DRØBAK MONTESSORI

# NORGES MEST **MILJØVENNLIGE SKOLE**

—

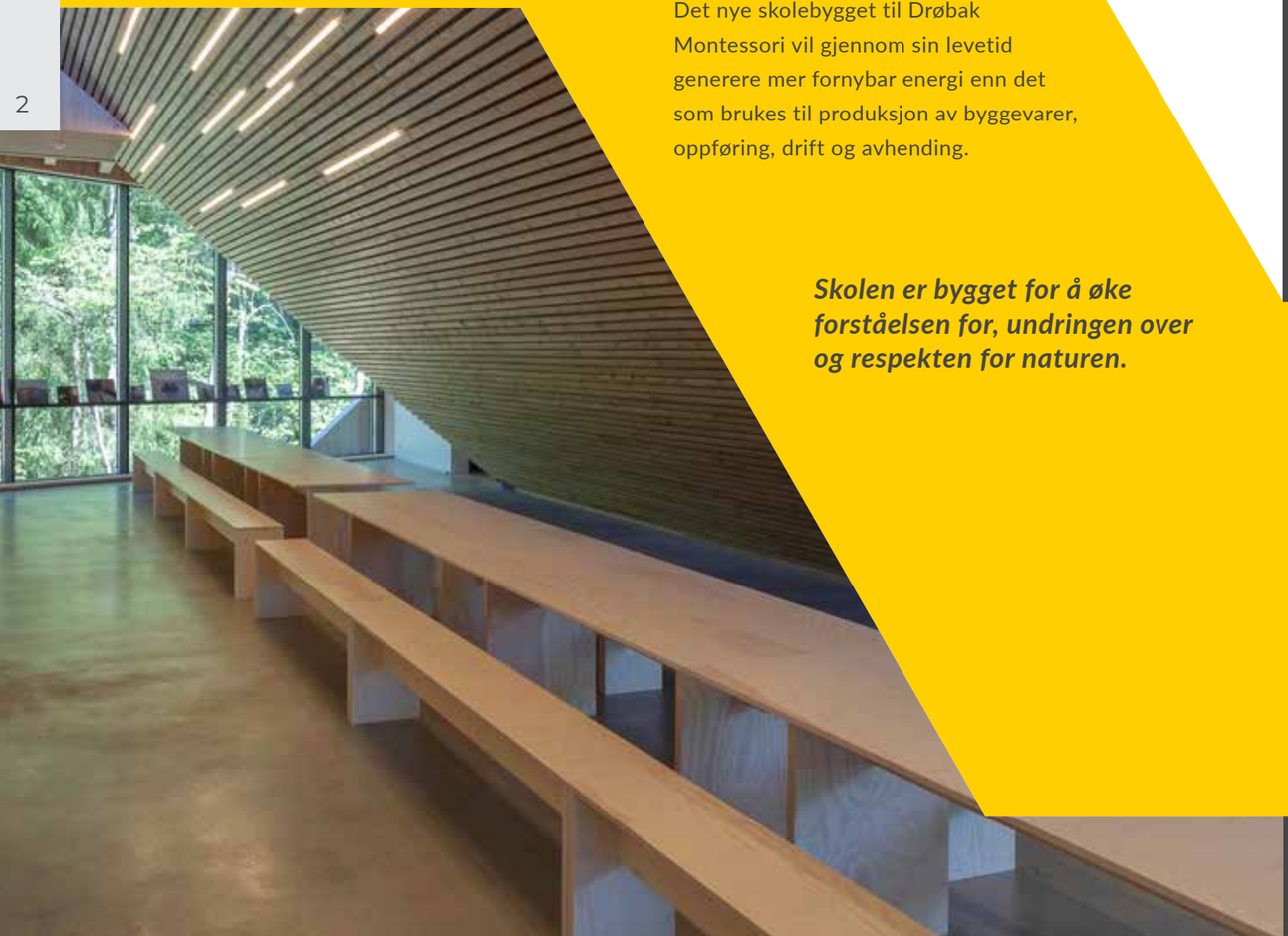
# 2018

POWERHOUSE

# Verdens første nybygg **som oppfyller energikravene til et Powerhouse**

Det nye skolebygget til Drøbak Montessori vil gjennom sin levetid generere mer fornybar energi enn det som brukes til produksjon av byggevarer, oppføring, drift og avhending.

