
RAPPORT

Kronstad oppveksttun

OPPDRAAGSGIVER

HENT AS

EMNE

Bygningsfysiske premisser for svømmehallen

DATO / REVISJON: 03. september 2019 / 00

DOKUMENTKODE: 10211461-RIBfy-RAP-004



Multiconsult

Denne rapporten er utarbeidet av 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. Multiconsult har intet ansvar dersom rapporten eller deler av denne brukes til andre formål, på annen måte eller av andre enn det 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 Multiconsult eller eventuell annen opphavsrettshaver.

RAPPORT

OPPDRAG	Kronstad oppveksttun	DOKUMENTKODE	10211461-RIBfy-RAP-004
EMNE	Bygningsfysiske premisser for svømmehallen	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	HENT AS	OPPDRAGSLEDER	Tørres H. Nordnes
KONTAKTPERSON	Marianne Larsen Midthun	UTARBEIDET AV	Oddmund Vingdal
		ANSVARLIG ENHET	10233043 Bygningsforvaltning og Bygningsfysikk Vest

SAMMENDRAG

Denne rapporten omhandler bygningsfysiske premisser som er gjeldende for ny svømmehall i fløy 6 tilknyttet Kronstad oppveksttun. Premissene skal danne grunnlaget for den videre detaljprosjekteringen, samt utførelsen.

Rapporten oppsummerer de ulike krav, anbefalinger og egenskaper mht. bygningsfysikk som er aktuelle mht. Teknisk forskrift til Plan- og Bygningsloven (TEK 17). Kontroll av energistandard angis i 10211461-RIBfy-RAP-003 og disse rapportene må derfor sees i sammenheng.

00	03.09.2019	Utsendt	Oddmund Vingdal	Bjarne Høstmark	Tørres H. Nordnes
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Innledning	5
1.1	Formelle forhold	5
2	Oppsummering	5
3	Innledning	6
4	Bygningsfysisk rådgivning	7
4.1	Premissrapport	7
4.2	Kvalitetssikring av detaljtegninger	7
4.3	Ansvarsforhold	7
5	Byggeforskrift, normer, anbefalinger og prosjektfursetninger	8
5.1	Generelt om bade- og svømmeanlegg	8
5.2	Energieffektivitet	8
5.3	Tetthet	9
5.4	Fukt	13
5.5	Uavhengig kontroll	13
6	Ute- og inneklima	14
6.1	Uteklima	14
6.2	Inneklima	16
7	Fuktsikkerhet	19
7.1	Fukt fra grunnen	19
7.2	Overvann	19
7.3	Nedbør	20
7.4	Fukt fra inneluft	20
7.5	Byggfukt	21
7.6	Våtrom og rom med vanninstallasjoner	22
8	Bygningsdeler	27
8.1	Generelt	27
8.2	Hovedprinsipper for svømmehaller	27
8.3	Yttervegger over terreng	28
8.4	Vinduer, glassfasader, dører og porter	34
8.5	Yttertak	39
8.6	Bygningsdeler mot terreng	39
8.7	Gulv på grunn	41
8.8	Gulv rundt svømmebasseng	42
8.9	Skillekonstruksjoner mellom våt og tørr sone	45
8.10	Spesielle forhold, rom og konstruksjoner	47
9	Korrosjonsbeskyttelse	49
9.1	Korrosjonsklasser	49
9.2	Anbefaling av korrosjonsklasser	49
9.3	Korrosjonssikring av stålkonstruksjoner	50
9.4	Aluminium	52

1 Innledning

Denne rapporten inneholder bygningsfysiske premisser for ny svømmehall til Kronstad oppveksttun.

Rapporten oppsummerer de ulike krav, anbefalinger og egenskaper mht. bygningsfysikk og kontroll av energistandard som er aktuelle for å tilfredsstille prosjektkrav og Teknisk forskrift til Plan- og Bygningsloven.

Gjeldende forskrift for prosjektet er Teknisk forskrift av 2017 (heretter benevnt TEK 17).

1.1 Formelle forhold

TEK 17 med tilhørende veiledning om tekniske krav til byggverk (VTEK) er lagt til grunn for de bygningsfysiske premissene og kontroll av energistandard. Det legges opp til kun bruk av preaksepterte veiledningsløsninger, og som slik ikke fordrer ytterligere dokumentasjon på at bygningsfysikk er ivaretatt på forskriftsmessig måte.

Rapporten med bygningsfysiske premisser og kontroll av energistandard er ment som et beslutningsgrunnlag for valg av bygningsfysiske hovedprinsipper i den videre prosjekteringen, og er ikke å anse som endelig prosjekteringsdokumentasjon (bygningsfysikk) i en byggesak, men vil fungere som tilstrekkelig grunnlag ved en rammesøknad. Vi presiserer videre at dokumentet ikke omfatter alle bygningsfysiske detaljløsninger, og at det tas forbehold om at det kan forekomme justeringer i senere faser av prosjektet, hvilket det må tas høyde for hvis man benytter dette dokumentet til prising og lignende.

Prosjektering og leveranse av selve bassengtrauet skal settes ut til bassengleverandør og løsninger og oppbygning av dette behandles derfor ikke i foreliggende rapport.

2 Oppsummering

Kravene mht. varmemotstand og energibruk satt i denne rapporten er følgende:

Svømmehall, inkl. dusj og garderobe i 1.etasje, samt kjeller

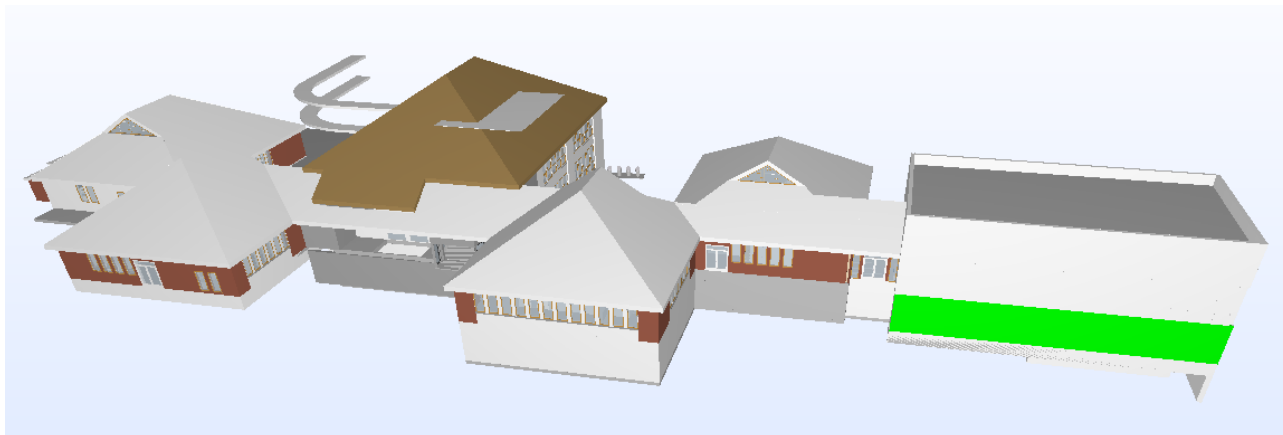
- U-verdi yttervegger over terreng: 0,15 W/m²K.
- U-verdi yttervegger mot terreng: 0,11 W/m²K
- U-verdi kjellergulv: 0,08 W/m²K.
- U-verdi vinduer, dører og porter: 0,70 W/m²K.
- Normalisert kuldebroverdi: 0,03 W/m²K.
- Lekkasjetall: 0,4 luftvekslinger pr. time ved 50 Pa trykkforskjell.

I den videre detaljprosjekteringen og i utførelsesfasen bør det være fokus på blant annet følgende:

- Lufttetthet: Gode og robuste løsninger og grundig detaljering av vind- og dampsperrsjikt.
- Varmeisolering: Gode og robuste løsninger, samt minimalisering av kuldebroer.
- Fuktsikring: Gode og robuste løsninger og materialer, grundig detaljering av fuktsperresjikt, samt minimalisering av byggfukt.
- Materialbruk: Gode og robuste materialer som tåler de påkjenninger de blir utsatt for, samt innehar dokumenterte varige egenskaper.

3 Innledning

Svømmehalldelen tilhørende Kronstad oppveksttun skal oppføres som et nybygg i fløy 6, se figur 1 for utklipp fra foreløpig IFC-modell.



Figur 1 – Oversiktsbilde av Kronstad oppveksttun. Del markert i grønt viser svømmehall [Snitt fra ARK sin IFC-modell av dato 26.08.2019]

Grunnet ulik fuktbelastning er det valgt å benytte en inndeling i våte og tørre soner for at man enklere kan sette krav til de ulike sonene.

