

Øystein Arild, Helleik Syse og Harald Røstvik

---

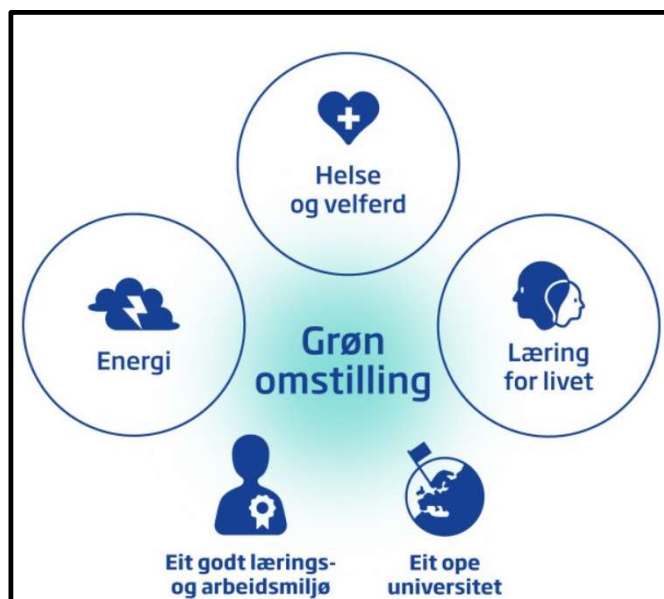
# Bygg for grønn omstilling Vind i urbane strøk Solceller som fasade

21. april 2022

# Utgangspunkt – grønn omstilling

---

- UiS sin strategi fram mot 2030



## Grønn omstilling/Bærekraftig omstilling

**UiS skal bidra til å omstille samfunnet gjennom forskning, kunstnerisk utviklingsarbeid, utdanning og innovasjon.**

Vi skal bidra til å løse de store samfunnsutfordringene i vår tid og vil legge til rette for en mer bærekraftig samfunnsutvikling og nye måter å forvalte ressurser på.

Vi skal:

- samarbeide med offentlig sektor og næringsliv for omstilling av arbeidslivet og utvikling av nye næringer, og legge grunnlag for et mer bærekraftig og mangfoldig samfunn.
- prioritere forskning som er direkte knyttet til bærekraftig utvikling og satse på tverrfaglig forskningssamarbeid som bidrar til grønn omstilling i samfunnet.
- integrere mål om bærekraft i våre utdanninger. Kunnskap om bærekraftig utvikling skal bygge på tverrfaglig samhandling, med mål om viktig omstillingskompetanse for våre kandidater.
- være en uavhengig brobygger mellom ulike aktører i samfunnet. Vi skal fremme kunnskapsdeling og kritisk, konstruktiv debatt for å bidra til en raskere og mer rettferdig omstilling.

# Utgangspunkt – grønn omstilling



4/29/2022

Vi er allerede i dialog og samarbeid med flere aktører knyttet til utdanning, kompetanseheving og forskningsprosjekter:

- Agri-E (hydrogen og biogass)
- Beyonder (batterier)
- Desert Control (ørkenreduksjon)
- Elnett21 (energisystem)
- Equinor (hydrogen)
- Greencap Solutions (CO2)
- Horisont Energi (hydrogen)
- Hy2Gen (hydrogen)
- Lyse (elkraft og energisystemer)
- Nordic Unmanned (droner)
- Nabla Flow (vind)
- Rosenberg Worley (vind)
- Stavangerregionen havn (grønn havn)
- SafeRock (miljøvennlig sement)
- Subsea 7 (energilagring)

# Hvorfor gjør vi dette?

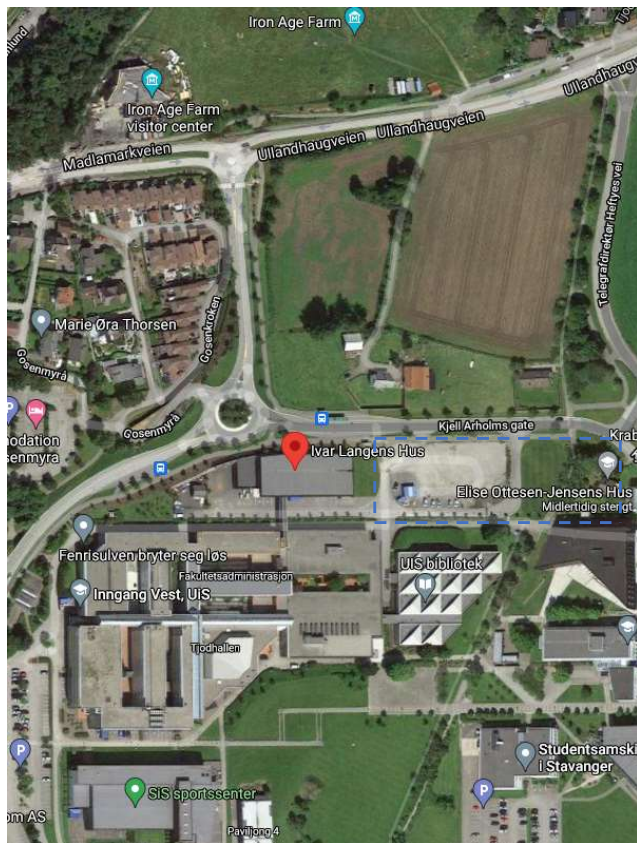
---

- Bygget skal være et fyrtårn for omstillingen i regionen knyttet til kunnskap, kompetanse og forskning
- Det signaliserer til industrien og samfunnet rundt oss at UiS tar ansvar for den grønne omstillingen i regionen
- Det skal hjelpe industrien til å utvikle kompetanse og teknologi gjennom eksperimenter og bidra til fasiliteter som støtter opp om de nye utdanningene
- Det vil gjøre UiS mer attraktiv som partner for internasjonale universiteter, øke sannsynligheten for å skaffe eksterntfinansierte midler (NFR, EU ++ ) og dermed bidra til økte inntekter til UiS