***Skolen er bygget for å øke forståelsen for, undringen over og respekten for naturen.***







## INNHOLD


02 Innledning

04 Bakgrunn

06 Del 1: Planlegging og prosjektering

12 Powerhouse Regnskap

14 Del 2: Bygging

16 Del 3: Bruk

18 Del 4: Erfaringer og kunnskapsformidling

20 Forbildeprosjekt


PROSJEKTRAPPORT

Utgitt av:
Drøbak Montessori
v/Mervi Flugsrud
2018

# Bakgrunn

*Drøbak Montessori ble etablert i 1991, først med barnehage deretter med barneskole i 1995 og ungdomsskole i 2005. Ungdomsskolen hadde da tilhold i enkle lokaler, men i fantastiske omgivelser, høyt over fjorden, nordøst for Drøbak sentrum. Behovet for lokaler som var mer tilpasset den hverdagen og de aktivitetene skolen trengte ble etterhvert en nødvendighet.*

## VISJONEN

***Vi hadde et mål om å skape en skole som både harmonerer med Montessoris pedagogikk og tar hensyn til miljøet.***

Byggingen er et ledd i Montessori2030 strategien, der visjonen er å leve opp til FN`s bærekraftsmål. Det gledelige er at dette har fått ringvirkninger globalt.

Det internasjonale Montessoriforbund AMI er nå i dialog med sine medlemmer over hele verden, for at de skal ta del i den samme visjonen.

Ulike muligheter og scenarier ble vurdert, og målet var å finne samarbeidspartnere som kunne bidra til å realisere drømmen om den mest miljøvennlige skolen. Høsten 2015 hadde skolen første møte med Snøhetta, og prosessen var i gang. Sammen med Powerhouse-alliansen skulle vi bygge verdens første Powerhouse skole!

## POWERHOUSE

***Takket være et godt, tverrfaglig samarbeid kom vi frem til en løsning for hvordan verdens første Powerhouse skole kunne realiseres.***

Skolen, som ble tatt i bruk i mars 2018, vil hvert år produsere 2500 kWh mer enn det totalt bruker. I løpet av levetiden, beregnet til 60 år, vil byggets samlede energiregnskap vise et produksjonsoverskudd når alt energiforbruk knyttet til produksjon og frakt av byggematerialer, bygging, drift og avhending er tatt med.





POWERHOUSE

## TVERRFAGLIG SAMARBEID

Snøhetta, Skanska, Asplan Viak, elever, lærere og ledelse ved Drøbak Montessori.

DEL 1:

# Planlegging og prosjektering

## POWERHOUSE

«ET BYGG SOM GJENNOM DRIFTSFASEN GENERERER MER FORNYBAR ENERGI ENN DET SOM BLE BRUKT TIL PRODUKSJON AV BYGGEVARER, OPPFØRING, DRIFT OG AVHENDING AV BYGGET.»

### KRITERIER:

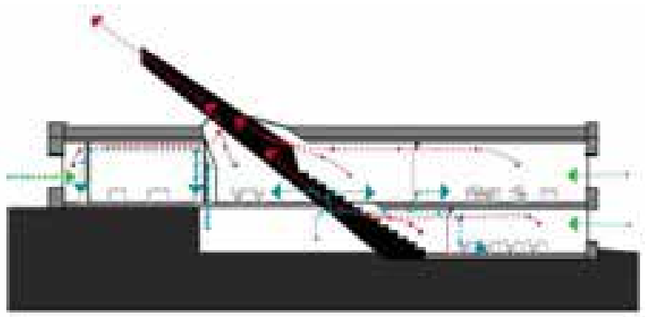
1. Kvaliteten på energi produsert på stedet skal være minst like god som importert energi.
2. Elektrisitet til bruk må balanseres med energiproduksjon.
3. Energiproduksjon må baseres på lokale energikilder.
4. Energibruk for elektriske verktøy skal ikke inkluderes i energiregnskapet.