I denne rapporten benyttes følgende arealdefinisjoner:

- *Svømmehalldelen* består av selve svømmehallen, dusj, badstue og garderobe i plan 1, samt teknisk kjeller i underetasje.
- *Etasje over Svømmehalldelen* er gymsal med tilhørende garderobeanlegg. Disse arealene er ikke en del av Svømmehalldelen.
- *Våt sone 1* består av selve svømmehallen, badstue, samt tilhørende WC, lager og renholdsrom som vender mot svømmehallen.
- *Våt sone 2* består av dusjanlegg og garderober.
- *Tørr sone* består av øvrige arealer som ikke er en del av de våte sonene.
- *Klimaskille* er klimaskillende konstruksjoner mellom inne- og uteklima. Inneklima må i denne forbindelse forstås som våt sone og omfatter alle rom med høyt fuktnivå.
- *Skillekonstruksjoner* er innvendige konstruksjoner fra rom med høyt fuktnivå mot tilstøtende rom med annet inneklima (tørre soner).

Foreliggende rapport bør leses sammen med rapport 10211461-RIBfy-RAP-003 *Bygningsfysiske premisser og kontroll av energistandard*.

4 Bygningsfysisk rådgivning

4.1 Premissrapport

Bygningsfysikk omfatter de prosesser som påvirker bygningen som følge av ytre og indre klimapåkjenninger, og kan sammenfattes med følgende hovedpunkter: Varme-, luft- og fukttransport, samt materialbruk.

Multiconsult sin rolle som bygningsfysisk rådgiver i prosjekter hvor man er engasjert som ansvarlig prosjekterende Bygningsfysikk (PRO) er å sørge for å dokumentere at prosjektets løsninger har tilfredsstillende bygningsfysiske ytelser, samt tilfredsstillende de gjeldende forskriftskrav som berører fagområdet, først og fremst *kapittel 13 Inneklima og helse* og *kapittel 14 Energi* i TEK 17. Foreliggende premissrapport ivaretar disse momentene.

4.2 Kvalitetssikring av detaljtegninger

Et bygg med gode bygningsfysiske kvaliteter vil være et resultat av at seriøse og dyktige fagarbeidere utfører arbeidet etter gjennomarbeidede og tydelige detaljtegninger.

Gjennomarbeidede og tydelige detaljer betinger en god prosess fra skisser og frem til endelige arbeidstegninger. Prosessen frem mot endelige detaljer er avhengig av et tett og godt samarbeid mellom bygningsfysiker, arkitekt og utførende. Generelt bør prosessen mellom RIBfy og ARK foregå som følger:

- RIBfy utarbeider premisser for viktige bygningsdeler, eventuelt lokalisering av utfordrende detaljer.
- ARK etablerer en tegningsliste med fremdriftsplan for produksjon av detaljer. Det skal settes av minimum én uke til TFK (tverrfaglig kontroll) for RIBfy for hver bolc. I tillegg skal det settes av nødvendig tid for ARK til revisjon etter TFK før tegninger får status som endelige arbeidstegninger.

ARK-tegninger som skal kontrolleres av RIBfy gjelder alle kritiske snitt med tanke på fukt og varmetransport. Formålet bak denne kontrollen er å kvalitetssikre at viktige detaljer ikke løses på plassen.

ARK-tegninger som oversendes til kontroll skal være komplette og entydige som arbeidsgrunnlag. Detaljer skal alltid vise alle tetteløsninger, skjøting av tettesjikt og innfesting av ulike komponenter. Materialer skal være endelige valg og detalj skal være kontrollert mot monteringsanvisninger fra produsent.

- Ved uavhengig kontroll vil KPR (Kontroll Prosjektering) ta utgangspunkt i tegningslisten for å se hvilke detaljer som ligger til grunn for ferdig bygg.

4.3 Ansvarsforhold

For Kronstad oppveksttun er Multiconsult engasjert for å utarbeide definerte leveranser i samspillfasen. Dette inkluderer blant annet bygningsfysiske premisser og kontroll av energistandard for eksisterende bygg og nybygg. Utover dette er ikke Multiconsult engasjert som ansvarlig prosjekterende (PRO) Bygningsfysikk.

5 Byggeforskrift, normer, anbefalinger og prosjektforutsetninger

Kravgrunnlaget for bygningsfysisk prosjektering er gitt i Plan- og bygningsloven med tilhørende Forskrift om tekniske krav til byggverk (TEK 17). I forskriftenes *kapittel 13 Inneklima og Helse* og *kapittel 14 Energi* er det gitt bestemmelser om varmeisolering, energibruk og fuktsikkerhet. Spesielt nevnes:

- § 13-9 Generelle krav om fukt
- § 14-2 Krav til energieffektivitet

Videre legges det til grunn at funksjonskravene gitt i Tekniske forskrifter for en stor del oppfylles ved bruk av anerkjente og preaksepterte løsninger, angitt blant annet i SINTEF sine Byggeforsksblad. Det kan imidlertid også forekomme større eller mindre avvik fra preaksepterte løsninger. Slike avvik kan være gjenstand for grundigere analyser og vurderinger for å dokumentere løsningens egnethet.

I henhold til § 14-2 i Byggesaksforskriften skal det gjennomføres uavhengig kontroll av blant annet bygningsfysikk for tiltaksklasse 2 og 3.

5.1 Generelt om bade- og svømmeanlegg

Svømmehaller har et særdeles krevende inneklima, noe som medfører krav om bygningsmessige løsninger som avviker fra tradisjonelle byggverk. I tillegg til kravene i TEK 17, med tilhørende veiledning, er derfor følgende publikasjoner benyttet aktivt i foreliggende rapport:

- *Forskrift for badeanlegg, bassengbad og badstu m.v.*
- *Håndbok 52 Bade- og svømmeanlegg*, SINTEF Byggeforsk
- *Kravspesifikasjon 2009 Idretts- og svømmehaller*, Undervisningsbygg
- *Håndbok 50 Fukt i Bygninger*, SINTEF Byggeforsk

5.2 Energieffektivitet

Etter TEK 17 skal en Skolebygning være så energieffektiv at den tilfredsstiller krav til samlet netto energibehov (energirammodellen). I tillegg gjelder minstekrav som uansett ikke skal overskrides. Det er satt prosjektkrav om å oppfylle kriteriene for passivhus i passivhusstandarden NS 3701.

Evalueringsmht. energikravene i kapittel 14 i TEK 17 fremgår i rapport 10211461-RIBfy-RAP-003.

Kravene i tabell 1-3 nedenfor er derfor satt slik at man tilfredsstillers minstekravene og energikravene i TEK 17 ved beregning av energiramme. I tillegg er kravene satt slik at man tilfredsstillers de anbefalte verdiene fra Undervisningsbygg sin publikasjon *Kravspesifikasjon 2009 – Idretts- og svømmehaller*.

U-verdiene i tabell 1 gjelder som et gjennomsnitt for bygningsdelene. Dette betyr for eksempel at enkelte vegger kan ha lavere varmemotstand og høyere U-verdi, så fremt gjennomsnittet av alle yttervegger i oppvarmede soner er iht. verdier angitt i tabell 1.

For arealer som defineres som oppvarmet areal (selv om de ikke er fullt oppvarmet) er det krav til U-verdier for bygningsdeler. Definisjon av oppvarmede arealer finnes i TEK 17 og NS 3031.

Soner som ikke skal varmes opp eller kjøles inngår ikke i bygningens oppvarmede areal. Det stilles derfor heller ikke energi- og varmemotstandskrav til disse. Imidlertid må oppvarmede arealer med skillekonstruksjoner mot uoppvarmede arealer ha bygningsdeler med varmemotstand tilnærmet som om de var bygningsdeler mot det fri.

Uavhengig av energi- og varmemotstandskrav bør uoppvarmede arealer generelt sett isoleres noe for å redusere risikoen for kondensdannelse.

Tabell 1 - Krav til bygningsdeler og lekkasjetall sammenlignet med minstekrav og anbefalte verdier

Beskrivelse	Prosjektkrav	Minstekrav i TEK 17	Anbefalte verdier
U-verdi yttervegg [W/m ² K] <ul style="list-style-type: none"> Over terreng Under terreng 	0,15 0,11	0,22	0,16
U-verdi gulv [W/m ² K] <ul style="list-style-type: none"> Kjellergulv 	0,08	0,18	0,15
U-verdi vinduer, glassfelt, dører, porter [W/m ² K] <ul style="list-style-type: none"> Vinduer/glassfelt 	0,70	1,20	1,00
Normalisert kuldebroverdi [W/m ² K]	0,03	Ingen krav	Skal begrenses til et minimum
Lekkasjetall ved 50 Pa [h ⁻¹]	0,4	1,5	0,4

For indre bygningsdeler som skiller soner med forskjellig temperatur, bør det generelt ikke benyttes U-verdier som overstiger verdiene angitt i tabell 2 nedenfor. Dersom man velger å fravike tabellen nedenfor bør det utføres en detaljert beregning i forkant mht. mugg- og kondensrisiko.