# Grønn omstillingspark - oversikt

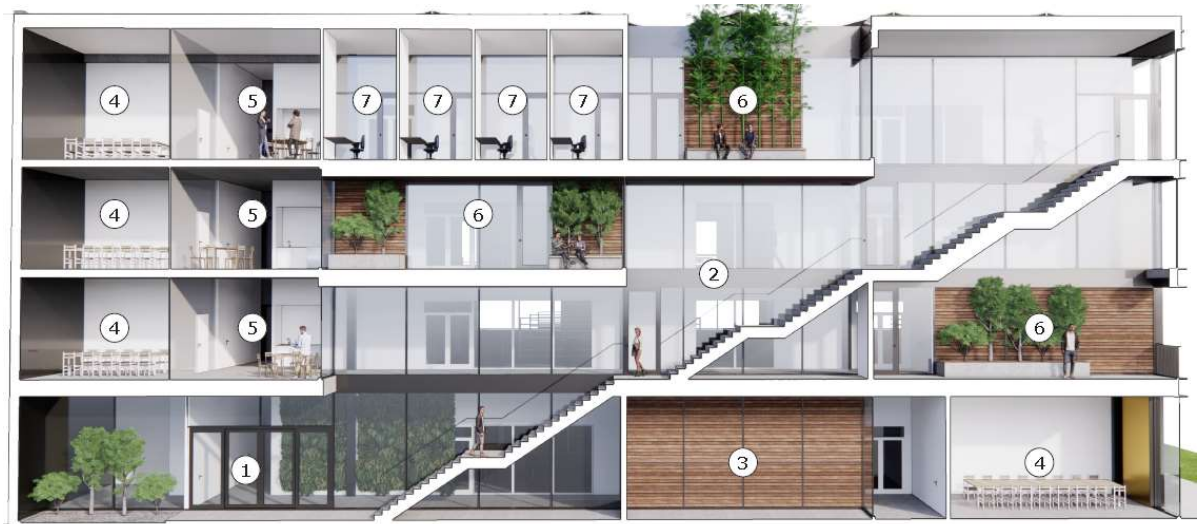


4/29/2022

# Laboratoriene

---

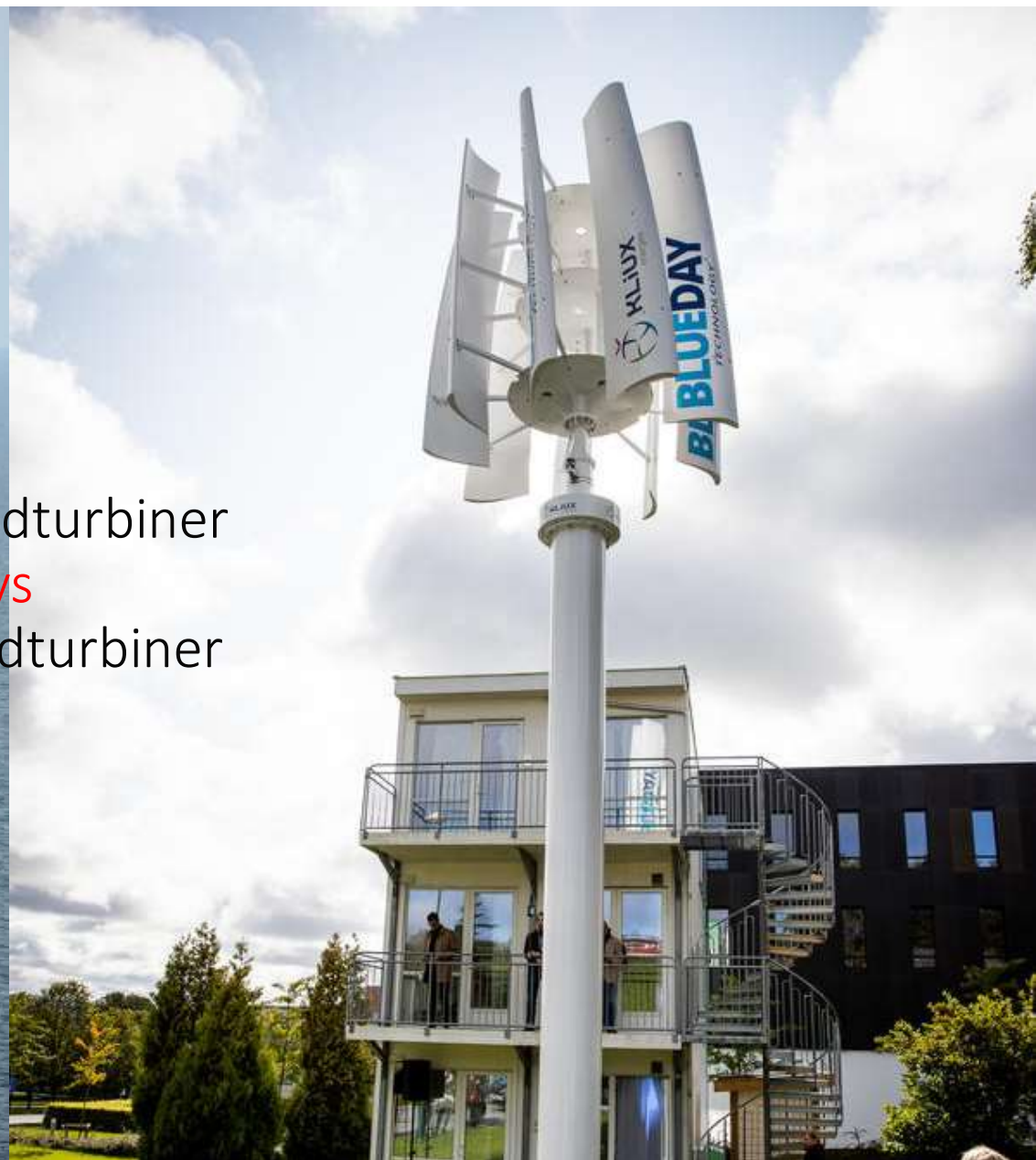
- Vind
- Batteri
- Gassturbiner
- Varmepumpe
- Geopolymer
- Funksjonelle energimaterialer
- Hydrogen
- Bærekraftige kjemikalier – karbonfangst og bruk
- Disponibelt (elkraft/kraftelektronikk?)