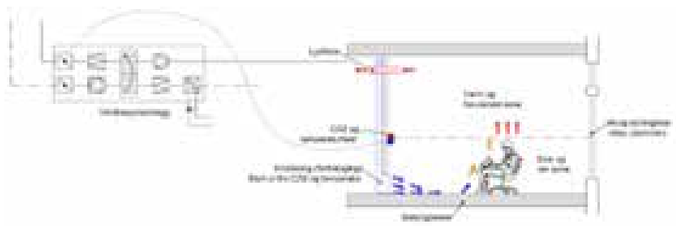
**VALG AV MATERIALER MED LAV BUNDET ENERGI:**

- Tre og stål bærekonstruksjon
- Tre utvendig kledning
- PV solar montering, støtte laget av plast og aluminium

## VENTILASJONSKONSEPT

- Fortrengningsventilasjon med lave lufthastigheter
- Halvert lufthastighet
- Luftinntak gjøres i «solskiven»
- Tilluftskanaler til de enkelte rommene via fortrengningsdon innbygget i vegg.
  Luften slippes ut ved gulv.
- Overstrømning til fellesarealer
- Luftmengde styrt etter $CO_2$ og temperatursone





Drøbak Montessori

## KLIMATISERINGSSTRATEGI

- Oppvarming og kjøling via ventilasjonsluft
- Ventilasjon via fortrengningsventilasjon med underavkjølt luft (uavhengig av utetemperatur)
- Vinteroppvarming via resirkulert luft om natten (luften passerer ventilasjons-anlegget samt varmebatteri), lagres i betongen og avgis på dagen.
- Kjøling via nattventilasjon (kjøles via uteluft, alternativt frikjøling via energi-brønner), lagres i betongen og avgis på dagen.
- Mulighet for å kjøle på dagtid via fortrengningsventilasjon samt manuelt åpningsbare vinduer

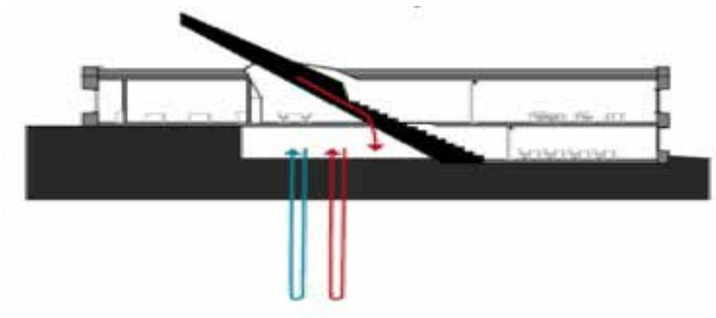
## EKSPONERT BETONG OG LYDABSORBERING

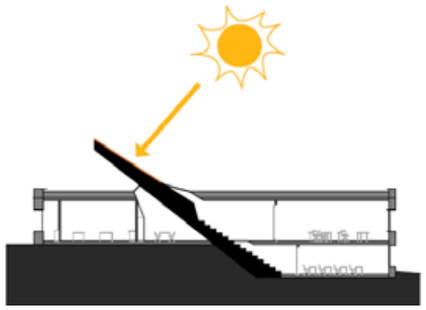
- Eksponert betong i gulv for å utjevne temperatur over døgnet
- Lydabsorberende plater (Trolltex) i himling for lyddemping
- Ekstra lydabsorberende materiale i musikkrom og kunst/håndverk

## FORNYBAR ENERGIKILDE

- Energibrønner benyttes til å forvarme eller avkjøle ventilasjonsluft
- 2 brønner med dybde på 300m
- Pilotprosjekt i LowEx

  – Skolen er et pilotbygg i LowEx, et forskningsprosjekt som skal undersøke hvordan vi kan optimalisere varmesystemet slik at varmepumpen kan få gode driftsforhold, med lavest mulig temperatur til oppvarming.





