

## ► Forprosjekt kunstisbane Kanebogen

---

### Sammendrag/konklusjon

På oppdrag for Harstad Skøyteklubb har Norconsult utført et forprosjekt for etablering av kunstisbane i Harstad på Kanebogen stadion.

Denne rapporten oppsummerer forprosjektet, og er forutsatt benyttet til spillemiddelsøknad og videre beslutning om gjennomføring av prosjektet.

Det er lagt til grunn at det skal etableres en 400 meter kunstisbane inkl. oppvarmingsbane, samt islegges et areal i indre flate på 25x36 meter (900 m<sup>2</sup>). Samlet areal som skal islegges er 5 661 m<sup>2</sup>.

Det er forutsatt at eksisterende asfaltert rulleskøytebane i indre flate kan beholdes, og at denne ikke vil berøres av arbeidene med å etablere kunstis.

Kuldeanlegget og hovedtavle kan stilles opp i maskin rom eller det kan benyttes en kontainerløsning, kostnadsdifferanse for de to mulighetene er estimert.

Det er et ønske om at overskuddsvarme fra anlegget skal utnyttes. Tilrettelegging av anlegget for leveranse av varme til eksterne bygg er derfor tatt med som opsjon. Potensielt bruk av overskuddsvarme leveranse til ventilasjonsaggregater ved eksisterende Kanebogen skole, og i fremtiden til varmeanlegg for ny Kanebogen skole eller eventuelt annen tilstøtende bygningsmasse.

Det er en forutsetning fra Norges skøyteforbund at det er kunstis for å få lov til å arrangere skøyte NM.

### Kostnadskalkyle og anbefaling

Det er lagt til grunn en dimensjonerende utetemperatur på +10 °C og et kuldebehov på 200 W/m<sup>2</sup> islagt flate.

Det anbefales CO<sub>2</sub> som arbeidsmedium og at kuldeanlegget plasseres på sør-østsiden av Kanebogen stadion, mht. mulig varmegjenvinning fra anlegget.

Det er anbefalt bruk av ammoniakkvann som kuldebærer. Ammoniakkvann gir både lavere investeringskostnader og driftskostnader enn lake. Det gjøres oppmerksom på at ammoniakkvann er giftig det er krav om at det blir utført en ROS-analyse dersom prosjektet skal gjennomføres.

Det er steinfylling med liten innblanding av jord på Kanebogen stadion, og det er ca. 2 meter ned til fjell. Det er derfor liten fare for telehiv og det er vurdert at det ikke er behov for undervarme. For å få rask respons på anlegget er det forutsatt isolering under banerørene, dette gir også reduserte driftskostnader. Det er lagt til grunn steinmel som toppdekke på baneoverbygningen.

Nytt LED lysanlegg ble etablert i 2017, bestående av åtte lysmaster med 200 lux. Dette anlegget forutsettes å gi tilstrekkelig belysning for isbanene.

Det er utarbeidet forenklet kostnadskalkyle for investering med nøyaktighet på +-20 %.

Det kan gis opptil 6 mill. i spillermiddelstøtte for etablering av en 400 m kunstisbane, samt 1,2 mill i støtte til 900 m<sup>2</sup> bane (nærbaneanlegg). Det finnes også en ordning for merverdifritak som kan utløses ved etablering av kunstisbane, denne avhenger av hvordan prosjektet organiseres.

Investeringskostnad (entreprisekostnad) for komplett kunstisanlegg inkl. teknisk bygg er estimert til 20,6 mill. NOK inkl. mva, dette gir en spesifikk investeringskostnad på hhv 4111 kr/m<sup>2</sup> islagt areal inkl. mva.

Med en kontainerløsning for kuldeanlegget i stedet for driftsbygning kan kostnaden reduseres med 0,6 mill NOK inkl. mva.

Med aktuelle støttemidler (interkommunalt, mva-fritak og spillemidler) nødvendig egenkapital på i størrelsesorden 7,37 mill. NOK for å realisere løsningen.

For en issesong fra 15. okt. til 15. mars er det estimert at årlig elektrisitetsforbruk for anlegget vil være i størrelsesorden 450 000 kWh. Med en spotpris på 1,0 kr/kWh, 2023-nettleietariffer og -avgiftsnivå gir dette en årlig driftskostnad på 0,95 mill NOK inkl. mva.

Det er estimert at fem stk ventilasjonsaggregater ved Kanebogen skole har et samlet oppvarmingsbehov på dagtid på 130 000 kWh per issesong og 60 000 kWh utenom issesongen. I disse aggregatene er det mulig å sette inn vannbårne varmebatterier slik at deler av varmen fra kuldeanlegget kan gjenvinnes. Det går også an å drifte kuldeanlegget utenom issesongen som et varmpumpeanlegg for å hente ut varme da også hvis anlegget designes for slik drift.

Dersom det forutsettes at varmen i issesong kan leveres uten ekstra kompressor- eller pumpearbeid vil varmegjenvinning til skolen kunne redusere energibruken ved skolen med opp mot 100 000 kWh. Dette tilsvarer en reduksjon av driftskostnadene knyttet til energi på ca. 0,2 mill kr og gir derfor bedre driftsøkonomi for kuldeanlegget. I praksis vil besparelsen være noe mindre da det ved med fallende utetemperatur kreves mer kompressorarbeid for å kunne levere varmen til skolen ved ønsket temperaturnivå. Det er ikke beregnet hva forholdet mellom økt kompressorarbeid og levert varme kan bli i praksis.

Eksisterende bane brøytes og prepareres av Harstad Skøyteklubb, denne ordningen er det mest sannsynlig at også videreføres ved etablering av kunstis.

For en kunstisbane med CO<sub>2</sub> som arbeidsmedium, kan det med ett godt PLS/SD-system med to WEB-kamera og online overvåkningsmulighet samt alarmutsending bli minimalt økt behov for kommunalt bidrag sammenliknet med dagens situasjon.

Med CO<sub>2</sub> som arbeidsmedium vil det kun være behov for rundt 40-50 timer med tilsyn per år, mens for ammoniakk som arbeidsmedium vil behov for tilsyn ligge på rundt 200 timer per år.

D02	2023-02-03	For godkjenning hos oppdragsgiver	HeKri	VH	VH
C01	2023-01-25	For kommentar hos oppdragsgiver	HeKri	VH	VH
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

## Innholdsfortegnelse

<b>1</b>	<b>Bakgrunn</b>	<b>4</b>
1.1	Omfang	4
1.2	Forutsetninger	4
1.3	Alternativer	5
1.4	Eksterne varmeavtakere	5
1.5	Regelverk	5
<b>2</b>	<b>Eksterne varmeavtakere</b>	<b>6</b>
2.1	Vurdering varmegjenvinning/-produksjon fra kuldeanlegg	6
<b>3</b>	<b>Teknisk beskrivelse</b>	<b>7</b>
3.1	Kunstisbane utforming og grunnforhold	8
3.1.1	Baneutforming	8
3.1.2	Grunnforhold	8
3.1.3	Baneoppbygning	9
3.2	Kuldebærer	11
3.3	Kuldeaggregat	13
3.3.1	Alternative arbeidsmedium kuldeaggregat	13
3.3.2	Kuldeaggregat med arbeidsmedium ammoniakk	14
3.3.3	Kuldeaggregat med arbeidsmedium CO <sub>2</sub>	14
3.3.4	Sammenligning og anbefaling av kuldemedium	14
3.3.5	Anbefalinger utforming CO <sub>2</sub> anlegg	15
3.4	Overvann	15
3.5	Lydnivå fra utstyr og utendørs kjøler	16
3.6	Plassering teknisk bygg/kontainer	17
3.6.1	Størrelse teknisk bygg	17
3.6.2	Strømforsyning	18
3.6.3	Automasjonsanlegg (uavhengig av kuldemedium)	18
<b>4</b>	<b>Anbefalt løsning</b>	<b>18</b>
<b>5</b>	<b>Kostnader</b>	<b>19</b>
5.1	Tilskuddsordninger	19
5.2	Investeringskalkyle	20
5.2.1	Kostnader knyttet til ulike tillegg/alternativer	21
5.3	Driftskostnader	21
<b>6</b>	<b>Utbygging</b>	<b>23</b>

## 1 Bakgrunn

På oppdrag for Harstad Skøyteklubb har Norconsult utført et forprosjekt hvor det er utredet etablering av kunstis på Kanebogen Stadion.

Det forutsettes at det etableres en 400 meter kunstisbane inkl. oppvarmingsbane, samt islegges et areal på min. 900 m<sup>2</sup> i indre flate.

De lokale værforholdene er av stor betydning for drift av et kunstisbaneanlegg. Kunstisbaneanlegg designes normalt for å holde is ved utetemperatur opp til +10°C. Gunstige forhold for en kunstisbane er lite nedbør, lite vind og overskyet himmel/ingen sol. Ved temperaturer under ca. - 3°C er det normalt ikke behov for å drifte selve kuldeanlegget, da holder isen seg godt uten ekstra kjøling med mindre det ikke ønskes hardere is avhengig av aktiviteten. Ved temperaturer opp mot 10°C vil iskvaliteten som kuldeanlegget klarer å holde i stor grad være avhengig av faktorene som er nevnt over.

De siste årene har Harstad Skøyteklubb kun klart å holde is på den dagens naturlige kunstisbane i rundt 2 måneder, da har det i tillegg periodevis ikke vært tilfredsstillende iskvalitet og/eller behov for reetablering av is etter mildvær

Eksisterende bane brøytes og prepareres av Harstad Skøyteklubb, denne ordningen er det mest sannsynlig at også videreføres ved etablering av kunstis.

