



EPTEC

*...en av Norges ledende entreprenører
innen kulde- og varmepumpesystemer
basert på miljøvennlige kuldemedier,
komplekse prosjekter og skreddersydde
løsninger*

Ole Jørgen Veiby
Daglig leder

Naturlige kuldemedier - Ammoniakk 03.02.2022



EPTEC

- Tilstandskontroll
- Service og vedlikehold
- Reservedeler
- Teknisk rådgivning



NOVAP
NORSK VARMEPUMPEFORENING



**NORDIC
CLIMATE
GROUP**

Introduksjon av EPTEC



KJØLE - og
FRYSEANLEGG

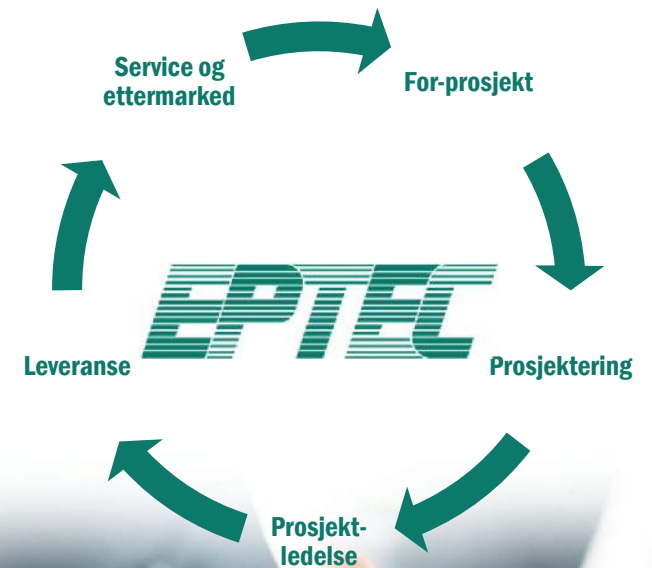
VARMEVEKSLERE

VARMEPUMPER
LUFTKJØLEANLEGG

SKREDDERSYDDE
TERMODYNAMISKE
ANLEGG

Fakta

- Etablert 1986
- Ant. ansatte 47
- Omsetning 171 mill 2021
- Lokaliseringer Oslo (hoved), Moss, og Trondheim
- Datterselskap Buskerud Kulde AS Hokksund



Kombinert kjøle- og varmepumpeanlegg for datakjøling og høytemperatur varmegjenvinning NTNU Gløshaugen, Trondheim



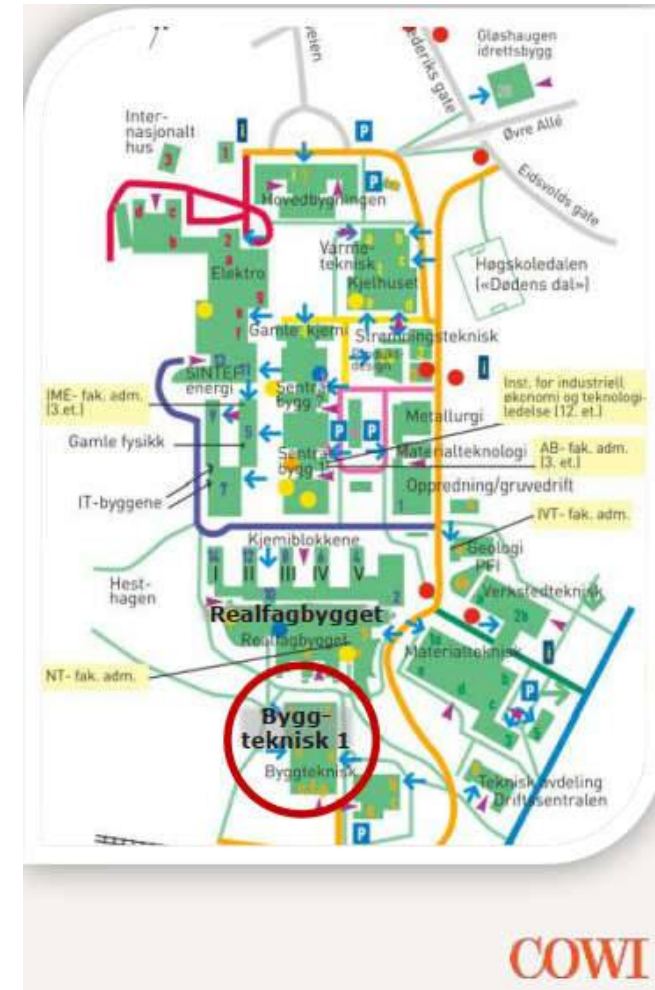
Foto: Erik Børseth/Synlig design og foto as/NTNU

