
RAPPORT

IN 1062 Arena Fredrikstad

OPPDRAKSGIVER

Fredrikstad kommune

EMNE

Premissrapport bygningsfysikk

DATO / REVISJON: 20.11 2020 / 02

DOKUMENTKODE: +BY5619A-K-81-01



Denne rapporten er utarbeidet av LINK Arkitektur, Griff Arkitektur og Multiconsult i egen regi eller på oppdrag fra kunde. Kundens rettigheter til rapporten er regulert i oppdragsavtalen. Hvis kunden i samsvar med oppdragsavtalen gir tredjepart tilgang til rapporten, har ikke tredjepart andre eller større rettigheter enn det han kan utlede fra kunden. LINK Arkitektur, Griff Arkitektur og Multiconsult har intet ansvar dersom rapporten eller deler av denne brukes til andre formål, på annen måte eller av andre enn det LINK Arkitektur, Griff Arkitektur og Multiconsult skriftlig har avtalt eller samtykket til. Deler av rapportens innhold er i tillegg beskyttet av opphavsrett. Kopiering, distribusjon, endring, bearbeidelse eller annen bruk av rapporten kan ikke skje uten avtale med LINK Arkitektur, Griff Arkitektur og Multiconsult eller eventuell annen opphavsrettshaver.

RAPPORT

OPPDRAAG	Arena Fredrikstad	DOKUMENTKODE	+BY5619A-K-81-01
EMNE	Premissrapport Bygningsfysikk	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	Fredrikstad kommune	OPPDRAAGSLEDER	Kjetil Olav Fosser
KONTAKTPERSON	Nina Merete Stene Wilhelmsen	UTARBEIDET AV	Cecilie Schmidt Overøye

SAMMENDRAG

Denne rapporten oppsummerer krav og prinsipper som skal legges til grunn i den videre prosjekteringen og i utførelsesfasen for å oppnå god bygningsfysisk funksjon og for å tilfredsstillende krav i Byggeteknisk forskrift av 2017 (TEK17).

På grunn av temperaturforhold, skal bygget prosjekteres for både en utover- og innoverrettet varmemestrøm, som vil si at det må være dampspærre på både innsiden og utsiden av ytterkonstruksjonen.

Ishallen må bygges tett. Om det er luftlekkasjer i klimaskallet vil dette kunne medføre fuktproblemer. Krav til lekkasjetall er satt til 0,15 luftvekslinger per time, som er betydelig lavere enn forskriftskravet.

Sandwichelementer kan ikke tilpasses på stedet og samtidig få fullverdige fugeløsninger. Leverandøren må derfor detaljprosjekttere elementene slik at alle tilpasningselementer kan prefabrikeres med korrekte skjøt- og fugedetaljer. Det er satt strengere krav til tettinga av elementskjøter for sandwichelementene enn for vanlige bygg med mindre fuktbelastning. Kostnader til dette må medtas i anbudet.

Det må også i detaljprosjektet være videre fokus på å unngå kondens på himlinger og andre flater som eksponeres for stråling fra kalde flater. Det er viktig å prosjektere løsninger slik det at ikke oppstår «tåke» eller kondensdrøpp over isflaten i ishallen. Det skal benyttes lav emissivitet på himlingen og installasjoner over isen, f.eks. ved å male det med en farge med lavemissivitet.

Det anbefales at metallplatene i sandwichelementene ikke perforeres, hverken på utvendig eller innvendig side. Dersom det blir perforeringer i sandwichelementet, skal dette reduseres til et minimum, og det skal foreligge detaljprosjektering av hvordan gjennomføringene utføres av leverandør, som forelegges bygningsfysikk for kontroll.

Alle takmembraner/tekninger skal tetthetsprøves. Kompakte tak skal ha frostfri avrenning, dvs. innvendige taknedløp. Overvann fra innvendige nedløp føres frostfritt ut i elva, ved hjelp av isolerte rør som føres under vanndybden i elva for å få det frostfritt.

Det er viktig at det blir isolert tilstrekkelig i innvendige skillekonstruksjoner som deler soner med store temperaturdifferanser. Det er viktig at det velges hensiktsmessige materialer i de ulike skillene, og at arbeidsrasjonalitet og utførelse blir vurdert i utforming av soneinndelingene.

Notatet angir premisser for flere fagdisipliner. Mange av premissene skal hovedsakelig implementeres av ARK. Videre nevnes de viktigste grensesnitt mot andre fagdisipliner:

RIB: U-verditabell, kuldebro, tak, isolasjon og fuksikring av konstruksjoner mot grunnen, samt radonsikring. Se hovedsakelig kap. 4, 4.2, 7, 9 og 12.

RIEN: U-verdi tabell. Se hovedsakelig kap. 4.

RIV: Isflaten og skorsteinseffekt, avrenning fra tak, innvendige klimaskiller, radontiltak og våtrom. Se kap.1.3, 2.1 , 7, 10, 12 og 12.

RIVA: Avrenning fra tak. Se kap. 7.

LARK: Fuksikring ved dører og glassfasader ned til terreng med drenering. Se kap. 6.

REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV
02	20.11.20		Cecilie S. Overøye	Rein K Raaholdt	Kristoffer Thøgersen
01	16.10.20		Cecilie S. Overøye	Rein K Raaholdt	Kristoffer Thøgersen
00	08.06.20		Cecilie S. Overøye	Erik Algaard/ Rein Kristian K Raaholdt	Kristoffer Thøgersen

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Innledning	5
1.1	Endringer i revisjon 01	5
1.2	Endringer i revisjon 02	5
1.3	Viktige fokusområder for bygging av ishall	5
2	Om utbyggingen av Arena Fredrikstad	6
2.1	Inneklima	6
2.2	Uteklima.....	7
3	Lover, forskrifter og prosjektkrav.....	7
4	Bygningsmessige energiytelser – forutsetninger	8
4.1	Isolering, U-verdier	8
4.2	Reduksjon av kuldebroer	9
4.3	Lufttetthet	9
5	Yttervegger.....	10
6	Vinduer, glassfasader og dører.....	12
7	Tak.....	14
7.1	Takterrasse over treningshallen	16
8	Gulv mot det fri	17
9	Gulv på grunn	18
9.1	Gulv på grunn.....	18
9.2	Gulv på grunn med isflate.....	18
10	Innvendige klimaskiller	19
10.1	Ulike temperatursoner	19
10.2	Innvendige vegger mellom to ulike temperatursoner	19
10.3	Vinduer/glass mellom to ulike temperatursoner og dører	19
10.4	Innvendig dekke mellom to ulike temperatursoner	20
11	Himling og installasjoner over isen.....	20
12	Radon	20
13	Våtrom og sjakter	21

1 Innledning

Multiconsult er engasjert av Fredrikstad kommune som bygningsfysikk-rådgiver i skisse- og forprosjektet for Arena Fredrikstad.

Dette notatet oppsummerer krav og prinsipper som skal legges til grunn i den videre prosjekteringen og i utførelsesfasen for å oppnå god bygningsfysisk funksjon og for å tilfredsstille krav i Byggeteknisk forskrift av 2017 (TEK17). Evaluering av energikrav etter TEK17 er oppsummert i et eget notat; og er ikke videre behandlet i denne rapporten. Blå bokser i denne rapporten presiserer viktige punkter som må ivaretas.

Bygningsfysikk omfatter de prosesser som påvirker bygningen som følge av ytre og indre klimapåkjenninger, og kan sammenfattes med følgende: varme-, luft- og fukttransport, samt materialbruk. I notatet vektlegges de forholdene som er viktige for å oppnå god sikkerhet mot fuktskader, god lufttetthet og god varmeisolering.

1.1 Endringer i revisjon 01

Følgende er endret i revisjon 01:

- Tilført kap. 1.3 *Viktige fokusområder for bygging av ishall.*
- Tilført litt mer om fuktforhold i ishallen, se kap. 2.1.
- Presisert tettedetaljer for sandwichelement og bruk av plastisolasjon, kap. 5.
- Seksjonering av tak, kap. 7.
- Redusert golvisolasjon fra 200 til 150 mm, kap. 9 og Tabell 1.
- Tilført kap. 11 *Himling og installasjoner over isen.*

I tillegg er modellutsnitt oppdatert iht. foreliggende tegningsunderlag, samt språklige justeringer og enkelte anbefalinger/bør endret til skal/må.