Kunstis vil gi redusert smeltevann ved mildvær. Smeltevann er problematisk for naboer på eksisterende naturfrossen bane.

### 1.1 Omfang

Forprosjektet inkluderer følgende:

- Grovvurdering av grunnforhold og nødvendige grunnarbeider inkl. drenering
- Anbefaling til oppbygging av bane/toppdekke for de to isflatene.
- Vurdering av kuldeteknisk utstyr (teknologi, kuldemedium etc.), kapasitet m.m., kraftbehov, kraftforsyning.
- Anbefaling av kuldemedium og konfigurasjon kuldeanlegg
- Anbefaling av kuldebærermedium for kuldeanlegget
- Estimering av arealbehov for teknisk bygg. Det vil vurderes om det er økonomisk fordelaktig å gå for en kontainerløsning.
- Beregning av driftskostnader og investeringskostnader for anlegg uten ekstern varmeleveranse.
- Estimering av tilgjengelig overskuddsvarme fra kuldeanlegget
  - o Varmeleveranse til Kanebogen skole

### 1.2 Forutsetninger

Følgende forutsetninger er lagt til grunn for forprosjektet:

- Dimensjonerende utetemperatur 10 °C
- Dimensjonerende kuldebehov 200 W/m<sup>2</sup>
- Strømforsyning ved 400 V, 3 fas.

Varmegjenvinning til oppvarming av preppevann er ikke vurdert som aktuelt, da det alt er besluttet å etablere en garasje på andre siden av stadion til ismaskin, og som lager for teknisk utstyr, ispreparing og snørydding.

Det er en eksisterende garasje som skal benyttes som servicebygg og lager for sikringsutstyr.

Nytt LED lysanlegg ble etablert i 2017, bestående av åtte lysmaster med 200 lux. Dette anlegget forutsettes å gi tilstrekkelig belysning for isbanene.

## **1.3 Alternativer**

### **1.3.1.1 Alternative kuldebærere**

Det er vurdert to ulike kuldebærere i kulderørene; ammoniakkvann og kalsiumklorid (CaCl<sub>2</sub>). Uavhengig av kuldebærer skal tur-/returtemp på mediet ligge på -13°C/-10°C under dimensjonerende forhold.

### **1.3.1.2 Alternative arbeidsmedier**

Det er sett på to alternative arbeidsmedier (omtales også som kuldemedium) i kuldeaggregatet; ammoniakk og CO<sub>2</sub>.

## **1.4 Eksterne varmeavtakere**

Varmen som produseres ifm. et kuldeanlegg for kunstis kan benyttes til ulike formål; undervarme for banen, oppvarming av preppevann og tappevann, snøsmelting og frostsikring, samt oppvarming av bygninger.

Aktuelle varmeavtakere:

- Oppvarming knyttet til nærliggende bygningsmasse er aktuelt, og det er kartlagt hvilke aggregater ved skolen som kan være mulige varmeavtakere og effektbehov knyttet til disse.
- Varmeleveranse til kummer for overvannshåndtering for frostsikring. Ikke sett nærmere på i dette forprosjektet, bør vurderes i neste fase.

Uaktuelle varmeavtakere:

- Preppevann er alt besluttet å berede i et annet bygg og er ikke en aktuell varmeavtaker i dette prosjektet.
- Det er vurdert at det ikke er telefare under kunstisbanen, og det er derfor ikke behov for et undervarmesystem.
- Varmeleveranse til snøsmelting ifm. snødeponi i tilknytning til stadion banen. Dette er en dyr og lite effektiv løsning,

## **1.5 Regelverk**

Følgende forskrifter og veiledninger gjelder for prosjektering og utførelse av VVS anleggene og kuldeanlegg:

- LOV-2008-06-27-71 Lov om planlegging og byggesaksbehandling (plan- og bygningsloven)
  - Tekniske forskrifter med veiledninger til Plan- og bygningsloven
- LOV-2002-06-14-20 Lov om vern mot brann, eksplosjon og ulykker med farlig stoff og om brannvesenets redningsoppgaver (brann- og eksplosjonsvernloven)
  - Tekniske forskrifter med veiledninger til Brann- og eksplosjonsvernloven
- Trykkdirektivet (PED)
- Arbeidstilsynet's forskrift " på arbeidsplassen" (nr. 398)
- Arbeidstilsynet's veiledning "Klima og luftkvalitet på arbeidsplassen" (nr. 444)
- Miljødirektoratets veileder «Veileder til retningslinje for behandling av støy i arealplanlegging»
- NS 3420 "Tekniske bestemmelser / spesifiserende tekster"
- NS-EN 378:2016, + A1:2019/2020. del 1-4 Kuldeanlegg og varmepumper – Sikkerhet og miljøkrav
- NS 8175:2019 Lydforhold i bygninger - Lydklasser for ulike bygningstyper
- Norsk Kulde- og varmepumpenorm

## **2 Eksterne varmeavtakere**

For dette prosjektet er det kun sett på varmeleveranse fra kuldeanlegg til Kanebogen skole som ligger like ved stadion.

Det er en forventning om at skolen om rundt 10 år skal erstattes med en ny skole, og at ny skole vil ha vannbårent varmeanlegg og dermed vil være en fremtid avtaker for varme fra kuldeanlegget.

Eksisterende skole har ikke vannbåren varme, men det skolen har flere ventilasjonsaggregater som har plass ettermontering av vannbårent varmebatteri.

Det er utført en befaring for å kartlegge mulige varmeavtakere ved eksisterende Kanebogen skole.

Ved skolen er det fem eksisterende ventilasjonsaggregater som er vurdert å være mulige varmeavtakere, disse har kryssvekslere og elektriske varmebatterier. Det er vurdert at det er plass til å sette inn et vannbårent varmebatteri i hvert av aggregatene. Samlet luftmengde for aggregatene er 16 100 m<sup>3</sup>/h.

Dimensjonerende effektbehov for varmebatteriene er estimert basert på romtemperatur 22 °C, utetemperatur -20 °C og relativ luftfuktighet 70 %, samt romtemperatur 20 °C. Det er i estimatet forutsatt 50 % virkningsgrad på kryssvekslerne.

Samlet dimensjonerende effektbehov er estimert til 125 kW. Effekt behovet blir lavere ved økende utetemperatur, ved utetemperatur hhv -5 °C og 10 °C er behovet forutsatt til 75 kW og 30 kW.

Årlig energibruk til oppvarming ved Kanebogen skole ligger på ca. 900 000 kWh.

Det er estimert at fem stk ventilasjonsaggregater ved Kanebogen skole har et samlet oppvarmingsbehov på 130 000 kWh per issesong og 60 000 kWh utenom issesongen. I disse aggregatene er det mulig å sette inn vannbårne varmebatterier slik at deler av varme fra kuldeanlegget kan gjenvinnes. Det går også an å drifte kuldeanlegget utenom issesongen som et varmepumpeanlegg for å hente ut varme da også.

Dersom det forutsettes at varmen i issesong kan leveres uten ekstra kompressor eller pumpearbeid vil varmegjenvinning til skolen kunne redusere energibruken ved skolen med opp mot 100 000 kWh. I praksis vil besparelsen være noe mindre da det ved med fallende utetemperatur kreves mer kompressorarbeid for å kunne levere varmen til skolen ved ønsket temperaturnivå. Det er ikke beregnet hva forholdet mellom økt kompressorarbeid og levert varme kan bli i praksis. Det er heller ikke sett i detalj på hvordan anlegget bør konfigureres eller styres for å minimere økningen av kompressorarbeid.

### **2.1 Vurdering varmegjenvinning/-produksjon fra kuldeanlegg**

Det er kun behov for å drifte kuldeanlegget i issesongen når utetemperaturen er over ca. -3 °C, ved lavere temperaturer har ikke isbanen behov for mekanisk kjøling med mindre det ikke ønskes hardere is.

Ved utetemperaturer over 10°C i lengre perioder er det lite trolig et kuldeanlegg klarer å holde akseptabel iskvalitet, og da vil anlegget normalt stanses.

Kuldeproduksjonen har lavest strømforbruk, og best EER, når anlegget kjører subkritisk, og med lavest mulig temperatur ut av gasskjøler og lavest mulig trykk ut av kompressor.

Det er mulig å levere varme fra kuldeanlegget til forbrukere, og det kan gi bedre samlet driftsøkonomi for kuldeanlegget og varmeanlegget.

Kuldebehovet og tilhørende varmeleveranse faller med synkende utetemperatur (men avhenger også av andre faktorer som nedbør, sol og vind). For å kunne utnytte varmen/større andel av varme vil det ofte være behov for å øke trykket ut av kompressoren, slik at temperaturen på varmen kommer opp på et nivå hvor den kan utnyttes. For å få tilstrekkelig kuldekapasitet fra anlegget må deler av varmen kunne dumpes til uteluft i

en gasskjøler. Varmeveksling mot avtakere får ikke kjølt CO<sub>2</sub> gassen til under rundt 35-37 °C, forutsatt varmebehov på temperaturnivå 60-35 °C hos avtaker. Ved dim. kuldeytelse bør uteluft benyttes til å kjøle gassen ned så den ligger maksimalt ca. 5 °C over uteluften. Ved redusert kuldeytelse kan det tillates høyere temperatur på gassen, dette gir litt høyere andel varmegjenvinning.