Store vindturbiner  
vs  
Små vindturbiner



## Styringsgruppe

Representanter fra partnere



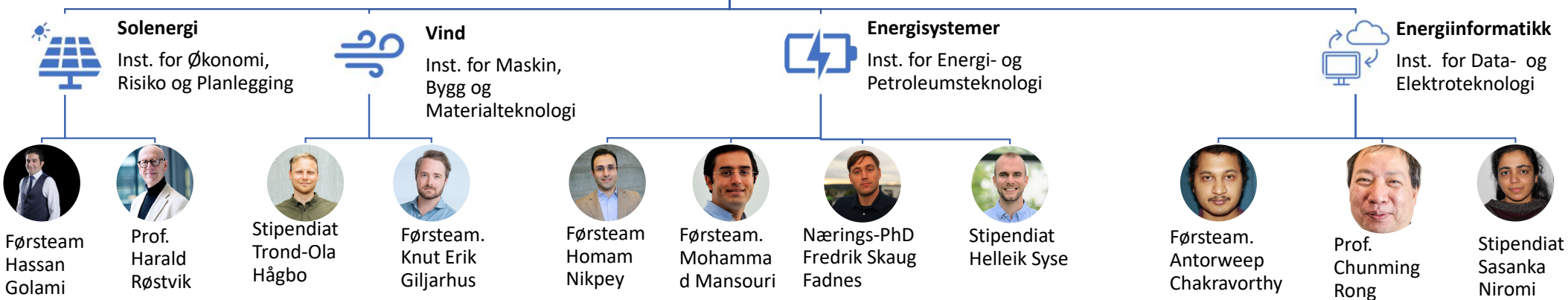
## Prosjektleder

Anders Riel  
Müller



## Prosjektkoordinator

Micol Pezzotta





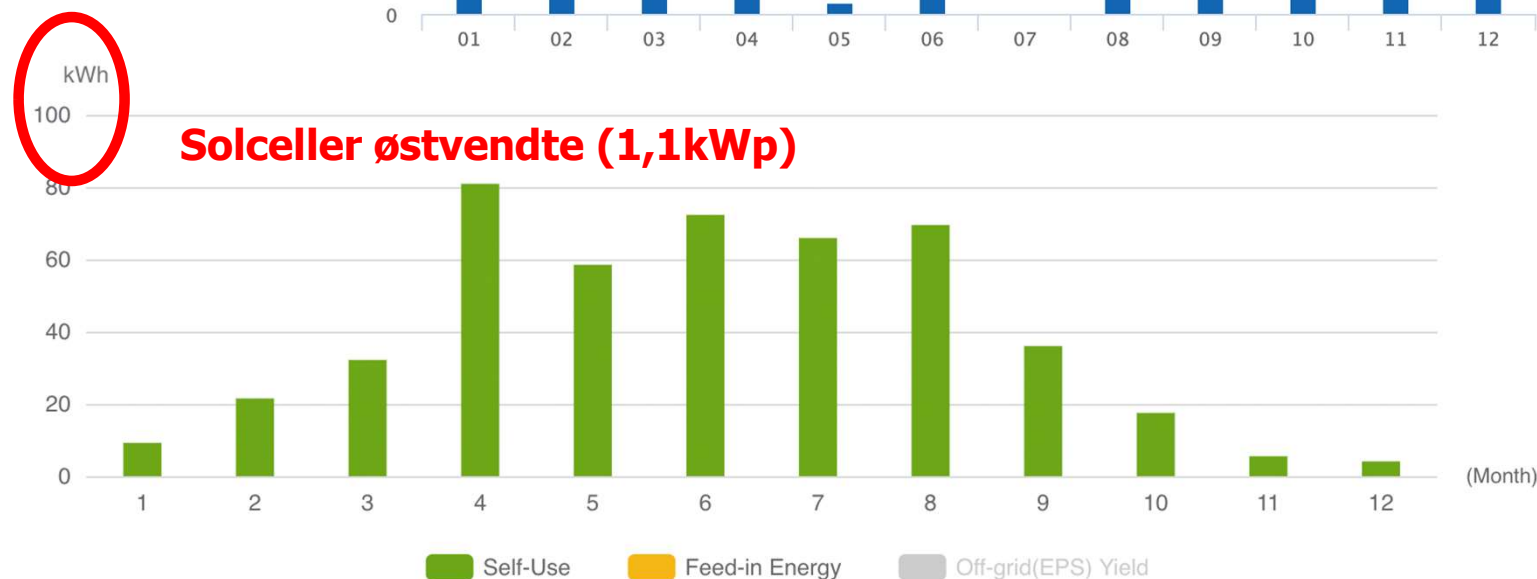
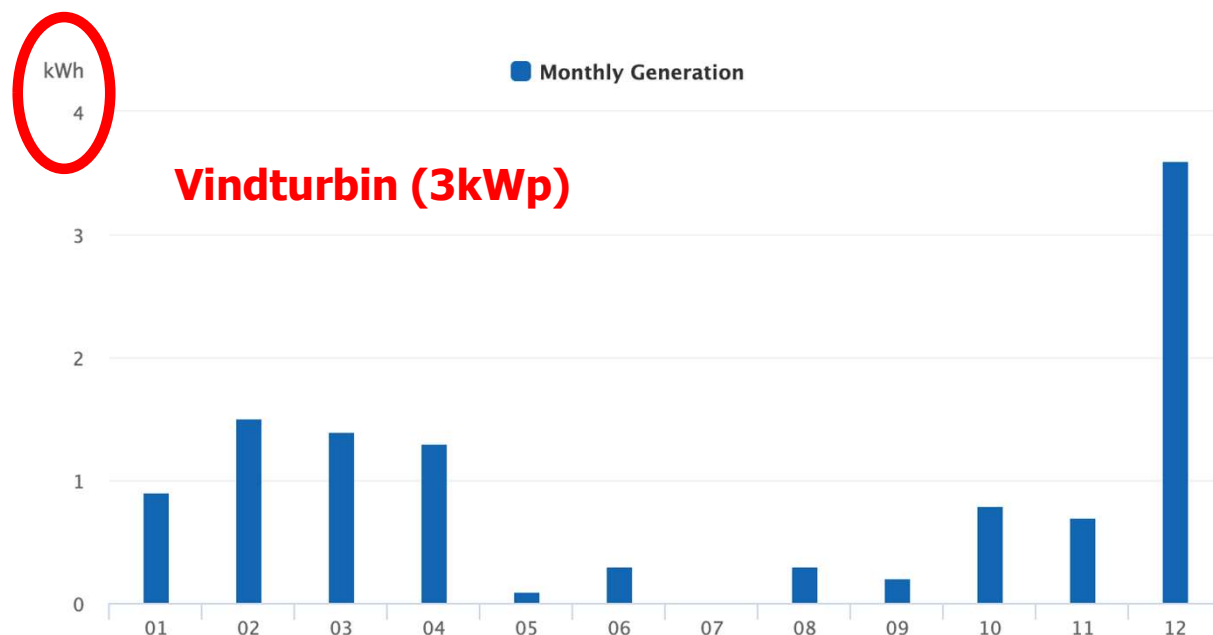
# MyBox Energilab på UiS

---

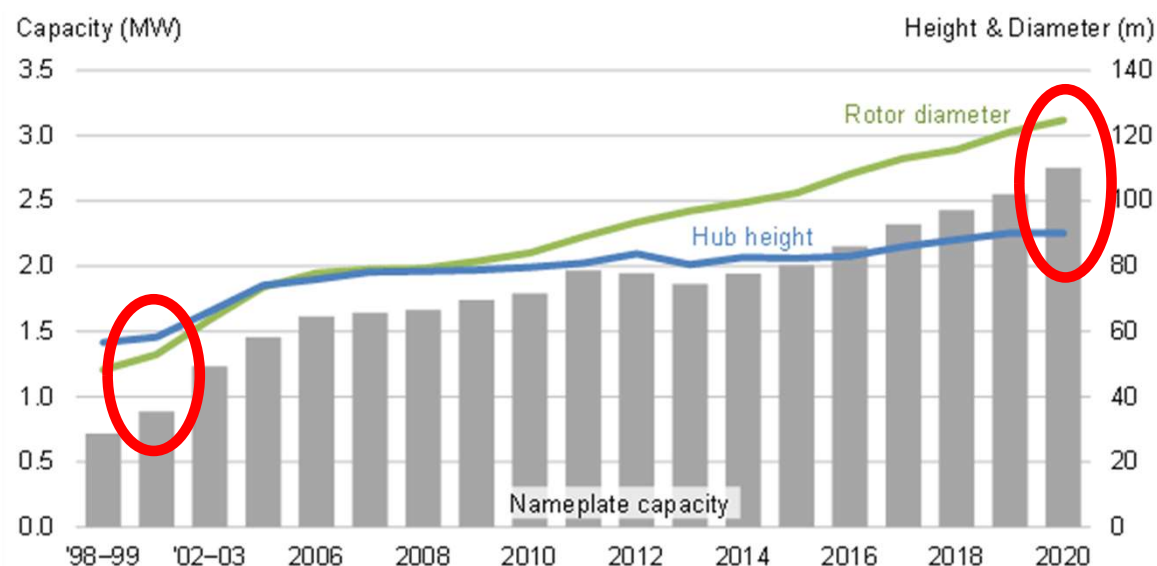
- Vindmåleutstyr
- Vertikalakset vindturbin (3kWp)
- Solcellepanel (270Wp per panel)
  - 4 Vestvendte paneler
  - 4 østvendte paneler
  - 8 takmonterte paneler
- Batterier