Datakjøling ved NTNU Gløshaugen

- Kjøling av bl.a. superdatamaskiner («Vilje») ved Tungregnesenteret i Byggteknisk 1
- Tidligere kjølebehov – ca. 500 kW
- Temperaturnivå isvannskrets – 7/12 °C
- Kjøling fra diverse kjølemaskiner i Realfagbygget og Byggteknisk 1 (inkl. gml. R22-anlegg)

Nytt kjølebehov – varmegjenvinning

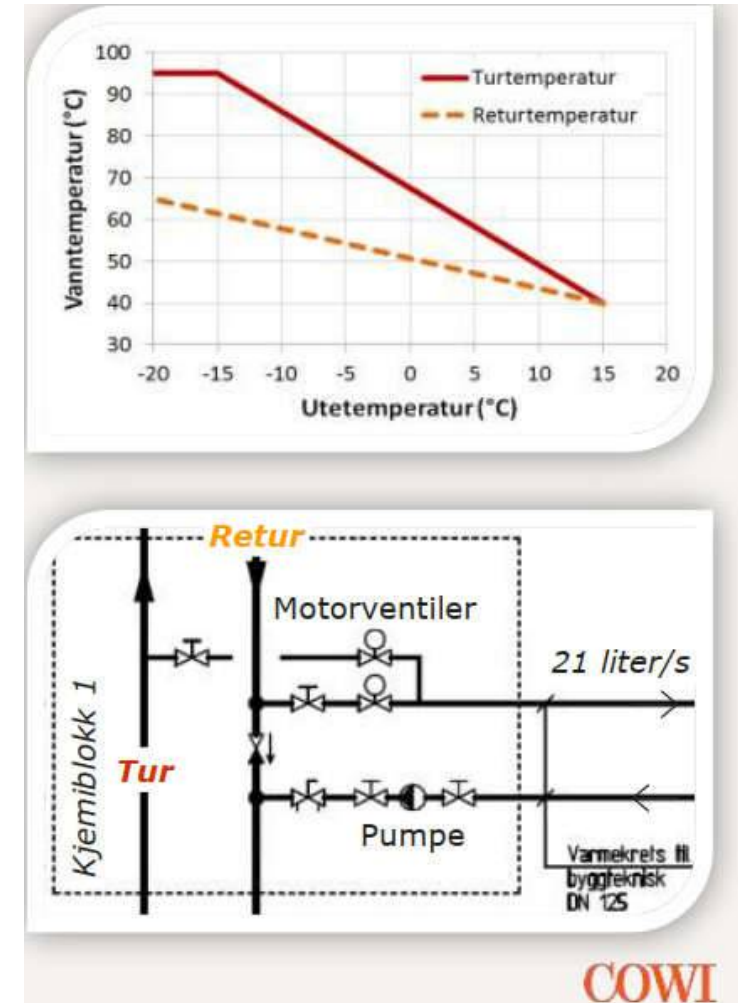
- Økende kjølebehov – ca. 750 kW
- Varmegjenvinning – NTNU ønsket gjenvinning av kondensatorvarme til eget fjernvarmenett.
- På anbud i april 2013
- Kontrakt inngått september 2013
- Overlevering 1. mars 2014



Løsning

- Installasjon av varmevekslere (20 MW) og pumpestasjon (trykkskille) mellom NTNUs fjernvarmenett og Statkraft Varme AS sitt primærnett
- Innkobling av Byggteknisk 1 på returledningen i fjernvarmenettet

NTNU kontrollerer i dag temperaturnivå, vannmengder og trykknivå i eget fjernvarmenett



Kjøle-/varmepumpeanlegget skal benytte ammoniakk (R717), HFK, HFO eller annet klorfritt og ubrennbart kuldemedium som er godkjent av norske myndigheter.