Heving av trykket gir høyere strømforbruk for kompressor og det er derfor viktig å se på mulige varmeavtak og -leveranse opp mot det økte strømforbruket til kompressor. Det er forutsatt et aggregat, men det kan også være aktuelt å fordele ytelsen på to aggregater slik at det er mulig å kun kjøre et av aggregatene med økt trykk og varmeleveranse til forbruker. Øvrig aggregat kjøres som vanlig kuldeanlegg og dumper all varme til uteluft. Da må temperatur og trykk, og fordeling av last på aggregater kontinuerlig tilpasses kjølebehovet og varmebehovet.

Det er mulig benytte kuldeanlegget som en ren varmepumpe når utetemperaturen er under -3 °C eller over 10 °C, kuldeanlegget kjøres da kun for å levere varme til forbrukere og ikke for å lage/vedlikeholde is.

Ved kraftig drift under -5 °C er det fare for at isen kan bli veldig hard og sprekke opp.

Ved drift utenom issesong er det trolig lave varmebehov og det er da viktig at anleggets ytelse kan reduseres i tråd med varmebehovet til forbrukerne og kuldebærertemperaturen kan ligge høyere.

Basert på historiske klimadata er forventet varmeavgivelse fra kuldeanlegget i issesongen beregnet, i denne beregningen er trykk ut av kompressor kun styrt av utetemperatur og ikke av varmebehov eller temperaturnivå til potensielle varmeavtakere. Det er estimert at kuldebehovet per issesong ligger på ca. 1,2 GWh, med et tilhørende elforbruk på 380 MWh for kompressorer og 67 MWh for lakepumper og vifter. Det gir en SEER på ca. 2,7 for kuldeanlegget. Tilhørende varmeavgivelsen fra kuldeanlegget ligger på ca. 1,6 GWh. Ved utetemperatur 10°C kunne ca. 150 kW vært gjenvunnet, mens det allerede ved utetemperatur 5 °C er behov for å øke kompressortrykk får å få gasstemperatur ut av kompressoren på et nivå hvor deler av varmen kan utnytted.

Potensialet for varmeleveranse/-avtak til et nærvarmeanlegg må vurderes i et separat prosjekt med egen lønnsomhetsvurdering.

Tilleggskostnaden er for å tilrettelegge kuldeanlegget for varmegjenvinning er ca 200 000 kr. Kostnadene er knyttet til trykkklasse i høytrykksdelen, slik at anlegget kan kjøres overkritisk, og en ekstra gasskjøler som kan levere ca. 150 kW til et nærvarmesystem. Kostander for nærvarmesystem er ikke kostnadsestimert, og det er ikke sett på mulig årlig energileveranse til nærvarmenettet.

### **3 Teknisk beskrivelse**

Kravene til planhet og stabilitet for isbaner er strenge. Grunnen må sikres mot telehiv og setninger.

Etablering av kunstisbane medfører behov for banerørsystem, kuldeteknisk anlegg og teknisk bygg.

Kuldeteknisk utstyr er forutsatt plassert i teknisk bygg eller container på sør-øst siden av stadion.

Iht. forskriftene må det utarbeides en risiko- og sårbarhetsanalyse (ROS-analyse) for kuldeanlegget, dette forutsettes utført som del av prosjektering av anlegget i en senere fase.

Prinsippskisse for kuldeanlegg er vist i tegning *V-350-01-C01 Prinsippskisse*.



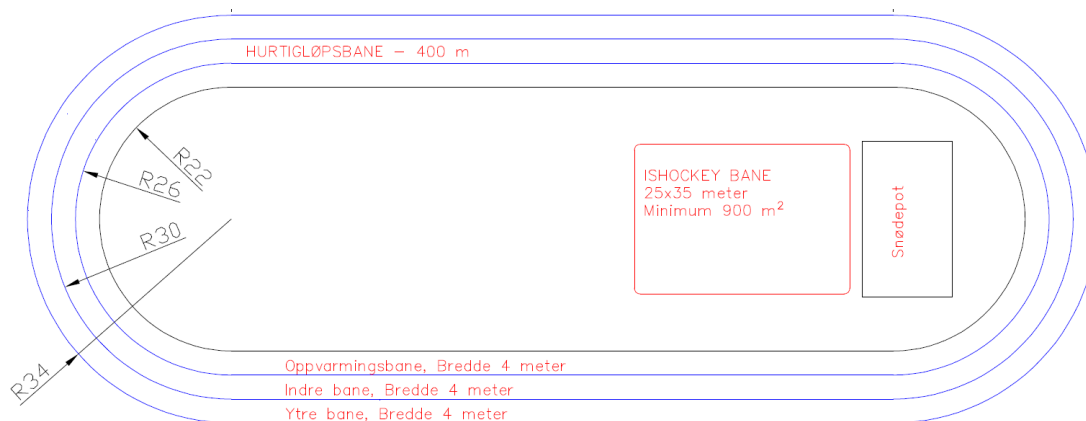
### 3.1 Kunstisbane utforming og grunnforhold

#### 3.1.1 Baneutforming

I Figur 1 er det vist en prinsippskisse for kunstisbanen, med de ulike feltene som skal islegges.

Arealer som er forutsatt at skal islegges på Kanebogen Stadion ref. prinsippskisse i Figur 1:

- 400 meter hurtigløpsbane:
  - banebredde 4 meter for indre og ytre bane, samt oppvarmingsbane:
  - radius indre bane 26 meter
- Islagt indre areal: 25 x 36 meter



Figur 1 Baneutforming, islagt 400 meter hurtigløpsbane, samt en flate på 900 m<sup>2</sup> i indre areal

#### 3.1.2 Grunnforhold

Vurderingen av grunnforhold har tatt utgangspunkt i tidligere studie (ref. Rapport «Mulighetsstudie Kunstisbane Harstad» fra 2015), i tillegg er utført nye vurderinger og det er gitt anbefaling til oppbygging av banedekke.

Banen er nivellert, avvik  $\pm 2,0$  cm. Det er utfordringer med overvann og det må legges opp til håndtering av dette.

Kanebogen er plassen for dagens naturisbane i Harstad. Grunnforholdene skal etter sigende være bra, det er steinmasser med liten innblanding av jord under banen, og ca. 2 meter ned til fjell. Det er derfor forutsatt at det ikke behov for undervarme. Det anbefales isolasjon for å redusere energibruken og gi raskere respons på infrysingsprosessen.

I senere fase bør det gjennomføres undersøkelser av geotekniker for å bestemme jordmassenes sammensetning, kvalitet og egenskaper, dybde til fjell og grunnvannstand. Det må foreligge en grunnundersøkelserapport for å få godkjenning av Kulturdepartementet for den tekniske løsningen som er valgt.





Figur 2 Plassering av Kanebogen stadion

### 3.1.3 Baneoppbygning

#### 3.1.3.1 Info om alternative toppdekker

Under er det informert om ulike toppdekker, samt hva valg av toppdekke betyr for investeringskostnaden.

Valg av toppdekke påvirker utforming av baneoverbygningen til en kunstisbane. Alternative toppdekker er asfalt, betong, kunstgress og grus/steinmel. Valg av toppdekke må sees i sammenheng med levetidshensyn og med både bruk og visuell fremtoning sommerstid.

I Tabell 1 er kostnaden per m<sup>2</sup> kunstisflate angitt for de lagene/delene av baneoverbygningen som er ulike for forskjellige typer toppdekke angitt, dette gjelder kostnader for selve toppdekket og rørdekke/pad. Kostnaden knyttet til rør og resterende baneoverbygning er uavhengig av valgt toppdekke, og er ikke inkludert i tabellen.

Tabell 1 Veiledende kostnader for forskjellige typer toppdekke (kostnad knyttet til toppdekke og rørdekke/pad)

Toppekke	Betong plasstøpt	Drensasfalt	Kunstgress	Steinmel
Kostnad [kr/m <sup>2</sup> kunstisbane]	840	310	500	280

Av klimahensyn er det lagt til grunn lavkarbonbetong klasse A i tabellen. Denne har ca. 40 % lavere klimagassutslipp enn betong uten tiltak for å redusere klimagassutslipp. Betong slipper ikke gjennom vann, og må legges med litt fall for å være egnet for bruk til andre formål sommerstid.

For baner har mørkt underlag/toppedekke bør det ved innfrysing benyttes maling som gir hvit isflate, både for å minimere strålingstapet fra banen og av visuelle hensyn. Det finnes egne malingstyper beregnet for dette.

