

## Unikt laboratorium baner veien mot nullutslippshuset

Vegger og vinduer får juling av sol, regn og frost i en ny klimasimulator i Trondheim. Den skal hjelpe byggebransjen med å gjøre drømmen om bygg uten utslipp av klimagasser til en realitet.

Det nasjonale forskningscenteret for nullutslippsbygg, ZEB, har som mål å utvikle bygg der utslippene fra byggeprosessen, produksjonen av materialene og driften av bygget ikke resulterer i utslipp av klimagasser. I det avanserte laboratoriet ved SINTEF/NTNU kan forskere og bedrifter teste nye materialer og konstruksjoner i stor skala. Det har gitt Norge en unik posisjon i Europa.

- Dette laboratoriet gir oss muligheten til å prøve ut løsningene som vi forsker på, i liten og stor målestokk. Vi kan måle på hele vegg- og takkonstruksjoner, noe som er unikt i Europa. Det merker vi på interessen fra andre land, sier seniorforsker Berit Time ved SINTEF. Hun leder arbeidspakken som ser på nye produkter og konstruksjons-løsninger.

For å hjelpe arkitekter, entreprenører og byggherrer med å velge beste løsning, utvikler ZEB et beslutningsstøttesystem som snart skal prøves ut.

### Vanskelig definisjon

Hva som kan kalles et nullutslippsbygg er svært variabelt internasjonalt. Ikke alle tar med alt fra produksjon og drift.

- I ZEB har vi definert nullutslippshus som et bygg som i sin levetid skal produsere mer energi enn det som går med: Null utslipp til oppvarming og kjøling, null utslipp til drift og null utslipp til å produsere og transportere materialene, sier daglig leder i ZEB Anne Gunnarshaug Lien, seniorforsker ved SINTEF.

I regnestykket inngår også CO<sub>2</sub>-utslippene fra energien som brukes til å produsere byggematerialene. Her bruker ZEB energiproduksjonen i Europa som systemgrense slik at resultatene fra den norske forskningen er sammenlignbar med den europeiske.

### Storskalaforsøk

I laboratoriet i Trondheim har SINTEF og NTNU bygd to nye testkamre som skal gi kunnskap om hvilke materialer og konstruksjonsløsninger som egner seg best for nullutslippsbygg. De nye anleggene er i stor grad finansiert av Forskningsrådet.

Klimasimulatoren er den tøffeste. Der utsettes hele vegg-konstruksjoner med vinduer og isolasjon for sol, regn og frost på den ene siden, mens den andre siden har et behagelig inneklima. En rekke følere måler solstråling, temperaturforhold og fuktighet og viser hvordan komplekse konstruksjoner vil oppføre seg i virkeligheten. De første målingene er allerede gjort på et komplekst vindussystem som blant annet er benyttet på et nullutslippsbygg i Sveits.

Det andre nye anlegget er en videreutvikling av en såkalt "hotbox", et kammer som måler varmegjennomgang i et vindu eller en vegg-konstruksjon. Nå er det mulig å dreie hele boksen slik at den også kan brukes til å måle hva som skjer med varmen i et tak eller et gulv. Dette har vært en etterlengtet mulighet. Når isolasjonen blir veldig tykk, oppstår det varmestrømmer inne i isolasjonen som reduserer isolasjonsevnen. Nå kan forskerne finne botemidler.

### Tynne, men varme vegger

Veggene i passivhus og nullutslippshus kan bli tykk med tradisjonelle isolasjonsmaterialer. Kravet til passivhus er for eksempel 30-40 cm med tradisjonell isolasjon. Forskerne i ZEB ser på helt nye løsninger. Den ene er å bruke vakuumelementer som settes inn i vegg. Dermed blir veggene tynnere. Lecablokkleverandøren Weber ser på hvordan vakuumelementer kan brukes som isolasjon inni lecablokker. For passivhus kan den nye lecablokken reduseres til 250 med mer.

