



## ENERGIEFFEKTIVE BYGG OG BRANNSIKKERHET

Ragni Fjellgaard Mikalsen

DiBK fagdag brann

Desember 2018

Research Institutes of Sweden

**RISE Safety and Transport**

**RISE Fire Research**

**Trondheim**



1

## Bakgrunn

- Grønn samfunnsutvikling
- Økende fokus på energieffektive løsninger
- Drivere for energibruken (stortingsmelding 25):
  - Befolkningsutvikling
  - Økonomisk vekst
  - Endret næringsstruktur
  - Teknologisk endring
  - Endrede energipriser
- Prosjekt for DSB og DiBK der vi kartlegger branntekniske aspekt ved energieffektive bygg  
Fokus solceller, batteri og slokking



2

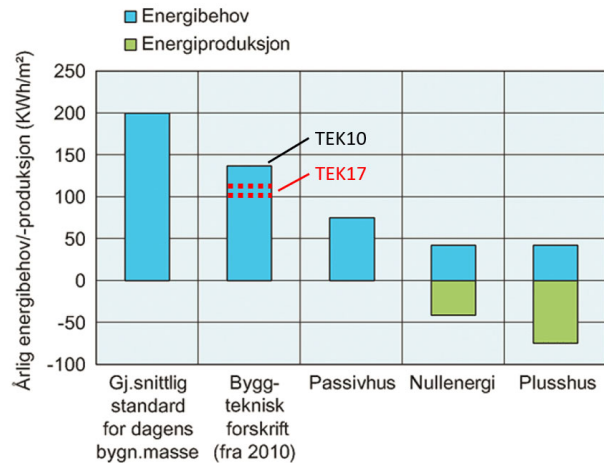


ID: 119265566 © Natalia Mysik | Dreamstime.com

2

## Hva mener vi med «energieffektive» bygg?

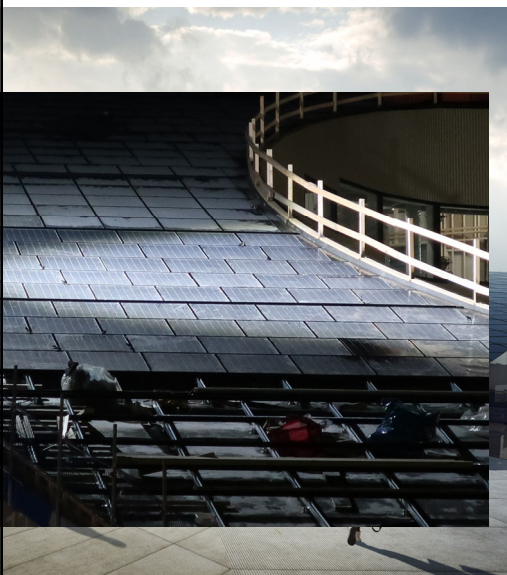
- Mer energieffektive enn byggeteknisk forskrift krever
- Helt eller delvis selvforsynte med energi
- Kan ha lavere netto oppvarmingsbehov som følge av byggemetode
- Passivhus, pluss hus og nullenergi bygninger
- Størrelsen/ beliggenhet ikke avgrenset (hytte, hus, industribygg etc...)



Energibehov & fornybar energi-produksjon for eneboliger.  
Figur fra SINTEF, Byggforskserien 473.003

RI  
SE

## Noen eksempler på energieffektive bygg



Illustrasjon: Snehetta og MIR, gjengitt med tillatelse fra Skanska

- Powerhouse Brattøra, Trondheim
- Ferdigstilles 2019
- Skanska entreprenør, Sweco brannrådgiver
- Sikter på «BREEAM Outstanding»
- Solceller dekker taket og deler sør- og vestfasadene
- Plusskunde - produserer mer energi enn de bruker. Leverer varme til nabobygg.
- Hvis over 100 kW overskudd - blir definert som «kraftverk» - kostbart for byggeier

RI  
SE

## Noen eksempler på energieffektive bygg



- Dagligvarebutikk i Trondheim
- Krystallinsk og tynnfilm-solceller på tak og vegger, 80 kWp (kilowatt-peak)
- 6 batteripakker, 40 kWt
- Relativt flatt energiforbruk i løpet av et døgn

RISE

5

## Noen eksempler på energieffektive bygg



- ZEB Living laboratory, Trondheim
- Passivhus, tett bygningskropp
- Bolighus, tidvis bebodd av ulike beboertyper, brukt som levende lab
- Solceller på tak
- ZEB flexible lab: neste steg. Kontor- og undervisningsbygg. I full drift- verktøy for FME-ZEN\*