Tabell 2 - Krav til innvendige skillekonstruksjoner mellom våt og tørr sone

Bygningsdel	Temperaturforskjell [°C]		
	$\Delta T \geq 15$	$10 \leq \Delta T < 15$	$5 \leq \Delta T < 10$
Vegger, tak og gulv [W/m ² K]	0,3	0,4	0,5
Glassvegger og vinduer [W/m ² K]	1,6	2,0	3,0

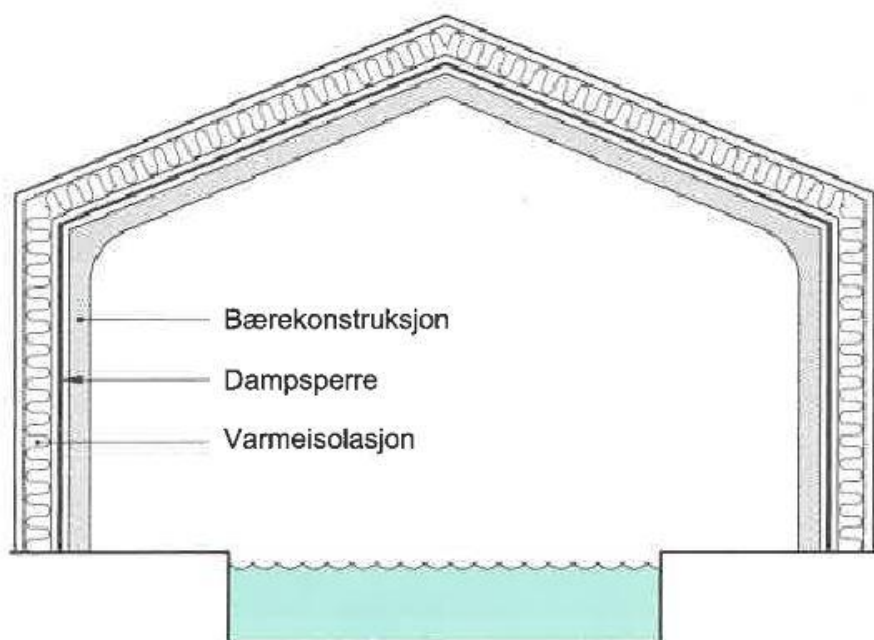
5.3 Tetthet

Krav til lufttetthet er satt til 0,4 luftvekslinger pr. time ved 50 Pa trykkforskjell for Svømmehalldelen.

Svømmehaller har permanent høy fuktbelastning. Kombinasjonen med høy temperatur og høy relativ fuktighet medfører at romluften har svært høyt fuktinnhold målt i gram per m³ romluft sammenlignet med uteluft og øvrige arealer. Fuktskader i klimaskall og skillekonstruksjoner rundt svømmehaller skyldes erfaringsmessig fuktransport fra innvendig side. Fuktransport som skjer ved at fuktig luft strømmer gjennom en konstruksjon kalles luftlekkasjer. Luftlekkasjer, med påfølgende kondens- og muggsoppdannelse, er den vanligste årsaken til fuktskader i svømmehaller. Potensialet for luftstrømning gjennom utettheter, spesielt i overgangen yttervegg/tak, er vesentlig større for svømmehaller enn for andre bygg. Dette grunnet store romhøyder, samt store forskjeller mellom inne- og utetemperatur.

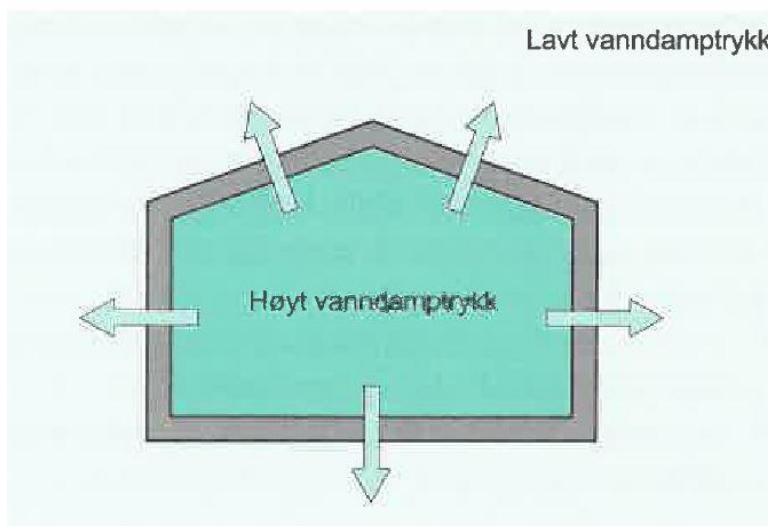
God lufttetthet er følgelig avgjørende for å redusere faren for fuktskader. I tillegg vil god lufttetthet redusere varmetap grunnet infiltrasjon. For å oppnå god lufttetthet skal det benyttes et innvendig dampsperrsjikt og et utvendig vindsperrsjikt. Følgende anbefalinger bør følges der hvor de er aktuelle:

- For svømmehalldelen skal sperrsjiktene (damp- og vindsperre) plasseres i sin helhet utenpå hovedbæresystemet, se figur 2. Dette muliggjør kontinuerlige sperrsjikt med lufttette skjøter. Disse skjøtene bør enten sveises (varmluftsveises) eller limes og klemmes med separate klemlister som skrues fast.



Figur 2 - Hovedprinsipp for oppbygging av klimaskall [SINTEF Byggforsk]

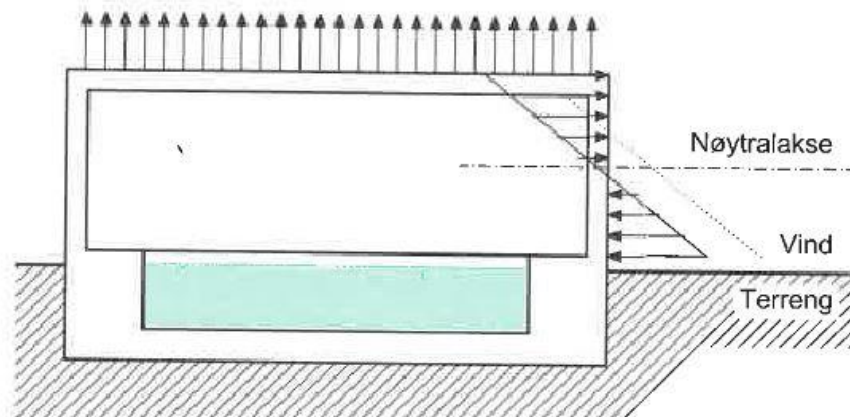
- Vanndamptrykket inne i svømmehaller vil nesten alltid være høyere enn vanndamptrykket i uteluften hhv. romluften i de omkringliggende arealene. Forskjellene i vanndamptrykk medfører alltid en transport av vanndamp fra det stedet med høyt vanndamptrykk til steder som har lavere vanndamptrykk, se figur 3. Denne formen for fukttransport kalles diffusjon.



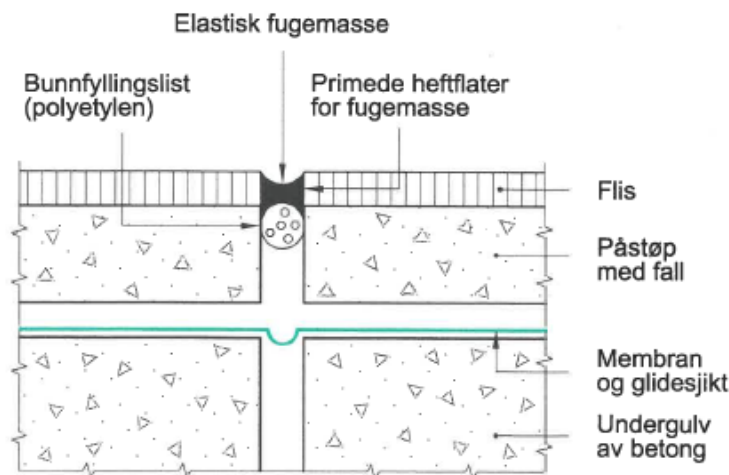
Figur 3 - Vanndamptrykket er like stort mot alle innvendige flater og uavhengig av lufttrykket [SINTEF Byggforsk]

- For å hindre vanndampdiffusjon må det alltid monteres et dampsperrsjikt som er kontinuerlig og tett. Generelt gjelder dette primært for ytterkonstruksjonene. Imidlertid kan det også være behov for et dampsperrsjikt ifm. skillekonstruksjoner mot tilstøtende tørrere rom. Sistnevnte vil være aktuelt dersom temperaturen i disse rommene er lavere enn duggpunkttemperaturen for luften i svømmehallen. Store formater anbefales for å redusere antall skjøter.

