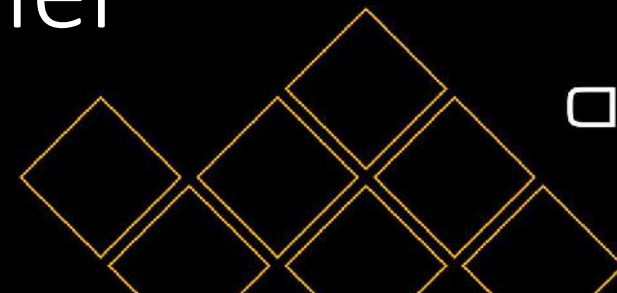




Skavanger skole, Kongsberg

Case naturlige kuldemedier

Alf Wiig



abk*
QVILLER



Deltakere i prosjektet

- Byggherre KKE (Kongsberg Kommunale Eiendom)
- Totalentreprenør Skanska
- Rørlegger Dpend



Kilde: Kongsberg Kommunes hjemmeside

Beskrivelse av prosjektet

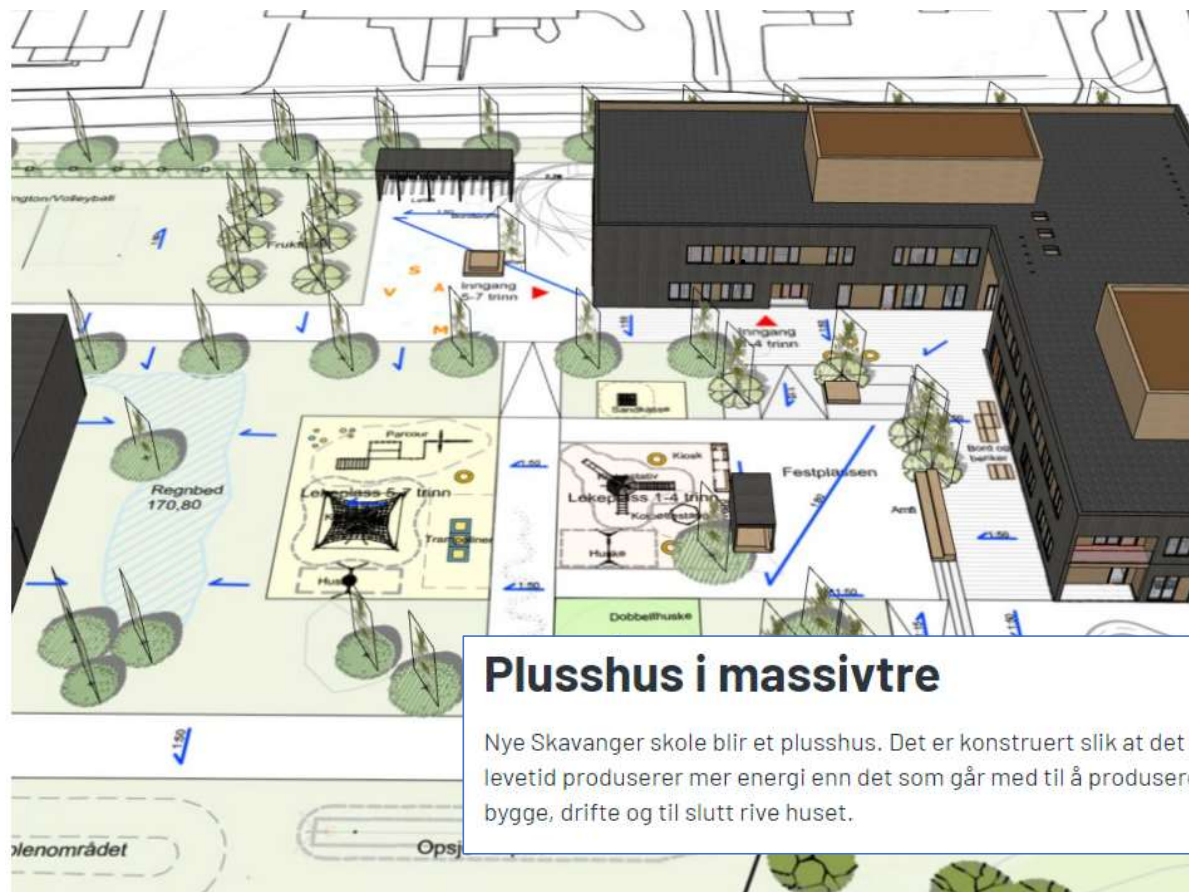
Krav fra KKE:

- Ny skole på ca. 3.500 m² i massivtrekonstruksjon med høye energi- og miljøambisjoner
- Skal sertifiseres som BREEAM Good og bygges som plusshus

Dette stiller følgende krav til installasjoner:

- Etablering av ny energisentral med varmepumpe og krav om bruk av naturlig kuldemedie
- Gulvvarme/gulvkjøling bygges og prosjekteres etter LOWEX-prinsippet
- Det skulle bygges et forenklet energiforsyningssystemet.

Annet vesentlig for bygget er bruk av fortrenningsventilasjon, solavskjerming og solceller



Plusshus i massivtre

Nye Skavanger skole blir et plusshus. Det er konstruert slik at det i løpet av sin levetid produserer mer energi enn det som går med til å produsere materialer, bygge, drifte og til slutt rive huset.

Kilde: Kongsberg Kommunes hjemmeside

Hva er Lowex-prinsippet?

Termisk lagring i bygningsmasse

- Lave systemtemperaturer
 - DUTv varme +24/28 °C
 - DUTs kjøling +17/20 °C
- Samme temperatur på hele systemet, inkludert ventilasjon
- Krav til lave trykkfall over vekslere og utstyr

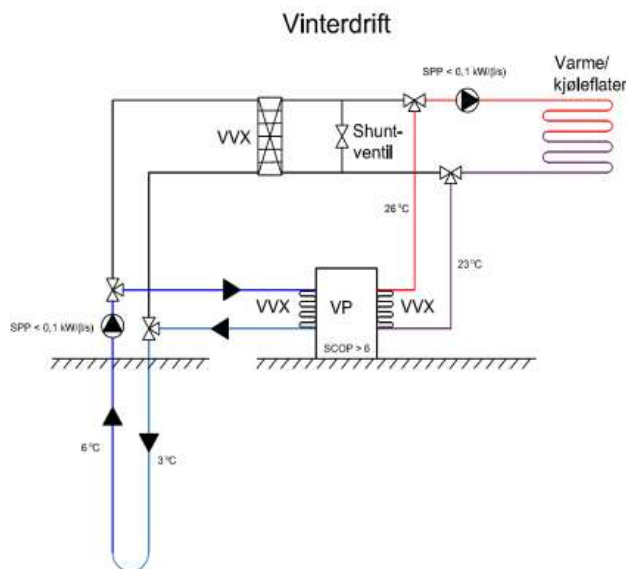


Fig.1: Vinterdrift lowex-system

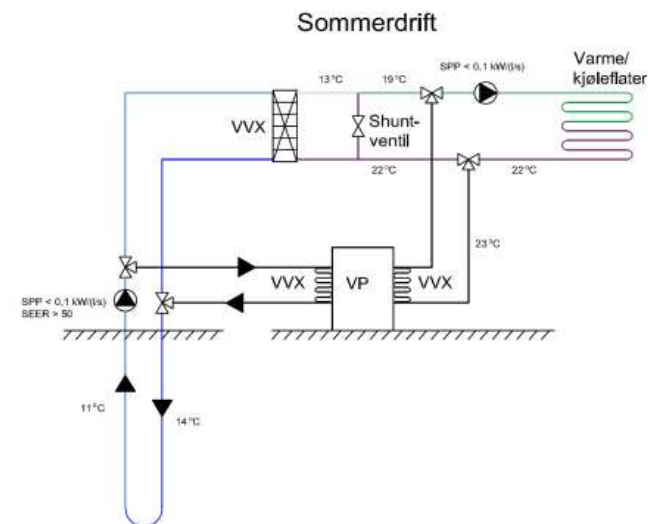
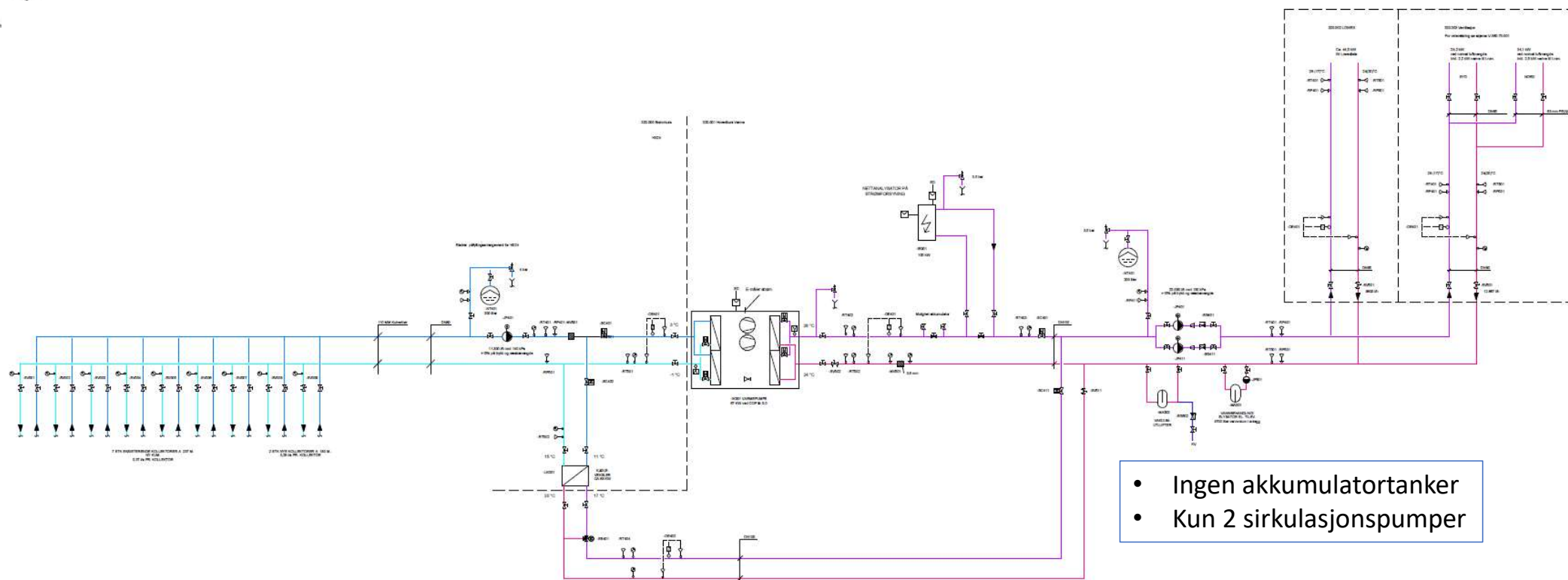