Ulempene med vakuum er dels at det ikke går an å tilpasse størrelsen på byggeplassen og dels at isolasjonsevnen forsvinner når det går hull på vakuumelementet. Forskerne utforsker derfor helt nye materialer basert på nanoteknologi og silisiumdioksid. Ideen er å lage bygningsplater i et materiale der de ørsmå hulrommene sørger for isolasjonen. Hulrommene er jevnt fordelt i hele isolasjonen og kan lett kappes på byggeplassen. Isolasjonsevnen blir heller ikke borte om du setter spiker i vegg for å henge opp bilder.

- Vi ser at dette lar seg gjøre i laboratorieskala, men det gjenstår mye utvikling før det kan bli kommersielle produkter, sier Time.

### Brukeren i sentrum

Ingen hus blir bedre enn de som bruker dem. De første undersøkelsene av hvordan energiforbruket var i passivhus overrasket forskerne.

- Vi hadde ventet at alle som bodde i passivhus ville ha et lavt energiforbruk. Det viste seg at energiforbruket varierte like mye i passivhus som i vanlige boliger. Noen brukte veldig mye energi, andre veldig lite, i samme type hus. Men for alle gruppene i passivhus gikk energiforbruket klart ned, sier Lien.

### Totaldesign

ZEB ser også på hele bygg, fra arkitekten setter blyanten på blokken til beboerne bruker det i praksis. Ett av pilotbygg-prosjektene er et nytt "power house", dvs. et bygg som produserer mer energi enn det bruker. Et annet er et rehabiliteringsprosjekt der arkitekturen skal bevares og likevel kunne bli et nullutslippsbygg.

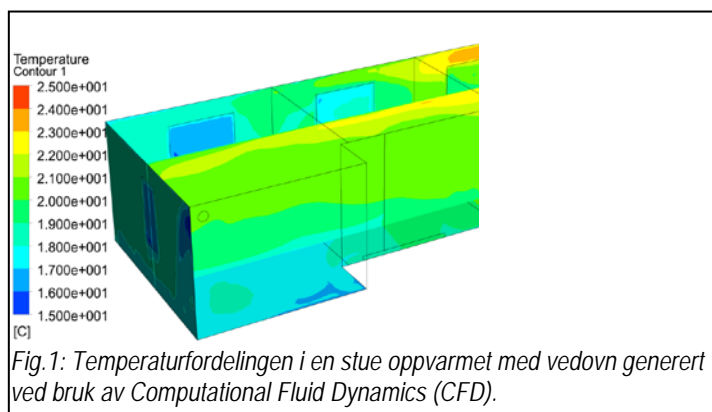


De kraftige lampene bak Anne G. Lien og Berit Time i den nye klimasimulatoren skal stråle som solen (Foto: Claude R. Olsen)

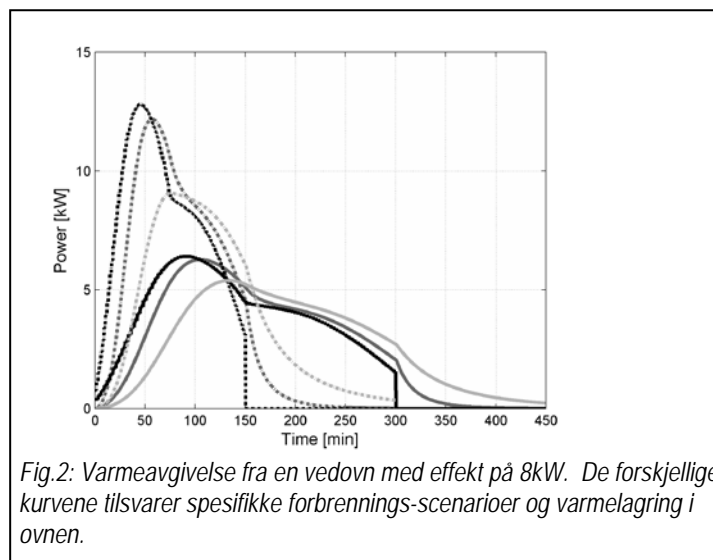
Artikkelen er hentet fra Norges Forskningsråd sitt nyhetsbrev pr 22. november 2012. Skrevet av Claude R. Olsen.