- Klimaskallet til svømmehallen skal være tett som en ballong. Dette gjelder både ytterkonstruksjoner og innvendige skillekonstruksjoner.
- Grunnet skorsteinseffekten vil det alltid være et innvendig luftovertrykk i de øvre delene av svømmehallen, se figur 4. Dette fordi varm luft er lettere enn kald luft. Dersom det er utettheter i de øvre deler av klimaskallet til svømmehallen vil dette overtrykket ha potensial til å drive store mengder fuktig luft ut gjennom konstruksjonen, hvor det vil treffe kaldere flater og kondensere.



- *Figur 4 - Trykkgradient grunnet skorsteinseffekten [SINTEF Byggforsk]*
- Med hensyn til bestandighet er det i tillegg ikke ønskelig at klorholdig luft strømmer fra svømmehallen til tørr sone. Dette fordi klorholdig luft kan gi korrosjonsskader på inventar og konstruksjoner i tørr sone.
- Ventilasjonsanleggene som betjener svømmehallen må følgelig prosjekteres med undertrykk, dvs. at det trekkes mer luft ut enn det som blåses inn. Dette reduserer overtrykket i de øvre delene, noe som reduserer faren for luftlekkasjer utover. Ubalansen mellom tilluft og avtrekk vil medføre en luftstrøm fra tørr sone inn i svømmehallen. For å kunne oppnå et tilfredsstillende undertrykk må svømmehallen være fysisk adskilt fra tilstøtende arealer. Dører som skiller svømmehallen fra tilstøtende arealer må følgelig være selvlukkende, slik at de er lukket den største delen av tiden. Dørautomatikk er å anbefale for at ikke undertrykket skal gå på bekostning av betjeningen og brukbarheten til dører.
- Kontinuerlig tett vindsperresjikt av plater som tapes i skjøtene, kombinert med utenpåliggende vindsperreduk som klemmes med klemler.
- Innsettingsfuger for vinduer tettes med elastisk fuge mot bunnfyllingslist, både inne og ute.
- Alle fuger utføres med to-trinns tetting, dvs. med separat lufttetting som beskyttes mot nedbør og sollys med regnskjerm. Det må benyttes fugemasser med dokumenterte tilfredsstillende langtidsegenskaper for aktuelle fugebredder og -bevegelser.
- Fuger i badeanlegg der det kan forekomme bevegelser skal være forsynt med et indre lufttett sperresjikt. For bevegelersfuger i svømmehallen skal membran og glidesjikt videreføres samtidig som ytre fugetetting anvendes. Det anlegges da typisk en ytre fugetetting i form fugemasse, mens membran og glidesjikt legges kontinuerlig med slakk slik at bevegelser kan forekomme uten at det opptrer lekkasjer, se Figur 5.



- *Figur 5 - Bevegelsesfuge med dyptliggende banemembran [SINTEF Byggforsk]*
- Riktig fugeutforming er viktig for å sikre sterke, tette, varige fuger. Mot glatte overflater som f.eks. fliser kan det kreves priming for å sikre tilstrekkelig vedheft.
- Elastisk fugemasse kan over tid nedbrytes som følge av etc. sopp, klor og høy temperatur. Silikonbaserte fugemasser som anvendes i våtsoner i offentlige miljøer skal være tilført soppdreper. Leverandørene må angi egnethet for det aktuelle bruksområdet.
- Gjennomføringer i vind- og dampsperrsjikt må minimeres. Alle gjennomføringer som bryter vind- og/eller dampsperrsjikt må tettes spesielt, fortrinnsvis med mansjetter tilpasset det aktuelle produktet. Spesielt må gjennomføringer i dampsperrsjiktet i svømmehallen holdes på et absolutt minimum og fortrinnsvis unngås. Dette innebærer blant annet at rørføring og lignende ikke skal ligge skjult i vegger og tak, men at disse skal ligge på innsiden til dampsperrsjiktet. Dersom det oppstår hull i dampsperrsjiktet i byggeperioden må disse tettes med produkter som har dokumentert lang levetid.
- Etasjeskillerne må utføres lufttette, slik at oppdriftskrefter begrenses og potensialet for luftlekkasjer dermed reduseres.
- Alle bygningsdetaljer vedrørende kritiske snitt med tanke på fukt og energi må prosjekteres og underlegges bygningsfysisk kontroll. Dette innebærer at tegningene skal være ferdige til kontroll på arbeidstegningsnivå.
- Korrekt og nøyaktig utførelse må sikres med tilfredsstillende utførelseskontroll, både dokumentert egenkontroll ved bruk av sjekklister og en uavhengig stikkprøvekontroll.
- Et oppstartsmøte mellom entreprenør og utførende håndverkere for gjennomgang av alle forhold vedrørende tetting bør gjennomføres ved behov.
- Bygget bør trykktestes når vindsperrsjiktet er etablert, og vinduer, dører og tekniske installasjoner er satt inn/gjennomført, men uten at vegger er isolert og lukket. Dette gjør at lekkasjepunkter kan lokaliseres og utbedres på en enkel og kostnadseffektiv måte. Det spesifiseres at det skilles mellom denne anbefalte trykktesting, og pålagt måling av lekkasjetall som skal gjøres ved ferdigstillelse av bygget. Da skal lekkasjetallet dokumenteres av entreprenør ved hjelp av trykktesting av bygget iht. NS-EN ISO 9972:2015. Lekkasjetallet måles ved 50 Pa undertrykk og 50 Pa overtrykk, og lekkasjetallet fremkommer som middelverdien av disse to målingene.

5.4 Fukt

Kravene i Teknisk forskrift er ikke-kvantifisert og det overordnede generelle kravet er (§ 13-9):

- Grunnvann, overvann, nedbør, bruksvann og luftfuktighet skal ikke trenge inn og gi fuktskader, soppdannelse eller andre hygieniske problemer.

For øvrig stilles krav til:

- Fukt fra grunnen, overvann og nedbør (§§ 13-10 – 13-12).
- Fukt fra inneluft, dvs. å unngå oppfukting av konstruksjonen av kondensert vanddamp fra inneluften (§ 13-13).
- Byggfukt, dvs. å unngå innbygging av fuktige materialer (§ 13-14).
- Våtrom og rom med vanninstallasjoner, dvs. sluk, fall, vanntetthet og materialbruk (§ 13-15).

Disse kravene må vies stor oppmerksomhet i den videre detaljprosjekteringen der hvor de berøres.

Svømmehalldelen vil ha høy luftfuktighet, høyt lufttrykk og høy temperatur. Sikring mot fuktskader for disse arealene vil være av høy kompleksitet og ingen ordinære utførelser for vanlige bygg vil ha tilstrekkelig bestandighet mot skader innenfor en forventet levetid på 30-50 år.

5.5 Uavhengig kontroll

Bygningsfysikk er underlagt uavhengig kontroll, nedfelt i Forskrift om byggesak (SAK 10). Det skal gjennomføres uavhengig kontroll i samsvar med SAK10 §14-6 av fuktsikring ved søknadspiktig bygging av våtrom i boliger, når dette arbeidet omfattes av Plan- og Bygningsloven §20-1 første ledd bokstav a eller b. I tillegg skal det gjennomføres uavhengig kontroll av lufttetthet i nye boliger. Ansvarlig kontrollerende skal kontrollere at det er gjennomført tilstrekkelig prosjektering av fuktsikring, herunder utforming av viktige løsninger, at det foreligger nødvendig produksjonsunderlag innenfor kontrollområdet, og at utførelsen er gjennomført i samsvar med produksjonsunderlaget.

I tillegg til uavhengig kontroll etter første ledd skal det også gjennomføres uavhengig kontroll i samsvar med §14-7 for blant annet Bygningsfysikk i tiltaksklasse 2 og 3. For Bygningsfysikk begrenses kontrollkravet for prosjektering til energieffektivitet og detaljprosjektering av lufttetthet og fuktsikring i yttervegger, tak og terrasser. Kontrollkravet for utførelse begrenses til byggfukt, lufttetthet og ventilasjon, og at dette er gjennomført og dokumentert som prosjektert.