1.2 Endringer i revisjon 02

Følgende er endret i revisjon 02:

- Kuldebryter er lagt til i forbindelse med utvendige søyler. Se kap. 4.2.
- Tilført at vi fraråder mørke fasadeelementer. Se kap. 5.
- Omformulering av grensesnitt: Arkitekt har, i samarbeid med leverandør, ansvar for å utarbeide detaljtegninger av ulike overganger som ikke dekkes av produsentens standarddetaljer. Se kap. 5.
- Omformulering vedr. anbefaling om solskjerming. Se kap. 6.
- Lagt inn tekst om takterrasse, vedrørende aktivitetspark på tak, og figur som viser alternativ oppbygning med skumglass. Se kap. 7.1.
- Tilført beskrivelse av veggoppbygging mot våtsone. Se kap. 13.

1.3 Viktige fokusområder for bygging av ishall

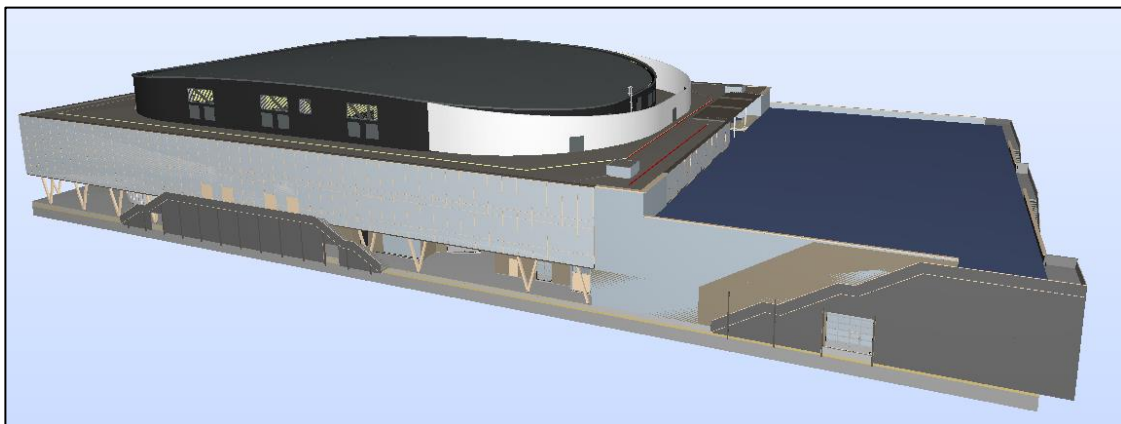
Under er det listet opp viktige fokusområder mht. bygningsfysikk for ishallen.

- Bygg tett! Om det er luftlekkasjer i klimaskallet blir det problem! → Krav til lekkasjetall satt til 0,15 luftvekslinger per time. Se kap. 4.3

- Det er satt strengere krav til tettinga av elementskjøter for sandwichelementene enn for ordinære bygg med mindre fuktbelastning. Se kap. 5. Kostnader til dette må medtas i anbudet.
- Typisk problem for ishaller er kondens/ising i himling. For å unngå dette må følgende ivaretas:
 - Bygg tett, ref. pkt.1.
 - Rett dimensjonert ventilasjonsanlegg og kontroll på luftstrømmer, ivaretas av RIV.
 - Bruk himling og komponenter i himling med lav emissivitet. Se kap. 11.
- Vektlegg tetthet og isolering også i innvendige klimaskiller. Se kap. 10.
- Unngå at uteluft kommer inn i ishallen → Det er for eksempel tatt hensyn i prosjekteringen til at ismaskinbilen ikke skal kjøre ut av ishallen.

2 Om utbyggingen av Arena Fredrikstad

Arena Fredrikstad er en ny ishall på tre etasjer over terreng, se Figur 1. Bygget skal romme to ishockeybaner med tilhørende garderobe og tribuneanlegg, samt VIP-lounger og møtearealer. Bygget skal også kunne brukes som arrangementlokale. Det skal benyttes bæresystem i stål og betong, TRP-tak over arenaen, hulldekker over treningshallen og i etasjeskiller.



Figur 1 Utbygging av Arena Fredrikstad. Utsnitt av modell CAMPUS_A_ARK.smv lastet ned fra Interaxo 15.10.20. Kilde: Griff Arkitektur as.

2.1 Inneklima

Temperaturen i ishallen vil være lavere enn utetemperaturen i deler av sommerhalvåret, og vice versa; temperaturen vil være høyere om vinteren. I tillegg skal ishallen også fungere som arrangementlokale etc. med mer normale temperaturforhold. Bygget må dermed prosjekteres for både en utover – og innoverrettet varmestrøm, som vil si at det må være damptette sjikt på både innsiden og utsiden av ytterkonstruksjonen. Temperaturforhold i ishallen er beskrevet i kap. 10.1.

Yttervegger og tak i store og høye haller utsettes for store trykkforskjeller, avhengig av vær og temperaturforhold. Trykkforholdene i hallen må bestemmes med beregning av skorsteineffekt inkludert bidrag fra ventilasjon, i nært samarbeid med VVS-rådgiver. Vindforholdene vil også påvirke konstruksjonene og tilslutninger og fuger mellom disse. Slike analyser må ligge til grunn for detaljprosjektering av løsningene for klimaskallet.

Det må også i detaljprosjekt fokuseres på å unngå kondens på himlinger og andre flater som eksponeres for stråling fra kalde flater. Det er spesielt viktig å prosjektere løsninger slik at det ikke oppstår «tåke» eller kondensdrypp over isflaten i ishallen.

Siden den relative fuktigheten varierer mye med lufttemperaturen, er det viktig å ikke bruke den relativ luftfuktighet som dimensjoneringskriterium for ishallen. Det er viktigere å ha et begrep på den absolutte fuktigheten i luften. Ventilasjonsanlegget for ishallen skal reguleres på duggpunkt for mest optimalt inneklimate og energibesparende drift.

I de dynamiske sonene hvor luftfuktigheten ikke blir regulert av et ventilasjonsanlegg, f.eks. vrimeleområdene, vil det i gjennomsnitt være mindre fukttillskudd og et relativt høyt luftskifte. Inneklimate vil derfor være som normalt i slike rom. Dette betyr at luftfuktigheten inne i de dynamiske sonene vil variere betydelig i løpet av året, ned mot 10-20 % RF om vinteren og opp i 60-70 % RF om sommeren. Dette må det tas hensyn til, blant annet i forhold til svinn og svelling av parkett, trepaneler og andre trebaserte materialer, men også av andre hygroskopiske, porøse, uorganiske materialer.

Spesialrom med avvikende inneklimate eller fuktbelastning må ha oppbygning av ytterkonstruksjoner og skillekonstruksjoner mot normalklimate rom som er tilpasset påkjenningsene. Eksempler på slike rom er sjakter som fører kald luft (uteluft eller behandlet avtrekksluft), sjakter med vannrør, våtrom og tekniske rom. For slike rom skal isolasjonstykkelse og fuktsikring vurderes spesielt. Vi viser til kap. 10 og 13 for mer informasjon om dette.

2.2 Uteklimate

Bygningens beliggenhet ved ytre Oslofjord og Skagerak er ikke spesielt værhard i norsk målestokk. Likevel må det også her regnes med et til tider tøft klimate med samtidig vind og regn (slagregn), snødrev og overganger mellom frysing og tining. I et livsløpsperspektiv antas det at slike værforhold kan forekomme hyppigere enn før. Bygningen skal prosjekteres og bygges for å motstå slike påkjenninger, bl.a. ved bruk av to-trinns tetting. Prinsippet er at vindtettingen og regnskjermen er to separate sjikt, atskilt med et drenert hulrom, f.eks. i en utlektet kledning og en beskyttet fuge.

Årsmiddeltemperaturen for Fredrikstad er 6,8 °C, og laveste gjennomsnittlige temperatur over tre døgn, θ_{3d} er -20,8 °C iht. Byggdetaljer 451.021 *Klimadata for dimensjonering og frostsikring*, SINTEF Byggforsk (2018).

3 Lover, forskrifter og prosjektkrav

Plan- og bygningsloven stiller krav til de typiske bygningsfysiske ytelsene som omhandler fukt, varmeisolering, tetthet, energibruk, etc. Disse er gitt i Byggteknisk forskrift (TEK). Arena Fredrikstad skal benytte TEK17. Krav vedørende bygningsfysikk er i TEK17 gitt i kapittel 13 *Inneklimate og helse* og kapittel 14 *Energi*.