### 3.1.3.2 Anbefaling baneoppbygning

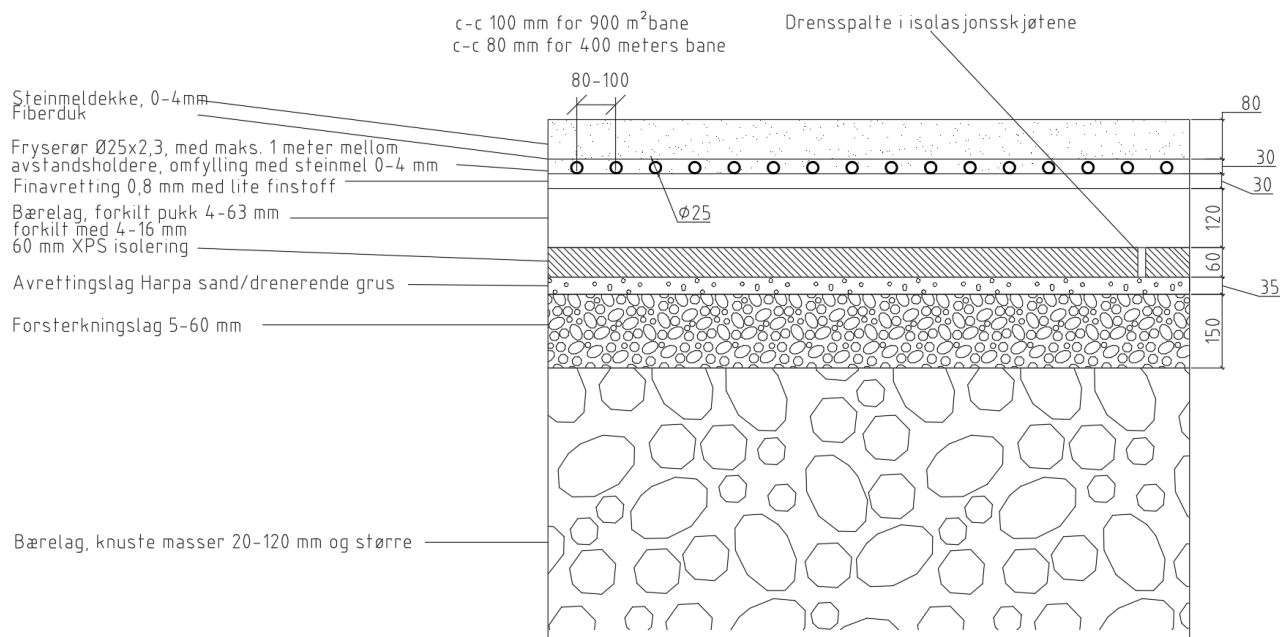
Det er forutsatt grusdekke type steinmel eller noe mer drenerende masser som toppdekke for Kanebogen stadion.

I tillegg til kravene til grunnen, er det viktig med drenering; dekkekonstruksjon må derfor bygges med vanngjennomslipp og overvannshåndtering.

Foreslått baneoppbygging er som følger (øverste kulepunkt angir øverste lag i banedekke også videre):

- Steinmel 0-4 mm, tykkelse 80 mm
- Fiberduk
- Ø25x2,3 mm fryserør hhv c-c 80 mm og c-c 100 mm for 400 metersbane og 900m<sup>2</sup> bane, tykkelse 30 mm, avstandsholdere legges med en meters avstand omfylling med steinmel 0-4 mm. For 900 m<sup>2</sup> banen kan fryserørene legges med c-c 100 mm
- Finavretting 0,8 mm med lite finstoff, tykkelse 30 mm
- Bærelag pukk 4-63 mm, forkilt med 6-16 mm, tykkelse 120 mm
- XPS isolering, tykkelse, 60 mm (legges med drensplate i skjøtene)
- Avrettingslag Harpa sand/drenerende grus, tykkelse 60 mm
- Forsterkningslag 5-60 mm, tykkelse 150 mm
- Bærelag, knuste masser 20-120 mm og større

Se Figur 3 for anbefalt oppbygging av dekke.



Figur 3 Snitt anbefalt baneoppbygging, Kanebogen

For å sørge for at ønsket avstand mellom banerør er det anbefalt avstandsholdere for hver meter, se foto i Figur 4 for prinsipp for avstandsholdere. Denne løsningen er anbefalt av kostnadshensyn fremfor asfalt med spor.



Figur 4 Prinsipp for avstandsholdere. Legges med ca. 1 meters avstand for å få riktig avstand mellom banerørene. Avstand skal være hhv. c/c 80 mm for 400 metersbane og 100 mm for 900 m<sup>2</sup> bane.

### 3.2 Kuldebærere

Kuldebærere sirkuleres i rørsløyfene i dekket under banen, og tar opp varme fra kunstisbanen og overfører varmen til kuldeanleggets fordampere.

Det er vurdert to ulike kuldebærere; kalsiumklorid (CaCl<sub>2</sub>) og ammoniakkvann. Begge de vurderte mediene er velegnet som kuldebærere og har gode varmeoverføringsegenskaper.

#### Sammenligning av kuldebærere

CaCl<sub>2</sub> (Brineguard 25) er en saltlake som ikke er skadelig for omgivelsene, og det er ingen spesielle farer knyttet til en lekkasje. Kalsiumklorid er korrosivt, lagesystemet må derfor bygges slik at korrosjonsfaren reduseres til et minimum; anbefales å benytte plastrør, samt at ventiler og annen armatur har plastbelegg eller bygges i epoxy eller i komposittmaterialer. Kalsiumklorid er tilsatt en inhibitor som reduserer korrosjonen i anlegget, denne må vedlikeholdes og etterfylles over tid.

Ammoniakkvann har lavere viskositet enn kalsiumklorid. Lav viskositeten gjør mediet tyntflytende og er gunstig mht. at dette gir lave friksjonstap. Trykktap i banerør blir ca. halvert med ammoniakkvann i forhold til bruk av CaCl<sub>2</sub> som kuldebærere. Dette gir lavere utgifter til pumpedrift.

En annen fordel med ammoniakkvann er at det er mindre aggressivt enn kalsiumklorid (CaCl<sub>2</sub>), og det kan benyttes rimeligere materialer (med visse unntak) i komponenter som pumper og fordampere etc. Det kan eksempelvis benyttes fordampere i AISI 316L i stedet for i titan noe som gir vesentlig rimeligere fordampere. Det er visse materialer som må unngås ved bruk av ammoniakkvann; det tillates ikke bruk av kobber eller aluminium da ammoniakkvann er reaktive med disse materialene. Karbonstål tåler kun en konsentrasjon av ammoniakkvann opptil ca. 15 %. Dette betyr at det ikke er mulig å fylle opp anlegget med oppkonsentrert ammoniakkvann om karbonstål benyttes, samt at det begrenser frysepunktet for mediet.

Driftsmessig har ammoniakkvann en fordel ved at det ikke fare for utkrystallisering slik det er for CaCl<sub>2</sub> i perioder med stillstand i anlegget.

Forsøk har vist at det ikke er fare for begroing på heteflater ved bruk av ammoniakkvann.

Basert på erfaringer fra andre baner er det lite luktproblematikk knyttet til lekkasje fra anlegget, for å identifisere lekkasjepunkt har det vært behov for benytt hunder som er trent til å lukte ammoniakk. Dersom ammoniakkvann skal benyttes anbefales det at personellet som skal håndtere systemet har erfaring med ammoniakk.

Ammoniakkvann kan ikke benyttes dersom det er fare for at utlekket medium kan renne ut i bekker, elver eller innsjø. Det er ikke en problemstilling for Kanebogen, da denne ikke ligger i nærhet til vann. For å begrense en eventuell lekkasje er det aktuelt å ha en oppsamlingsmulighet i kar med membran under fordeler-/samlestokker da det er områdene det er størst sannsynlighet for lekkasjer.

Det er videre forutsatt ammoniakkvann som kuldebærer da mediet gir lavest investerings- og driftskostnader, det er forutsatt at mediet ikke medføre noen risiko for omgivelsene siden plassering av anlegget er uten nærhet til vann.

Det er krav om at det skal utføres en risikoanalyse ved bruk av ammoniakkvann, dette inngår ikke i dette forprosjektet. Kuldebærersystem

Kuldebærersystemet føres inn i maskinrom for varmeveksling mot kuldeanlegget. Alt av pumper og innendørs rørsystem ifm. kuldebærer skal plasseres i maskinrommet.

Det er forutsatt bruk av ammoniakkvann, som angitt tidligere påvirker dette materialvalget. Det forutsettes bruk av AISI 316L i fordamer, type plate- og rammevarmeveksler med pakninger.

#### Kuldebærerrør

Banerørene legges som rørsøyfer med Ø25x2,3 mm og rørsøyfer med maks. lengde ca. 200 m og senter-til-senter avstand (c/c) 80 mm (100 mm for 900 m<sup>2</sup> bane).

Tilførselsrør utføres i materialkvalitet PE100 PN10 SDR17.

Samle-/fordelingsstokker utføres og sløyfer i materialkvalitet PE100 PN16 SDR11.

Rørene isoleres med isolasjonskasser av EPS i grunn og i veggjennomføringene. Innvendig i teknisk bygg skal rørene isoleres med celleplastgummi av en tykkelse på minimum 19 mm for å forhindre kondensasjon på overflaten. Isoleringen skal utføres diffusjonstett, og det skal isoleres fortløpende over alt utstyr og armatur.

Rørsystem innomhus skal bygges i AISI 316L. Alt av armaturer må være kompatibelt med ammoniakkvann.