Fig.2: Sommerdrift lowex-system

Kilde: Skanska Teknikk

Systemtegning Skavanger Skole





Kravspesifikasjon for varmepumpe

Kriterier for varmepumpen ble satt av KKE og Skanska

- Krav til naturlig kuldemedie
- Varmeeffektbehov ved DUTv på ca. 67 kW
- Ønsket effekt på varmepumpe var 67 kW
- 2 kompressorer, begge inverterstyrt, med ytelse fra 8 kW til 67 kW – 13% av maks kapasitet
- Konkrete krav til COP ved drift





Høye krav til COP fordrer tett dialog med fabrikk

Tabell 1: Ønsket ytelse ved ulike driftspunkter for V/V-VP***

Kildetemperatur fra brønn*	0 °C	5 °C	10 °C
Nominell last ≈ 34 kW/ Turtemperatur ≈ 25 °C	6,0	7,5	9,9
Nominell last ≈ 34 kW/ Turtemperatur ≈ 35 °C	4,4	5,1	6,2
Full last** ≈ 67 kW/ Turtemperatur ≈ 25 °C	4,5	5,6	7,5
Full last** ≈ 67 kW/ Turtemperatur ≈ 35 °C	3,3	3,9	4,6

* Turtemperatur fra brønnen inn på varmepumpa.

** Maks effektkapasitet på 67 kW ønsket ved turtemperatur 28 °C og 3 °C fra brønnen (ved DUTv = - 20 °C). Antatt å være ved ca. 65 kW ved 0/35 °C og 70 kW ved 5/25 °C.

*** Ved DUTv = - 20 °C er det antatt DT = 4 K over både kondensator og fordampner.

Tabell 2: Ønsket effektkapasitet og minste effekttrinn ved ulike driftspunkter.