Funksjons- og ytelseskravene gitt i TEK17 vil normalt kunne oppfylles ved bruk av anerkjente og preaksepterte løsninger, f.eks. som vist i anvisninger i Byggforskserien fra SINTEF Byggforsk. For andre løsninger som velges skal det utarbeides nødvendige beregninger og analyser for å dokumentere funksjonene og ytelsene for de foreslåtte løsningene i forhold til fukt, energi, tetthet og bestandighet. En ishall med store og vekslende krav til inneklimate er spesielt utsatt for fuktskader, og det skal derfor gjøres fuktteknisk dimensjonering og fuktanalyser av alle viktige løsninger.

Bygningsfysikk er underlagt obligatorisk uavhengig kontroll, nedfelt i Forskrift om byggesak, SAK 10. Alle produkter som benyttes i byggverk skal ha dokumenterte egenskaper jf. TEK17 kap. 3 og forskrift om produktdokumentasjon (DOK).

4 Bygningsmessige energiytelser – forutsetninger

I TEK17 kapittel 14, stilles det krav til energieffektivitet, som skal dokumenteres ved beregning av netto energibehov (energiramme). I forskriften stilles det dessuten krav til minstenivå til bl.a. bygningsdelenes U-verdier. I tabell 1 er det angitt U-verdier og isolasjonstykkelser som er lagt til grunn i forprosjektet, samt forutsetning for normalisert kuldebroverdi og lekkasjetall.

Tabell 1 Forutsetninger og premisser for Arena Fredrikstad

Bygningsdel	Forutsetninger	Tiltak
U-verdi yttervegg	0,17 W/m ² K	Avhengig av blant annet innfestingen av elementene og isolasjonstype. Leverandør må dokumentere U-verdi inkl. effekt av skjøteprofiler og skruer.
U-verdi tak	0,10 W/m ² K	Isolasjonstykke 350-400 mm i <u>gjennomsnitt</u> .
U-verdi mot grunn	0,08 W/m ² K	150 mm isolasjon. Ekvivalent verdi, dvs. inkl. varmebidrag frå grunnen.
U-verdi gulv mot det fri	0,15 W/m ² K	Isolasjonstykke \geq 300 mm.
U-verdi vindu og dører inkl. ramme og karm	0,80 W/m ² K	<u>Gjennomsnittlig</u> verdi.
Normalisert kuldebroverdi	0,03 W/m ² K	Min. 150 mm kuldebrobryter ved etasjeskillere og sokler.
Lekkasjetall ved 50 Pa, n ₅₀	0,15 h ⁻¹	Fokus på prosjektering og utførelse av tettetetaljer.

4.1 Isolering, U-verdier

Det skal dokumenteres med beregninger at de ulike bygningsdelene har de U-verdiene som legges inn i energiberegningene. U-verdier og isolasjonstykkelser er presentert i tabell 1. Se kapitlene om de enkelte bygningsdelene for en nærmere beskrivelse av oppbygning og forutsetninger for U-verdiene og isolasjonstykkelsene.

U-verdiene skal gjenspeile virkelig oppbygning og utførelse av bygningsdelene, bl.a. med hensyn til treandel, varmekonduktivitet, gjennomsnittlige isolasjonstykkelser etc. Det skal derfor gjennomføres nøyaktige beregninger når oppbygning og materialbruk er bestemt.

4.2 Reduksjon av kuldebroer

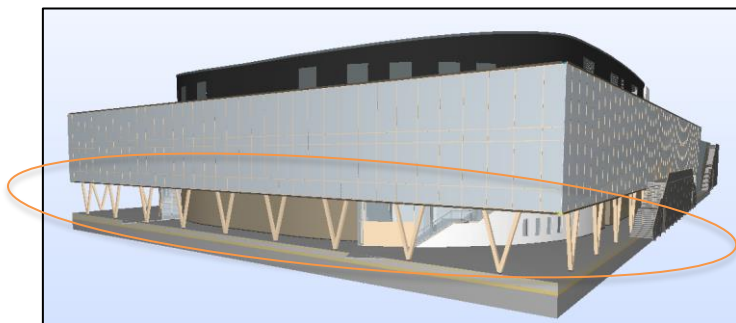
En kuldebro er en del av klimaskallet der den ensartede varmemotstanden endres signifikant. Dette kan være at materialer med dårligere varmemotstand går helt eller delvis gjennom klimaskallet, endring i klimaskallets tykkelse eller en forskjell mellom innvendig og utvendig areal. Normalisert kuldebroverdi er definert som summen av alle kuldebroene dividert på byggets oppvarmede bruksareal.

Det legges til grunn en normalisert kuldebroverdi lik $0,03 \text{ W/m}^2\text{K}$. Det innebærer bl.a. at det skal legges til grunn 150 mm kuldebroyter ved dekkeforkanter og sokler.

Kuldebroverdi mellom golv på terreng og yttervegg utgjør en stor andel i det normaliserte kuldebroregnskapet, og det er viktig å minimere dette varmetapet.

Kuldebroer mellom innvendige klimasoner må minimeres. Gjennomgående konstruksjoner fra ishallen mot tilstøtende oppvarmede rom skal brytes i størst mulig grad eller isoleres.

Generelt skal kuldebroer i forbindelse med bæresystemet som går igjennom klimaskallet enten brytes med en kuldebroyter eller så må det isoleres på utvendig side for å redusere kuldebroen. En tommelfingerregel er å isolere 100-150 mm på utvendig side, minimum 1,5 meter, avhengig av situasjon. Dette kan vurderes og tilpasses de ulike situasjonene. De utvendige søylene som vises på figur 2 er eksempler på kuldebroer. Disse brytes med en kuldebroyter.



Figur 2 Utsnitt av modell CAMPUS_A_ARK.smv lastet ned fra Interaxo 15.10.20, viser eksempler på ulike situasjoner med kuldebroer som må løses. F.eks. utvendige søyer i forbindelse med golv mot fri (oransje markering). Kilde: Griff Arkitektur as.

4.3 Lufttetthet

En bygnings lufttetthet vil ha vesentlig betydning for både bygningens energibehov, brukernes komfort og konstruksjonenes bestandighet. Utsiktede utettheter gjør energibehovet til oppvarming unødvendig høyt. Trekk fra luftlekkasjer er en av de vanligste grunnene til klage på termisk komfort, og luftlekkasjer kan også medføre fuktskader.

Det må vektlegges god lufttetthet, både i ytterkonstruksjonen og i innvendige skillekonstruksjoner med store forskjeller i klima, for å unngå kondensering. Dette er særs viktig for å unngå skader i ishallen, og hovedårsaken til at det stilles et strengt krav til lekkasjetallet.

Det legges til grunn at prosjektet skal oppnå et lekkasjetall (n_{50}) lik 0,15 luftvekslinger per time eller lavere. Lekkasjetall skal måles og dokumenteres ved ferdigstillelse av bygningen. Lekkasjetallet skal måles og dokumenteres etter NS-EN ISO 9972:2015.

De siste årene har det vært fokus på lufttetthet, og et lekkasjetall på 0,15 luftvekslinger per time anses i dag som fullt oppnåelig. Det skal derfor prosjekteres løsninger som er robuste og byggbare, og som sikrer at man oppnår et lavt lekkasjetall. Dette forutsetter at det holdes fokus på lufttetthet i den videre prosjekteringsfasen og i utførelsesfasen.

5 Yttervegger

Ytterveggene skal være prefabrikkerte sandwichelementer med kjerne av plastisolasjon og yttersjikt av metallplater. Det skal ikke brukes elementer med mineralullisolasjon. Det er størst fuktsikkerhet å bruke PUR isolasjon siden dette er dampnett. Elementer med mineralullisolasjon er sårbare for både fukt- og luftlekkasjer. Elementene monteres til et bæresystem av stål.

Isolasjon og U-verdi:

Energirådgiver har lagt til grunn en U-verdi lik 0,17 W/m²K. U-verdien avhenger av blant annet isolasjonstype og innfesting av elementer. Leverandør må dokumentere U-verdi inkl. effekt av skjøteprofiler og skruer. Bruk av brennbar isolasjon mot brannskiller og gjennomføringer mot yttervegg må avklares med brannrådgiver.