Leveransen skal bestå av følgende:

- Komplette kjøle-/varmepumpeanlegg plassert i egen container i transportsonen i Byggteknisk1
- Komplette tørrkjølerkrets

Hvis tilbudt kjøle-/varmepumpeanlegg benytter ammoniakk som kuldemedium skal det pga. mediets helsefarlige effekter og sterke lukt tilbys følgende utstyr for å ivareta nødvendig sikkerhet og helse:

- Komplette to-trinns nødventilasjonsystem for fjerning av ammoniakk-gass fra container
- *Komplette scrubbersystem (vannspraysystem) for rensning av ammoniakk-gass**
- Sikkerhetssystem, internt – overvåknings-/varslingsanlegg samt div. sikkerhetsinstallasjoner
- *Sikkerhetssystem, eksternt – ammoniakketektorer i sekundærsystemer**

Anlegget dimensjonert for kjøling.

- 800 kW ved 7/12 °C
- Innkobling i NTNUs interne fjernkjølenett

Varmeavgivelse – varmegjenvinning

- Varmeytelse bestemt av kjøleytelse og driftsbetingelser
- Maks. 1200 kW ved 65/80 °C
- Maks. 80 °C utgående vanntemperatur
- Innkobling i NTNUs interne fjernvarmenett

Tørrkjøler – avgivelse av eventuell overskuddsvarme

- 1200 kW ved 50/40 °C i fjernvarmekretsen
- Benyttes ved høye utelufttemperaturer og ved service i fjernvarmenettet

Ammoniakk

- Sikkerhetsegenskaper – klasse B2
- Giftig (TLV 25 ppm, IDLH 500 ppm)
- Moderat brennbart (LEL 15 vol%, AIT 650 °C)
- Irriterende gass – etsende væske
- Sterk lukt (luktes ved 5-20 ppm)
- Fargeløs og lettere enn luft
- Gass absorberes svært lett i vann

Utarbeidelse av detaljert sikkerhets og sårbarhetsanalyse i prosjektet

Ammoniakkanlegg – krav til ROS-analyse

- > Utarbeidelse av detaljert sikkerhets- og sårbarhetsanalyse i prosjektet

Risikomatrix for tap av menneskers liv og helse (PER)

Sannsynlighet	Konsekvens – tap av menneskers liv og helse (PER)				
	1. Svært liten	2. Liten	3. Middels	4. Stor	5. Svært stor
5. Svært sannsynlig	Grønn	Grønn	Grønn	Rød	Rød
4. Meget sannsynlig	Grønn	Grønn	Grønn	Rød	Rød
3. Sannsynlig	Grønn	Grønn	Grønn	Rød	Rød
2. Moderat sannsynlig	Grønn	Grønn	Grønn	Rød	Rød
1. Lite sannsynlig	Grønn	A	B, C1, C2, C3	Rød	Rød

Risikomatrix for skade/uleppe på ytre lokalt miljø (MIL)