Iht. kravet om uavhengig kontroll for Bygningsfysikk kreves minimum følgende detaljtegninger for alle ulike tilfeller av:

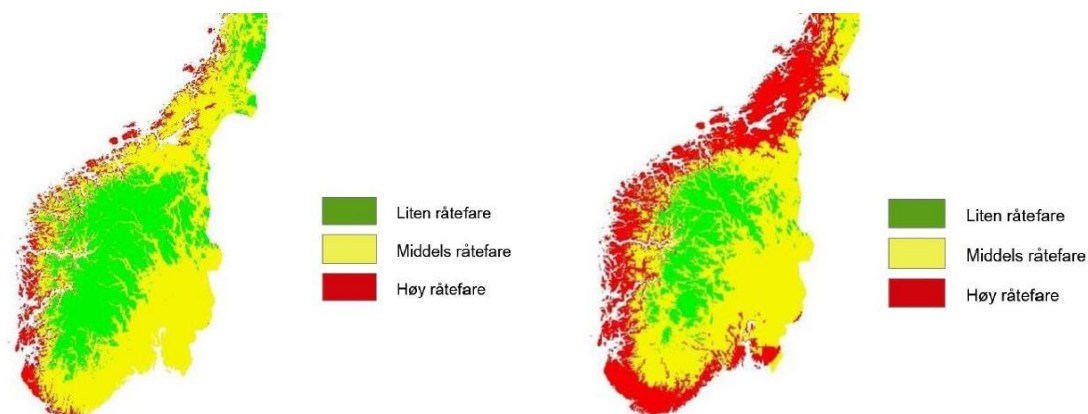
- Vertikalsnitt som viser plassering av dampsperrsjikt og vindsperrsjikt i yttervegg, tak og overganger vegg/tak.
- Oppbygging av tak og terrasser som også viser føring av membran og fall, samt avslutning mot tilstøtende bygningsdeler.

6 Ute- og inneklima

6.1 Uteklima

Kronstad oppveksttun er lokalisert i Bergen med tilhørende klimadata. Dimensjonerende utetemperatur (laveste tredøgnsmiddel) er $-12,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ og årsmiddeltemperatur er $7,8\text{ }^{\circ}\text{C}$. Dimensjonerende frostmengde gitt ved F_{50} er $3000\text{ h}^{\circ}\text{C}$ og dimensjonerende frostdybde er $0,6\text{ m}$.

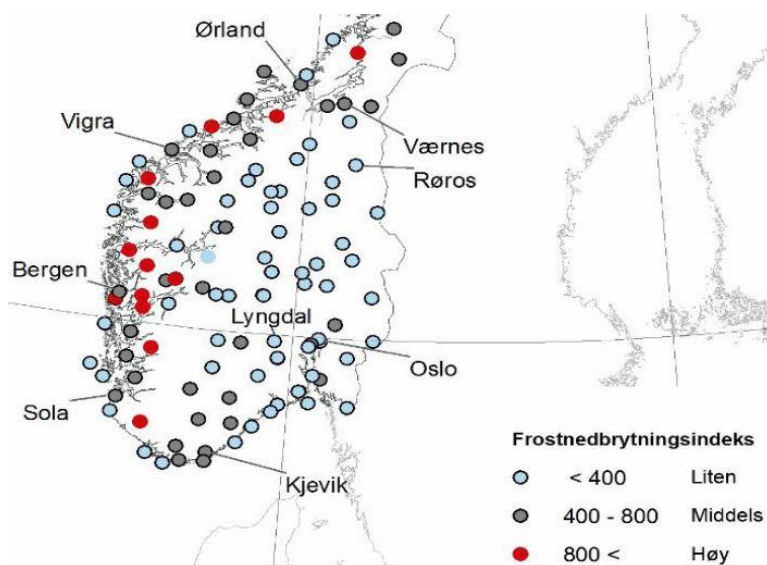
Bergen har et mildt og fuktig kystklima med forholdsvis små temperaturendringer gjennom året. Gjennomsnittlig årlig nedbørsmengde er $2\ 250\text{ mm}$. Klimaet er imidlertid i endring og klimaprognoiser for fremtidig klima de neste 30 årene viser et mildere og våtere klima enn det som gjenspeiles i eksisterende klimanormaler for perioden 1961-1990. Dette gir større risiko for fuktskader og nedbrytning av bygninger i kystområder på Vestlandet, se figur 5 og 6 nedenfor.



Figur 6 - Råterisiko iht. normalklima 1961-1990

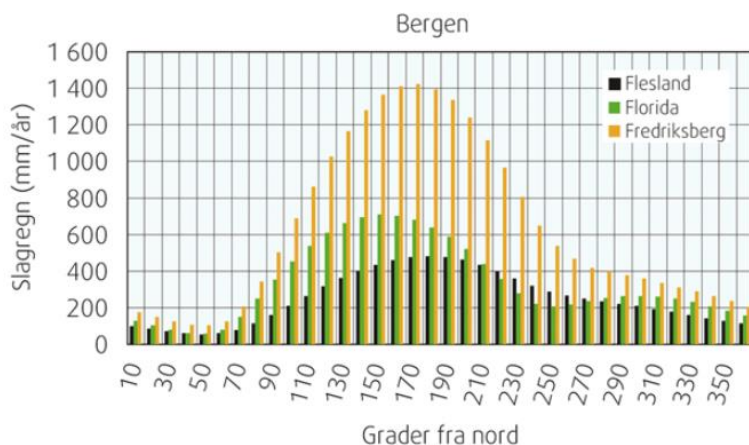
Figur 7 - Fremskrevet råterisiko for perioden 2021-2050

Varmere vintre på Vestlandet medfører trolig flere frysepunktpasseringer i løpet av en vintersesong. Dersom også vinternedbøren i større grad kommer som slagregn og ytterveggene blir fuktigere enn tidligere, så øker også risikoen for frostskafer i materialer som ikke er helt frostbestandige. Som man kan se av Figur 8 er mengden nedbør særlig avgjørende for faren for frostskafer. Selv om antallet frysepunktpasseringer i løpet av et år i Bergen er begrenset i forhold til f.eks. steder i innlandet, er Bergen en av de byene i Norge som har høyest risiko for frostnedbrytning.



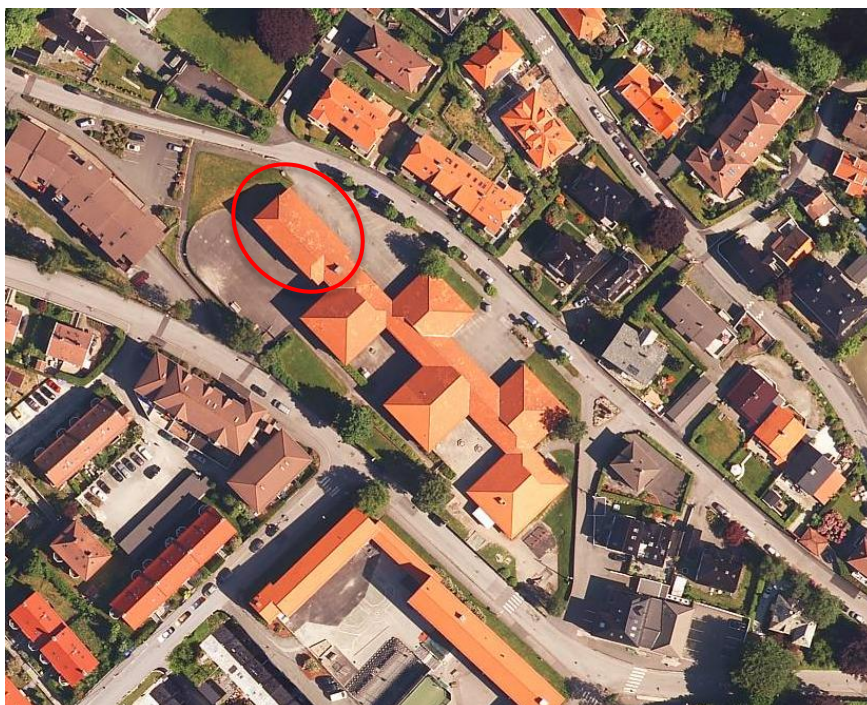
Figur 8 Frostnedbrytningsindeks

Figur 9 viser slagregnmengder for alle 10-graders sektorer for tre steder i Bergen for normalperioden 1961-1990. Værstasjonen på Florida er den som er mest representativ for Kronstad skole. Diagrammet viser at slagregn hovedsakelig opptrer på vegger i sektorene 80-340 grader, noe som tilsvarer fasader fra øst til og med nordvest.



Figur 9 – Slagregnmengder for Bergen (SINTEF Byggforsks anvisning 451.031)

Figur 10 nedenfor viser Svømmehalldelen til Kronstad oppveksttun sin plassering i terrenget. Slagregns påkjenningen over byggets fasader vil variere fra omtrent 50 mm/år til over 400 mm/år. Slagregnmengder over 400 mm/år faller inn under klimasonen «Stor slagregns påkjenning», noe som er typisk for Vestlandet generelt og Bergen spesielt. Slagregnmengdene vil ventelig også øke i fremtiden.



Figur 10 - Flyfoto over Svømmehalldelen til Kronstad oppveksttun (www.gulesider.no). Rød sirkel angir plassering av svømmehalldelen.