#### Prinsipp rørføing

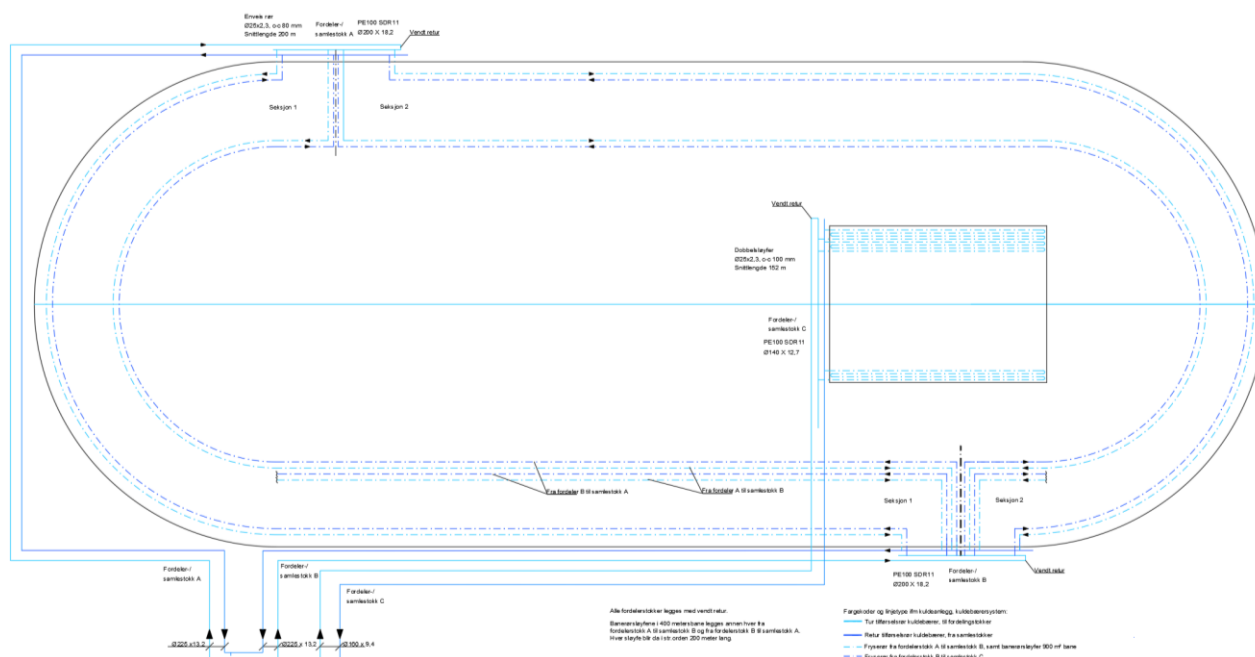
Det anbefales at alle fordelerstokkene legges med vendt retur, dette vil bidra til å balansere sirkulert mengde i banerørene.

Det anbefales å legge banerørene for 400 metersbanen med en fordeler- og en samlestokk per langside, slik at annet hvert fryserør knyttes til hhv. fordeler- og samlestokk. Det er videre forutsatt at halve fordelerstokken og halve samlestokk på hver side av banen leverer til to ulike is-seksjoner. Fryserørene føres over en av halvsirkelene til hhv. tilhørende samle- og fordelerstokk.

For 900 m<sup>2</sup> banen er det forutsatt at banerørene legges dobbeltsøyfer for å få balanse trykkfall i de to banene. Det er estimert at det blir litt lavere temperaturendring på kuldebærer ifm. 900 m<sup>2</sup> bane enn 400 meters-banen.

Det er forutsatt egne tilførselsrør fra teknisk bygg til 900 m<sup>2</sup> banen, og ha fordeler- og samlestokker for denne banen på kortside mot sentrum av stadion.

Prinsippet for kuldebærer rør er illustrert i Figur 5.



Figur 5 Anbefalt prinsipp banerørsystem

Det anbefales bruk av en normpumpe med 100 % kapasitet. Av kostandshensyn er det ikke lagt opp til redundans for pumpen eller fordeling av kapasiteten på flere pumper. Pumpen skal stå på kuldebærer returnrør (rør fra bane til kuldeanlegg). Pumpen skal ha frekvensstyrt kapasitetsregulering. Materialvalg i pumpe skal være bestandig mot ammoniakkvann.

Rør for lufting ifm. banerør skal trekkes inn i energisentral og føres til kuldebærerbeholder.

### 3.3 Kuldeaggregat

Kuldeaggregatet må leveres komplett med alle interne pumper, hjelpeutrustning, reguleringsventiler/flottørventiler etc.

Uavhengig av arbeidsmedium må aggregatet bygges i industriell kvalitet, med kompressorer og motorer av høy kvalitet og med høy virkningsgrad.

#### 3.3.1 Alternative arbeidsmedium kuldeaggregat

Arbeidsmedium (omtales også som kuldemedium) er mediet som benyttes i kuldeaggregatet. Under følger en meget forenklet forklaring av arbeidsmediets funksjon i kuldeaggregatet (det er mer utstyr knyttet til kuldeaggregatet, og en mer kompleks prosess som finner sted enn det som beskrives):

- Arbeidsmediet skal ta opp varme fra kuldebærer som sirkulerer i banerørene, varmeoverføringen finner sted i kuldeanleggets fordamper(-e). Her fordampes arbeidsmediet ved lavt trykk og lav temperatur.
- Fordampet arbeidsmedium komprimeres i aggregatets kompressor(-er).
- Arbeidsmediet, med høyt trykk, skal avgi varmen den har tatt opp fra kuldebærersystemet og energien som tilføres i komprimeringsprosessen til potensielle varmeavtakere (deriblant undervarmesystemet) i egne varmevekslere og til luft i kondensator/gasskjøler. arbeidsmediet kjøles ned og kondenseres ved varmeoverføringen.
- Trykket til det kondensert arbeidsmedium reduseres i en trykkreduksjonsventil før fordamperen(-e).



Det er vurdert to ulike arbeidsmedium; ammoniakk og CO<sub>2</sub>. Begge er naturlige medium som har lav GWP (Global Warming Potential) og er miljøvennlige mht. utslipp til atmosfæren.

I NS-EN 378 sorterer ammoniakk under sikkerhetsklasse B2L (giftig, brennbart med lav flammehastighet).

I NS-EN 378 sorterer CO<sub>2</sub> under sikkerhetsgruppe A1 (ikke giftig, ikke brennbart). CO<sub>2</sub> kan forårsake kvelning ved høye konsentrasjoner. Mediet er brannslukkende av natur. CO<sub>2</sub> har GWP lik 1 per def.

Kuldeaggregat med arbeidsmedium ammoniakk og CO<sub>2</sub> er beskrevet nærmere under i egne delkapitler. Ulike krav stilles til kuldeaggregatet avhengig av bl.a. kuldemedienes sikkerhetsklasse, fyllingsmengde kuldemedium og plassering av kuldeanlegget. Ammoniakk krever flere sikkerhetstiltak enn CO<sub>2</sub>.

### 3.3.2 Kuldeaggregat med arbeidsmedium ammoniakk

Ammoniakkanlegg er underlagt strenge regler mht. bygging og sikkerhet. Det er svært sjelden alvorlige ulykker i denne typen anlegg, så fremt regelverket følges og anlegget driftes på en skikkelig måte.

For anlegg som bygges med ammoniakk som kuldemedium og må det legges vekt på løsninger som begrenser anleggsfyllingen, samt utslipp ved eventuelle lekkasjer. Prefabrikkerte aggregater kan eventuelt vurderes for å holde anleggsfyllingen nede.

#### *3.3.2.1 Tilleggskrav maskinrom ammoniakk*

Standarden NS-EN 378-3:2016 stiller tilleggskrav til kuldemedier i bl.a. sikkerhetsgruppen ammoniakk sorterer under, samt egne krav som kun gjelder for ammoniakk. Dette er krav som blant annet går på utforming av rom og dører, og krav til at utstyr skal være egnet for ekspansjonsfarlig område.

Det vil være nødvendig å utarbeide en beredskapsplan for ammoniakkanlegg, og det kan være aktuelt å involvere brann/politi i beredskapsopplegget.

### 3.3.3 Kuldeaggregat med arbeidsmedium CO<sub>2</sub>

For anlegget som bygges med CO<sub>2</sub> som kuldemedium og bør det legges vekt på løsninger som begrenser anleggsfyllingen, samt ventilasjonssystem som holder CO<sub>2</sub> konsentrasjon i bygget lav ved eventuell lekkasje.

Kuldeanlegg må bygges/driftes slik at stillstandstrykk ikke medfører lekkasje. Dette håndteres enten ved å designe anlegget for stillstandstrykket eller sikre at anlegget holdes kjølig med drift av kuldeanlegget om trykket på anlegget overstiger forhåndsdefinerte settpunkt. Det er forutsatt at kuldeanlegget driftes on/off eller kontinuerlig på lav last for å redusere temperaturen og trykket i kuldeanlegget, også utenom isbanesesongen.

Kuldeanlegget skal designes på en måte som forhindrer dannelse av tørris i anleggsdelene ved trykkavlastning. Dette kan utføres ved at avtapping skjer til/via tank med trykk høyere enn kritisk trykk.

For løsning med CO<sub>2</sub> som kuldemedium er det forutsatt at kuldeaggregatet bygges slik at det kan driftes både sub- og transkritisk, med mulighet for varmegjenvinning samt med luftkjølt gasskjøler.

### 3.3.4 Sammenligning og anbefaling av kuldemedium

Fra et ammoniakkanlegg kan det gjenvinnes varme ved høyere temperatur fra oljekjølere enn fra kondensatorene. Ca. 10-15 % av varmen fra kuldeanlegget avgis i oljekjøler.

Et CO<sub>2</sub> kuldeanlegg kan kjøres subkritisk eller transkritisk, og det er mulig å gjenvinne varme i begge driftssituasjonene. Driften må kontinuerlig tilpasses utetemperaturen og potensialet for varmegjenvinning for å holde energibruken lavest mulig.

CO<sub>2</sub>-anlegg har redusert risiko for personell og miljø ved eventuelle lekkasjer i anlegget sammenlignet med ammoniakk.

Det er høyere investeringskostnader for et CO<sub>2</sub>-anlegg, og elforbruk knyttet til et CO<sub>2</sub>-anlegg er noe høyere enn til et ammoniakkanlegg når anlegget driftes som rent kuldeanlegg uten varmegjenvinning.

Det er lavere servicekostnader knyttet til et CO<sub>2</sub>-anlegg enn til ammoniakkanlegg. Det er i tillegg mindre behov for tilsyn for CO<sub>2</sub>-anlegg, og dermed lavere kostnad til driftspersonell. Mens et ammoniakkanlegg bør ha daglig tilsyn, det normalt ikke være behov for ukentlig tilsyn med CO<sub>2</sub>-anlegg

For en kunstisbane med CO<sub>2</sub> som arbeidsmedium, kan det med ett godt PLS/SD-system med to WEB-kamera og online overvåkningsmulighet, samt alarmutsending bli minimalt økt behov for kommunalt bidrag sammenliknet med dagens situasjon.