Luft- og dampetting, samt elementskjøter:

Med yttersjikt av tynne plater på begge sider, er elementene i seg selv lufttette. Lufttettheten til en ferdig elementvegg avhenger av utforming og utførelsen av kjøter og tilslutninger samt eventuelle perforeringer, gjennomføringer o.l. Elementene i seg selv har ett-trinns tetting, men fugene må ha to-trinns tetting. Gjennomføringer i metallplatene til sandwichelementene øker risikoen for utettheter i klimaskallet og dermed fuktskader. Det er prosjektert en 50 mm innvendig isolert utføring og en perforert utvendig metallkledning på sandwichpanelene. Det anbefales at disse ikke perforerer metallplatene i sandwichelementene, hverken på utvendig eller innvendig side. Dersom det blir perforeringer i sandwichelementet, skal dette reduseres til et minimum, og det skal foreligge detaljprosjektering av hvordan gjennomføringene utføres av leverandør, som forelegges bygningsfysikeren for kontroll.

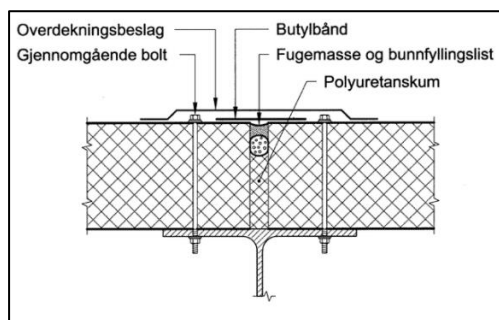
Med vekslende temperaturforhold ute og inne kan det bli en slags «pumpeeffekt» med kondensering og fuktakkumulering i elementene. Det er svært viktig at alle kjøter og fuger planlegges og utføres grundig. Elementskjøtene skal være lufttett forseglede både innvendig og utvendig for å unngå luftlekkasjer, kondens og inntrenging av fukt.

Utvendig skal kjøter, fuger og andre tilslutningsdetaljer utføres etter prinsippet to-trinns tetting, med regnskjerm, ventilert hulrom og lufttetting innerst. Skjøtene lufttettes med elastisk fugemasse med bunnfyllingslist, og tapes med bitumentape. Se Figur 3.

Innvendige horisontale panelskjøter skal ha en gummipakning eller tilsvarende, som suppleres med fugemasse. Byggeskum anbefales ikke benyttet som tetting mellom elementer, fordi det tåler lite bevegelse og lett kan skade tettesjikt og paneler ved påføring.

Horisontalefugene tettes ved at elementene presses sammen slik at de forhåndsmonterte pakningene klemmes sammen og tetter, både ut- og innvendig. I tillegg skal horisontalfugene fuges på utvendig side.

Ved all innfesting i elementene må man beskytte skruer, bolter og hull. Tettemetode og materiale må tilpasses påkjenningene. Skjøtene må ha opplegg på bæresystemet og samtidig ha tilstrekkelig bevegelsesfrihet ved vind- og temperaturlaster.



Figur 3 Horisontalsnitt av skjøt, liggende element. Kilde: Byggedetaljblad 527.102 Fryserom og fryselager, SINTEF Byggforsk (2004). Det skal være pakning i forbindelse med skruene, dette er ikke teksten.

Byggfukt:

Elementene har svært liten uttørkningsevne. Det er derfor uakseptabelt at elementene utsettes for fukt/nedbør under produksjon, transport, lagring og montasje. Det må utføres nødvendige (midlertidige og permanente) tildekninger av værutsatte og ubeskyttede kanter på sandwichelementene.

Ved skader på et element skal hull straks tettes midlertidig, og elementet bør skiftes snarest dersom det ikke kan repareres.

Tilslutninger:

Ved store temperaturdifferanser kan sandwichelementer med yttersjikt av aluminium- og stålplater bli utsatt for store temperaturlaster. Mørke ytterveggselementer kan i solskinn få en temperaturdifferanse på opp mot 70 °C mellom utsiden og innsiden. Slike temperaturdifferanser kan gi stor bevegelse som det må tas hensyn til ved valg av løsningene, både mht. innfesting, føring av dampspærre og takbelegg, samt fleksibel isolering. Vi fraråder å benytte mørke fasadeelementer, da det er behov for å redusere bevegelser i elementene som følge av temperaturdifferansen som oppstår.

Sandwichelementer kan ikke tilpasses på stedet og samtidig få fullverdige fugeløsninger. Leverandøren må derfor detaljprosjekttere elementene slik at alle tilpasningselementer kan prefabrikeres med korrekte skjøt- og fugedetaljer. Tilslutningsdetaljer mellom veggelementer og plassbygde konstruksjoner i golv og tak er ofte beskrevet av produsent og bør følges. Det skal klart fremgå av prosjekteringsunderlaget hvilke av produsentens detaljer som skal benyttes hvor. Arkitekt har, i samarbeid med leverandør, ansvar for å utarbeide detaljtegninger av ulike overganger som ikke dekkes av produsentens standarddetaljer, eksempelvis overgangene mellom vegg og tak, vegg og golv. Detaljløsningene skal underlegges bygningsfysisk kontroll for å sikre god tetthet, fuktsikkerhet og minimering av kuldebroer.

6 Vinduer, glassfasader og dører

For Arena Fredrikstad er det vinduer i sandwichelement, glassfasade rundt ishallen, i tillegg til dører og porter. Innvendige vinduer, f.eks. i VIP områder, er behandlet i kap. 10.3.

U-verdi:

Minstekrav for U-verdi vindu og dør iht. TEK 17 er $1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$. Dette kravet gjelder for den gjennomsnittlige U-verdien for alle vinduer, glassfelt og ytterdører, inklusiv karm/ramme. U-verdi lik $0,80 \text{ W/m}^2\text{K}$ ligger til grunn i energirammekravet.

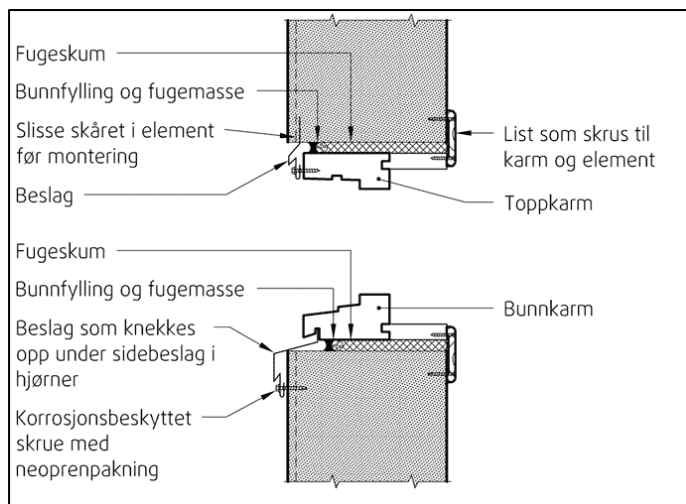
I energiberegningene er det lagt til grunn en gjennomsnittlig U-verdi på $0,80 \text{ W/m}^2\text{K}$ for vindu/glass/dører/porter som skal tilfredstilles for Arena Fredrikstad. U-verdiene skal dokumenteres av leverandør før leveranse.

U-verdien for porter og dører er ofte betydelig høyere enn for vinduer pga. andre krav som må tilfredstilles. Dette betyr at vinduer må ha en bedre U-verdi enn $0,80 \text{ W/m}^2\text{K}$ for å få en gjennomsnittlig U-verdi lik $0,80 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Det anbefales å prioritere god U-verdi for høye vinduer nær oppholdssoner for å redusere kaldraset.

Fuktsikring:

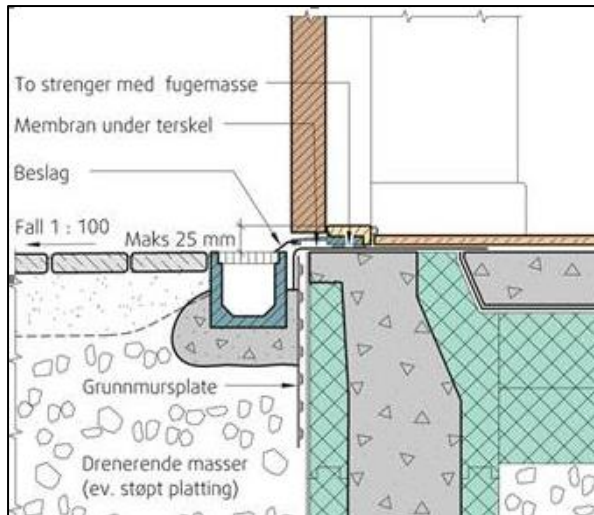
Prinsippet med to-trinns tetning med atskilt regnskjerm og lufttetning, med et luftet og drenert hulrom imellom, må benyttes, både for glassfasaden og for vindusinnsetting i sandwichelement. Dette må vises tydelig i detaljtegningene fra ARK/elementleverandør. For sandwichelementene bør beslaget slisses inn i element, og ikke monteres utenpå, se Figur 4.