- Solstrømproduksjon
- Solcellemoduler på solskiven
- Produserer i gjennomsnitt ca. 32 800 kWh/år
- Energiforbruk ventilasjon, belysning, varme og kjøling ca. 16 000 kWh/år
- Overskuddsproduksjon
  - Varmepumpen har en virkningsgrad på fem, en kilowatt strøm gir fem kilowatt varme.

## BELYSNING

- Maksimal utnyttelse av dagslys
- Vindu med god U-verdi og høy lystransmittans
- Tilstedeværelsessensorer og sonedeling av planen
- Varierende lysintensitet

## KLIMASKALL

- God isolasjon
- Redusere luftlekkasjer og kuldebroer
- Utvendig solavskjerming

# Powerhouse **regnskap**

LEVERT ENERGI FOR
DRØBAK MONTESSORI UNGDOMSSKOLE

| ENERGIPOST | SPESIFIKT LEVERT ENERGI (kWh/m²) | LEVERT ENERGI (kWh) |
|---|---|---|
| Vifter og pumper | 4,7 | 4164 |
| Lys | 6,6 | 5848 |
| Utstyr | 13,0 | 11518 |
| Varmepumpesystem | 3,0 | 2655 |
| Elkjel | 3,7 | 3239 |
| Kjøling | 0,0 | 32 |
| Sum levert energi | 31,0 | 27456 |
| Sum levert energi, ekskl. utstyr | 18,0 | 15938 |

| | LEVERT ENERGI (kWh) | PEF | PE |
|---|---|---|---|
| Energi i drift (ekskl. utstyr) | 18,0 | 2,50 | 45,0 |





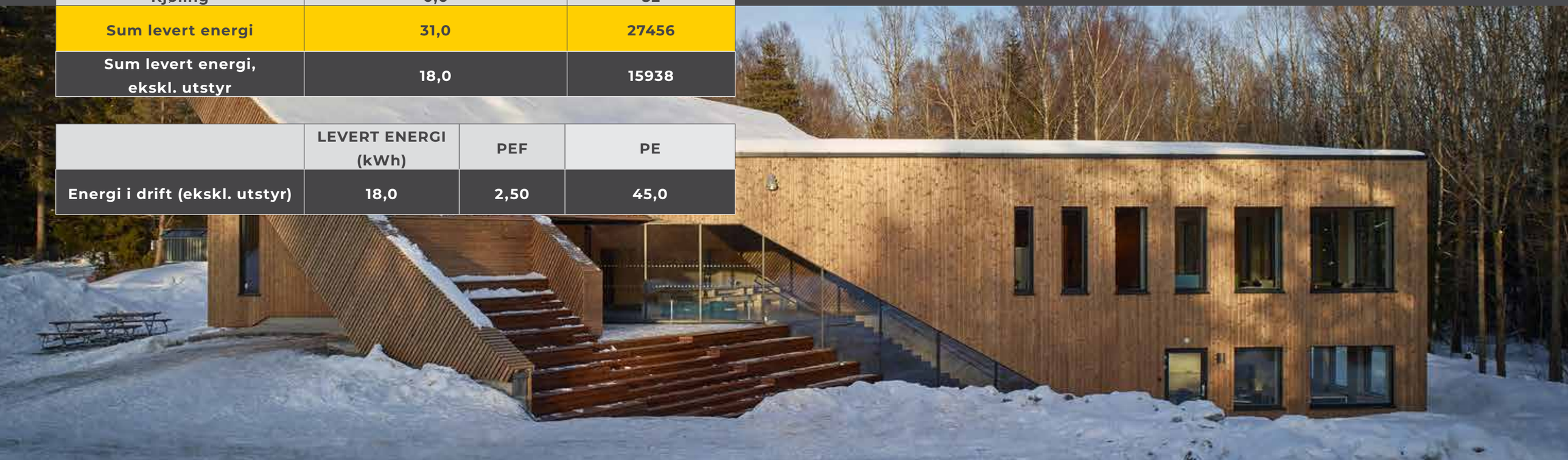
BUNDET ENERGI
TIL MATERIALER

| BUNDET ENERGI | VERDI (kWh/m²) |
|---|---|
| Solcellepaneler | 4,7 |
| Materialer i bygget | 6,6 |
| Transport av materialer | 13,0 |
| Energi til oppføring | 3,0 |
| Avhending | 3,7 |
| Kjøling | 0,0 |
| TOTALT | 45,3 |