# Energiproduksjon fra vindturbin og solceller på UiS i 2021:



## Vindturbiners gjennomsnittlige utvikling siste 20 år:

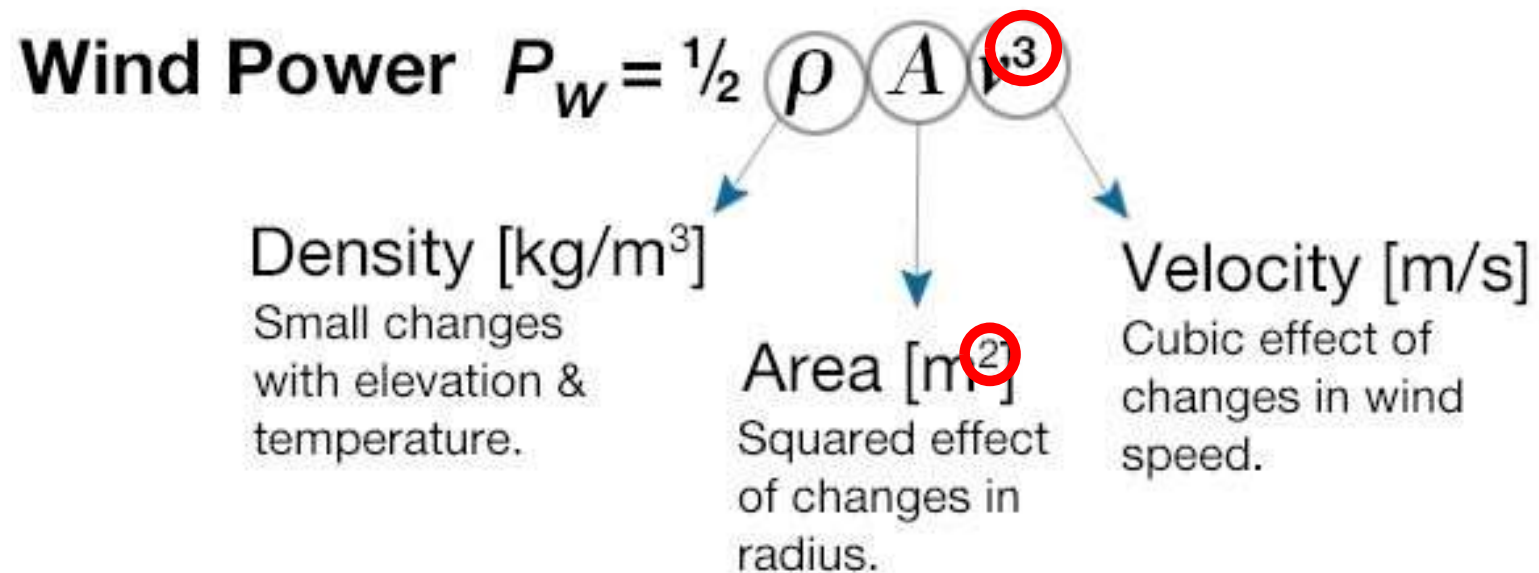


- 50% høydeøkning
  - 140% økning av diameter
- = 300% økning i gjennomsnittlig energiproduksjon per turbin**

Kilde: U.S. Office of energy efficiency & renewable energy <https://www.energy.gov/eere/articles/wind-turbines-bigger-better>

# Hvorfor er større vindturbiner mer effektive?

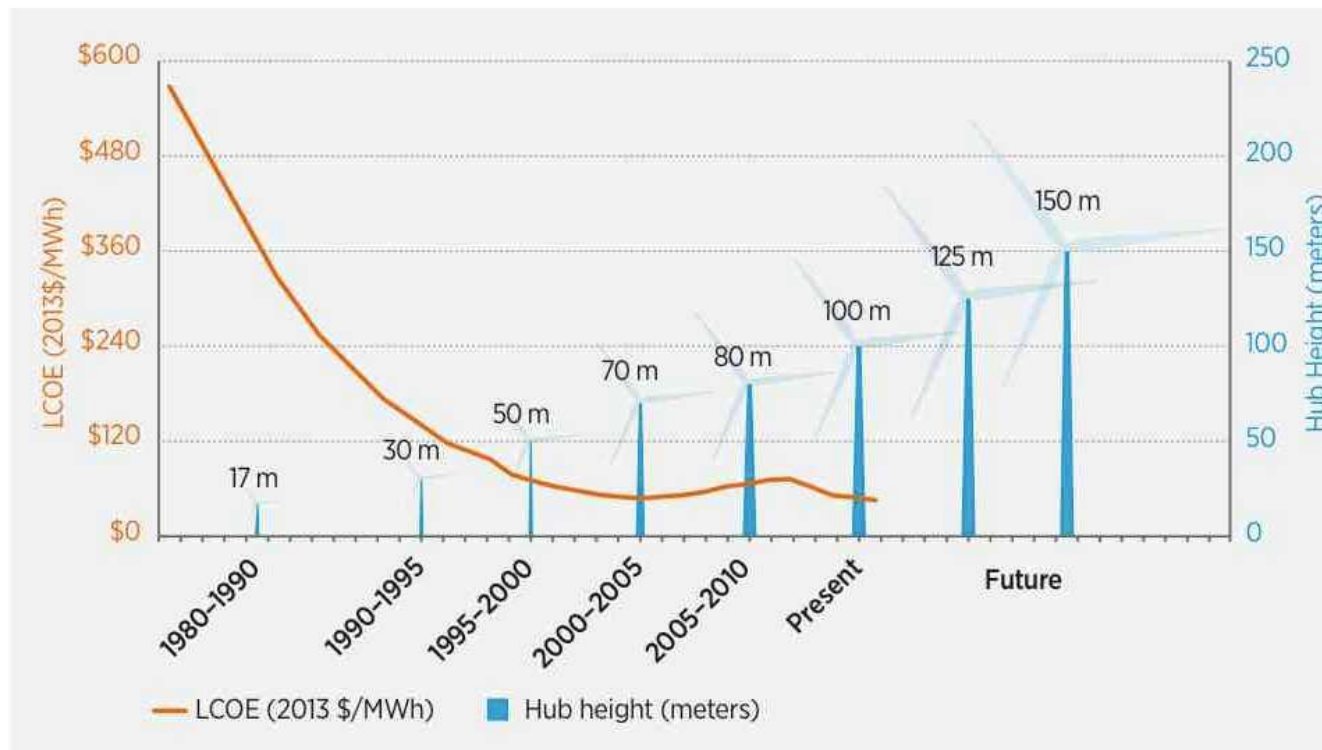
---





# Hva bringer fremtiden?

Scale-up of wind technology has supported cost reductions.



# Konklusjon

---

- Store vindturbiner er mer effektive enn små
- Krever mindre materialer per produsert energienhet
- Færre turbiner nødvendig for å produsere ønsket mengde strøm
- Bedre lønnsomhet
- **Store vindturbiner er mer bærekraftige enn små**
- **Sol er den beste energikilden i urbane strøk**



**Vindturbiner, hot or not?**

NettOp UiS / 19/11/2019



**HARALD N. RØSTVIK**

Professor

SIVILARKITEKT MNAL

BÆREKRAFTIG BY- OG REGIONPLANLEGGING

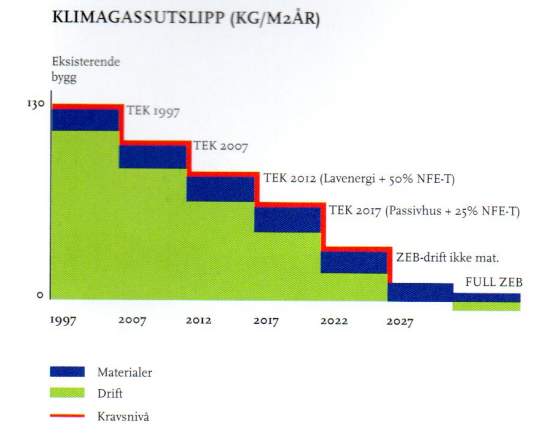
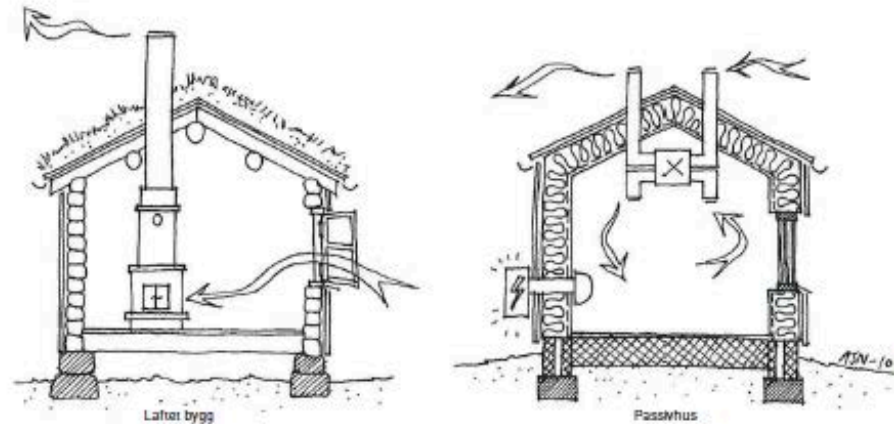
Faculty of Science and Technology. Department of Safety, Economics and Planning.