Med CO<sub>2</sub> som arbeidsmedium vil det kun være behov for rundt 40-50 timer med tilsyn per år, mens for ammoniakk som arbeidsmedium vil behov for tilsyn ligge på rundt 200 timer per år.

Vår anbefaling er et kuldeanlegg med CO<sub>2</sub> som arbeidsmedium. Anbefalingen er basert på at CO<sub>2</sub> anlegg vil være bedre egnet for varmegjenvinning og at dette kan bidra positivt til fremtidige driftskostnader.

Det er i tillegg mange fordeler med et CO<sub>2</sub> basert kuldeanlegg fremfor et ammoniakkanlegg mht. driftsforhold, mindre servicebehov, støyforhold, utnyttelse av overskuddsenergi og risiko ifm. lekkasjer.

### 3.3.5 Anbefalinger utforming CO<sub>2</sub> anlegg

Det kan være aktuelt å dimensjonere CO<sub>2</sub> aggregatet slik at kapasiteten til det en kompressor tilpasses drift som varmpumpe ved lave utetemperaturer (under -5 °C), for å kunne levere varme når det ikke er behov for kuldedrift for å opprettholde is. for varmeavtak ved Kaneborgen skole. Ved lik drift av anlegget skal luft kjølt gasskjøler ikke benyttes, slik at det ikke trekkes unødvendig mye varme ut av banen.

Arbeidsmediumfylling i kuldeaggregat er estimert til ca. 400 kg.

Kuldeaggregatet forutsettes designet med ulike trykklasser i de ulike delene, fra PN60 til PN110. For hver del fastsettes trykkklasse utfra maksimalt arbeidstrykk.

Kuldeaggregatet foreslås utformet med følgende hovedkomponenter:

- En fylt fordampner, fordampingstemperatur CO<sub>2</sub> -16 °C
- En luftkjølt gasskjøler, felles frekvensregulering av viftene i gasskjøler.
- Intern suggassveksler
- Bypass av gass over fordampner
- Kompressorer eleffekt 75 kW per stk, antallet beregnes utfra ønsket kuldeytelse,
- Opsjon - ikke med i kostnadskalkyle. En kompressor kan vurderes å ha mindre effekt for å tilpasses drift som varmpumpe ved utetemperaturer under -3 °C.
- Opsjon med i kostnadskalkyle. Gasskjøler, med ytelse opptil 150 kW for varmeleveranse til nærvarmesystem. Installerer mellom kompressorer og luftkjølte kondensatorer, gasskjøler skal ha bypass av CO<sub>2</sub>.

## 3.4 **Overvann**

Ved nedbør i issesong bør vannet skyfles bort. Dette kan håndteres ved å bruke en gummilist på skovle på traktor, og skyfle vannet ut av banen.

Det bør legges opp til punkter med kum for overvannshåndtering, disse kan vurderes å holdes frostfrie med varme fra anlegget.



### 3.5 Lydnivå fra utstyr og utendørs kjøler

Ifm. et kuldeanlegg er det spesielt to komponenter som medfører støy. Dette er kompressorer og kjølere.

Kompressorer plasseres innomhus i maskinrom, og støy fra disse vil kun være til sjenanse for eventuelle rom i umiddelbar nærhet.

Når det gjelder kjølere er det da snakk om luftkjølt kondensator for ammoniakk kuldeanlegg og luftkjølt gasskjøler for CO<sub>2</sub>-kuldeanlegg. Disse benytter luft til å kjøle arbeidsmediumet og må plasseres utomhus. Lydnivået fra slike enheter kan for være til sjenanse for omkringliggende beliggenhet. Plasseringen av utstyret er svært viktig, da lyd dempes med avstand. Tiltak for å senke lydnivået er strenge krav til utstyret som leveres, men senkning av støynivå gir større og dyrere kjølere. Andre tiltak er støyisolering. Utforming, plassering etc. må foretas i samarbeid med akustiker for å sikre at krav til lydnivå overholdes.

Grenseverdier for støy fra tekniske installasjoner til boliger er gitt i NS 8175:2019, klasse C. Grenseverdiene er gitt i Tabell 2. Det er forskjellige grenseverdier avhengig av tidspunkt på døgnet.

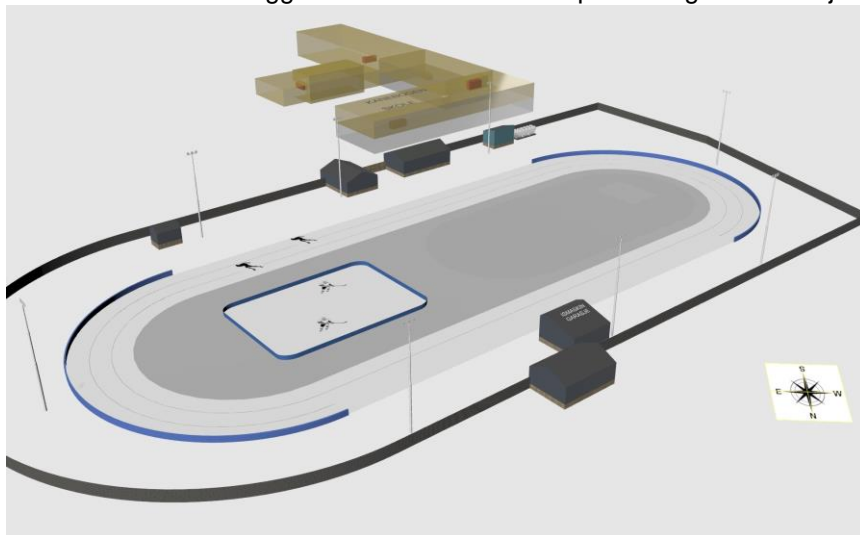
Tabell 2 Lydnivå utendørs - Høyeste grenseverdi for utendørs maksimalt lydtryknivå, L<sub>Amax</sub>

Type bruksområde	L <sub>p,AF,max</sub> (dB)	Klasse C
Lydnivå på uteoppholdsareal og utenfor vindu fra tekniske installasjoner i samme bygning og i en annen bygning	natt, kl. 23-07	35
	kveld, kl. 19-23	40
	dag, kl. 07-19	45

### 3.6 Plassering teknisk bygg/kontainer

Installasjonen krever et vesentlig areal samtidig som enkelte elementer også avgir støy, noe som må hensyntas ifb. plassering og utforming.

Det er forutsatt plassering sør-øst for banen, skissert i Figur 6. Denne plasseringen er valgt ut for å legge til rette for å leveranse av overskuddsvarme til nåværende Kanebogen skole og Ny Kanebogen skole i fremtiden. Det er i tillegg er det skissert anbefalt plassering av en luftkjølt gasskjøler.



Figur 6 Plassering av teknisk bygg, hhv sør-øst for banen

#### 3.6.1 Størrelse teknisk bygg

Størrelse på kuldeaggregat er forutsatt til lengde 5 meter, bredde 1,5 meter og høyde 1,8 meter

Det må etableres et teknisk driftsbygg for kuldeanlegget og tavler. Teknisk bygg er forutsatt kun å ha en etasje. Maskinrom er estimert til å ligge på rundt 40 m<sup>2</sup>, med lengde 8 meter, bredde 5 meter og en innvendig takhøyde på ca. 3,5 meter.

Dersom det velges en kontainer i stedet bør den ha en lengde på 12 meter og bredde 2,4 meter, høyde 2,5 meter.

#### Luftbehandlingsanlegg

Maskinrom har krav om minimum 4. luftskift per time som grunnventilasjon.

Ventilasjonsprinsipp er balansert omrøringsventilasjon med lik luftmengde for tilluft og avtrekk.

#### Lekkasjedeteksjon

For begge vurderte kuldemediene er det slik fyllingsmengden i anlegget vil bli så stor konsentrasjonen av kuldemedium ved lekkasje kan overstige praktisk grenseverdi satt av standard NS-EN 378-1:2016. Dette utløser krav om at det skal etableres et lekkasjedetekteringssystem iht. NS-EN 378:3:2016. Standarden stiller krav til detektorer, antall, plassering og ytelsen til disse. Forhåndsbestemte verdier som skal gi alarm/signaler fra detektorene bestemmes ut fra kuldemedienes egenskaper og definerte grenser.

#### Nødventilasjon

For anlegg med krav om lekkasjedeteksjon skal det installeres mekanisk nødventilasjon. Nødventilasjon av maskinrommet skal dimensjoneres iht. EN-NS 378-3:2016 og inkluderes i leveransen av kuldeanlegget. Det samme gjelder forskriftsmessig verneutstyr.

Under prosjektering kan det sees på mulighet for forenkling av ventilasjonsprinsipp.

### 3.6.2 Strømforsyning

Strømforsyning er forutsatt via hovedtavle i skolebygg, denne har ledige avganger. Disse ble tidligere benyttet til tekniske anlegg til en svømmehall ved skolen. Det er i kostnadskalkylen lagt til grunn en oppgradering av avgangene, samt kabling til kuldeanlegg. Det er forutsatt at aggregat må utstyres med kurs til lakepumpe, gasskjøler, lys og stikk. Det er forutsatt at det ikke er noe anleggsbidrag. Netteier er Hålogaland Kraft Nett AS (HLK Nett).