## Riktig bruk av vedovner i passivhus

Vedovner kan være en god løsning for oppvarming av passivhus, både med hensyn på kostnader og miljø. Noen utfordringer må imidlertid løses. En viktig utfordring er at den tilgjengelige effekten vanligvis er for høy (de minste ovnene har en effekt på 6 kW). Hvordan varmen fra en kraftig punktvarmekilde fordeles i huset er en annen viktig utfordring. Disse to sentrale spørsmål ble forsøkt belyst gjennom en studie hvor det ble brukt avanserte simuleringer basert på kunnskaper om både forbrenning i vedovner og varmefordeling i rom. Resultatene viser at muligheter for god regulering av avgitt effekt fra ovnen er svært viktig for å hindre overoppheting. Videre konkluderes det med at en ovn er



hovedsakelig i stand til å dekke alle oppvarmingsbehov i løpet av fyringssesongen, selv om en toppvarmekilde må støtte vedovnen under de kaldeste periodene i rom med lang avstand til vedovnen. Studien ble gjennomført i samarbeid med Stablewood-prosjekt som tar sikte på å utvikle nye vedovner med lav avgitt effekt.



For ytterligere informasjon: laurent.georges@ntnu.no

## Workshop om ZEB design

6. til 7. desember arrangerte ZEB en workshop for alle partnere på Scandic Oslo Airport Hotel, Gardermoen. Hensikten med workshopen var å gjenta den samme øvelsen som ble gjort på Kringer i 2010. Deltagerne jobbet sammen i fem grupper med to spesielle prosjekt for å designe ZEB løsninger. Hovedfokuset for arbeidet var på eneriproduksjon og CO2 utslipp fra materialene.

Tre grupper jobbet med en kontorbygning på en tomt i Stavanger, Hillevåg Næringspark. Involvert partner er YIT. To grupper jobbet med en enebolig i Larvik, i tilknytning til Brødrene Dahl sitt Klimasenter.

Workshopen startet med introduksjon fra tre tre innledere:

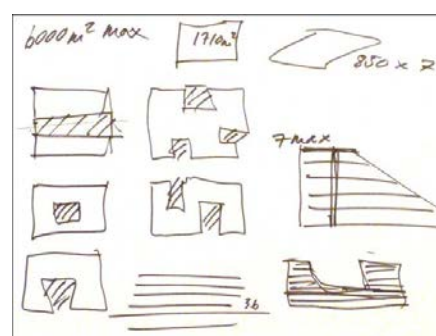
- Bjørn Thorud: Introduction to design of PV installations on buildings (solstrøm-anlegg).
- Torhildur Kristjansdottir: Choice of materials and calculation of greenhouse gas emissions.
- Tor Helge Dokka: Presentation of ZEB concept work on an office building and a detached house and introduction to case exercise.



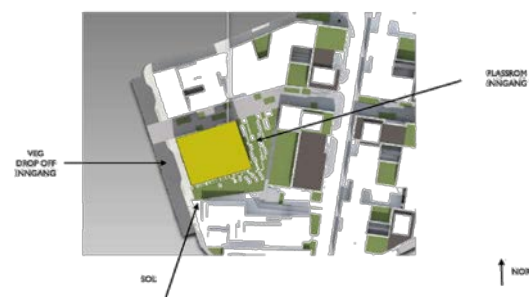
Fire av deltakerne under gruppearbeidet

### Beslutningsstøtteverktøy

I forkant av workshopen ble det arrangert en mini-workshop om beslutningsstøtteverktøy. Voja Novakovic og Igor Sartori presenterte: "A simple decision support tool for selection of energy supply solutions in the early project design phase".