---

ROGALAND URBAN 21.04.2022.

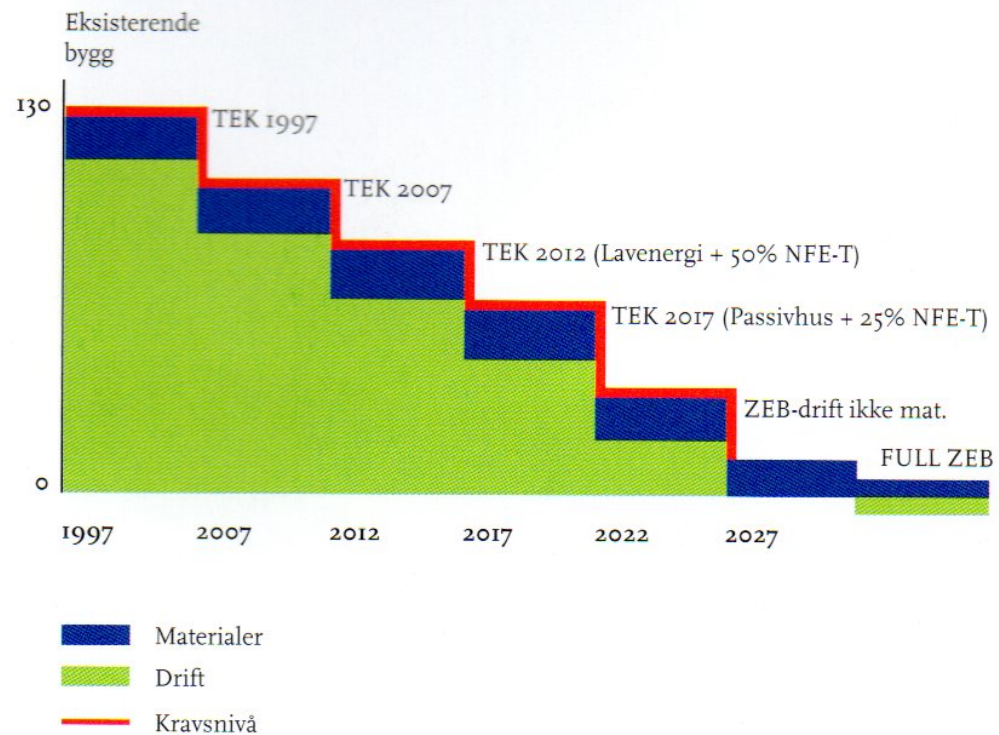
**BYGNINGSINTEGRERTE VERTIKALE SOLFANGERE**

# HISTORISK UTVIKLING FRA TREKKFULLE BYGG TIL HERMETISK LUKKEDE ROM MED BALANSERT VENTILASJON.





## KLIMAGASSUTSLIPP (KG/M<sup>2</sup>ÅR)



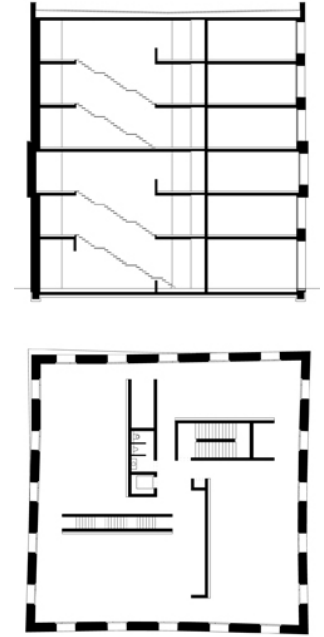
EU - NZEB DES 2020.

ZEB DRIFT.

ZEB FULL INKL MATERIALER.

EU-TAKSONOMIEN KOMMER.  
Formål: måle bærekraftiltak  
for å unngå grønnvasking.

## MOTSATSEN TIL «INGENIØRJULETREET»



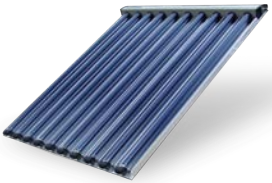
70 cm thick brick walls, no heating, cooling or ventilation.  
Lustenau Austria. Architects Baumslager Eberle.

# SOLVARME ELLER SOLSTRØM ?

## TOMMELFINGEREGEL SYD NORGE



SOLVARME (flat plate collector): **250-350 kWh/m<sup>2</sup>/år.**



SOLVARME (evacuated tube):

**500**

-



SOLSTRØM (Photovoltaic - PV):

**120**

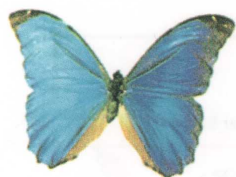
-



## SOL TAK-KAOS







**ABB**

## *The Friendly Wall*

**A wall integrated solar air heating system, developed to ensure aesthetic architectural integration.**

The system is suitable for retrofit or new buildings:

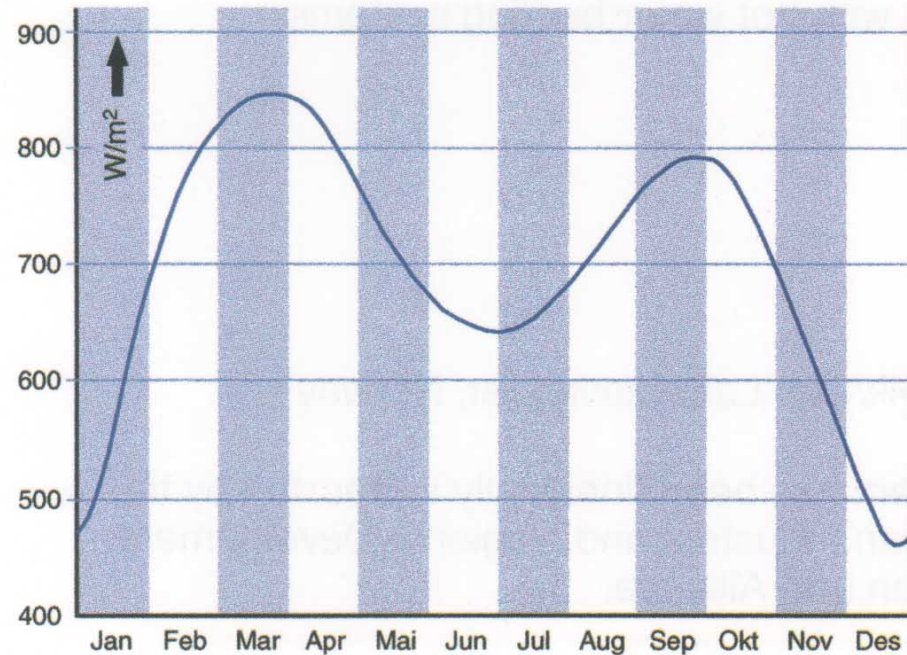
Hotels, blocks of flats, industrial-, health-care, and sports buildings, in flexible combination with conventional heating systems.

The Friendly Wall substitutes other facade materials and adds beauty to the building. Customer's choice of collector colours and tailor-made sectional sizes makes it suit the general colours and patterns of the building facade.



PATENTERT  
BYGNINGSINTEGRERT  
SOLVARMESYSTEM 1995.  
LUFT i FASADE  
TIL VANN VIA  
LUFT/VANN VARMEVEKSLER

## VERTICAL COLLECTOR



### Suitable even for Nordic conditions

The Nordic sun is relatively low, but clear air still makes solar radiation strong. This vertical sun collector utilizes the heat from low winter sunrays efficiently. The result is a specially good performance in the heating season when heating requirements are high.

*Peak solar radiation on vertical surface at 60° northern latitude.*

Even in Nordic climates, system efficiency monitoring and weather statistics (Oslo data) shows that collected usable solar heat in average amounts to more than 300 kWh per  $\text{m}^2$  of solar collector area per year. The low sunrays in autumn and spring is a special advantage.