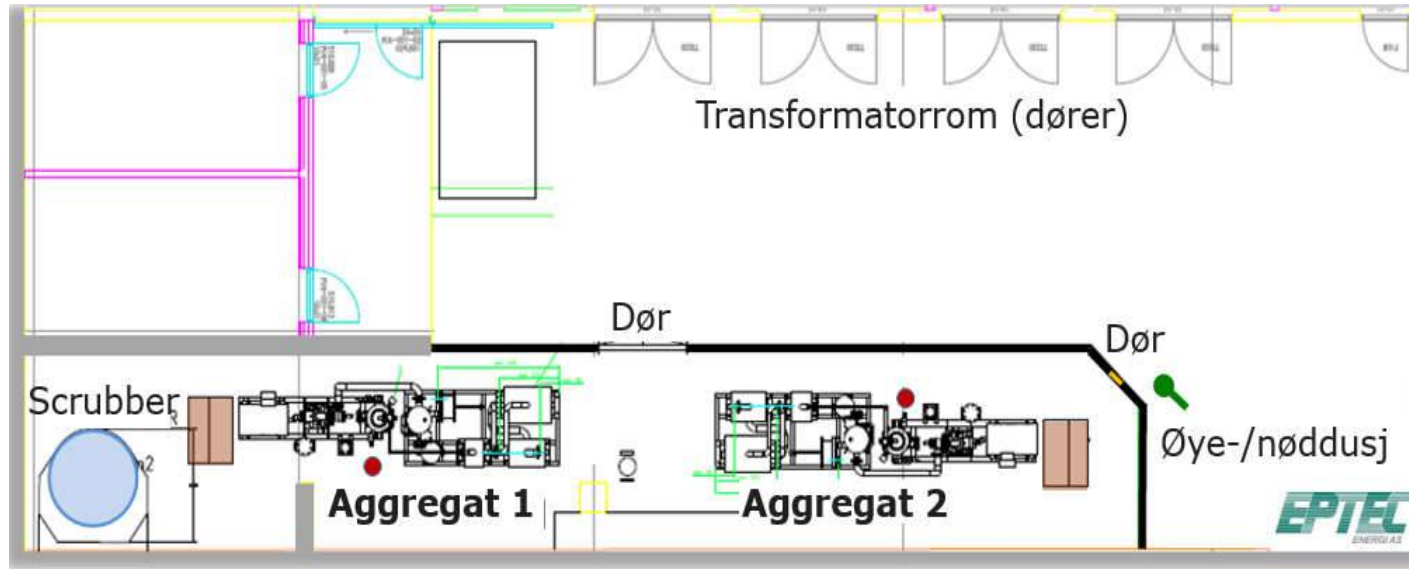
Sannsynlighet	Konsekvens – skade/uleppe på ytre lokalt miljø (MIL)				
	1. Svært liten	2. Liten	3. Middels	4. Stor	5. Svært stor
5. Svært sannsynlig	Grønn	Grønn	Grønn	Rød	Rød
4. Meget sannsynlig	Grønn	Grønn	Grønn	Rød	Rød
3. Sannsynlig	Grønn	Grønn	Grønn	Rød	Rød
2. Moderat sannsynlig	Grønn	Grønn	Grønn	Rød	Rød
1. Lite sannsynlig	B	A, C1, C2, C3	Grønn	Rød	Rød

Risikomatrix for tap av materielle verdier (MAT/OKO)

Sannsynlighet	Konsekvens – tap av materielle verdier (MAT/OKO)				
	1. Svært liten	2. Liten	3. Middels	4. Stor	5. Svært stor
5. Svært sannsynlig	Grønn	Grønn	Grønn	Rød	Rød
4. Meget sannsynlig	Grønn	Grønn	Grønn	Rød	Rød
3. Sannsynlig	Grønn	Grønn	Grønn	Rød	Rød
2. Moderat sannsynlig	Grønn	Grønn	Grønn	Rød	Rød
1. Lite sannsynlig	Grønn	A, B, C1, C2	C3	Rød	Rød



Levert løsning – 2 stk prefabrikkerte varmepumper



Langt og smalt teknisk rom krevde spesialtilpassing av maskiner.

To rømningsdører.