Last	Maks kapasitet	Minste last uten intermittens
Kildetemp/turtemp = 0/35 °C	~ 65 kW	~ 8 kW
Kildetemp/turtemp = 5/25 °C	~ 70 kW	~ 9 kW

Hvilken produsent egner seg best til oppdraget?

- Vi trengte en engasjert og fleksibel sparringspartner



Valget falt på Frigo Plus

Begrunnelse for valg av Frigo Plus

- En god sparringspartner som er opptatt av å levere god kvalitet
- De skreddersyr anlegg etter kundens behov
- Tilbyr KUN naturlig kuldemedie

Kjent øst-europeisk merke med godt renommé

Produserer luft-vann kjølemaskiner og væske-vann varmepumper



Kroatia

Land på Balkan

Kroatia, offisielt Republikken Kroatia er et land i Europa med grenser mot Adriaterhavet i sørvest, Slovenia i nordvest, Ungarn i nord samt Serbia, Bosnia-Hercegovina og Montenegro i sør. Hovedstaden og det økonomiske senter er Zagreb. Landet er en tidligere jugoslavisk republikk og består av 21 fylker. Wikipedia

Hovedstad: Zagreb

President: Zoran Milanović

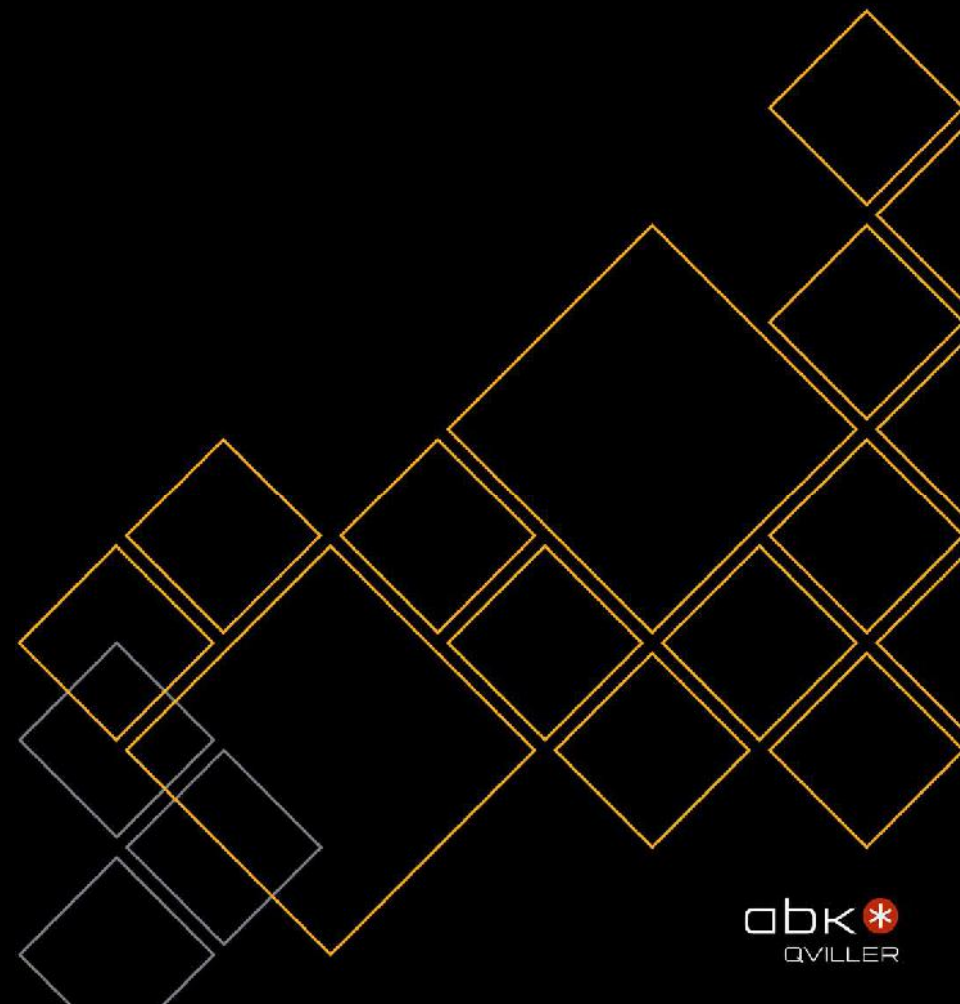
Valuta: Kroatisk kuna

Folketall: 4,047 millioner (2020) Verdensbanken



Hva ble beregnet?