BYGG FOR FREMTIDEN,  
GODESET  
FORUS

1988



Professor Harald N. Røstvik



BYGNINGSINTEGRASJON  
(solmoduler erstatter andre  
bygningsmaterialer).

SIDENES NÆRSTEDST 770000 01. JULI 2020

Forskning viser at ... Hassan Gholami og Harald N. Røstvik

# Økonomisk konkurransedyktige solstrømanlegg

Veggintegrede solcelleanlegg er konkurransedyktige, beslaglegger ikke areal, og kan gi grunnlag for en ny arkitektur.



Hassan Gholami



Harald N. Røstvik

Hassan Gholami, PhD-researcher og Harald N. Røstvik, professor i Bæverstrang Byggingenng.

● Som del av en doktorgrad, lever den uferre fullskala forsker med bruk av solenergi i byene, og det også utført forskning for å evaluere den økonomiske realiteten i å bruke Byggingintegret PV (solstrømanlegg) – akaall BIPV (solar på byggingsskylle (LCCA)). Byene som er vurdert er landene i alle EU-land, plus Norge og Sveits.

Forskningen har sett på økonomien ved bruk av veggintegrede solstrømanlegg i alle bygningstyper, også med tanke på det økonomiske utslippet som kan oppstå refleksjon fra montering bygg med øyeblikkelige fasader. Resultater, som er representativt, viser at ved et anskaffelsespris på null, vil alle BIPV-systemer på en nordvest vegg i mange land kunne refundere alle systemets marktkostnader over sitt livslang.

BIPV-systemer er i mange tilfeller langt rimeligere i bygging. Brev, montert enn fasader med tradisjonelle materialer. Det avhenger av hva man sammenligner med, men i praktisk tall alle europeiske land – også Norge – er BIPV som prioritet allerede økonomisk hvis man medregner arbeid og anskaffelsesmaterialer. Veggintegret med sol, net og vent vil kunne generere høy inntekt (avkastning) over tid i form av blant annet besparelse (gjaffer til ansett energikjøp). I motsetning til dette vil en tradisjonell vegg, ikke gi noen økonomiske fordeler etter at vegg er montert og betalt.

Både ved et anskaffelsespris på fem prosent vil alle BIPV-fasader, uansett de nordvest, kunne dekke nesten alle investeringer ved installasjon av et BIPV-anlegg. Hvis man kan medregne de sanntids- og miljøfordeler er slik anlegg representanter. Overveides det og tillegg, kommer fordelene ved spent kjøp av tradisjonell energi.

Det interessante med BIPV – i motsetning til landskap eller øyeblikkelige anlegg – er at de erstatter andre fasadmaterieler og krever derfor intet ekstra land eller spesiell stilling og overnevnte anskaffelsesgjeld. BIPV representerer en marktkostnad.

**Forskningen**

ivert: Hassan Gholami, PhD-researcher og Harald N. Røstvik, professor i Bæverstrang Byggingenng.

utvikler: Utvikler, Institutt for Økonomi, Økonomi og Planlegging (ØØØ).

Hva: «Economic analysis of BIPV systems as a building envelope material for building skins in Europe»

Hvor: Tidsskriftet «Energy». Level 2, Elsevier, 26. mai 2020.



Byggingintegret solstrømanlegg (BIPV), foto: Privat

som reduseres av flere grunner:

- Man trekker fra kostnadene ved andre fasadmaterieler man hadde tenkt å bruke.
- Man sparer ansett energikjøp.
- Man slipper tap i overføringen fra en sentral kilde.

→ Man reduserer luftforurensningen.

Økonomien kan bli meget interessant dersom man hadde tenkt å bruke kostbare fasadmaterieler som i noen tilfeller er dyrere per moment enn et BIPV-anlegg.

Økonomien kan bli meget interessant dersom man hadde tenkt å bruke kostbare fasadmaterieler som i noen tilfeller er dyrere per moment enn et BIPV-anlegg.

Økonomien kan bli meget interessant dersom man hadde tenkt å bruke kostbare fasadmaterieler som i noen tilfeller er dyrere per moment enn et BIPV-anlegg.

en 80 % av alle BIPV-systemer er takmontert, resten er fasadmaterieler. Vi tror dette forholder vil endre seg til fordel for fasader etterhvert som arkitekter og byggherrer opplever seg på økonomi, teknolog, material- og fargevalg.

Nesten 90 % av alle byggingsskylle ved bruk av BIPV er et man utgjør typisk energi ved overført av energi (direkte), byggingsskylle i kraftleverings kostnader, karbonkostnader og utgifter og som nevnt over byggingsskylle kostnadsperspektiv.

Det spesielle ved vår studie er at vi har sett på fasademontert BIPV – for både bygget konkrete, hele ytrehuset, ikke bare taket og ikke bare de tekniske og ytre estetiske beste sider som studier først har vurdert, de nye, nye og vakkere.

Forskningen og dens konklusjoner kan ha stor betydning for industrien og fremover. Under omkring brøken av byggingsskylle solenergi. Den etablerer nye data som viser nye muligheter som byggingsskylle, betong, trykkløst, arkitektur og tekniske konklusjoner til å innføre seg. Når det gjelder et økonomisk interessant å ta i bruk BIPV og på alle fasader vil en ny arkitektur kunne oppstå, med nye fasadmaterieler og bygging.

Forskningen kan også få betydning for industrien og fremover. Under omkring brøken av byggingsskylle solenergi. Den etablerer nye data som viser nye muligheter som byggingsskylle, betong, trykkløst, arkitektur og tekniske konklusjoner til å innføre seg. Når det gjelder et økonomisk interessant å ta i bruk BIPV og på alle fasader vil en ny arkitektur kunne oppstå, med nye fasadmaterieler og bygging.

Hassan Gholami's PhD Des 2021

Professor Harald N. Røstvik





Cyprus International University præsenterer fremtidens universitet med et energiforsyningssystem for fremtidens byer. Bygget er til det ingeniørfaglige fakultet (top) og er solfangeret med energi fra solceller og naturgas (bunden) (bortseende mod nord). Arkitekt: Jeffrey Kaya Architects, London. Energisystemet er designet af Harald N. Røstvik.

## Byer som solkraftverk?

**KRONIKER:** Byer kan gå fra å være energikonsument til å bli «kraftverk» som produserer sin egen energi.



Harald N. Røstvik  
Professor i Energiteknikk og VVA, Arkitekt i Oslo.

Det girner skilnet prget i 1. november. Vi fikk den første solkraftverket (PV) i Norge ved 1.800 solceller. Vi har nå et internasjonalt drivkraftsnettverk, som er bygget opp ved 1.800 solceller, som er bygget opp ved 1.800 solceller.

Det girner skilnet prget i 1. november. Vi fikk den første solkraftverket (PV) i Norge ved 1.800 solceller. Vi har nå et internasjonalt drivkraftsnettverk, som er bygget opp ved 1.800 solceller, som er bygget opp ved 1.800 solceller.

Det girner skilnet prget i 1. november. Vi fikk den første solkraftverket (PV) i Norge ved 1.800 solceller. Vi har nå et internasjonalt drivkraftsnettverk, som er bygget opp ved 1.800 solceller, som er bygget opp ved 1.800 solceller.

Byer som solkraftverk? Ved å ta i bruk BIPV (Building Integrated Photovoltaics) kan byer bli energikonsument til å bli «kraftverk» som produserer sin egen energi.

Byer som solkraftverk? Ved å ta i bruk BIPV (Building Integrated Photovoltaics) kan byer bli energikonsument til å bli «kraftverk» som produserer sin egen energi.