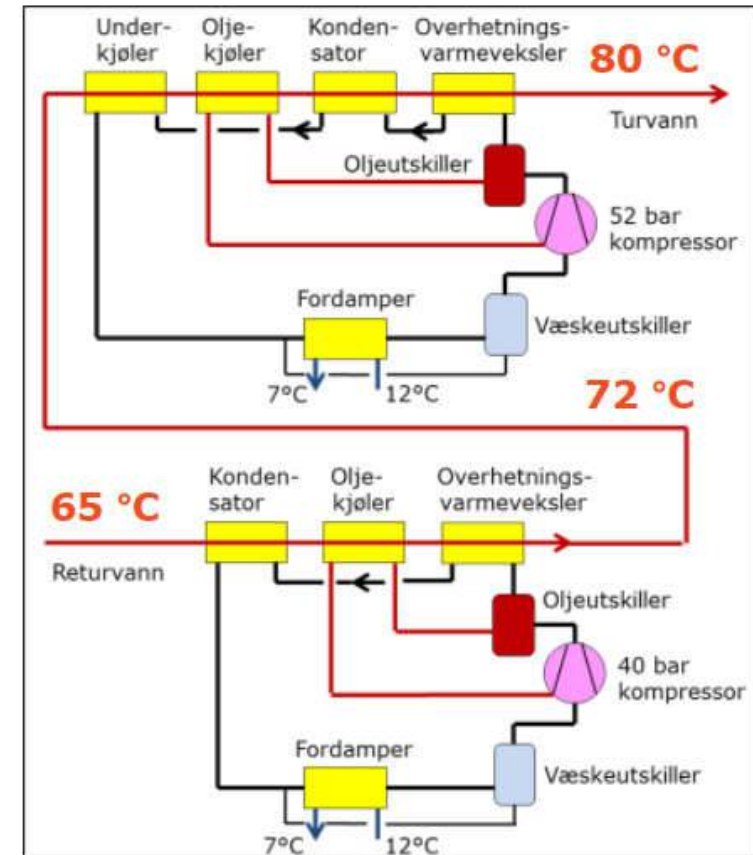
Levert løsning – 2 stk prefabrikkerte varmepumper koblet i parallell på kald side, i serie på varm side

Ett-trinns anlegg med høy COP

- Moderat trykkgasstemperatur
- Moderat kondenseringstemperatur
- Meget effektive oljekjølere
- Optimal temperaturløsning

Seriekobling av 7 varmevekslere med varmeavgivelse ved ulike temperaturer:

1. Kondensator
2. Oljekjøler
3. Overhettingsvarmeveksler
4. Underkjøler
5. Oljekjøler
6. Kondensator
7. Hetgassvarmeveksler