6.2 Inneklima

6.2.1 Termisk inn klima

TEK 17 stiller følgende krav til termisk inn klima:

- 1) *Termisk inn klima i rom for varig opphold skal tilrettelegges ut fra hensynet til helse og tilfredsstillende komfort ved forutsatt bruk.*
- 2) *I rom for varig opphold skal minst ett vindu eller en dør kunne åpnes mot det fri og til uteluft.*
- 3) *Annet ledd gjelder ikke for rom i arbeids- og publikumsbygg der åpningsbare vinduer er uønsket ut fra bruken.*

I veiledningen til teknisk forskrift er det ikke nevnt anbefalinger mht. operativ temperatur for svømmehaller. SINTEF Byggforsk anbefaler imidlertid at vanntemperaturen holdes mellom 26-27 °C for konkurranse basseng, mellom 26-29 °C for vanlig svømmebasseng og mellom 28-34 °C for terapibasseng. Lufttemperaturen bør ligge 2 °C over vanntemperaturen. Dette for å redusere avdampningen fra bassenget.

Undervisningsbygg anbefaler at den operative temperaturen i dusjanlegg holdes mellom 24-30 °C, mens tilsvarende anbefaling for garderobeanlegg er en operativ temperatur mellom 22-26 °C.

Eksempler på passive tiltak som kan bidra til å unngå overtemperatur er:

- Redusert vindusareal i solbelastede fasader.
- Eksponert termisk masse innendørs.
- Utvendig solskjerming.
- Åpningsbare vinduer som gir mulighet for gjennomlufting.
- Plassering av luftinntak/utforming av ventilasjonsanlegg slik at temperaturstigning i anlegget på grunn av høy utetemperatur blir minimal (< 2 °C).

Det bør gjennomføres en detaljvurdering av det termiske inn klimaet til Svømmehalldelen for å verifisere at forskriftens krav er tilfredsstillt.

6.2.2 Fukt

For Svømmehalldelen vil fukttilskudd fra basseng og dusjrom i dimensjoneringsøyemed være vesentlig høyere enn 8 g/m³, og da i øvre sjikt av fukttilskuddsklasse 5. Svømmehall med avfuktingsanlegg kan anslås å ha et fukttilskudd på 12 g/m³, mens dusjanlegg typisk har et dimensjonerende fukttilskudd på 9 g/m³.

Det forutsettes høyere lufttemperatur enn vanntemperatur i svømmehallen. Lufttemperaturen vil mht. ønsket vanntemperatur være mellom 28-34 °C. Luften i svømmehaller og tilhørende dusjrom må avfuktes for å unngå kondens på kalde overflater. Dette innebærer at duggpunktstemperaturen ikke skal være for høy, samtidig som at luftens fuktinnhold skal være så høy som mulig for å redusere avdampningen. Som et kompromiss anbefales det at den relative fuktigheten holdes lik 45-50 % vinterstid, samt lik 50-55 % sommerstid. Eksempelvis vil absolutt fuktinnhold i luften være 18,6 g/m³, dersom lufttemperaturen er 32 °C og relativ fuktighet (RF) er 55 %.

Tabell 3 viser beregnede duggpunktstemperaturer for lufttemperatur og RF. Dersom luften treffer kaldere flater enn gitt duggpunktstemperaturer så vil det kondensere. I tillegg skal det at av hensyn til muggsvekstrisiko ikke være vedvarende RF over 80 % på noen innvendige overflater.

Tabell 3 - Duggpunktstemperaturer i °C

Lufttemperatur	Relativ fuktighet		
	45 %	50 %	55 %
28	14,8	16,5	18
30	16,8	18,4	20
32	18,6	20,3	21,8
34	20,4	22,1	23,7
36	22,2	23,9	25,5

Verdiene i Tabell 3 innebærer også at klimaskillene mot tørre og normalt oppvarmede rom må være luft- og damptette, samt ha en viss varmemotstand. Primært må disse skillekonstruksjonene isoleres for å hindre kondens- og muggvekstrisiko, men i tillegg vil isolasjonen hindre unødvendig varmetilførsel i sommerhalvåret.

6.2.3 Inndeling i klimasoner

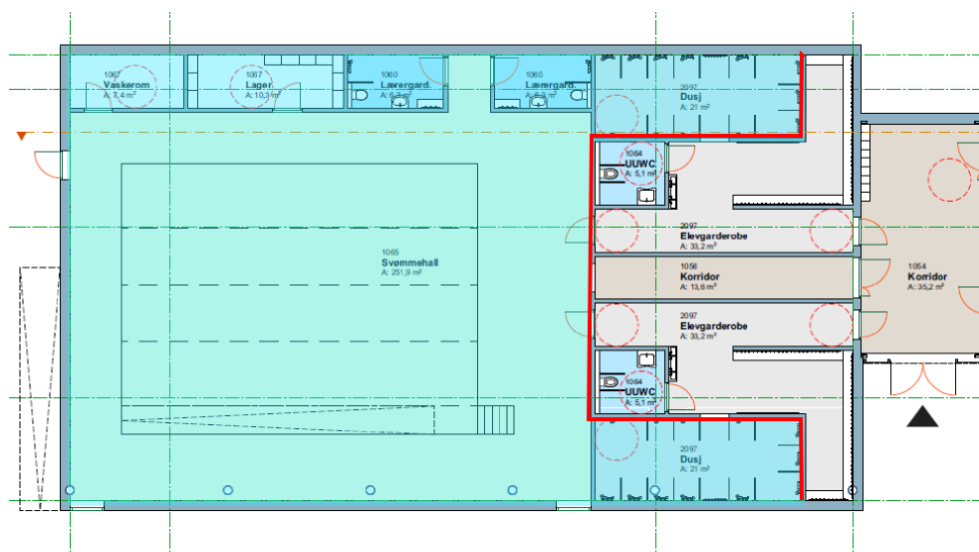
Kronstad oppveksttun sine arealer vil utsettes for svært ulike påkjenninger når det kommer til temperaturer og fuktbelastning. Det er derfor avgjørende at man definerer hva som er våt sone og hva som er tørr sone.

Anbefalt løsning

Dusjavdelingen har tilnærmet samme klima som selve svømmehallen. Generelt anbefales det derfor at dusjavdelingen får ventilasjon fra samme aggregat som svømmehallen. En slik løsning innebærer at garderobeanlegget må ventileres for seg selv, og kan da opprettholde anbefalt lufttemperatur på ca. 22-26 °C. I tillegg innebærer dette at det kan være en åpen løsning mellom svømmehall og dusjavdelingen, mens det da mellom dusj og garderober må være selvlukkende dører.

Figur 11 viser et forslag til inndeling av klimasoner for denne anbefalte løsningen. Våt sone er markert blått i figuren og omfatter bassengrommet, dusjrom, samt tilhørende WC, lager- og renholdsrom som vender mot svømmehallen. Tørr sone er øvrige arealer.

For skillekonstruksjonene mellom de to klimasonene stilles det strenge krav til tetthet. Dette er markert med rød strek i figuren nedenfor. Planløsningen bør derfor sees nærmere på slik at romplassering og dørløsning blir mest mulig ideell i forhold til denne soneoppdelingen.



Alternativ løsning

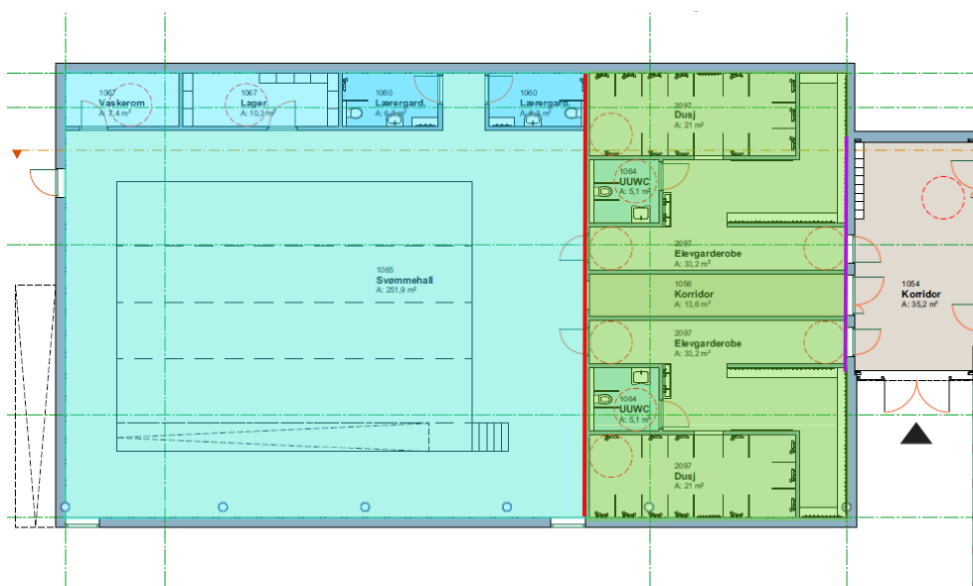
Alternativ løsning er å la garderoben og dusjavdelingen ventileres fra samme aggregat, mens svømmehallen ventileres for seg. For å kunne opprette et tilstrekkelig undertrykk i svømmehallen må derfor dørene fra svømmehallen mot dusjavdelingen og øvrige arealer være selvlukkende.

