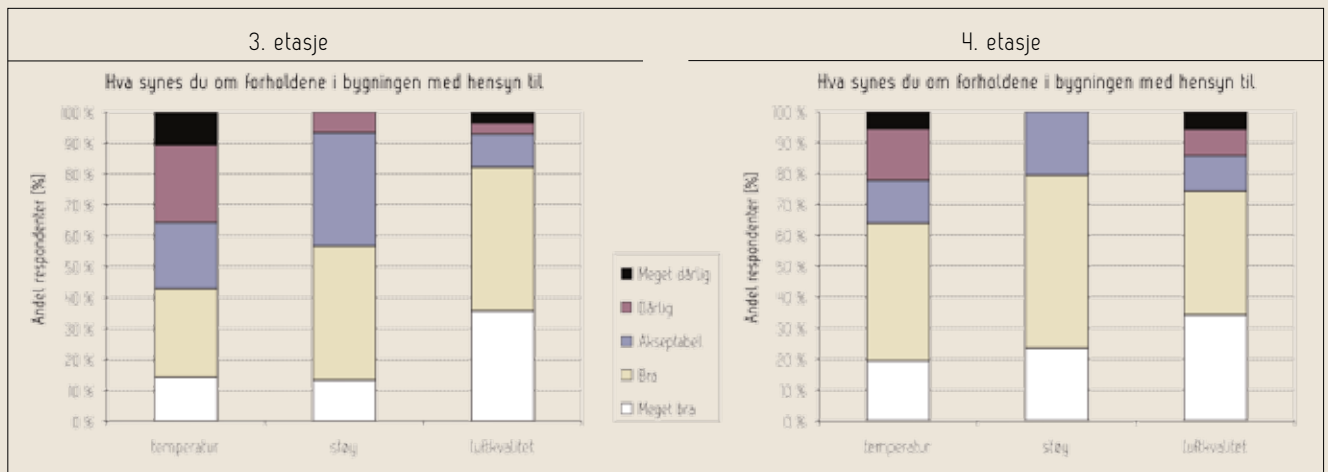
Ved spørsmål om generell komfort i bygget er temperatur det største klagepunktet, der  $\approx 40\%$  og  $\approx 20\%$  respondenter for hhv. 3. og 4. etasje bedømmer temperaturforholdene som dårlig eller meget dårlig.

Luftkvaliteten er det neste største klagepunktet med  $\approx 10\%$  og  $\approx 15\%$  misfornøyde respondenter for hhv. 3. og 4. etasje.

Støyforholdene oppfattes i svært liten grad problematiske av respondentene. Klagene relatert til støy refererer i hovedsak til støy forårsaket av en annen aktivitet i samme rom. Kontorarealer på plan 3 og 4 består i hovedsak av kontorlandskap der aktivitetsnivået, og tilhørende generert støy, pleier å være høyere enn i cellekontorer. I underkant av en femtedel av respondenterne (17% for både 3. og 4. etg) svarer ja når de blir spurt om støyproblemene er knyttet til dårlig akustikk i rommet/dårlig taleoppfattelse.

Detaljerte spørsmål om temperaturforholdene viser at temperatur oppleves for lavt.

Et flertall av respondenter (hhv. 80% og 60% for plan 3 og 4) svarer at de i de seneste månedene har hatt besvær, ofte eller i blant, med for lav romtemperatur. En tredjedel av respondenter (hhv. 30% og 36% for plan 3 og 4) sier at de opplever for kald



Spørsmål «Hva synes du om forholdene i bygningen med hensyn til temperatur, støy og luftkvalitet?» for hhv. 3. og 4. etasje