60 ÅR

POWERHOUSE PRIMÆRENERGIBALANSE
OVER 60 ÅR

| ENERGIBALANSE | VERDI (kWh/m²) |
|---|---|
| Kraftproduksjon solceller | 104,1 |
| Bundet energi | -45,3 |
| Energibruk i drift | -45,0 |
| SUM ENERGIBALANSE OVER LEVETIDEN | 13,7 |



DEL 2:

# Bygging

**2014**

## IDÈ

*Behovet for lokaler som var mer tilpasset den hverdagen og de aktivitetene ungdomsskolen trengte ble etterhvert en nødvendighet.*

Ulike muligheter og scenarier ble vurdert, og målet var å finne samarbeidspartnere som kunne bidra til å realisere drømmen om den mest miljøvennlige skolen.

**HØSTEN 2015**

## SØKNAD OM IGANGSETTING SENDT KOMMUNEN

Høsten 2015 hadde skolen første møte med Snøhetta, og prosessen var i gang. Sammen med Powerhouse-alliansen skulle vi bygge verdens første Powerhouse skole!

**FEBRUAR 2017**

## FØRSTE SPADETAK BLE TATT

**AUGUST 2017**

## FERDIG UTVENDIG

25. august kunne vi arrangere kranselag

**FEBRUAR 2018**

## OVERTAGELSE OG INNFLYTNING

**09. MARS 2018**

## OFFISIELL ÅPNING

Fredag 9. mars 2018 kunne vi invitere til høytidelig åpning av den nye skolen, med både kunnskapsminister, rådmann og ordfører tilstede.

# DEL 3:
# Bruk

En gruppe elever hadde jobbet systematisk over tid med rammer og regler som skulle etableres i det nye skolemiljøet. Det var høyt engasjement og stor interesse rundt mulighetene det nye bygget ga. Flere elever er under utdannelse til å kunne guide ulike grupper i bygget. I og med at pågangen og interessen er stor etter visnings-turer og informasjonsmøter, er det viktig at elevene ved skolen blir spesialister på egen skole.

Undervisningsopplegget skal implementeres i et tverrfaglig arbeid og brukes både lokalt og nasjonalt. Vi har montert en skjerm ved inngangspartiet som viser energiproduksjonen til enhver tid, samt total produksjon siden oppstart, og hva dette blant annet ville utgjort i fossilt brennstoff etc.

## OFFISIELL ÅPNING

***Fredag 9. mars 2018 kunne vi invitere til høytidelig åpning av den nye skolen, med både kunnskapsminister, ordfører og rådmann tilstede. Det var spente og forventningsfulle elever og lærere som endelig kunne ta i bruk den nye skolen.***

DEL 4:

# Erfaringer og kunnskapsformidling

## INFORMASJONSMØTER OG UNDERVISNING

Det er gjennomført en rekke informasjonsmøter og konferanser rundt i Norge for både foresatte og ansatte ved ulike montessoriskoler, blant annet i Telemark, Trøndelag, Nord-Norge, Vestlandet, Hedmark og Oppland.

Skolen har også vært representert med formidling av prosjektet ved internasjonale samlinger, blant annet i Haag, Amsterdam, Prague og Sofia. Her har montessori-skoler fra hele verden vært representert.

Det har, helt siden plan- og prosjektperioden, vært stor interesse for vårt Powerhouse. Pågangen fra ulike fagmiljøer og media har vært stor.