- Hva kunne den levere?



Høyere COP ved full belastning enn i kravspec



Ytelsestabell

Table 1:

Desired COP (heating) at different operating points

Temperature from the well		Number of compressor running	0 °C	5 °C	10 °C
	Estimation of evaporation temperature		-4 °C	1 °C	6 °C
Nominal capacity* ≈ 34 kW/ Turtemperatur ≈ 25 °C	Estimation of condensation temperature 29 °C	1	5,49	6,38	7,47
Nominal capacity* ≈ 34 kW/ Turtemperatur ≈ 35 °C	39 °C	1	4,29	4,86	5,52
Full load** ≈ 67 kW/ Turtemperatur ≈ 25 °C	29 °C	2	5,5	6,39	7,47
Full load** ≈ 67 kW/ Turtemperatur ≈ 35 °C	39 °C	2	4,29	4,86	5,52

* Nominal capacity = 50%

** Maximum capacity of 67 kW desired at temperature 28 °C and 3 °C from the well. Assumed to be at approx. 65 kW at 0/35 °C and 70 kW at 5/25 °C.

Table 2: Desired max capacity and minimum capacity at different operating points.

	Max capacity	Min. capacity
Kildetemp/turtemp = 0/35 °C	~ 65 kW	~ 12 kW
Kildetemp/turtemp = 5/25 °C	~ 70 kW	~ 14 kW

Sammenligning kravspec vs beregnet

Tabell 1: Ønsket ytelse ved ulike driftspunkter for V/V-VP***.

Kildetemperatur fra brønn*	0 °C	5 °C	10 °C
Nominell last ≈ 34 kW/ Turtemperatur ≈ 25 °C	6,0/5,49	7,5/6,38	9,9/7,47
Nominell last ≈ 34 kW/ Turtemperatur ≈ 35 °C	4,4/4,29	5,1/4,86	6,2/5,2
Full last** ≈ 67 kW/ Turtemperatur ≈ 25 °C	4,5/5,5	5,6/6,39	7,5/7,47
Full last** ≈ 67 kW/ Turtemperatur ≈ 35 °C	3,3/4,29	3,9/4,86	4,6/5,52

* Turtemperatur fra brønnen inn på varmepumpa.

** Maks effektkapasitet på 67 kW ønsket ved turtemperatur 28 °C og 3 °C fra brønnen (ved DUTv = - 20 °C).
Antatt å være ved ca. 65 kW ved 0/35 °C og 70 kW ved 5/25 °C.

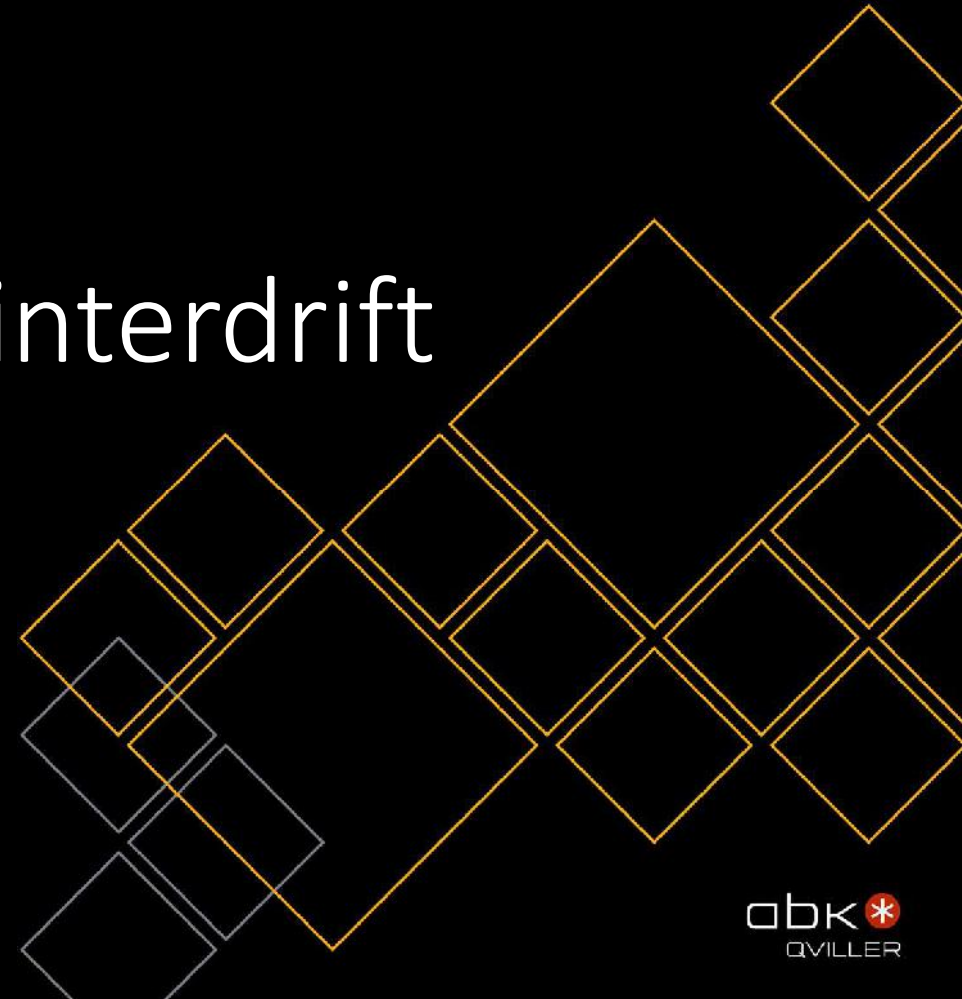
*** Ved DUTv = - 20 °C er det antatt DT = 4 K over både kondensator og fordamper.