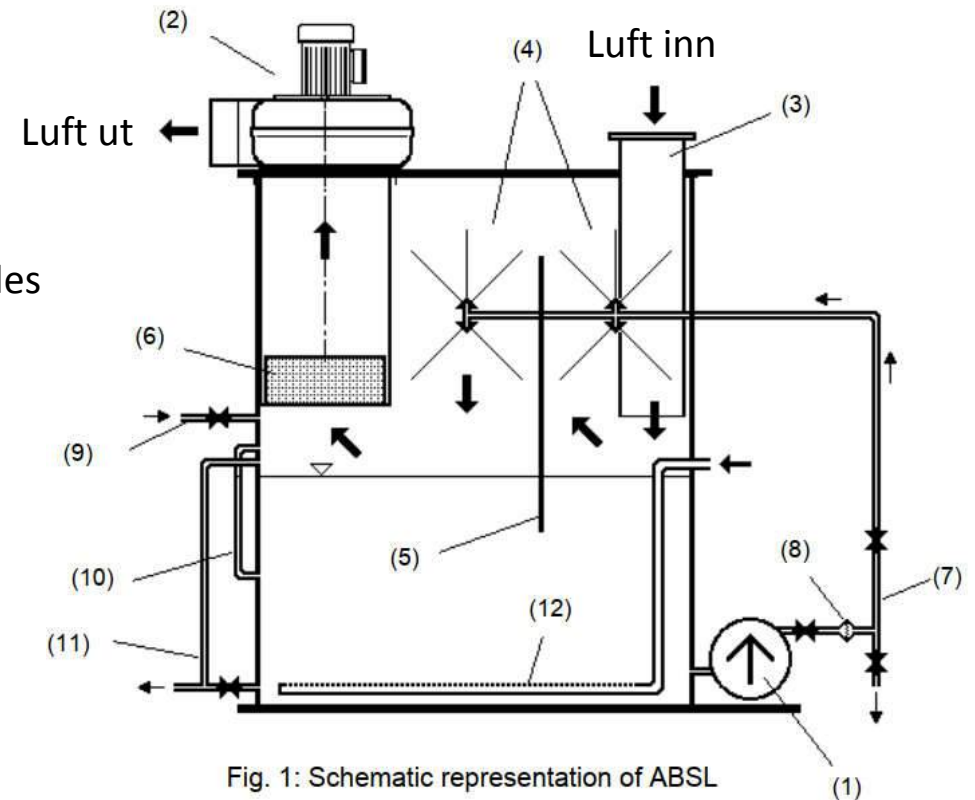
Figur – Geir Eggen

Scrubber – renser ammoniakkholdig luft med vann

- Stor vanntank med vanddyser, pumpe og vifte (Ex-sikret)
- Reduserer ammoniakk-konsentrasjonen med 98 %
- Driftsprosedyrer
 - › Normal drift – luften strømmet over vannflaten før den ledes friluft på taket av Byggteknisk 1
 - › Lekkasje – vann sprayer inn i luftstrømmen og absorberer ammoniakkdamp meget effektivt

Diverse sikkerhetsutstyr

- Nødbelysning
- Øyedusj og nøddusj – plassert på utsiden
- Gassmaske
- Brannslukningsapparat
- pH-følere i rørrettet på kald og varm side
- Ammoniakk-display på utsiden av maskinrommet



Gjennomsnittlig kjøleytelse 700 kW

- Årlig kjøleproduksjon 6,1 GWh/år
- Gjennomsnittlig varmeytelse 1020 kW
- Årlig varmeproduksjon 7,6 GWh/år
- gjennomsnittlig COP varmedrift 3,2
- El.forbruk inkl. pumper/vifter 2,8 GWh/år

Årlig energisparing 6,9 GWh/år

- Ekvivalent driftstid 7450 h (85 %)
- Realrente 7 %
- El.pris / fjernvarmepris 80 / 70 øre/kWh
- Netto merinvestering 16,4 mill. NOK
- Årlige kostnader (ÅK) 4,1 mill. NOK/år
- Årlig inntjening (ÅI) 5,0 mill. NOK/år
- Inntjeningstid (IT) ca. 4 år

Nåverdi (NV) ca. 37 mill. NOK

PROJEKT DATA		1 - Kjøle-/VP-anlegg (KJL)	2 - Fjernvarme & kjølemaskiner
Gjennomsnittlig kjøleytelse	[kW]	700	700
Gjennomsnittlig varmeytelse	[kW]	1 010	Fjernvarme
Årlig varmeproduksjon	[kWh/år]	7 585 455	7 585 455
Årlig kjøleproduksjon	[kWh/år]	6 132 000	6 132 000
Sum varme- og kjøleproduksjon	[kWh/år]	13 717 455	13 717 455
Energiforbruk			
El.forbruk varmepumpe/kjølemaskin og kjølemaskin	[kWh/år]	2 752 538	2 044 000
El.forbruk pumper - trykkløst varmepumpe-anlegg	[kWh/år]	55 000	0
El.forbruk pumper (børkjøler) - estimer	[kWh/år]	7 477	50 000
El.forbruk vifter (børkjøler) - estimer	[kWh/år]	22 887	352 700
Sum årlig el.forbruk (1) og (2)	[kWh/år]	2 837 702	2 245 700
Sum årlig fjernvarmeleveranse (2)	[kWh/år]	0	7 585 455
Årlig energisparing: (2) - (1)	[kWh/år]	6 950 463	
INVESTERINGER (eks. mva.)			
Varmekildeanlegg med VV&S	[kr]	0 000 000	0
Kjøle-/VP-anlegg - 1000kW	[kr]	9 000 000	0
Elektronikkalkulering inkl. prosjektering	[kr]	2 200 000	0
VVS-prosjektering	[kr]	1 000 000	0
Ombygging VVS	[kr]	1 000 000	0
Bygningsmessige tilpasninger	[kr]	500 000	0
Andre kostnader (børkjøler)	[kr]	700 000	0
SUM investeringer	[kr]	19 400 000	0
FNØVA-avgifter		0 000 000	0
Liforutsatte kostnader		0	0
SUM - netto merinvestering (2)	[kr]	19 400 000	0
ÅRLIGE KOSTNADER			
Kapitalkostnad (10 år, 7 % p.a.)	[kr/år]	1 548 100	0
Vedlikeholdskostnader	[kr/år]	270 000	50 000
Driftskostnader - fjernvarme	[kr/år]	0	9 495 000
Driftskostnader - enderogbet	[kr/år]	2 270 300	1 796 500
SUM årlige kostnader	[kr/år]	4 088 400	7 525 455
Differanse årlige drifts-/vedlikeholdskostnader (2) (kr/år)			-4 095 400
LØNNSOMHET			
Spesifikk energipris (varme & kjøling)	[kr/kWh]	0,30	0,50
Merinvestering (2)	[kr]	19 400 000	
Årlig inntjening (3)	[kr/år]	4 995 400	
Tilbaketilbetalingstid (TBT) (3)	[år]	3,9	
Returinvesteringstid (IT - TBT korrigert for renter)	[år]	4,0	
Nåverdi (NV) (3) (1), q=9,2954%	[kr]	36 538 045	