Studier av soleksponering



Situasjonsplan for Hillevåg Næringspark

Resultater fra workshopen vil bli lagt ut på nettsiden: [www.zeb.no](http://www.zeb.no)

## Nullutslipps energiløsning for en ZEB pilot Ådland ved Bergen planlegges for 500-800 boliger

Ådland, ved Blomsterdalen i Bergen, er det største pilotprosjektet i ZEB hvor målet er å utvikle et stort nytt boligområde uten klimagassutslipp. Dette innebærer at boligene bygges med høy kvalitet og svært lavt behov for energi. Det innebærer også at lokal produksjon av fornybar energi skal dekke behovet for oppvarming og elektrisitet til drift og oppføring av boligene. Bruk av materialer med lave CO<sub>2</sub> utslipp i produksjon er også viktig.

Området reguleres til å tilfredsstillende viktige premisser for å kunne nå målet om nullutslipp. Klimanøytral energiforsyning med null CO<sub>2</sub> utslipp må planlegges i forhold til kostnader, robusthet i forhold til drift og anleggets levetid, og installasjoner som kan tilpasses tilgjengelig takareal og infrastruktur. Variasjoner over året i produksjon og behov for forskjellige energiløsninger må tas hensyn til.

To alternative energiløsninger kan være aktuelle for Ådland. Den første er en kombinasjon av solfangere for produksjon av varmt vann, bioCHP (Combined Heat and Power) for produksjon av varme og elektrisitet og solceller for produksjon av elektrisitet. Den andre er en kombinasjon av solfangere, varmepumper og solceller. Solfangere for produksjon av varmt vann er den billigste installasjonen, og kan dekke 30% av behovet for romoppvarming og tappevann. Solceller produserer elektrisitet til lys, utstyr og drift av varmepumpene. Dette er den dyreste energien og er begrenset av tilgjengelig sydvendt takareal. BioCHP består av motorer drevet av biogass, evt. andre flytende biobrensel. Den bioCHP løsningen som er blitt vurdert produserer 35 % elektrisitet og 55 % varme (10 % tap). Begrensninger for bioCHP kan være tilgang på biogass eller tilgang på driftskompetanse. En varmepumpe forbruker 30% el av den varmen som produseres. Dette elektrisitetsbehovet må dekkes med solceller og øker behovet for tilgjengelig takflate.

### Endelig valg av løsning gjenstår

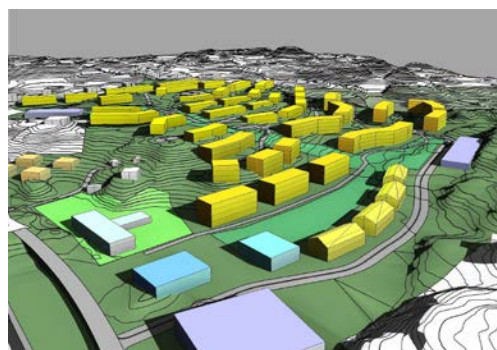
Fordelen med bioCHP løsningen er godt samsvar mellom variasjoner i produksjon og behov over året, men forutsetter tilgang på biogass til en fornuftig pris og tilgang på driftskompetanse for anlegget. Solfangere og solceller dekker det meste av behovet for varme og el om sommeren mens bioCHP dekker behovet for både varme og elektrisitet om vinteren. BioCHP optimaliseres i forhold til varmebehov, men vil likevel gi underskudd i noen perioder og overskudd i andre perioder. Kjøp og salg mot nettet (nettmåling) og en gunstig avtale med netteier er derfor en forutsetning. For alternativet med solfangere, varmepumpe og solceller vil større variasjoner både i momentan produksjon og over året gjøre det nødvendig med omfattende utveksling mot nettet. Det pågår dialog med kraftselskap for å se på eierskap, drift og finansiering av energiløsningene på Ådland. Gjennom prosjektet kan det legges til rette for en redefinering av forretningsmodeller som vil gi boligeiere incentiv til å spare energi på en annen måte enn det som hittil har vært aktuelt for boligmarkedet i Norge.