Byer som solkraftverk? Ved å ta i bruk BIPV (Building Integrated Photovoltaics) kan byer bli energikonsument til å bli «kraftverk» som produserer sin egen energi.

Byer som solkraftverk? Ved å ta i bruk BIPV (Building Integrated Photovoltaics) kan byer bli energikonsument til å bli «kraftverk» som produserer sin egen energi.

Byer som solkraftverk? Ved å ta i bruk BIPV (Building Integrated Photovoltaics) kan byer bli energikonsument til å bli «kraftverk» som produserer sin egen energi.

Byer som solkraftverk? Ved å ta i bruk BIPV (Building Integrated Photovoltaics) kan byer bli energikonsument til å bli «kraftverk» som produserer sin egen energi.

Byer som solkraftverk? Ved å ta i bruk BIPV (Building Integrated Photovoltaics) kan byer bli energikonsument til å bli «kraftverk» som produserer sin egen energi.

Byer som solkraftverk? Ved å ta i bruk BIPV (Building Integrated Photovoltaics) kan byer bli energikonsument til å bli «kraftverk» som produserer sin egen energi.

Byer som solkraftverk? Ved å ta i bruk BIPV (Building Integrated Photovoltaics) kan byer bli energikonsument til å bli «kraftverk» som produserer sin egen energi.

Byer som solkraftverk? Ved å ta i bruk BIPV (Building Integrated Photovoltaics) kan byer bli energikonsument til å bli «kraftverk» som produserer sin egen energi.

Byer som solkraftverk? Ved å ta i bruk BIPV (Building Integrated Photovoltaics) kan byer bli energikonsument til å bli «kraftverk» som produserer sin egen energi.

Byer som solkraftverk? Ved å ta i bruk BIPV (Building Integrated Photovoltaics) kan byer bli energikonsument til å bli «kraftverk» som produserer sin egen energi.

Byer som solkraftverk? Ved å ta i bruk BIPV (Building Integrated Photovoltaics) kan byer bli energikonsument til å bli «kraftverk» som produserer sin egen energi.

Byer som solkraftverk? Ved å ta i bruk BIPV (Building Integrated Photovoltaics) kan byer bli energikonsument til å bli «kraftverk» som produserer sin egen energi.

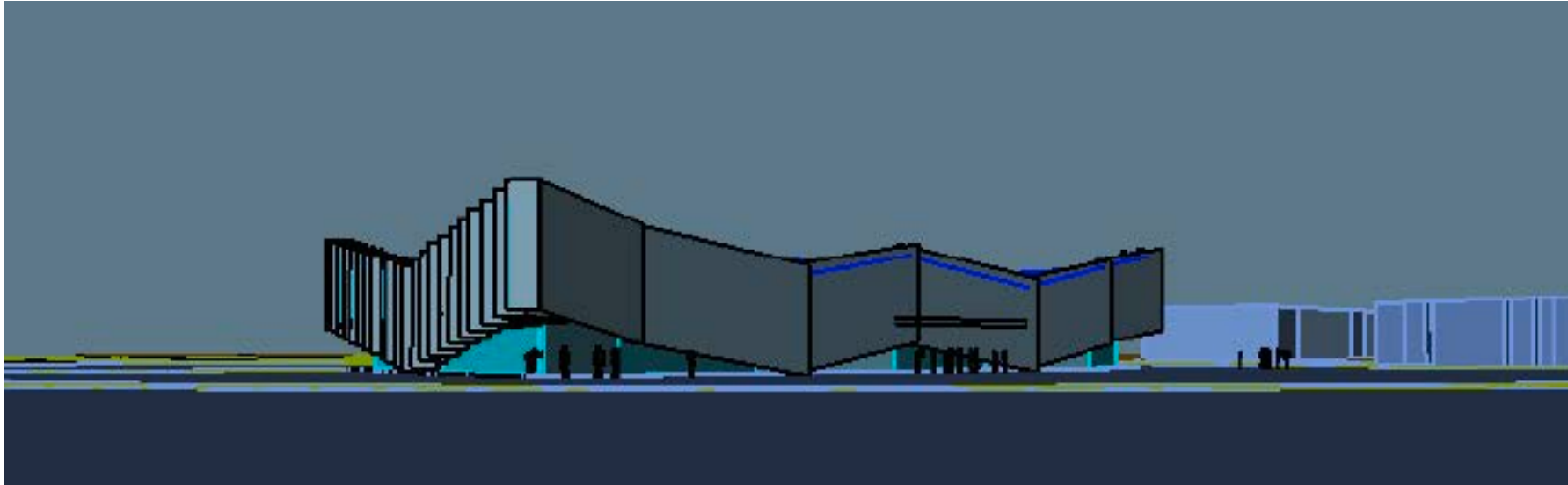
Byer som solkraftverk? Ved å ta i bruk BIPV (Building Integrated Photovoltaics) kan byer bli energikonsument til å bli «kraftverk» som produserer sin egen energi.

Byer som solkraftverk? Ved å ta i bruk BIPV (Building Integrated Photovoltaics) kan byer bli energikonsument til å bli «kraftverk» som produserer sin egen energi.

Byer som solkraftverk? Ved å ta i bruk BIPV (Building Integrated Photovoltaics) kan byer bli energikonsument til å bli «kraftverk» som produserer sin egen energi.

Byer som solkraftverk? Ved å ta i bruk BIPV (Building Integrated Photovoltaics) kan byer bli energikonsument til å bli «kraftverk» som produserer sin egen energi.

INGEN VENTILASJONSKANALER.  
BARE NATURLIG VENTILASJON



Cyprus International University, Engineering department (2018).

*Energy system concept designer and advisor:  
Professor & Architect **Harald N. Røstvik**, Norway.*