### 3.6.3 Automasjonsanlegg (uavhengig av kuldemedium)

Det anbefales at det i forbindelse med dette nye anlegget investeres i ett driftskontrollanlegg som tar for seg kuldeanlegget, ventilasjon i bygget og andre tekniske installasjoner. Dette for å forenkle fremtidig drift og oppgraderinger

Med et samordnet system vil en få kun ett skjermbasert system å forholde seg til. Dette medfører at en enkelt kan få ut alle driftsdata over hele anlegget som gjør at driften blir mer oversiktlig. Med et energioppfølgingsprogram som henter data fra dette styresystemet, vil en enkelt kunne få ut rapporter. Dette forutsetter at en velger et driftskontrollanlegg med åpen standard. Det vil da ikke være noe problem å få tilkoblet alarmmeldinger mot mobiltelefoner, hjemmevakt-PC, eller legge publikumsinformasjon (bilder/data) på Internett via WEB.

## 4 **Anbefalt løsning**

CO<sub>2</sub> anbefales som kuldemedium av hensyn mulig til fremtidig varmelevering til Nye Kanebogen skole. Bruk av ammoniakkvann som kuldebærer anbefales av kostnadshensyn og driftshensyn.

## 5 Kostnader

### 5.1 Tilskuddsordninger

#### Fritak for merverdiavgift

Ordningen med kompensasjon av merverdiavgift omfatter prosjekter for bygging/rehabilitering av idrettsanlegg hvor idrettslag og andre organisasjoner/sammenslutninger er tiltakshavere.

Ordningen omfatter merverdiavgift knyttet til tilskuddsberettigete anleggselementer, jf. Bestemmelser om tilskudd til anlegg for idrett og fysisk aktivitet:

Det kan søkes om tilskudd til bygging og/eller rehabilitering av idrettsanlegg som er åpne for allmenn idrettslig virksomhet (idrett og fysisk aktivitet for alle), og som ikke er underlagt fortjenestebaserte eierformer.

Tilskuddene er knyttet direkte opp mot aktivitetsareal med nødvendige tilleggselementer, f.eks. garderober, lys mv.

#### [Bestemmelser om kompensasjon av merverdiavgift ved bygging av idrettsanlegg – 2023.](#)

#### Spillemidler

Det kan søkes om spillemidler ved etablering av kunstisbaner.

Tilskuddene er knyttet direkte opp mot aktivitetsareal med nødvendige tilleggselementer, f.eks. garderober, lys mv. Videre er tilskuddet begrenset av fastsatte, maksimale beløp for den enkelte anleggstype.

Per 2023 er tilskuddet maksimalt 6 mill. NOK for 400 meter bane. Det kan søkes om tilskudd på inntil 1/3 av godkjente kostnader.

Et islagt areal på indre flate havner i kategorien nærmiljøanlegg, og for en flate på min. 900 m<sup>2</sup> kan det per 2023 søkes om støtte på inntil 1,2 mill. NOK. Det kan søkes om tilskudd på inntil 50 % av godkjente kostnader for nærmiljøanlegg.

Økt tilskudd gis til anlegg i følgende områder:

- Troms og Finnmark: Tillegg på 25 % av ordinært tilskudd

#### [Bestemmelser om tilskudd til anlegg for idrett og fysisk aktivitet - 2022 \(regjeringen.no\)](#)

#### Interkommunalt samarbeid

Dersom minst to nabokommuner er med på å støtte etablering av isbanen er det mulig å få økt spillemiddeltilskudd. Hver av nabokommunene må da gå inn med minst 5 % hver av investeringskostnadene. I tillegg er det da krav om at nabokommunene må skyte inn min. 5 % av anleggets faktiske driftskostnader i årlige driftstilskudd i 20 år eller stiller garanti som dekker min. 5 % av faktiske, årlig drift underskudd for anlegget.

Dette utløser et fylkeskommunalt tilskudd som øker spillemiddelstilskuddet med 30 %. Ref. link over i avsnitt om spillemidler for ytterligere detaljer.

Tilskudd for interkommunalt samarbeid gjelder også ved etablering av svømmehaller og andre idrettsanlegg, og legger dermed til rette for at kommuner kan bistå hverandre med å få etablert anlegg som kan komme hele regionen til gode.

## 5.2 Investeringkalkyle

Det er benyttet erfaringstall fra tilsvarende prosjekter bl.a. Gjøvik kunstisbane, Moss kunstis, Øren Kunstisbane/Drammen, i tillegg er det mottatt et prisestimat på kuldeaggregat.

Usikkerheten knyttet til investeringskostnadene er satt til  $\pm 20\%$ . Usikkerhetene er størst med hensyn til teknisk bygg og minst mht. kuldeanlegg. Prisene gjelder med dagens prisnivå og valutakurser.

I Tabell 3 er kostnadskalkyle for kuldeanlegg oppstilt i teknisk bygg oppsummert. Kostandene er oppgitt inkl. mva, med følgende unntak; verdien av forutsatt sponing og dugnadsarbeid er med i totale investeringskostnader, men ligger inne uten mva. Verdien av forutsatt materiell sponing og dugnadsarbeid er i tillegg spesifisert separat nederst i tabellen.

Vant og annet bandyteknisk utstyr er ikke inkludert i kostnadskalkylen.

Tabell 3 Kostnadskalkyle Kunstisbane Kanebogen, oppstilling i maskinrom

	A	B	C	D	E	F	Kostnad	PRO/PA/BL
	Materiell	Materiell	Arbeid	Arbeid	Sum	Mva		
	eks.mva.	sponsing	eks.mva.	Dugnad	A - B + C	E x 0,25	E+F+B+D	fordelt %-vis
<b>1. Anleggsarbeider</b>	<b>1 965 000</b>	-	<b>2 274 000</b>	-	<b>4 239 000</b>	<b>1 060 000</b>	<b>5 299 000</b>	<b>564 000</b>
1.1 Derav isolering	687 000	-	102 000	-	789 000	197 000	986 000	-
<b>2. VA-arbeider</b>	<b>77 000</b>	-	<b>79 000</b>	-	<b>156 000</b>	<b>39 000</b>	<b>195 000</b>	<b>21 000</b>
<b>3. Driftsteknisk utstyr</b>								
<b>4. Flomlysanlegg</b>								
<b>5. Fryseanlegg inkl. toppdekke</b>	<b>11 327 000</b>	-	<b>inkl.</b>	-	<b>11 327 000</b>	<b>2 832 000</b>	<b>14 159 000</b>	<b>1 508 000</b>
5.1 Derav kuldeanlegg, kuldebærerpumpe, gasskjølere	6 991 000	-	inkl.	-	6 991 000	1 748 000	8 739 000	930 745
5.2 Derav banerør, tilførselsledninger og kuldebærer	2 125 000	-	inkl.	-	2 125 000	531 000	2 656 000	282 876
5.3 Derav toppdekke/rørdekke	1 232 000	-	inkl.	-	1 232 000	308 000	1 540 000	164 017
5.4 Derav undervarmerør&glykol								
5.5 Derav trafo/elektro/aut	979 000	-	inkl.	-	979 000	245 000	1 224 000	130 362
<b>6. Varmegjenvinning og nærvarmenett</b>								
<b>7. Teknisk bygg</b>	<b>754 000</b>	-	<b>inkl.</b>	-	<b>754 000</b>	<b>189 000</b>	<b>943 000</b>	<b>100 000</b>
<b>8. Sum entreprisekostnader</b>	<b>14 123 000</b>	-	<b>2 353 000</b>	-	<b>16 476 000</b>	<b>4 120 000</b>	<b>20 596 000</b>	<b>20 596 000</b>
<b>9. Prosjektering, adm., byggeledelse</b>	-	-	-	1 163 704	-	-	1 163 704	-
<b>10. Reserve</b>	<b>1 129 840</b>	-	<b>188 240</b>	-	<b>1 318 080</b>	<b>330 000</b>	<b>1 648 080</b>	
<b>11. Sum totalkostnad</b>	<b>15 252 840</b>	-	<b>2 541 240</b>	-	<b>18 618 080</b>	<b>4 656 000</b>	<b>23 274 080</b>	
<b>Spesifikk totalkostnad</b>	<b>4111 kr/m<sup>2</sup> opparbeidet flate inkl. mva</b>				Herav entr.kost (1,2,4,5,6,7)		<b>20 596 000</b>	

Nødvending egenkapital forutsatt nevnte støtteordninger er estimert til 7,37 mill kr. Se Tabell 4 for støttesummer.

Tabell 4 Finansiering

Finansiering:	Max	Maks. stønad	Søkn.gr.lag		Totalsum
1. Søknadssum spillemidler	30,9 %	7 200 000	23 485 680	7 200 000	7 200 000
derav bane	33 %	7 200 000	23 485 680	7 200 000	
derav lysanlegg	33 %	-	-	-	
derav teknisk bygg (lager, garasje, driftsoperatørrom etc)	33 %	-	-	-	
derav evt. kunstgressdekke	33 %	-	-	-	
2. Enovastøtte varmepumpe/distribusjon	0 %	-	-	-	-
3. Mva-refusjon	20 %	4 656 000			4 656 000
4. Tilskudd til utstyr	0,0 %	250 000	0	-	-
5. Fylkeskommunale tilskudd, regional anlegg	0 %	-	-	-	-
Geografiske tilskudd (økning i spillemidler)	8 %	1 800 000		1 800 000	1 800 000
Tillegg for pressområder	5 %	1 080 000		1 080 000	1 080 000
6. Private tilskudd	0 %			0	-
7. Egenkapital	32 %			7 374 376	7 374 376
8. Dugnad/ egeninnsats (inkl. bistand andre)	5 %			1 163 704	1 163 704
9. Gaver/sponsing av materiell	0 %			0	-
10. Andre tilskudd	0 %			0	-
11. Tidligere spillemidler	0 %			0	0
<b>Totalsum</b>	<b>100 %</b>				<b>23 274 080</b>

### 5.2.1 Kostnader knyttet til ulike tillegg/alternativer

En kontainerløsning kan redusere kostanden med ca. 0,6 mill ekskl. mva.