Tabell 2: Ønsket effektkapasitet og minste effekttrinn ved ulike driftspunkter.

Last	Maks kapasitet	Minste last uten intermitterens
Kildetemp/turtemp = 0/35 °C	~ 65 kW	~ 8 kW ~ 12 kW
Kildetemp/turtemp = 5/25 °C	~ 70 kW	~ 9 kW ~ 14 kW

Status etter 3 mnd's vinterdrift

- Noen utfordringer?





Alt vel så langt!

Daglig tilsyn av skolens eget driftspersonale sikrer effektiv drift

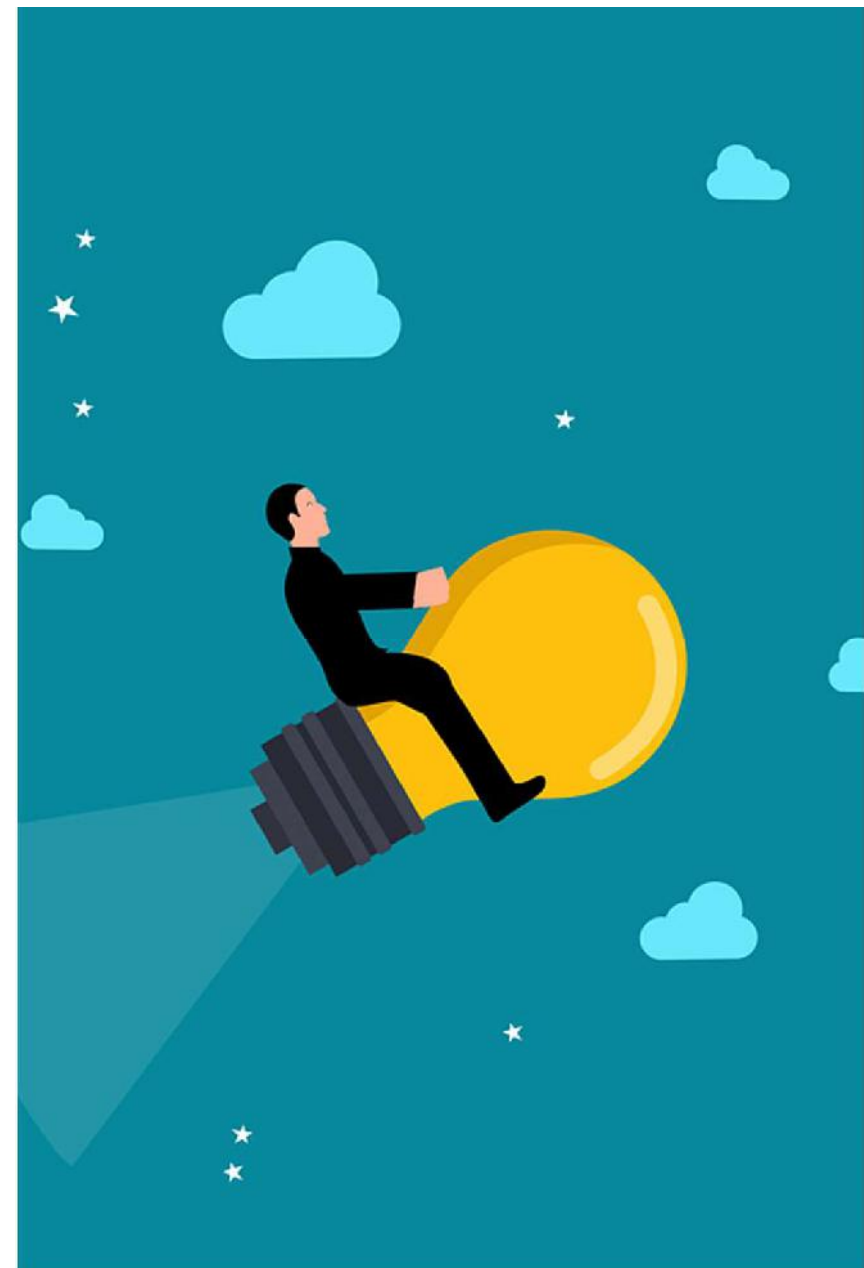
- Opplæring gitt av rørentreprenør og ABK-Qviller