Figur 4 Eksempel på innfesting av vindu. Kilde: Byggdetaljblad 523.285 Lette sandwichelementer i yttervegger og tak, SINTEF Byggforsk (2007).

Ifm. universell utforming (UU) stilles det krav om trinnfri adkomst. Ytterdørene må vies spesiell oppmerksomhet for å løse kravet til trinnfri adkomst på en fuktsikker måte. I prosjektet er det også glassfasader som går helt ned til terrengnivå.

Ytterdører ned til terrengnivå skal ha renne for å få til en fuktsikker løsning, se figur 5. Eventuelt kan det benyttes en rist med et drenert trau. Glassfasader ned til terrengnivå må enten prosjekteres med renne eller tilsvarende løsninger for å få tilstrekkelig avstand fra terreng. Avstanden mellom terreng og til yttervegg av treverk eller andre organiske materialer, skal minst være 150 mm.



Figur 5 Prinsipp ytterdører med drensrenne for å få en fuktsikker løsning. Drensrenne kan også benyttes for glassfasader ned til terrengnivå for å få tilstrekkelig avstand mellom terreng og yttervegg. Kilde: Byggetalblad 523.731 Trinnfritt inngangsparti for småhus av tre. Tekniske løsninger, SINTEF Byggforsk (2010).

Solskjerming:

Det er ikke lenger krav til total solfaktor på solbelastet fasade i de nye energikravene, men krav til termisk komfort i § 13-4 i TEK 17 gjelder fremdeles, og må tilfredsstilles. Vurdering av solskjerming for Arena Fredrikstad er ikke behandlet i denne rapporten.

Fredrikstad kommune har valgt å benytte integrert solskjerming i glasset på fasader mot øst, sør og vest. Den integrerte solskjermingen er en folie med tynne, perforerte metallameller som er laminert inn i det ytterste glasset i vindusruten. Innstråling avhenger av solas høyde og vinkel. Systemet gir en mønstereffekt i glasset, men denne kan varieres og tilpasses etter eget ønske.

Blendingsforholdet ned til isbanen må vurderes nærmere, og det må prosjekteres en løsning som gir tilfredsstillende lysforhold for spillerne på isbanen.

Selvrensende glass:

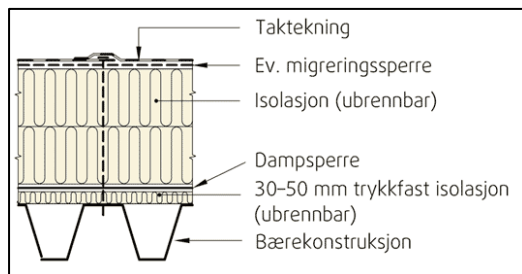
Det skal benyttes selvrensende glass på fasader hvor dette fungerer. På selvrensende glass er det et aktivt belegg som bryter ned og løser opp organisk smuss når belegget blir eksponert for normal luftfuktighet og ultrafiolette stråler fra dagslyset. I tillegg blir den aktiverte overflaten hydrofil, slik det danner seg en vannfilm over hele glassflaten som tar med seg smuss som allerede er løst opp, og en slipper dermed dråpedannelser som fører med seg rennemerker. Det kan være nødvendig å spyle glasset med vann om det har blitt veldig tilskitnet i tørkeperioder eller på flater hvor regnvannet ikke kommer til. Det skal ikke benyttes nal fordi belegget kan skades. Selvrensende glass kan være litt mer reflekterende enn vanlige glass i noen synsvinkler, med en svak blåtone sett utenfra. (Glassfakta 2018, Pilkington, 2018).

Selvrensende glass vil dermed fungere dårlig på fasader som er skjermet fra nedbør og sol som har lite tilgang til dagslys. For Arena Fredrikstad vil dette gjelde for fasader med store overheng, som plan 1 ved ishallen (se Figur 9). Selvrensende glass vil ikke fungere optimalt på nordvendte fasader; dette avhenger også av skygger fra omkringliggende bygg/horisont.

7 Tak

Taktype:

Takene bygges opp som varme, kompakte tak, dvs. flate tak uten luftesjikt. Slike tak skal ha innvendige taknedløp. Taket utføres som en rettventd løsning, med isolasjonssjiktet liggende under membranen/taktekningen, se Figur 6. Bærekonstruksjon er korrugerte stålplater for hovedtaket over ishallen. Over treningshallen er det planlagt å bruke hulldekkeelementer pga. arealer for aktiviteter på tak. Dette er videre behandlet i kap. 7.1. Treverk skal aldri bygges inn mellom to damprette sjikt, som dampsperre og taktekning. Takflatene skal seksjoneres fuktteknisk slik at lekkasjesøk blir enkelt.



Figur 6 Rettventd tak på dekke av korrugerte stålplater. Kilde: Byggdetaljblad 525.207 Kompakte tak, SINTEF Byggforsk (2018).

Isolasjon og U-verdi:

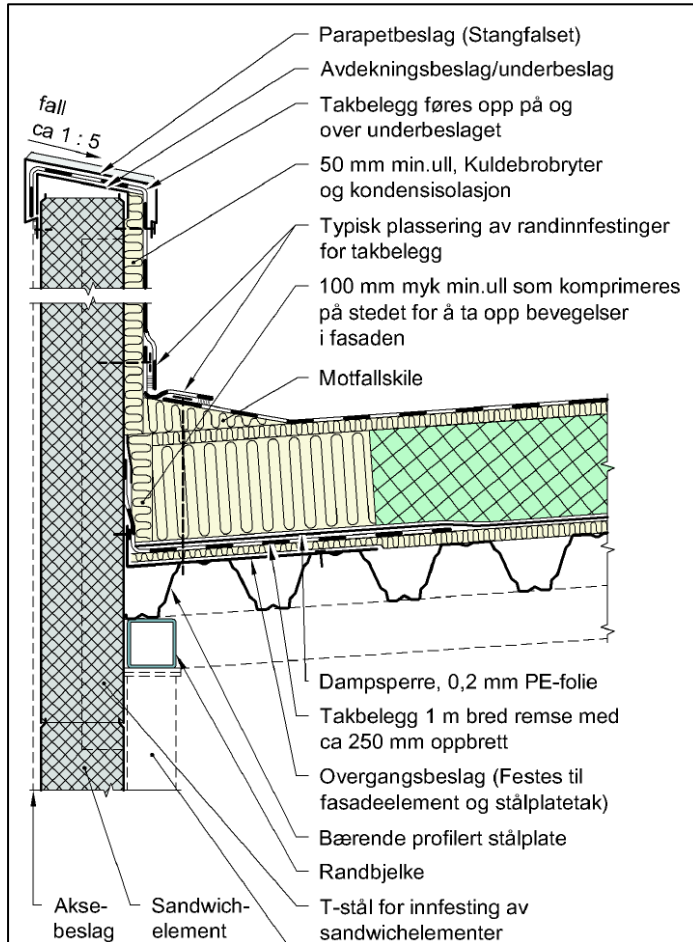
Nødvendig gjennomsnittlig isolasjonstykkelse er 400 mm for å oppnå en U-verdi lik $0,10 \text{ W/m}^2\text{K}$ som energirådgiver har lagt til grunn. Det er lagt til grunn en varmekonduktivitet på isolasjonen lik $0,038 \text{ W/m}^2\text{K}$. Om det benyttes en isolasjonskvalitet med lavere varmekonduktivitet, kan U-verdi lik $0,10 \text{ W/m}^2\text{K}$ oppnås med lavere isolasjonstykkelse enn 400 mm. Det er viktig å fokusere på å oppnå en tilstrekkelig gjennomsnittstykkelse på isolasjonen. Ved beregning av gjennomsnittstykkelsen skal det tas hensyn til fall, dårligere isolerte felter pga. kanalføringer etc. Det må ikke bygges inn fukt i isolasjonslaget i taket.

Damp- og luftsperrer:

Siden det vil være vekslende utover- og innoverrettet varmestrøm i ishallen, som beskrevet i kap. 2.1, skal det brukes en dampsperre både på innvendig side av taket og mot utvendig side. Når det er varmere ute enn inne i ishallen, skal taktekkingen fungere som dampsperre, som er videre behandlet i neste underkapittel. På innvendig side skal det benyttes en dampsperre av en damptett takfolie som sveises i omleggsskjøtene. Dampsperra må legges på et jevnt underlag. Legg derfor dampsperra på 30-50 mm stiv mineralull oppå stålplatene som vist i Figur 6.