\*Forskningscentre for miljøvennlig energi- Zero Emission Neighbourhoods in Smart Cities

RISE

6

6

## Energieffektive bygg

State-of-the-art

### Materialer og konstruksjoner

- Solceller som dobbelfasade
- Tettere bygg og innovative isolasjonsteknikker (vakuum, nye plast- og biobaserte produkter, dobbelfasader/glassfasader)
- Treprodukter: massivtre, limtre

### Nye tekniske løsninger

- Generelt mer teknikk i bygg
- Bygningsintegrert solceller- takstein, vindu
- Batteribanker, elbil i garasjen
- Hydrogenbasert energilagring
- Varmevekslere, termisk lagring- faseskiftende materialer
- Inneklima, ventilasjon- mer åpne løsninger, behovsstyring

### Krysningspunkt mellom ulike teknologier

- Strømtariff, smarte målere- økt nattbruk
- Smart grid- desentralisert strømproduksjon, plusskundeordning
- Smarte styringssystemer/ internet of things: sikkerhet (safety og cyber security)
- Velferdsteknologi: utvidet sensorbruk

7

RI  
SE

7

Fokus: solceller



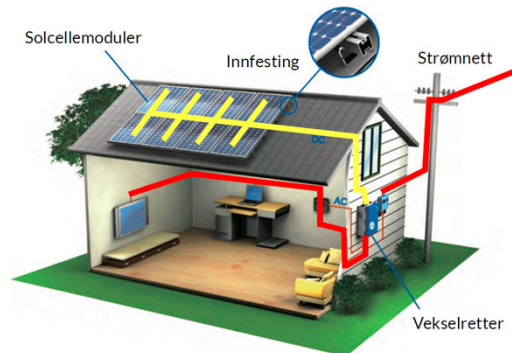
8

RI  
SE

8

## Solceller: antennelse

- Mange koblingspunkter: potensielle tennkilder
- Robuste kontaktpunkter viktig, må tåle konstant påkjenning
- Solcelleinstallasjon: kvalitet og kompetanse



9

<https://risefr.no/media/publikasjoner/upload/2018/solceller-og-brann-rise-rapport-2018-31.pdf>

Læringspunkt fra prosjektet  
«Solcelleteknologi og  
brannsikkerhet»

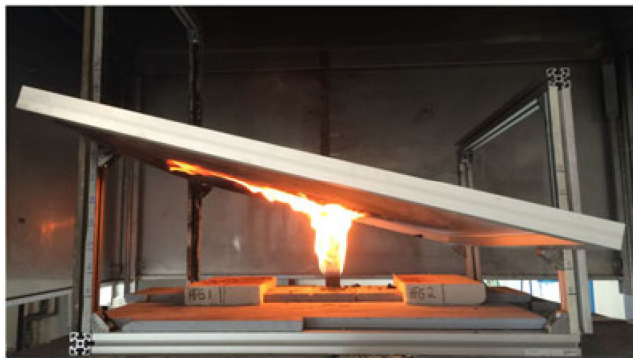


RISE

9

## Solceller: brannspredning

- Luftspalte: endret brannodynamikk
- Akkumulering av varme under moduler
- Brennbare materialer: kun ~10 % av total masse
- Seksjonering!



10

Foto: J. S. Kristensen, B. Merc, and G. Jomaas, 'Fire-induced reradiation underneath photovoltaic arrays on flat roofs', Fire and Materials, 2017.

RISE

10

## Solceller: branntesting

- Et mylder av teststandarder
- Eksempel test iht. ANSI/UL 790/ IEC 61730-2
  - Spread-of-flame test og Burning brand test
- Utenpåmontert solcelle: Mangler teststandard som ser på systemet som helhet: solcellemodul + taktekke + underliggende konstruksjon/isolasjon
- Utfordring: hvilken dokumentasjon skal etterspørres, hva er bra nok?
- Behov for tydeliggjøring: Definere hvorvidt solceller er byggevarer

### Spread-of-flame test



### Burning brand test



11

Bilder fra testrapport av solcellemodul, gjengitt med tillatelse fra Skanska

RI  
SE

11

## Solceller: bygningsintegret (BIPV)

- Ny teknologi, relativt lite utbredt i markedet
- Heterogent marked
- Svært få studier relevant for brannsikkerhet
- Tysk publikasjon fra 2013 antyder at BIPV har 10x større fare for antennelse, og utgjør 20x større skade på bygningskroppen sammenlignet med konvensjonelle solceller.
  - Antennelse: Ingen studier funnet som validerer eller forklarer
  - Større skade: BIPV er inkorporert i bygningskroppen, naturlig at det ved brann vil kunne gi større totale skader.