COWI

5 juni 2014; lekkasje i en pakning!

Ca 3 kg NH₃ lakk ut, ingen på NTNU merket noe men alarmen gikk.

Direkte varsling til brannvesenet, evakuering og full utrykning.

Ingen merket noe til lekkasjen, hverken inne eller ute.

Ny alarm strategi ble utarbeidet

Adresseavisen:

Måtte evakuere NTNU etter gasslekkasje

Ammoniakk-lekkasje førte til at hele Realfagsbygget ble tomt.



Flere brannbiler ble sendt til NTNU. FOTO: MORTEN ANTONSEN

- > Automatisk overvåknings- og alarmsystem med UPS-forsyning
 - > Gassdetektorer
 - > Plassering over aggregatene da ammoniakk er lettere enn luft
- > Prosedyrer ved ammoniakk-lekkasje
 - > "Lav alarm" – **100 ppm**
 - > Visuell alarm (lys) og lydalarm (horn) + alarm til NTNUs driftssentral
 - > Stans av begge kjøle-/varmepumpeaggregatene
 - > Intern seksjonering av begge aggregatene med ventiler
 - > Start av scrubbersystem – ikke resirkulasjon – avkast over tak via jethette (maks. 500 ppm)
 - > "Høy alarm" – **1.000 ppm**
 - > Som for "Lav alarm"
 - > Alarm til brannvesenet – full evakuering av Byggteknisk 1 og Realfagbygget
 - > Scrubbersystem i resirkulasjonsmodus – stengt avkastventil til friluft
 - > Eventuelt utskifting av salmiakkvannet i scrubberen ved stor lekkasje
 - > "Kritisk alarm" – **15.000 ppm** (10 % av LEL)
 - > Avstengning av all strømforsyning til maskinrommet

Når man kan spare:

$1200 \text{ kW} \times 24 \text{ timer/døgn} \times 1 \text{ kr/kWh} \times 2/3 \text{ (COP=3)} = 19\,200 \text{ kr/døgn}$

blir det fort dyrt med driftsstans, både ved rutinemessig vedlikehold eller utilsiktet hendelse!

- 200 000,- for en 10 dagers stans!
- Sørg for god planlegging av vedlikehold.
- Ha kritiske komponenter på lager.

NORSK VARMEPUMPE- FORENINGs (NOVAPs) VARMEPUMPEPRIS



Foto: NTB/Anstjerne, Høyttaler, Høyttaler, Høyttaler, Høyttaler, Høyttaler, Høyttaler
**NTNU Gløshaugen er vinner av
Varmepumpe-prisen 2015**