*Natural Ventilation **Max Fordham Ltd***

*Saffet **Kaya Design** (Former Zaha Hadid partner)*

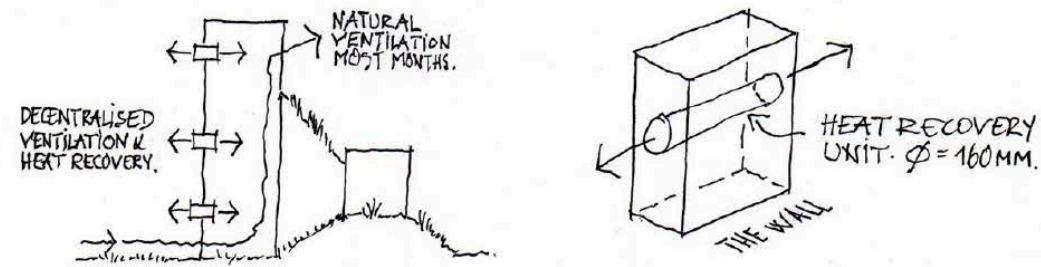




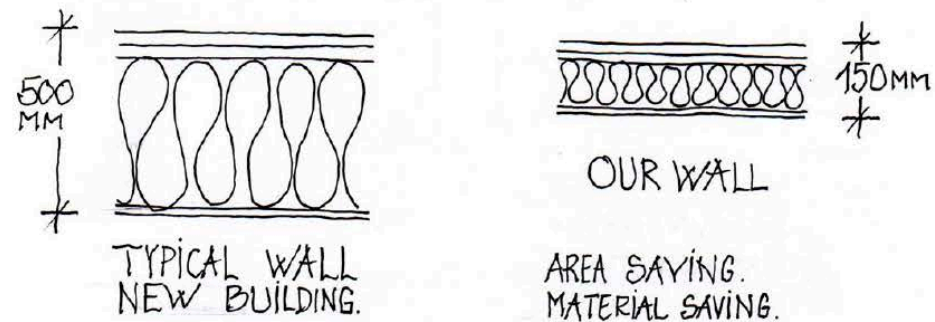
Professor Harald N. Røstvik

STENDAHL GÅRD,  
RANDABERG

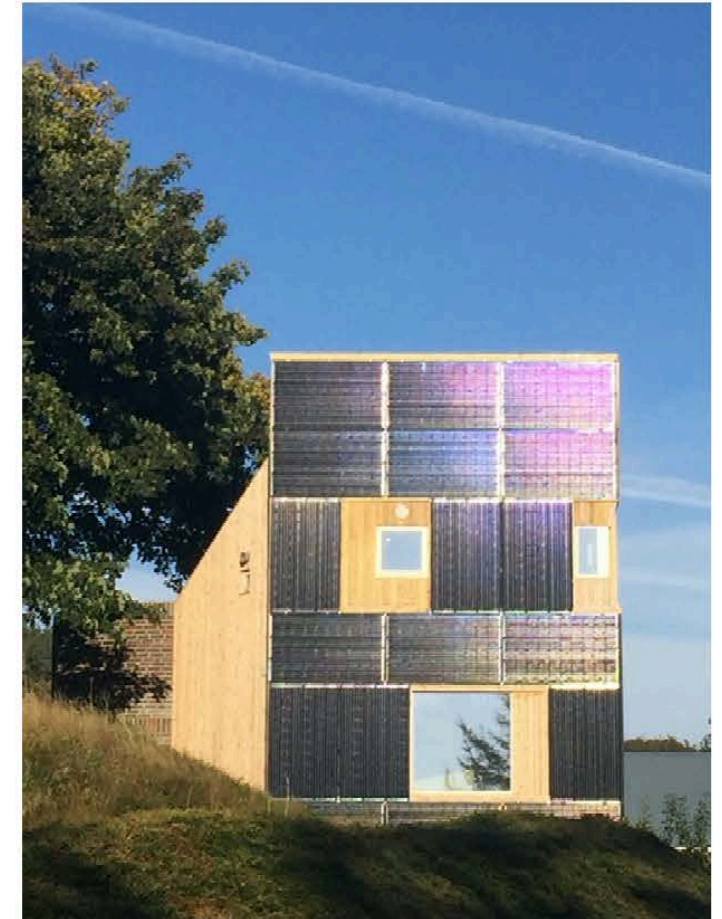
2020



(a)



(b)

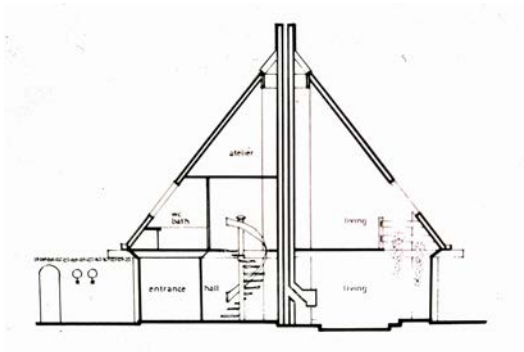


(c)

**Figure 3.** Kolnes compact house, Randaberg, Norway: 60 m<sup>2</sup> total floor area (a,c). New refrigerator insulation materials for envelope applied. Instead of the typical 50 cm total wall thickness in new

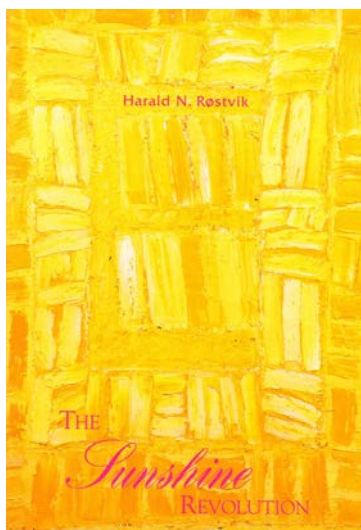


A photograph of a triangular house with a dark blue tiled roof and white-framed windows, situated on a grassy field under a cloudy sky.



A photograph of the Hotel de Ville in Lahti, Finland. The building is a large, modern structure with a prominent triangular roof section in red and yellow. It is surrounded by numerous flags on tall poles. The building is situated on a grassy hillside, and the foreground shows some wooden posts and dry grass. The sky is blue with some clouds.

THE SUNSHINE  
REVOLUTION  
1992



Avvik fra sør	0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°
Forbruksvann	1,00	0,99	0,97	0,93	0,88	0,81	0,73
Romoppvarming og forbruksvann	1,00	0,98	0,95	0,89	0,81	0,73	0,64
SOLFANGERENS ORIENTERING - RELATIV ENDRING AV VIRKNINGSGRAD							

UiS  
2022



Stavanger  
1978



Forus 1998



Gøteborg 1995

Avvik fra vannrett	0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°
Forbruksvann	0,71	0,85	0,94	1,00	1,00	0,98	0,88
Romoppvarming og forbruksvann	0,59	0,74	0,89	1,00	1,06	1,06	0,97
SOLFANGERENS HELLING - RELATIV ENDRING AV VIRKNINGSGRAD							

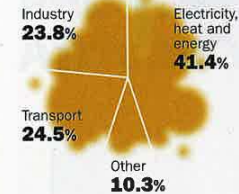
Ideelt:  
Breddegrad +13



## HOW WE GOT HERE

Carbon emissions have plummeted during the pandemic because of drops in traffic, power usage and industrial production. Historically, however, brief dips have had little lasting effect on climate change

Where fossil-fuel CO<sub>2</sub> comes from



**1918 FLU**  
**-15%**  
1917-19

The influenza pandemic hit certain sectors, like transportation and coal mining, particularly hard



**GREAT DEPRESSION**  
**-26%**  
1929-32

In the three years following the stock market crash, industrial production in the U.S. fell by half



**POST-WW II**  
**-17%**  
1943-45

Wartime spending dried up as nations pivoted to peacetime economics; factories making bombs shifted to cars and toasters



**USSR COLLAPSE**  
**-3%**  
1991-92

Fossil-fuel production collapsed in the Soviet Union following its dissolution in 1991



**GREAT RECESSION**  
**-1%**  
2008-09

The financial crisis resulted in huge CO<sub>2</sub> drops among developed countries, offset by an increase from China



**COVID-19**  
**-7%**  
2019-20

The pandemic might cause emissions to drop to levels last seen a decade ago; still, those levels are 11 times higher than in 1900

Billion metric tons of CO<sub>2</sub> per year

Global  
U.S.

**U.S. SHARE**  
Emissions are trending down, but not enough to reach international climate goals

**WHAT WE NEED TO DO**  
**-50%**  
2020-30

To keep global temperatures from rising 1.5°C above preindustrial levels, the world must cut emissions in half by 2030; to do so, countries must move to cleaner energy or else emissions will spike again when life returns to normal after the coronavirus

1900 1910 1920 1930 1940 1950 1960 1970 1980 1990 2000 2010 2020 2030



**+0.1°C**  
TEMPERATURE CHANGE COMPARED WITH 1850-1900 AVERAGE



**+0.3°C**



**+0.5°C**



**+1.1°C**



**+1.1°C**



**+1.1°C**



**+1.1°C**



**+1.1°C**



**+1.1°C**



**+1.1°C**



**+1.1°C**



**+1.1°C**

UPDATE NOV 2021:  
VI ER NÅ TILBAKE TIL  
UTSLIPPENE FØR PANDEMIEN

FOR Å HOLDE 1,5 GRADER  
MÅ UTSLIPPENE HALVERES  
INNEN 2030 – PÅ ÅTTE ÅR !

REF STAVANGERS PLAN OM 80%  
REDUKSJON 2015 – 2030.

SISTE DATA FRA IPCC  
VISER AT VI NÅ HAR NÅDD  
1,2 GRADER C.

VI NÅR  
1,5 GRADER  
I 2029 –  
IKKE I 2100.

1860  
+ 0,1

1900

+ 1,1

2020  
2030