*«Til tross for at det finnes mange gode BIPV-produkter på markedet fremstår deler av BIPV segmentet fortsatt som en klin gæærn botanisk hage»*

- Leder for forskningscenteret FME SUSOLTECH-  
The Research Center for Sustainable Solar Cell  
Technology

12

RI  
SE

12

## Solceller: brannslukking

- Brannvesen trenger informasjon **om** og **hvor** det er solceller
- Håndtering av skadde solceller: Berøringsfare og brannfare
- Ikke mulig å slå av solcellene
- Utarbeide standard operasjonell rutine & gode veiledere



13



Foto: R. Backstrom and D. A. Dini, 'Firefighter Safety and Photovoltaic Installations Research Project', Underwriters Laboratories Inc., Northbrook, IL, USA, Nov. 2011.

RI  
SE

13

## Solceller: brannslukking

- Brannvesen trenger informasjon **om** og **hvor** det er solceller
- Håndtering av skadde solceller: Berøringsfare og brannfare
- Ikke mulig å slå av solcellene
- Utarbeide standard operasjonell rutine & gode veiledere
- Spyling med vann: 1 meter spredt stråle/ 5 meter samlet stråle



14



Foto: R. Backstrom and D. A. Dini, 'Firefighter Safety and Photovoltaic Installations Research Project', Underwriters Laboratories Inc., Northbrook, IL, USA, Nov. 2011.

RI  
SE

14

## Fokus: batterier



15

RI  
SE

15

### Batterier: status

- Store, stasjonære batterier lite utbredt i bygg → kan lære fra maritim & transportsektor
- God kunnskap om hvordan brann kan oppstå
- Kunnskap om sikkerhetsmekanismer for å hindre brann på celle og batterimodul-nivå
  
- Økt fokus på å lage store batteripakker
- Større batterier har ofte mer avanserte innebygde sikkerhetssystemer (BMS- batteriets «hjerne»)
  
- Utfordring: Lite erfaring med store stasjonære batterier
  - Få registrerte branner på verdensbasis som man kan lære av
  - Få publiserte resultater fra fullskala tester
  - Generelt ny teknologi for mange aktører

16

RI  
SE

16



## Batterier: regelverk

- Næringsbygg:
  - Batteri plasseres i eget rom m. tilpasset ventilasjon & begrenset adgang (NEK400)
  - Vanlig med slokke- og brannvarslingsanlegg
- Private boliger:
  - Mindre fysisk størrelse og totalt energiinnhold på batteriet → åpner for flere tilbydere
  - Flere tilbydere → presset pris → kompromiss på vedlikehold eller sikkerhet?
  - Mangler detaljkrav på plassering og brannsikringsnivå
  - I praksis: stasjonært batterisystem kan installeres på soverommet, uten at det bryter med NEK400.



Batterier av ulike størrelser

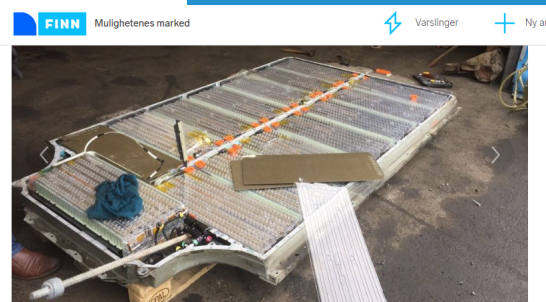
RI  
SE

17

17

## Batterier: bekymring

- Bekymring fra bransjen
  - Høyenergibatterier på avveie
  - Kan være kollisjonsskadd
  - Selges til private
- Transport og håndtering må skje av kvalifisert personale



(nb eksempelbilde) (1/3)



BATTERI TESLA BATTERI CELLER BATTERI  
MODUL BATTERY TESLA

9 500,-

HVER CELLE ER PÅ:  
24V, 250Ah, 5.3kWh, 444 Panasonic 18650 3400mAh  
<https://www.finn.no/bsp/webstore/ad.html?finnkode=98314337>

RI  
SE

18

18

## Batterier: brannslukking

Tre vanligste slukkemåter:

- Avkjøle: kan kreve enorme mengder vann
- Redusere oksygenivået
- Bryte kjemiske reaksjoner
  
- Brannvesen trenger informasjon **om** og **hvor** det er store batterier
- Viktig å vite! **Er** det en batteribrann, eller er det kun omgivelsene som brenner?
- Batteri m thermal runaway: har alt den trenger for å starte og opprettholde brann → vanskelige å slukke
- Kan utvikle svært giftige gasser
- Få bygg med store Li-ion batterier i dag- brannvesenet har lite erfaring og trening