Tilleggs kostnad for at anlegget skal tilrettelegges for varmeleveranse fra aggregatet til et nærvarmenett, ligger inne i kostnadskalkylene. Tilleggs kostnaden utgjør ca. 200 000 kr ekskl. mva. Det er ikke lagt inn noen kostnader for selve nærvarmenettet eller tilknytning til skolen.

## 5.3 Driftskostnader

### Lønnsutgifter

Det er lite behov for tilsyn med et CO<sub>2</sub> kuldeanlegg, samlet antall timer til oppfølging av anlegget er anslått til 40-50 timer per driftssesong. Det er derfor ikke behov for å budsjettere med en stilling for dette. Preparering etc. av banene er forutsatt å følge dagens ordning, med utførelse på dugnad av skøyteklubben. Lønnsutgiftene er ikke estimert i denne rapporten.

### Strømutgifter

#### **Energitariffer strøm**

Det må kjøpes elektrisk energi til drift av kuldemaskiner/kuldebærerpumper/gasskjølere og annet utstyr ifm. isfrysing/vedlikehold.


Kostnadene for elektrisk energi er delt i tre ledd, nettleie (som kan både være effekt- og energi-tariffert), forbruksavgift (kreves inn via nettleien) og energikjøp (som kan kjøpes fritt blant tilbydere av elektrisk energi i aktuelt konsesjonsområde).

#### **Nettleie**

Hålogland Kraft Nett sine sin satser for nettleie, fra og med 1. jan 2023 er oppgitt i Figur 7. Nettnivå 4/5 Stor Næring lavspent over 3x125 A er lagt til grunn for nettleiekostnaden for kuldeanlegget.

<b>NETTLEIE FRA 01.01.2023</b>						Inkl. Forbruks-avgift og ENOVA avgift for husholdingskunder
Gjelder forsyningsområdet til Hålogland Kraft Nett AS.						
	kW fra	kW til	Fastbeløp kr/måler/mnd	Effektledd kr/kW/mnd	Energiledd øre/kWh	Energiledd øre/kWh
<b>Nettnivå 4/5 Stor Næring lavspent over 3x125 A</b>						
Vinter**	0	9 999	1 000	75	0,8	
Sommer**	0	9 999	1 000	30	0,8	

 <b>Hålogland Kraft Nett</b>	<small>Nettselskapene er ansvarlig for innkreving av forbruksavgift på elektrisk kraft. Fom. 1.1.2023 er denne på 15,84 øre/kWh. *I perioden 1.1-31.3 er det redusert sats på forbruksavgiften og satsen er da 9,16 øre/kWh Husholdningskunder betaler en avgift på 1 øre/kWh til Energifondet/Enova. Alle andre nettkunder betaler en avgift til Energifondet/Enova på 800 kr pr. målepunkt per år. Hålogland Kraft Nett AS Tlf: 77 04 26 26 Priser for næringskunder er eks. mva. **Sommerpriser gjelder 1.5-1.11. Vinterpriser gjelder 1.11-1.5</small>
---	--

Figur 7 Nettleie - tariff Nettnivå 4/5 Stor Næring lavspent over 3 x 125 A

Effektledd avregnes ut fra høyeste målte timesmax i foregående måned.

Anlegget vil ikke belaste nettet når det er kaldest, og det bør være mulig å koble ut anlegget planlagt ifm. med linjevedlikehold når det er kuldegrader. Derfor kan ikke dette anlegget sammenlignes med vanlig abonnenter. Dette bør tas opp med HLK Nett AS.

Det forutsettes at netteier ikke belaster anlegget for reaktiv effekt, da dette ikke er oppgitt statser for dette under det aktuelle nettleie abonnementet

#### **Energikjøp strøm**

Energikjøp kan skje etter spotpris, fastpris eller andre former for markedsprisede avtaler, ofte med tak. Generelt vil kjøp av elektrisk energi fra spotmarkedet komme rimeligst ut selv om man kan fremforhandle

avtaler som kommer bedre ut i perioder. Det er i dette forprosjektet foutsatt spotpris. Spotpris inkluderer også et meglerpåslag.

### Energiforbruk strøm og energikostnader

Strømforbruket er avhengig av islagt flate og varigheten på sesongen. Klimaet spiller også inn i stor grad. Erfaringsmessig ligger strømforbruket for en kunstisbane (ekskl. flombelysning) på ca. 0,4-0,6 kWh/m<sup>2</sup> isflate og døgn.

Basert på normale klimadata for Harstad og en issesong fra 15.oktober til 15. mars, nettleie som angitt over samt en gjennomsnittlig spotpris på 1,00 kr/kWh blir strømkostnaden som følger angitt i Tabell 5. Alle kostnader med unntak av kolonne til høyre er uten mva. Flomlys er alt installert, strømkostnader for dette er ikke tatt med.

Tabell 5 Elektrisitet, energibehov, effektbehov og kostander

		Kuldeanlegg inkl										Måned	Sum	
		vifter gasskjøler	Flomlys	Kuldebærerpumpe	VP vinter	VP sommer	Sum elforbr.	El-effekt	Eleffekt	UTK	Elkostn. pri.			elkostn. upri.
		kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kW	kW	kr/år x mva	kr/år x mva	kr/år x mva	kr inkl mva	
1	Jan	55 004	0	1 893	-	-	56 897	546	-	104 506	-	104 506	Januar	131 000
2	Feb	52 010	0	1 878	-	-	53 888	552	-	101 646	-	101 646	Februar	127 000
3	Mar	44 259	0	1 831	-	-	46 090	556	-	93 350	-	93 350	Mars	117 000
4	Apr	-	0	-	-	-	-	15	-	2 125	-	2 125	April	3 000
5	Mai	-	0	-	-	-	-	15	-	1 450	-	1 450	Mai	2 000
6	Jun	-	0	-	-	-	-	15	-	1 450	-	1 450	Juni	2 000
7	Jul	-	0	-	-	-	-	15	-	1 450	-	1 450	Juli	2 000
8	Aug	-	0	-	-	-	-	15	-	1 450	-	1 450	August	2 000
9	Sep	-	0	-	-	-	-	15	-	1 450	-	1 450	September	2 000
10	Okt	115 933	0	6 764	-	-	122 697	630	-	163 017	-	163 017	Oktober	204 000
11	Nov	88 051	0	3 520	-	-	91 571	579	-	151 268	-	151 268	November	189 000
12	Des	74 738	0	3 732	-	-	78 470	570	-	135 243	-	135 243	Desember	169 000
	Året	429 995	-	19 618	-	-	449 613	630	0	758 405	-	758 405	Året	950 000

Slik det fremgår av tabellen kommer strømkostnadene på 0,95 mill kr/år inkl. mva, forutsatt spotpris inkl. meglerpåslag på 1,0 kr/kWh.

Forutsatt dagens nettleietariff og avgifter kan driftskostnader for kuldeanlegget ved ulike spotpriser beregnes med følgende formel:

$$K_{\text{årlig}} = (310\,000 \text{ kr/år} + 450\,000 \text{ kWh/år} * k_{\text{spot}}) * 1,25$$

Hvorav:

$$K_{\text{årlig}} = \text{årlige kostnader elektrisitet kr/år inkl. mva}$$

$$k_{\text{spot}} = \text{gjennomsnittlig spotpris angitt som kr/kWh ekskl. mva}$$

Siden spotprisen har hatt store svingninger de siste årene, og det er usikkert hvordan fremtidig prisutvikling blir er det satt opp en tabell som angir strømkostnaden ved ulike spotpriser.

Tabell 6 Strømkostnad ved ulike spotpriser

Gjennomsnittlig spotpris [kr/kWh]	Strømkostnad [mill kr/år ekskl. mva]	Strømkostnad [mill kr/år inkl. mva]
0,5	0,54	0,67
1,0	0,76	0,95
1,5	0,99	1,23
2,0	1,21	1,51
2,5	1,44	1,79
3,0	1,66	2,08



## 6 Utbygging

### Entrepriser

Kuldeanlegget anbefales etablert som to selvstendige entrepriser:

- **K1** Teknisk bygg med nødvendig infrastruktur (grunnarbeider, VA, teknisk bygg, utomhusarbeider/grøfter)
- **K2** Elektromekaniske anlegg (kuldeaggregat, elektro, kuldebærerrør, automatikk etc).

Entreprise K1 kan utføres som en byggherrestyrt entrepriser eller totalentreprise, mens K2 bør være en teknisk totalentreprise.

Men god grensesnitt-kontroll og fremdriftsplanlegging er det ikke nødvendig å ha en hovedentreprenør.

### Fremdrift

Det antas en byggeperiode på 4-5 måneder på entreprise K1 og maksimalt 3 måneder på K2.

K2 kan ikke startes opp før K1 er ferdig med bygget.

Leveringstid på utstyr (kompressorer etc.) er 12-16 uker fra bestilling.

Utarbeidelse av konkurransegrunnlag:	6 uker
Utlysning/tilbudsregning/kontrahering m.m.:	8 uker
Mobilisering/oppstart:	2 uker
Byggetid K1:	16 uker
Byggetid K2:	12 uker (4 uker overlapp med K1)
<b>Total prosjekttid til oppstart:</b>	<b>40 uker</b>