Det oppstår ofte kondensskader i overgang mellom korrugerte stålplatetak og vegger hvor avslutning av dampsperra og innvendig lufttetthet ikke er ivaretatt i prosjekteringen og/eller utførelsen. For å unngå dette er det viktig å prosjektere ut hvordan dette skal gjøres, samt at det utføres som prosjektert. Alle gjennomføringer i taket skal sikres med lufttette mansjetter sveist til dampsperran, i tillegg til vanntett tilslutning mot tekkingen.

Over den stive mineralullen som ligger direkte på de korrugerte stålplatene, må det legges et takbelegg med 1 m bred remse med ca. 250 mm oppkant mot veggelement som øverst kontaktsveises eller teipes til fasadeelementet, se Figur 7.



Figur 7 Overgang mellom fasade av sandwichelementer og plassbygd isolert stålplatetak. Figuren viser overgang mot byggets langside. (Kilde: Informasjonsblad nr. 12, Takprodusentenes Forskningsgruppe)

Taktekking og avrenning:

Kompakte tak må tekkes med en solid takmembran som tåler vanntrykk og isskuring. Vi anbefaler 2-lag asfalt takbelegg med sveisede skjøter, eller annen tekking med tilsvarende mekanisk styrke. Tekningen bør festes mekanisk med festeskiver og skruer.

Takene skal prosjekteres med fall 1:40 mot sluk eller mot renner med fall til sluk. Det må tas hensyn til nedbøyninger slik at det alltid er tilstrekkelig fall til sluk over alt, også ved full snølast. Stålplatetak vil ha større nedbøyninger enn betongtak. Renner og vinkelrenner bør ha fall minst 1:60. Takflatene må inndeles slik at takarealet pr. sluk er tilpasset slukets kapasitet.

Overvann fra innvendige nedløp føres frostfritt ut i elv, ved hjelp av isolerte rør som føres under vanddybden i elva for å få det frostfritt.

Videre skal følgende prinsipper for prosjektering/utførelse av kompakte tak følges:

- Gjennomføringer i tekningen må tekkes inn tilstrekkelig, gjerne ved bruk av mansjetter.
- Nødoverløp må plasseres slik at det raskt blir iverksatt tiltak dersom sluk går tett.
- Slukrenner skal alltid ha redusert isolasjonstykkelse, gjerne ned mot 150 mm i lavbrekk.

- Sluktype og klemring må tilpasses type takteking.
- Alle takmembraner/tekninger skal tetthetsprøves.
- Avslutning mot uferdige fasader og avvaning av taket i byggeperioden skal planlegges på forhånd.

Gesimser:

Tekningen føres opp over parapet og ned på sandwichelement med limt og klemt, lufttett avslutning (Figur 7). For randfesting av takbelegg til sandwichelementene, er det viktig at det benyttes festemiddel som er beregnet for aktuell stålplatetykkelse i sandwichelementet. Beslag på toppen av parapet skal ha fall minst 1:5 inn mot takflaten, og skjøter skal falses.

Parapetene må isoleres på siden mot taket med min. 50 mm ubrennbar isolasjon mht. kondensrisiko (se Figur 7). Videre må det legges 100 mm fleksibel mineralull komprimert ned til ca. 30 mm (ev. 150 mm som komprimeres til 70 mm) inn mellom parapeten og takisolasjonen. Dette for at den fleksible isolasjonen kan følge temperatur- og vindbevegelser til sandwichelementet. Isoleringen er illustrert i Figur 7.

For glassfasadene ønsker arkitekt at glassfasaden trekkes høyt opp mot toppen av parapeten på grunn av det estetiske uttrykket. Det blir dermed et rom mellom den isolerte parapeten og glassfasaden hvor det blir dårlig sirkulasjon av luft. For områder det er dårlig sirkulasjon av luft, kan det lettere oppstå kondens enn for områder med god sirkulasjon av luft. Det er dermed viktig å sørge for å isolere godt rundt parapeten, slik det ikke blir en lav innvendig overflatetemperatur som kan føre til kondens. Det anbefales at det gjennomføres en 2- eller 3-D beregning av dette i detaljfasen for å verifisere at løsningen er ok.

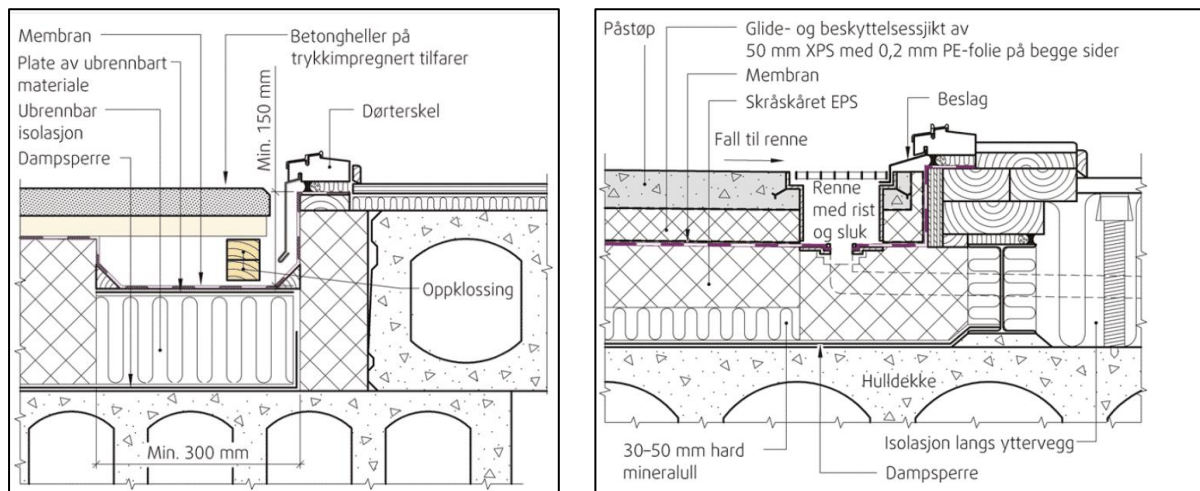
7.1 Takterrasse over treningshallen

Dersom det tilrettelegges for en takterrasse over treningshallen, med en aktivitetspark med mulighet for innfestet utstyr i taket, krever dette en robust konstruksjon for å unngå vannskader. Under er det beskrevet premisser vedrørende dette. Dersom aktivitetsparken utgår, kan taket over treningshallen bygges med løsning tilsvarende som for hovedtaket, og det vises til premisser i overstående kapittel.

Taktype:

Det bygges et kompakt tak slik som hovedtaket. Den beste løsningen for bygningsfysikk er å benytte isolasjonsproduktet skumglass. Å benytte skumglass gir en høyere sikkerhet mot lekkasjer, siden isolasjonsplatene er vanntette og plateskjøtene limes. I tillegg ligger det en membran over isolasjonsplatene, se Figur 8 a. Skumglass er særs trykkfast, og ubrennbar. Av erfaring vet vi at skumglass ofte ikke velges, blant annet på grunn av høyere materialkostnader. For tak ment for varig opphold anbefaler Multiconsult derfor at det heller sammenlignes levetidskostnader for ulike isolasjonsløsninger, slik at man kan få en tilstrekkelig funksikker løsning. Tak med skumglass med limte skjøter er den takkonstruksjonen med lavest risiko for lekkasjer og lengst levetid.

Om skumglass ikke velges, anbefales det å benytte en duokonstruksjon, hvor hovedmembranen ligger mellom isolasjonssjiktene. Se Figur 8 b. Med denne løsningen vil membranen få god beskyttelse av overliggende isolasjon og påstøp, i tillegg er det lettere å oppnå fall på membranen, siden isolasjonen i underkant kan skrånkjæres og tilpasses fallet.



Figur 8 a Rettvendt løsning med skumglass og b duokonstruksjon som viser utførelse foran terrassedør. Overflatesjikt på figur 8 a er ikke relevant for prosjektet. Kilde: Byggdetaljer 525.304 Terrasse på etasjeskiller av betong for lett til moderat trafikk, SINTEF Byggforsk (2007).

Isolasjon og U-verdi:

Det er lagt til grunn samme isolasjonstykkelse og U-verdi for takterrassene som for hovedtaket, 400 mm isolasjon i snitt, U-verdi lik 0,10 W/m²K gitt en varmekonduktivitet 0,038 W/mK.