Vi var spente på status grunnet følgende:

Varmepumpen dekker ca. 3500 m² med

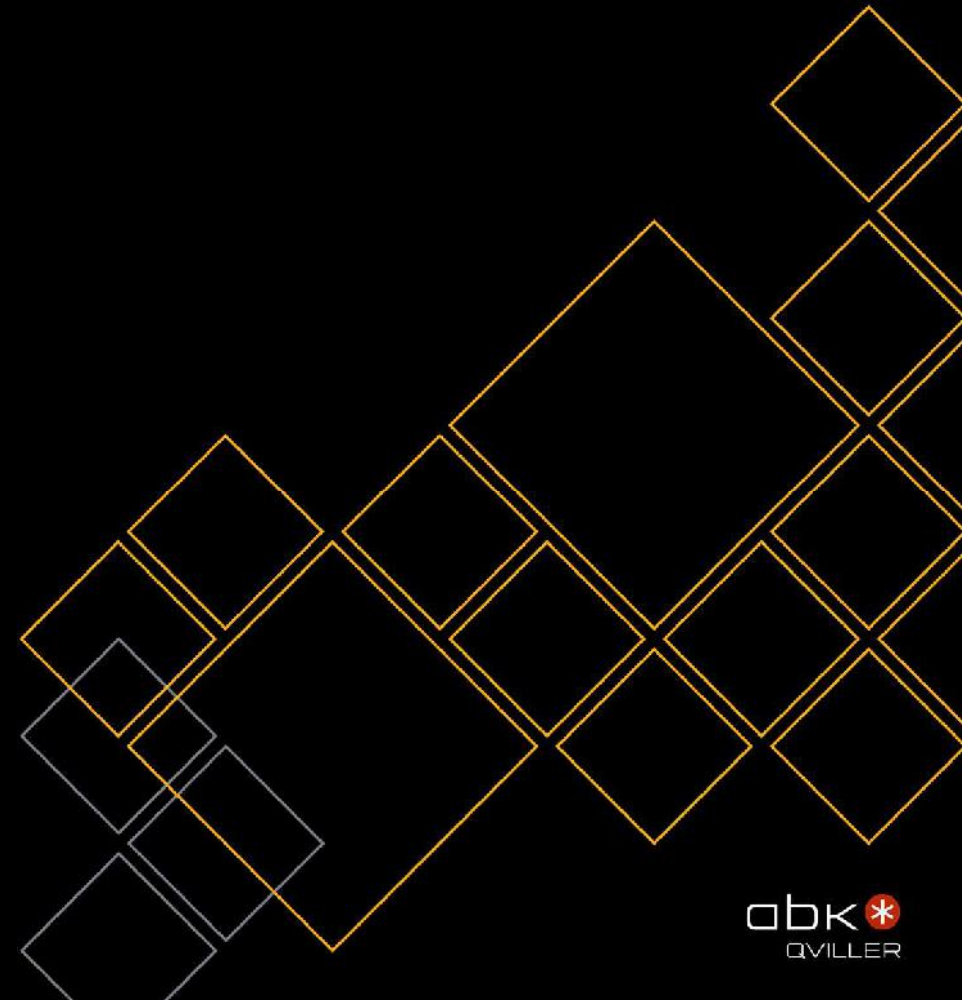
- Kun én sirkulasjonspumpe
- 4 ventilasjonsaggregater
- Gulvsløyfer i alle rom

Systemet viser gode COP-verdier så langt, og vi krysser av for vel gjennomført prosjekt!