19

RI  
SE

19

Fokus: slukking  
i tette bygg



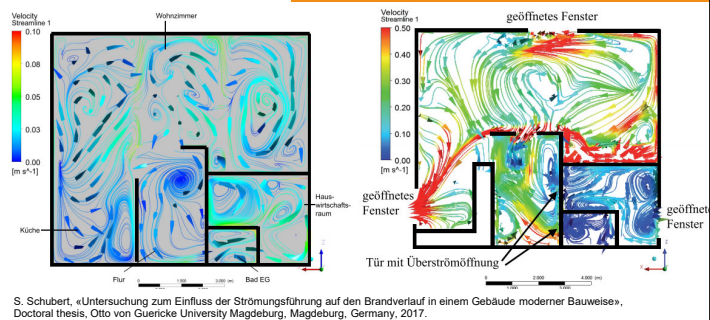
20

RI  
SE

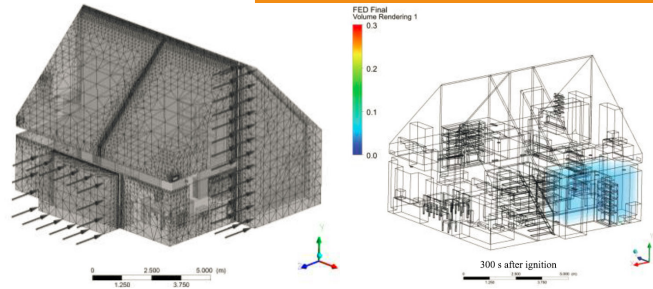
20

## Tette bygg: brannndynamikk

- Endret luftstrømning
- Trykkoppbygging
- Lavere hastighet for varmeavgivelse
- Høyere CO & HCN nivå
- Tidligere ventilasjonsbegrenset



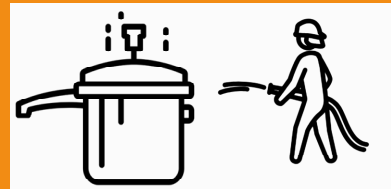
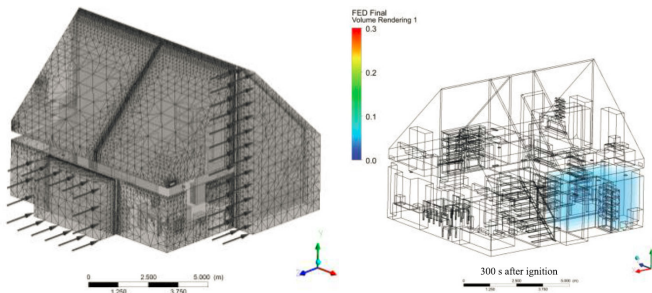
21



21

## Tette bygg: brannslukking

- Brann som avtar/ dør ut → uforbrente gasser → backdraft
- Trykkoppbygging: kollaps av vinduer
- Trykkoppbygging: rømning- dører
- Sikkerhetsglass & tykkere vegger
  - Vanskeligere å oppdage brann
  - Kan komplisere innsats

RI  
SE

22

Til slutt...



23

RI  
SE

23

## Energieffektive bygg: potensiell fremtidig brannutfordring

- Smarte bygg/ internet of things:  
→ Cyber security for å hindre fjern-påtenning



24

- Rapporten inneholder også andre aspekt som kan bli aktuelle med tanke på brannsikkerhet i fremtidens bygg

RI  
SE

24

## Veien videre: behov

- Brannvesen trenger gode veiledere og tilrettelegging for læring fra hendelser på verdensbasis
- Håndtering av «petter-smart» transport og ombygging av batteri
- Stasjonære batterier i boligbygg & ladeklare bygg: tydeliggjøring av regelverk
- Sammenligning og utvikling av hensiktsmessig teststandard for utenpåmonterte solceller
- Behov for forskning på solceller, inkl. fullskala branntest for kunnskapsbygging
  - Vertikal montering av solceller: endret brann dynamikk?
  - Utenpåmontert solcellemoduler kombinert med brennbar isolasjon
  - Bygningsintegrerte solceller

- Flere anbefalinger til videre arbeid i rapporten

25

RI  
SE

25

## Rapport

- Full rapport publiseres på våre nettsider tidlig 2019
- RISE-rapport 2019:02

<https://risefr.no/publikasjoner>

26

RI  
SE

26

**RI  
SE****TAKK**

Innspill? Ta gjerne kontakt med prosjektleder:

Ragni Fjellgaard Mikalsen  
ragni.mikalsen@risefr.no  
+47 99693121

Research Institutes of Sweden

**RISE Safety and Transport**  
**RISE Fire Research**  
**Trondheim**