Dampsperre:

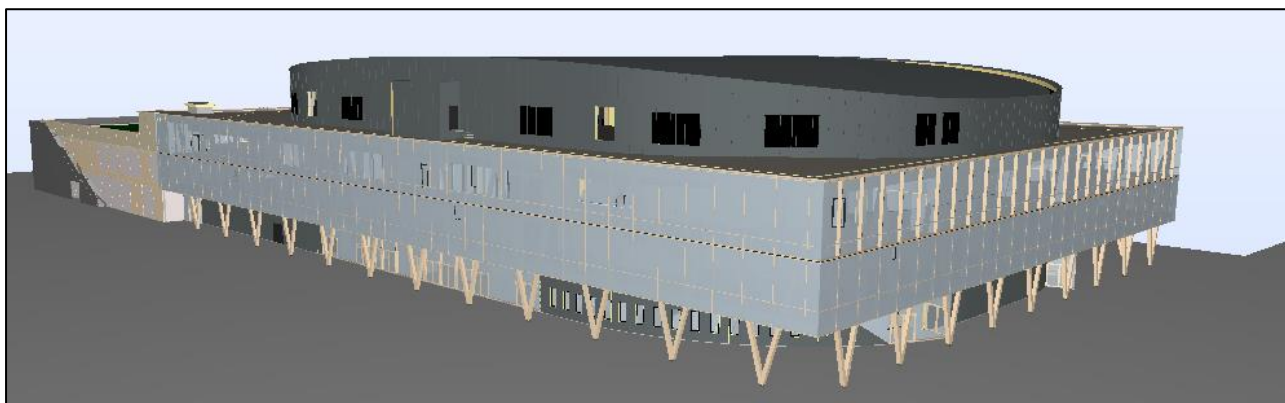
Det må benyttes en dampsperre av asfalt takbelegg med sveisede skjøter på betongdekket.

Membran, takteking og avrenning:

Det anbefales å etablere en slukrenne med innvendig nedløp langs tilstøtende yttervegg. Det er langs yttervegg snøen vil smelte først, og ved bruk av slukrenne vil det være enklere å etablere tilstrekkelig membranoppkant foran dør. Oppkanten skal være minimum 150 mm. Dersom det er et overbygg på 1 meter ut og til hver side, kan oppkanten reduseres til 50 mm foran døren. Iht. foreliggende tegningsunderlag er dette prosjektert for Arena Fredrikstad, og membranoppkanten skal da være min. 50 mm foran dør. Se figur 8 for eksempel på utførelse foran terrassedør. Isolasjonen i slukrennen kan være av skumglass. Det kan også benyttes prefabrikkert stålrinne med rist mot tilstøtende yttervegg. Det skal være inspeksjons- og renholdsmulighet til sluk, uavhengig av hvilken løsning som velges. Lekkasje gjennom taket gir store praktiske og kostnadmessige konsekvenser. Membran inkl. alle tilslutninger og gjennomføringer skal derfor detaljprosjekteres, og takmembraner skal tetthetsprøves før innbygging. Det anbefales å seksjonere taket med tanke på fuktsikring, skadebegrensning og vedlikehold.

8 Gulv mot det fri

Det skal være gulv mot fri i vrangleområdet rundt ishallen, se Figur 9. Det må sørges for god varmeisolasjon og god kuldebrobrytning for å oppnå god termisk komfort og unngå kalde golv. For gulv mot fri legges det til grunn 300 mm isolasjon, som gir U-verdi lik 0,15 W/m²K.



Figur 9 Utsnitt fra modell A80-4 Arena Fredrikstad.ifc lastet ned fra Interaxo 13.05.20, viser hvor det er gulv mot fri. Kilde: Griff Arkitektur as.

Dersom gulvet plassbygges skal prinsippet om to-trinns tetting benyttes, med en utlektet himlingsplate fraskilt fra vindspærren med en luftespalte. Sørg for kontinuitet i vindspærren i overgang yttervegg og himling. Sørg for et beslag/dryppkant fra overliggende fasade. Dersom det benyttes prefabrikkerte sandwichelementer skal det benyttes elementer som er godkjent for å bruke som gulv mot fri, og det må sørges for en tilfredsstillende overgang mellom glassfasaden og elementene.

9 Gulv på grunn

Utvendig fuktsikring utføres iht. anerkjente metoder og relevante anvisninger fra bl.a. Byggforsk:

- Det fylles tilbake med godt komprimerte drenerende og setningsfrie masser.
- Terreng må planeres med fall fra yttervegg minst 1:50 for at tilførselen av overvann til bygningens dreneringssystem begrenses mest mulig.
- Korrigering for fuktopptak i isolasjonsmaterialet skal tas hensyn til i videre prosjektering og utførelse iht. Byggdetaljblad 573.344.
- Frostsikring utføres iht. Byggdetaljblad 521.112 og 521.811.

9.1 Gulv på grunn

Det legges til grunn 150 mm isolasjon under bunnplaten. Krav til radonsikring er omtalt i kap. 12. Mellom isolasjonen og betongen legges det en fuktsperre av minst 0,2 mm PE-folie.

9.2 Gulv på grunn med isflate

Under ishallen må det forhindres at frost trenger ned i telefarlige masser. Dette skal løses med tilstrekkelig isolasjon og noe undervarme, siden det dreier seg om en permanent isflate. Det er viktig at isolasjonssjiktet mellom undervarme og kjølerør er tilstrekkelig tykt, slik at ikke undervarmen «slår gjennom» til kjøleflaten.

Det må også prosjekteres tilstrekkelige isoleringstiltak i bunnplaten og ev. fundament mellom de kalde konstruksjonene i ishallen og tilstøtende oppvarmede soner.

Ved fundamenter må det sikres at det ikke oppstår frost i grunnen under fundamentene.

10 Innvendige klimaskiller

Det er viktig at det blir isolert tilstrekkelig i innvendige skillekonstruksjoner som deler soner med store temperaturforskjeller. Det er viktig at det velges hensiktsmessige materialer i de ulike skillene, og at arbeidsrasjonalitet og utførelse blir vurdert i utforming av soneinndelingene. ARK har utarbeidet en foreløpig plan av temperatursoner i optimaliseringsfasen.

10.1 Ulike temperatursoner

Det er ulike temperatursoner i ishallen. Foreløpig er det definert temperatursoner som vist i Figur 10. ARK har oversendt foreløpig markering av de ulike temperatursonene på plantegninger. Dette er et viktig verktøy for å vurdere de ulike klimaskillene og for å kunne angi innvendig isolering mellom sonene. Temperaturene i de ulike sonene vil også variere med bruken av hallen, f.eks til konserter, utstillinger mv.

Farge	Temperatur
	Udefinert °C
Blå	2-6 °C
Rød	20-23 °C
Grønn	15-23 °C
Gul	12-15 °C

Figur 10 Angivelse av de ulike temperatursonene

10.2 Innvendige vegger mellom to ulike temperatursoner

Som hovedregel skal det isoleres mellom følgende klimasoner:

- Blå (2-6 °C) og rød (20-23 °C) → U-verdi $\leq 0,3$ W/m²K. Eksempelvis 150 mm isolasjon.
- Grønn (12-15 °C) og rød (20-23 °C) → U-verdi $\leq 0,4$ W/m²K. Eksempelvis 75-100 mm isolasjon.
- Blå (2-6 °C) og grønn (12-15 °C) → U-verdi $\leq 0,5$ W/m²K. Eksempelvis 50-100 mm isolasjon.

Isolasjon skal legges på kald side. Dersom det ikke er mulig, kan det vurderes om det er akseptabelt å legge isolasjon på varm side ved bruk av andre løsninger enn tradisjonell mineralullisolasjon. Løsningen skal være fuktsikker, og det skal vurderes om det skal benyttes dampspærre avhengig av forskjell i RF, temperatur og oppbygging av veggkonstruksjonen. Innvendig kledning må tåle miljøet og belastningen i rommet, og kledning og oppbygging må vurderes opp mot rengjøringsmetode for rommet.