Vi har prioritert å stille opp for alle interesserte; i tillegg har vi holdt egne presentasjoner i både Norge og i utlandet. Følgende tiltak er gjennomført for å spre kunnskapen om bygging av et Powerhouse:

- Undervisning og opplysning for skolens elever og deres foresatte
- Omvisning for andre skoler
- Omvisning for ulike fagmiljøer
- Omvisning for internasjonale gjester (fagmiljøer)
- Foredrag på Smia, Drøbak

## KILDE TIL INSPIRASJON

Montessoriskoler fra hele landet har vært på besøk hos oss i Drøbak. Flere er i planleggingsfasen for etablering av ungdomsskole, og ønsker både omvisning på skolen samt gjennomgang av planlegging og gjennomføring av prosjektet. Det som er gjennomgående er overraskelsen over at det er mulig for oss som små aktører å være innovative innen ny teknologi og bærekraft. Vårt budskap er at alle kan bidra, det gjelder bare å våge!

## ENERGIMÅLINGER I SANNTID

Sjekk oppdaterte tall og fakta når du vil.

## INTERNASJONAL INTERESSE

Vi har hatt besøk fra Nederland, en skole som ønsket inspirasjon til eget prosjekt under utvikling utenfor Amsterdam. En montessoriskole i Australia, som har planer om å bygge et montessorisenter utenfor Sydney, sendte en delegasjon til Drøbak for å se hvilke løsninger vi har valgt hos oss. En delegasjon fra Kina har besøkt skolen ved to anledninger.