Garderoben må da prosjekteres som våtrom. Denne løsningen medfører at man må forvente noe høyere lufttemperatur i garderoben enn hva som er anbefalt, da temperaturen i garderoben må forventes å bli tilnærmet lik temperaturen i dusjanlegget, dvs. i størrelsesorden 26-30 °C.

Figur 12 viser et forslag til inndeling av klimasoner for denne alternative løsningen. Denne løsningen innebærer to våte soner. Våt sone 1 er markert blått i figuren og omfatter bassenget, samt tilhørende WC, lager- og renholdsrom som vender mot svømmehallen. Våt sone 2 er markert grønt og omfatter dusjrom og garderober. Tørr sone er øvrige arealer.

Våt sone 1 vil ha høyere fuktbelastning enn våt sone 2. Sistnevnte vil tilføres friskluft i garderobedelen, mens det vil være avtrekk i dusjdelen.

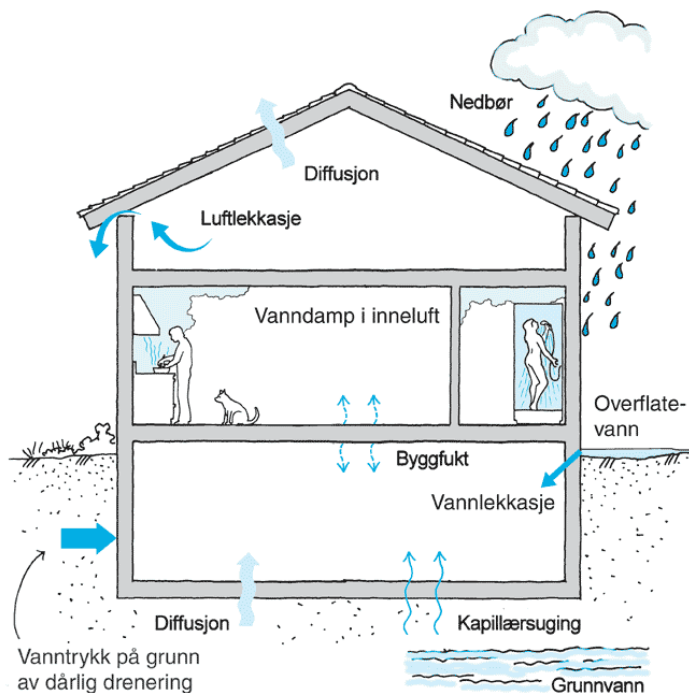
For skillekonstruksjonene mellom de ulike klimasonene stilles det strenge krav til tetthet. For skillekonstruksjoner i tilknytning til våt sone 1 er dette markert med rød strek i figuren nedenfor, mens skillekonstruksjoner i tilknytning til våt sone 2 er markert med lilla strek.



7 Fuktsikkerhet

For å oppnå et bygg med godt innemiljø og lang levetid må man blant annet sørge for god sikkerhet mot fuktskader. Det er primært fire hovedpunkter som må vies ekstra oppmerksomhet:

- Begrensning av fukt tilført utenfra.
- Begrensning av fukt tilført konstruksjonene innenfra.
- Begrensning av byggfukt (fra byggematerialer).
- Etablering av konstruksjoner med god uttørkningsevne.



Figur 13 - Vanlige fuktpåkjenninger og -transportformer [SINTEF Byggforsk]

7.1 Fukt fra grunnen

Rundt bygningsdeler under terreng og under gulvkonstruksjoner på bakken skal det treffes nødvendige tiltak for å lede bort sigevann og hindre at fukt trenger inn i konstruksjonene.

Svømmehalldelen til Kronstad oppveksttun skal oppføres med kjeller i underetasje med både vegger og gulv mot grunn.

Gulvet og vegger skal bygges opp slik at det blir beskyttet mot kapillært oppsugd vann og fukt transportert ved diffusjon. Det er da viktig at grunnen er drenert, med drensag av pukk for å hindre vann fra å trenge opp i materialene. Vegger beskyttes med bruk av grunnmurslate. Drensgrøfter med drensledninger bør beskyttes mot igjenslamming med bruk av fiberduk.

Se kapittel 8.6 for nærmere beskrivelse av bygningsdeler mot terreng.

7.2 Overvann

Terreng rundt byggverk skal ha tilstrekkelig fall fra byggverket dersom ikke andre tiltak er utført for å lede bort overvann, inkludert takvann.

Terreng rundt bygget skal utformes med et fall på minst 1:50 bort fra bygget i en avstand på minst 3 meter fra veggen. Eventuelt må vannet ledes bort på annen måte. I tillegg er det anbefalt at

massene i terrengoverflaten bør være relativt vanntette, slik at kun begrensede mengder nedbør og overvann renner ned i bakken inntil byggverket.

7.3 Nedbør

Kronstad oppveksttun er lokalisert på en plass med stor slagregnpåkjening. Det er derfor viktig å fokusere på riktig utførelse av bygningsdetaljer med tanke på fuktsikring. Dette gjelder tak, fasadekledning, vinduer, dører og andre installasjoner som perforerer klimaskjermen.

Spesielt nevnes at vegger, tak, fuger og gjennomføringer bør utføres etter prinsippet om totrinns tetting mot regn- og vindpåkjening. Dette innebærer at det er et drenert og ventilert luftrom bak den primære tettingen mot nedbør.

Utformingen av de ulike bygningsdelene som er utsatt for nedbør er nærmere behandlet i kapittel 8.

7.4 Fukt fra inneluft

For å redusere faren for kondens og mikrobiologisk vekst er det viktig at relativ luftfuktighet holdes på et moderat nivå, særlig vinterstid. Det er derfor viktig med et velbalansert klimaanlegg som sørger for tilstrekkelig ventilasjon av inneluften. For arealer tilknyttet svømmehallen må det i tillegg suppleres med et avfuktningsanlegg, hvor RF holdes mellom 45-50 % vinterstid, samt mellom 50-55 % sommerstid.

Bygningsdeler og konstruksjoner skal prosjekteres og utføres slik at de ikke blir skadelig oppfuktet av kondensert vanddamp fra inneluften. Følgende forhåndsregler bør følges:

- Ventilasjon må etableres med luftskifte minimum iht. krav i Byggteknisk forskrift §13-3. For svømmehallen anbefales det at luften skiftes 8-10 ganger per time. Siden fuktbelastningen fra bassenget er konstant skal ventilasjonsanleggene kjøres kontinuerlig.
- For å redusere skorsteinseffekten og dertil hørende overtrykk i de øvre delene av svømmehallen skal anleggene etablere et undertrykk, eksempelvis i størrelsesorden 10-15 Pa. Dette som en ekstra sikkerhet mot luftlekkasjer og kondensskader. Kravet om etablering av undertrykk medfører at ventilasjonen vanskelig kan drives med full omluftdrift. Dette er spesielt viktig vinterstid. Undertrykk kan under perioder med omluftdrift, hvor det ikke tilføres friskluft, skapes ved at noe luft sendes til avkast.
- Selv med etablering av undertrykk må klimaskallet utføres helt lufttett, noe som innebærer at dampspærre- og vindspærresjiktene skal utføres med lufttette skjøter. Dette primært fordi undertrykk ikke vil ha noen innvirkning på diffusjonen av vanddamp, men også fordi overtrykk kan oppstå i forhold til utemiljøet under ugunstige vindforhold.
- I varmeisolerte yttervegger, tak og gulv, samt i innvendige skillekonstruksjoner mellom våt og tørr sone, må det være et lufttett sjikt og et dampnett sjikt.
- For å sikre rask og god uttørking av fuktsensitive konstruksjoner ut mot luftespalter skal det ikke anvendes sjikt med høy dampetthet annet enn i forbindelse med dampspærresjiktet.
- I varmeisolerte konstruksjoner bør det monteres dampspærre straks isolasjonen er montert. Dette for å hindre oppfukning av yttervegger og tak i byggeperioden. Spesielt i den kalde årstiden er dette momentet viktig.
- Det må iverksettes kondenshindrende tiltak på kalde flater slik som f.eks. vinduskonstruksjoner og eventuelle kuldebroer som ikke kan unngås. Eksempelvis tiltak vil da være bstrykning med oppvarmet og tørr luft.