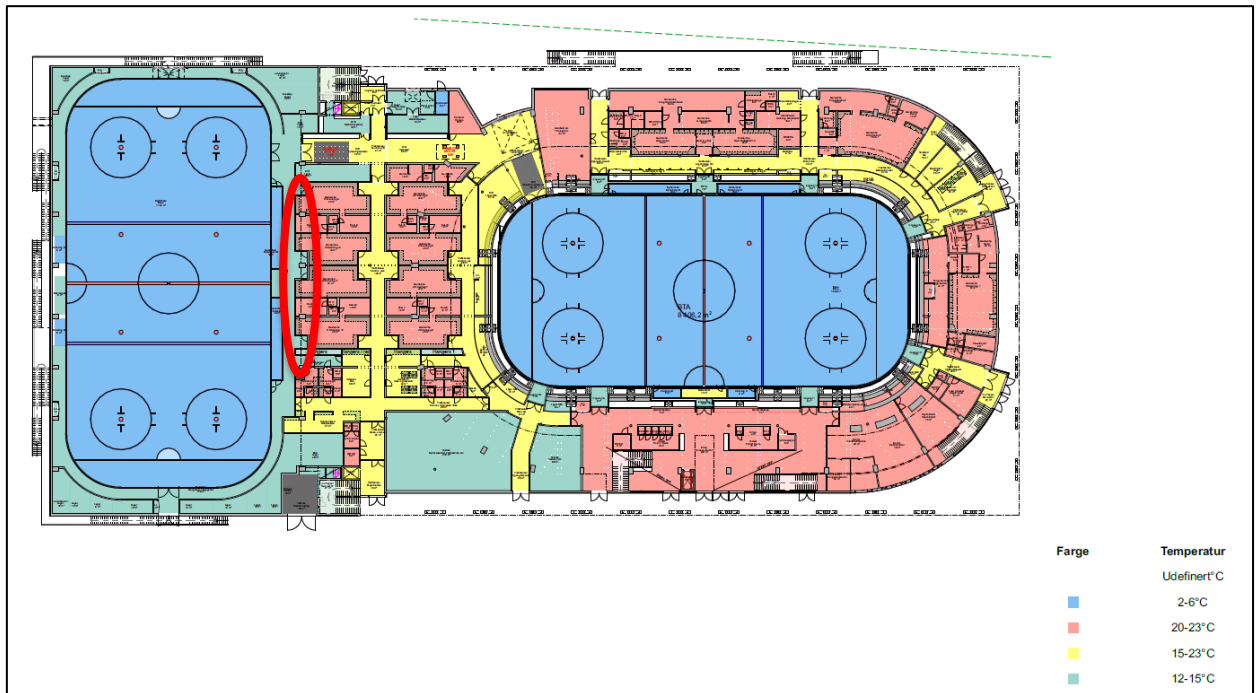
10.3 Vinduer/glass mellom to ulike temperatursoner og dører

Det er viktig å sørge for det ikke oppstår kondens på innvendige glass mot ishallen, som f.eks. på VIP-tribuner. Det må velges vinduer med tilstrekkelig lav U-verdi, og det er for eksempel ikke tilstrekkelig med enkeltglass. Samtidig må det ikke velges for lav U-verdi på glassene, siden det da kan oppstå kondens på glassflaten mot ishallen pga. utstråling. Dette er samme fenomenet som kan oppstå for glass i fasader på vanlige bygg som har glass med lav U-verdi. Vi anbefaler å benytte 2-lags glass, med U-verdi på glasset lik 1,2 W/m²K.

Det skal benyttes selvlukkende og isolerte dører mellom ulike klimasoner.

10.4 Innvendig dekke mellom to ulike temperatursoner

Det er et klimaskille mellom dekke plan 1 og 2 med ulik temperatursone ved akse B, over garderobedelen som stikker ut. Se rød markering i Figur 11. Garderobene skal ha temperatur 20-23 °C, og overliggende areal skal ha temperatur 12-15 °C iht. temperaturplan oversendt av ARK 17.03.20. Himlingen isoleres. Der det isoleres på varm side av en skillekonstruksjon, må isolasjonsløsning vurderes nærmere i detaljprosjekt. Det kan være aktuelt med skumglass. ev. isolert himling i uorganiske materialer.



Figur 11 Temperaturfordeling plan 1. Markering av temperatur er oversendt fra ARK 17.03.20.

11 Himling og installasjoner over isen

Det skal benyttes lav emissivitet på himlingen og installasjoner over isen, f.eks. ved å male det med en farge med lav emissivitet. Dette vil redusere strålingen fra taket til isen, og vil dermed redusere risikoen for kondens, samt redusere energibruken til kjølesystemet. ²

12 Radon

Rom for varig opphold mot grunn skal sikres mot inntrenging av radongass.

Iht. TEK17 § 13-5, første ledd, skal radonnivået holdes så lavt som mulig, og ikke overstige 200 Bq/m³ i innelufta.

Videre skal følgende minst være oppfylt (annet ledd):

- Bygning beregnet for varig opphold skal ha radonsperre mot grunnen.
- Bygning beregnet for varig opphold skal tilrettelegges for trykkreduserende tiltak i grunnen under bygningen som kan aktiveres når radonkonsentrasjon i inneluft overstiger 100 Bq/m³.

Radonsperre på gulv på grunn utføres med godkjent radonmembran eller betonggulv med spesielle tiltak. SINTEF Byggforsk sier følgende om betonggulv som radonsperre:

(...) Betonggulv på grunnen kan gjøres tilstrekkelig tett mot inntrenging av luft fra grunnen dersom tilslutninger, støpeskjøter og gjennomføringer er tett forsvarlig. (...). Utelater man membran, må man dokumentere at betongens tykkelse, kvalitet og armeringsmengde gir tilstrekkelig sikkerhet mot framtidig oppsprekking og at gulvkonstruksjonen som helhet oppfyller definisjonen til radonsperre (...).

Bunnplaten for Arena Fredrikstad bør være 400 mm tykk og rissfri iht. anbefalinger fra RIB.

Betonggulvet kan dermed fungere som radonsperre i prosjektet. Det må gjennomføres tilstrekkelig tetting rundt gjennomføringer for å forhindre radoninntrenging. Betongens kvalitet og tiltak skal dokumenteres i eget notat og følges opp ved utførelse om det velges å benytte betongen som radonsperre i detaljprosjekt.

Det skal også legges til rette for fremtidige tiltak i grunnen (radonbrønner eller luftesløyfer) for gulv på grunn.

13 Våtrom og sjakter

Rom som i bruksfasen blir utsatt for vannsøl fra bruk eller rengjøring skal prosjekteres og utføres som våtrom. Anvisninger i Byggebransjens Våtromsnorm (BVN) skal som et minimum legges til grunn for ordinære våtrom, som garderobes og dusjrom.

Tekniske rom og andre rom med sluk som f.eks. renholdsrom og vaskerom, skal ha fall til sluk og vanntett gulvbelegg. I ev. kjøkken må behov for fuktsikring av gulv og vegger vurderes spesielt mht. vanninstallasjoner og rengjøring. Oppvasksonen skal også fuktsikres.

I detaljprosjekt skal vannpåkjenninger vurderes, og det utarbeides detaljtegninger som viser vegg- og gulvoppbygging, plassering av sluk og fall til sluk.

Sjakter med rørføringer for forbruksvann, spillvann og vannbåren varme og kjøling skal lekkasjesikres. Det skal sikres at eventuelle lekkasjer kan oppdages raskt og ikke gjøre stor skade på bygningen. RIV må fokusere på dette ved sin prosjektering. Det anbefales å etablere en fukt-detektor i bunn av sjaktene og luker for inspeksjon, samt at det etableres et avløpsrør fra sjaktbunn som føres til et egnet rom (f.eks. teknisk rom) hvor eventuelle lekkasjer kan oppdages.

For vegger i sjaktene skal det brukes fibersementplater eller tilsvarende, ikke gipsplater med kledning av papp. Det skal også benyttes stålstendere, og ikke trestendere.

Sjakter med inntak av uteluft og kald avkastluft skal isoleres tilsvarende som yttervegg mot fri. Dette skal tas hensyn til ved dimensjonering av plassbehov.

For Arena Fredrikstad er det våtrom med våtsone mot yttervegg. I garderobene er det dusjer på yttervegg. Det skal ikke bygges inn organiske materialer mellom sandwichelementene og våtromsmembranen. I forhold til bygningsfysikk, anbefaler vi å bygge en kompakt løsning innenfor sandwichelementene, med våtromsplater av XPS som festes til sandwichelementene. På disse platene kan man legge fliser direkte på. Løsning må detaljprosjekteres senere mht. innfesting, bevegelser i elementene etc. Eventuelt kan det bygges opp en innvendig isolert påføring, med uorganiske materialer.