# Forbildeprosjekt

## Hovedkonsept og ambisjonsnivå

AREAL: 886 m2 BRA

BYGGETS EGEN KRAFTPRODUKSJON:
ca. 30 500 kWh per år

LEVERT ENERGI INKL UTSTYR:
Ca 28 000 kWh per år

EIER OG BYGGHERRE:
Drøbak Montessori Skole

ARKITEKT: Snøhetta

TOTALENTREPRENØR: Skanska

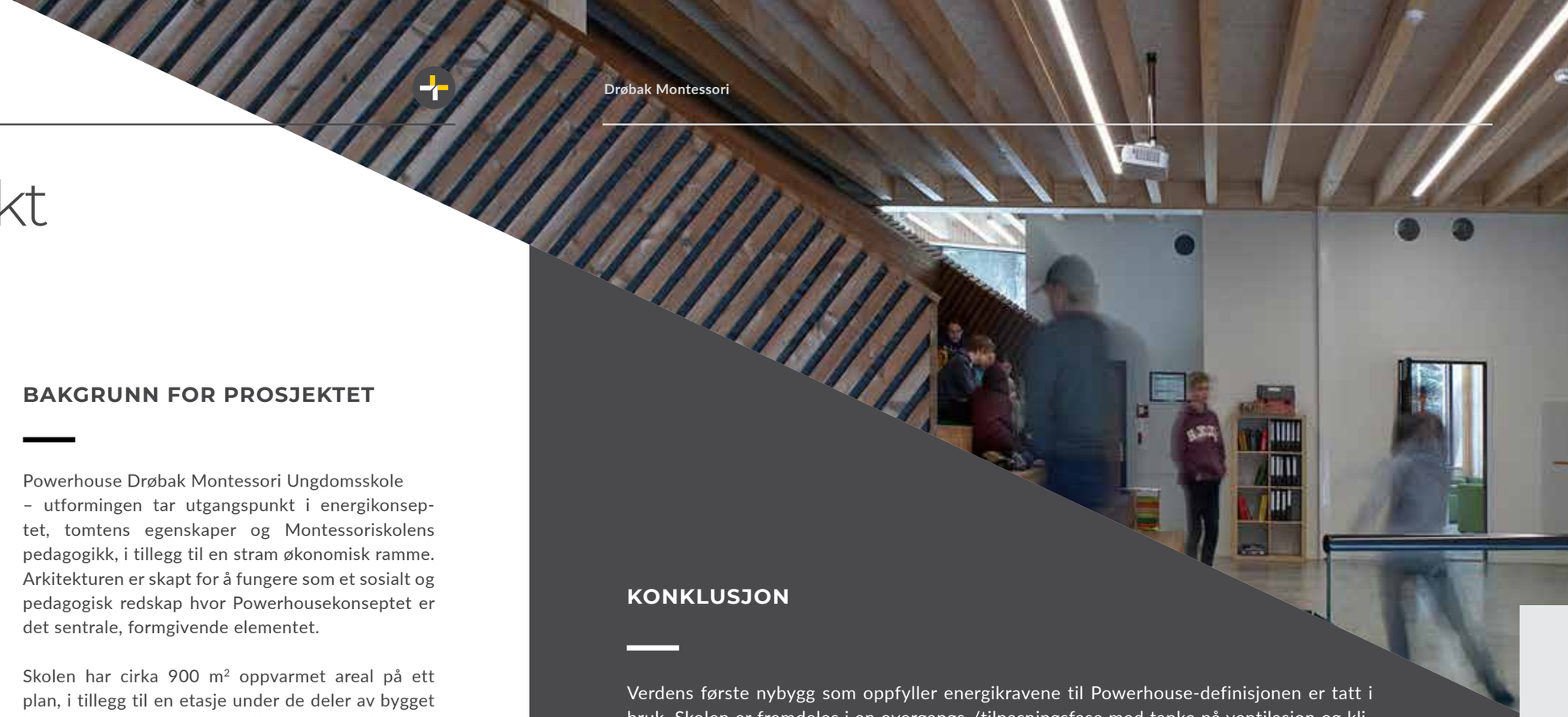
## BAKGRUNN FOR PROSJEKTET

Powerhouse Drøbak Montessori Ungdomsskole – utformingen tar utgangspunkt i energikonseptet, tomtens egenskaper og Montessoriskolens pedagogikk, i tillegg til en stram økonomisk ramme. Arkitekturen er skapt for å fungere som et sosialt og pedagogisk redskap hvor Powerhousekonseptet er det sentrale, formgivende elementet.

Skolen har cirka 900 m$^2$ oppvarmet areal på ett plan, i tillegg til en etasje under de deler av bygget hvor terrenget har et naturlig fall. Energibehovet er kun en fjerdedel av det som er vanlig for skoler med tilsvarende størrelse, Bygget produserer 30 500 kWh per år gjennom solstrøm.

Bygningskroppen gjennomskjæres av en skråstilt solskive. Solskiven, som er orientert rett mot sør med en helning på 33 grader for å oppnå maksimal effekt av solcellene. Solskiven skaper også sosiale og pedagogiske arenaer i form av ut- og innvendige amfier og trapper som er styrende for skolens romlige organisering og logikk. Skolens løsninger for oppvarming, kjøling og ventilasjon er optimalisert med tanke på byggets funksjon og kostnadsramme.

Total kostnad for bygget, inkludert prosjektering, er 32 millioner kroner.



## KONKLUSJON

Verdens første nybygg som oppfyller energikravene til Powerhouse-definisjonen er tatt i bruk. Skolen er fremdeles i en overgangs-/tilpasningsfase med tanke på ventilasjon og klimakontroll.

Samtidig fungerer skolen også som et sosialt og pedagogisk redskap, oppbygget rundt miljø- og energikonseptet som det sentrale formgivende elementet. Mange har uttrykt at Drøbak Montessori har bevist at det er fullt mulig å bygge en skole som tilfredsstiller kravene til fremtidens bærekraftige bygg, selv med små økonomiske midler.

Demonstrasjonseffekt - prosjektet har fått stor medieomtale og det er stor interesse for visninger til andre aktører. Fra et teknisk synspunkt har oppvarming/ventilasjon/kjølesystem, der det benyttes fortrengningsventilasjon i kombinasjon med ventilasjonsoppvarming, spesielt stor demonstrasjonsverdi.

Høy innovasjonsgrad - erfaringer fra prosjektet brukes allerede i utvikling av nye prosjekter. Løsningene har som potensial å fremme bygg som både er rimelige i utførelse og som har svært lave klimagassutslipp. Høyest innovasjonsgrad har oppvarming/ventilasjon/kjølesystemet der det benyttes fortrengningsventilasjon med ventilasjonsoppvarming. Løsningen kombinerer kjente teknologier på en helt ny måte.

DRØBAK MONTESSORI

## KONTAKT


DRØBAK MONTESSORI

+ 47 64 93 05 23

skole@drobakmontessori.no

**drobakmontessori.no/**powerhouse


POWERHOUSE