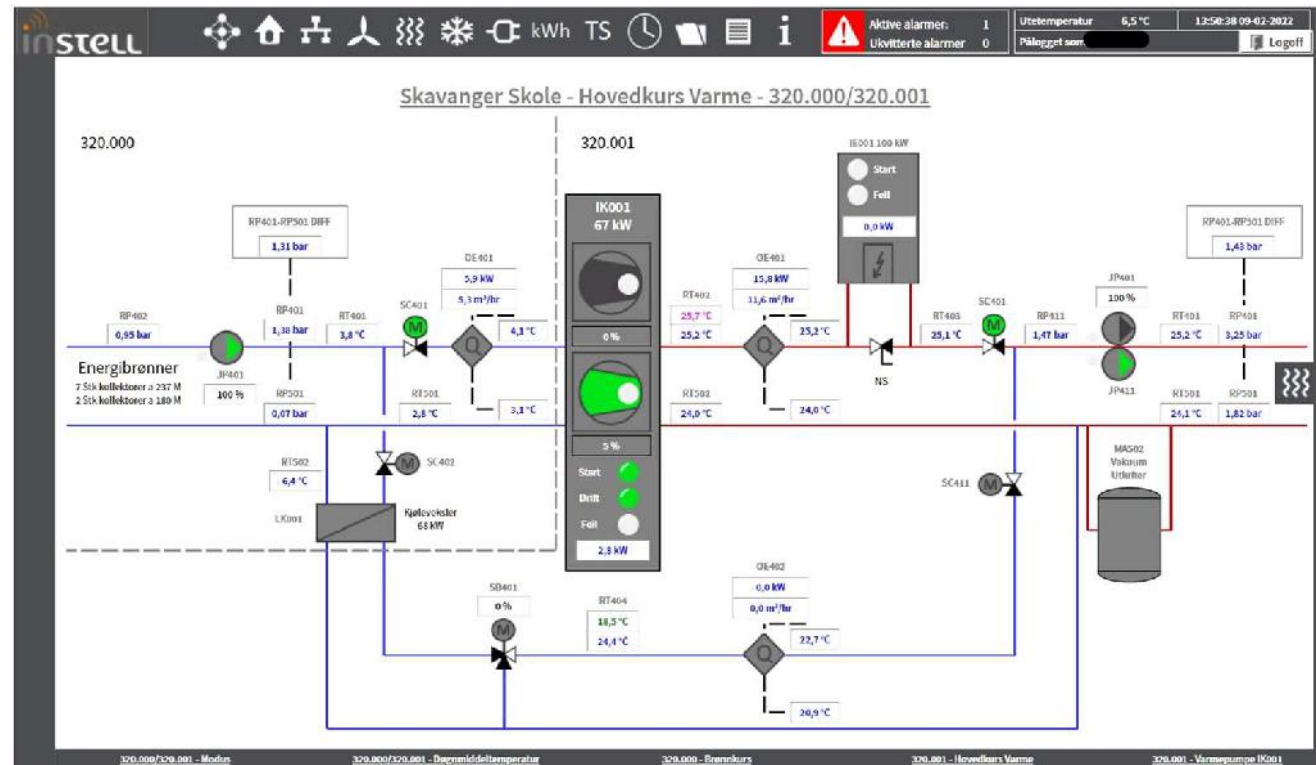


Suksesskriterier

- Hvordan lykkes med et R290 prosjekt?



- Meget god kontroll fra totalentreprenør, rørlegger, rådgivere, elektriker, ventilasjon og automasjon
- Dialoger på tvers av fagfelt hvor alle inkluderes i spørsmål og utfordringer
- Direktedialog med fabrikk for å sikre god integrasjon av varmepumpen



Takk for meg



Din partner for
energismarte løsninger