### Et fyrtårn for større boligprosjekter med nullutslipp

ByBo er en ambisiøs utbygger med erfaring fra bygging av passivhusområdet Løvåshagen. Løvåshagen var det første store boligområdet med passivhusnivå i Norge. ByBo som er partner i ZEB har lenge hatt planer om å bygge et boligområde med enda høyere ambisjoner enn passivhus. Det er også en ambisjon for Ådland å skape en læringsplass for bygging av fremtidens boliger. Læring og erfaring fra prosjektet vil bli formidlet til byggenæringen. Prosjektet vil

bli bygget i flere byggetrinn for å kunne lære av hvert trinn og stadig kunne heve nivået for i prosjektet.

Det har vært et godt og konstruktivt samspill med Bergen kommune for å avklare lokalisering for prosjektet. Gjennom flere møter og politisk handlingsvilje er det sikret oppstart av reguleringsplan for området som kan ferdigstilles våren 2013. Innsigelse fra Fylkesmannen i Hordaland (FMHO) til lokalisering av pilotprosjektet har vært en vesentlig utfordring som har forsinket arbeidet med prosjektet over lengre tid. Innsigelsen behandles for tiden i Miljøverndepartementet.



Illustrasjon: Norconsult

### Fakta:

490 boliger, 45 000 m<sup>2</sup> BRA, snitt størrelse på 90m<sup>2</sup> (kan bli opp til 800 boliger gjennom reguleringsarbeid).

Sydvendt takflate: 10 000 m<sup>2</sup>

Bergen ligger 60° nord og klimaet er mildt og overskyet

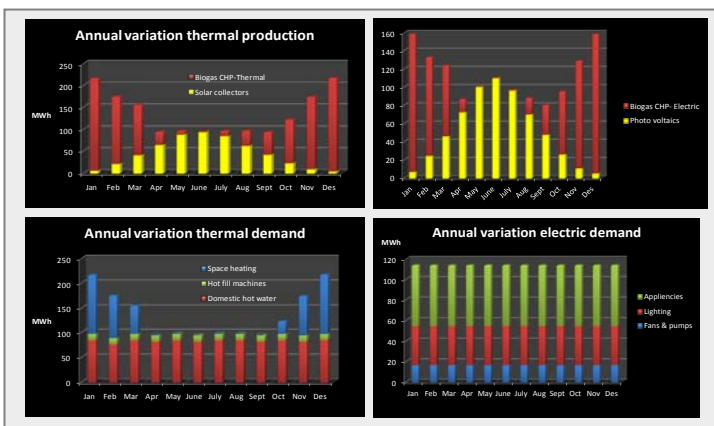
Middeltemperatur: 7,5°C

Solinnstråling på horisontal flate: 760 kWh/år

Årsproduksjon av el fra solceller med 15% årsvirkningsgrad når all sydvendt takflaten er dekket: 1 500 MWh

Energibehov varme: 2 200 MWh

Energibehov el: 850 MWh



Øverst: årlig produksjon av varme (til venstre) og elektrisitet (til høyre).  
Nederst: årlig behov for varme (til venstre) og elektrisitet (til høyre).

For ytterligere informasjon: Magnus Helland og Kjetil Helland, Bybo AS



## Nytt fra administrasjonen

I 2012 har vi jobbet med en ny profil for ZEB. Dette har resultert i både en ny hjemmeside og logo, samt ny layout for ZEB. På vår nye hjemmeside kan du finne informasjon om ZEB, kommende seminarer og workshops, nyhetssaker og en oversikt over alle publikasjoner.

se også vår hjemmeside: [www.zeb.no](http://www.zeb.no)

## Ny senterleder ved ZEB



I september tok Arild Gustavsen over som senterleder ved ZEB etter Anne Grete Hestnes. Arild har vært tilknyttet senteret som arbeidspakkeleder siden starten, som leder av arbeidspakken der det jobbes med utvikling av nye materialer for nullutslippsbygninger.