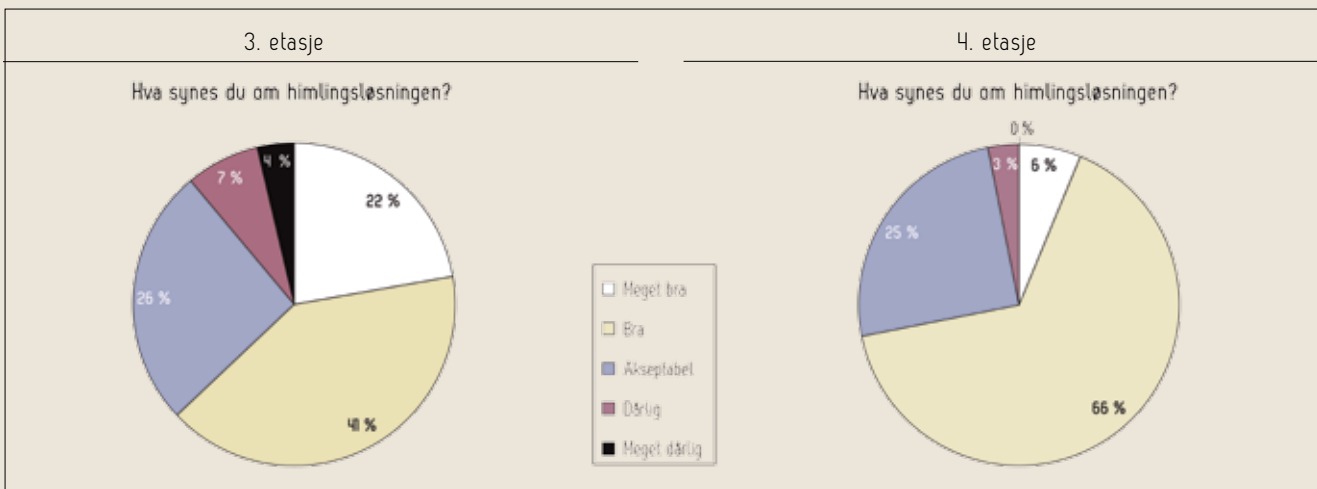
arbeidsplass vinterstid. Og mange respondenter (hhv. 47% og 25% for plan 3 og 4) oppgir at de opplever for lav romtemperatur hele året, både vinter og sommer. Målingene av temperatur viser at romtemperatur i sommerhalvåret nesten alltid er under 23°C. Videre er det i enkelte rom registrert lavere romtemperaturer om sommeren enn om vinteren. Målingene bekrefter tilbakemeldingen fra brukere. Tilluftstemperatur er sannsynligvis noe lav i forhold til forventningene fra brukere.

To andre viktige klagepunkter handler om styring av solavskjerming og manglende mulighet til å kunne påvirke egne omgivelser.

Tilbakemeldingen fra brukere peker på at tillufttemperatur og styring av solavskjerming må justeres. Resultatene fra brukerundersøkelsen er videreformidlet til byggherren. Justeringstiltak vil kunne hjelpe til å oppnå et høyere grad av tilfredsstillelse blant brukere.



Himlingsløsning ved åpent kontorlandskap. Tekniske føringer er skjult over nedhengt himling i korridor. Himling over arbeidsplassene består av hvitmalt etasjeskiller i betong. Etasjeskiller og betongsøyler er synlige og skal ivareta temperatursvingningene i rommet.



Spørsmål «Hva synes du om himlingsløsningen?» for hhv. 3. og 4. etasje

## Bruk av bar betong i bygget

Brukerne ble spurt om hva de syntes om himlingsløsningen – en hvitmalt betongoverflate og hengende akustiske paneler. Flertallet bedømmer himlingsløsningen som bra eller meget bra (63% og 72% for hhv. 3. og 4. etg.). Kun et fåtall er lite begeistret for himlingsløsningen: på 3. etg. svarer 11% at himlingsløsningen er dårlig eller meget dårlig, på 4. etg svarer 3% av himlingsløsningen er dårlig, men ingen krysset av for meget dårlig.

## Avsluttende kommentar

I løpet av det første driftsår har Miljøbygget hatt en høyere energibruk enn planlagt. Det reelle forbruket er imidlertid godt under det som er vanlig i dagens kontorbygg. Det er behov for å optimalisere driften av kjøle- og varmeanlegg, noe som også gjenspeiles i resultatene fra brukerundersøkelsen. Brukere uttrykker ingen misnøye med himlingsløsningen der etasjeskiller i betong er synlige og der den akustiske dempingen er ivarett ved hjelp av hengende paneler. Ettorevalueringstudiet lager et grunnlag for det videre arbeid med regulering av de tekniske installasjoner i bygget.

Studiet er gjennomført i regi av COIN. For fullstendig rapport og øvrig informasjon om COIN, se [www.coinweb.no](http://www.coinweb.no).