Arild Gustavsen er professor i bygningsfysikk ved fakultet for Arkitektur og billedkunst ved NTNU. Han har hovedfag i fysikk og en doktorgrad i bygningsfysikk. Han har jobbet med bygningsfysikk og energibruk i bygninger siden 2000.

Anne Grete Hestnes vil fortsatt ha en viktig rolle i senteret, som senior vitenskapelig rådgiver.

## ZEB har fått to nye partnere

I mai 2012 ble Enova SF ny partner i ZEB. Enova ble etablert av Stortinget i 2001 for å få fart på energiomleggingen i Norge. Enova skal drive fram en miljøvennlig omlegging av energibruk og energiproduksjon, samt bidra til utvikling av energi- og klimateknologi. Dette gjøres hovedsakelig gjennom økonomisk støtte og rådgivning.



I september ble Entra ny partner i ZEB. Entra er et av landets ledende eiendomsselskaper og eier over en million kvadratmeter. Forretningsideen er å skape verdier gjennom å utvikle, leie ut og drifte attraktive og miljøledende lokaler.



Vi ønsker begge partnere velkommen i ZEB.

Den årlige generalforsamlingen ble i år avholdt hos vår partner Hydro i Oslo den 6. september. 16 av våre partnere var representert. Generalforsamlingen godkjente Entra som ny partner. Gjennomført arbeid fra alle arbeidspakkene ble presentert.

Møtet ble etterfulgt av en workshop med tittel «Revised ZEB definition and new CO2 factors».

## Nye rapporter

ZEB-rapport 4-2012

W Trondsen, Thomas Berker:

**Households on the Rebound. Factors Increasing and Decreasing Rebound Effects in Norwegian Households.**

ZEB-rapport 5-2012

Kari Thunshelle, Åshild Lappegard Hauge:

**Brukerundersøkelse om innemiljø på Marienlyst skole.**

ZEB-rapport 6-2012

Cezary Misiopcecki, Arild Gustavsen, Berit Time

**Cooling of PV panels by natural convection.**

Alle rapporter kan bestilles [her](#).

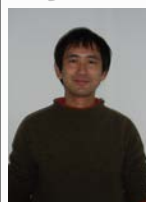
## Seminar nytt

**Technoport Talk – Smart Cities.** Dokkhuset, Trondheim 12. februar 2013. *Halvparten av verdens befolkning bor i byer, og er den største enkeltkilde til luftforurensing og ansvarlig for 80 % av dagens klimagassutslipp. «Smart Cities» - veien for å redusere klimagassutslipp.*

[Link til Technoports hjemmeside](#)

**Enovakonferansen «Det grønne gull».** Clarion Hotel & Congress, Trondheim 29-30 januar 2013. *I Europa investeres det mer enn noensinne i fornybar kraft og energieffektivisering. Vi ser konturene av en grønn revolusjon som innebærer nye muligheter og økt lønnsomhet med effektive energi- og klimaløsninger. Det Grønne Gullet skal inspirere norske bedrifter og investorer til å ta del i denne utviklingen.*

## Nytt ansikt i ZEB



**Takashi Ihara** kommer fra Takenaka Corporation i Japan, og skal være tilknyttet ZEB-senteret i 2 år i forbindelse med sin doktorgrad om «Energy and durability issues of building envelope and solutions: low emissivity materials, electrochromic and aerogel windows». Han vil arbeide nært sammen med arbeidspakke 1.



The Research Centre on  
Zero Emission Buildings

NTNU  
Faculty of Architecture and Fine Art,  
N-7491 Trondheim

### Contact persons:

Arild Gustavsen, Centre Director, [arild.gustavsen@ntnu.no](mailto:arild.gustavsen@ntnu.no), Tel: +47 993 63 674  
Anne Gunnarshaug Lien, Centre Manager, [anne.g.lien@sintef.no](mailto:anne.g.lien@sintef.no), Tel: +47 977 57 930

Centres for Environment-friendly  
Energy Research



The Research Centres are established by the Norwegian government to address pressing challenges within energy and environment related to climate change.

They will do this by means of long term, high quality research within specified, focused areas.