- Dampsperresjiktet utføres normalt som en egen dampspærre på varm side av varmeisolasjonen. Dampsperresjiktet som skal benyttes i svømmehallen må ha vanddampmotstand Z_p på minimum $250 \times 10^9 \text{ m}^2\text{sPa/kg}$ eller diffusjonsekivalent luftlagstykkelse S_d større eller lik 50 m.
- Vindsperresjiktet på utsiden av varmeisolasjonen skal være mest mulig dampåpent og fortrinnsvis vende mot et ventilert og drenert luftrom. Vindsperresjiktet som skal benyttes i svømmehallen må ha vanddampmotstand Z_p på maksimalt $2,5 \times 10^9 \text{ m}^2\text{sPa/kg}$ eller S_d -verdi mindre eller lik 0,5 m.

7.5 Byggfukt

Byggfukt er den fuktmengden som må tørkes ut for at materialene skal komme i fuktlikevekt med omgivelsene når bygningen er i normal bruk. Byggfukt finnes dels i materialene når de kommer til byggeplassen og dels blir den tilført under byggingen i form av nedbør og fuktige arbeidsoperasjoner. Særlig betong, trevirke og trebaserte plater kan inneholde mye byggfukt.

Materialer og konstruksjoner skal være så tørre ved innbygging/forsegling at det ikke oppstår problemer med mugg- og soppdannelse, nedbryting av organiske materialer eller økt avgassing, dvs. emisjoner fra stoffer (VOC) eller mikrobiologiske vekster i materialer (MVOC). For å dokumentere at kravet er oppfylt må fuktinnholdet måles og protokollføres for «som bygget».

For å unngå skader på grunn av byggfukt bør man velge materialer, konstruksjoner og utforming som inneholder lite byggfukt, er robuste og har god uttørkningssevne. Man bør i tillegg ta følgende forhåndsregler, der hvor de er aktuelle:

- Fuktinnholdet i samtlige materialer som bygges inn skal måles og dokumenteres før lukking av konstruksjonene. Materialer og konstruksjoner må tørkes til et fuktinnhold under den kritiske verdi for de materialer som inngår i konstruksjonene. Før materialene bygges inn skal materialene derfor ha et fuktinnhold på under 80 % RF (relativ fuktighet) og trematerialer skal ha et fuktinnhold på under 15 vektprosent (enda lavere ved dårlige uttørkingsforhold). Angitte grenseverdier er forutsatt en innvendig temperatur på ca. 20 grader. Betong skal ha relativ fuktighet under 90-85 % før det legges belegg evt. før betongen kles inn. For betongdekker med gulvvarme skal relativ fuktighet være under 75 % før banebelegg legges. Produsentens krav til fuktinnhold i underlag må overholdes.
- God logistikk på byggeplass må prioriteres. Ved mellomlagring av materialer på byggeplass må disse oppbevares tildekket, opp fra bakken og ikke utsettes for oppfuktning. Porøse/lette materialer må flyttes inn i den temperaturen/klimasonen de skal monteres i en stund før de skal monteres, slik at disse er i likevekt med omgivelsene før oppføring.
- Dersom porøse materialer mot formodning får fuktskader ved transport, mellomlagring eller oppføring, skal disse fjernes fra bygget. Porøse materialer som har vært oppfuktet skal ikke bygges inn på grunn av faren for mugg- og soppvekst.
- For å unngå nedbryting av myknere i PVC-belegg og lim eller avrettingsmasser som påføres betong, må fuktnivået være under kritisk grense for den aktuelle materialkombinasjonen.
- Unngå kompakte konstruksjoner med organiske materialer mellom damprette sjikt.
- Benytte kapillærbrytende sjikt mellom treverk og betong/murverk.
- Vurdere bruk av telt/værbeskyttet byggeprosess i byggeperioden.
- Benytte byggetidstekning av tak, som er koblet til ferdig avvanningssystem.

- Under oppføring skal bygget fuktsikres. Tett klimaskall skal etableres snarest mulig etter oppført bæresystem. Bærekonstruksjoner skal ikke utsettes for gjentakende oppfukting.
- Fuktilførende arbeid må være avsluttet før bygget lukkes.
- Materialer som ikke tåler oppfukting må ikke monteres før bygget er lukket.
- Unngå at varm og fuktig luft drives til et sted med kaldere bygningsdeler, og fører til kondens. Oppvarming bør foregå jevnt i hele bygningen. Det er også viktig å montere dampsperrsjiktet rett etter at varmeisolasjonen er montert.
- Det må settes av tilstrekkelig tid til uttørking av byggfukt i alle konstruksjoner i fremdriftsplanleggingen. Ensidig uttørking av betong tar særlig tid.
- Hulldekker skal holdes forseglet så lenge som mulig, slik at disse ikke utsettes for oppfukting.
- Det bør lages en egen sjekklister for rekkefølge av tiltak, samt kontrollskjema for fuktmålinger underveis i prosessen. Spesielt gjelder dette for montering av dampette sjikt.
- Materialene skal behandles i henhold til anbefalinger fra leverandør.

7.6 Våtrom og rom med vanninstallasjoner

7.6.1 Generelt

- Våtrom skal prosjekteres og utføres slik at det ikke oppstår skade på konstruksjoner og materialer på grunn av vannsøl, lekkasjevann og kondens.
- Våtrom skal ha sluk og gulv med tilstrekkelig fall mot sluk for de deler av gulvet som må antas å bli utsatt for vann i brukssituasjonen. Rom med sluk skal være utformet slik at eventuelt lekkasjevann ledes til sluk.
- I våtrom skal bakenforliggende konstruksjoner som kan påvirkes negativt av fukt være beskyttet av et egnet vanntett sjikt. Gjennomføringer skal ikke svekke tettheten. Materialer skal velges slik at faren for mugg- og soppdannelse er minimal.
- I rom som ikke har sluk og vanntett gulv, skal vanninstallasjoner ha overløp eller tilsvarende sikring mot fuktskader. Gulv og vegger som kan komme til å bli utsatt for vannsøl, lekkasjevann eller kondens, skal utføres med fuktbestandige materialer.
- Rom uten sluk skal utformes slik at eventuelle lekkasjer synliggjøres.
- Vegger med innebygde sisterner eller lignende skal sikres mot fuktinntrengning fra lekkasjer fra installasjonen. Eventuelle lekkasjer skal synliggjøres og i andre rom enn våtrom skal lekkasje føre til automatisk avstengning av vannet.
- Rørføringer og sanitærinstallasjoner i bygget skal utføres med rør i rør eller andre systemer med varsling som hindrer eventuelle lekkasjer å gi fuktskader på konstruksjonene.

7.6.2 Dusjanlegg i våt sone

- Generelt bør det alltid etableres et undertrykk i dusjrom i forhold til lufttrykket ute og i tiliggende tørre rom. Dette innebærer blant annet at dusjrom og tilstøtende garderober bør være tilknyttet ulike klimasoner. Alternativt må også garderober prosjekteres som våtrom.
- I dusjrom skal alle vegger og gulv betraktes som en våt sone. Det vanntettende sjiktet (membranen) skal legges i et kontinuerlig og sammenhengende sjikt.

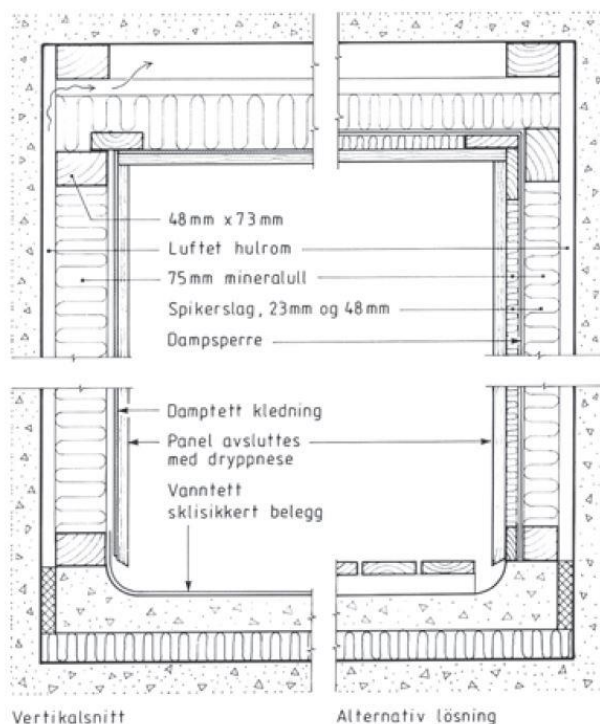
- Gulv i dusjrom skal ha fall på minimum 1:100 til punktavløp eller renner. Ferdig gulv skal ikke ha svanker hvor vann kan bli stående.
- For oppbygging av gulvkonstruksjonen gjelder de samme anbefalingene som for gulv rundt svømmebassenger, se kap. 8.8 hvor dette beskrives nærmere. Imidlertid kan det for dusjanlegg også benyttes en løsning med høytliggende membran. Dette fordi klorpåkjenningene vil være vesentlig lavere i dusjanlegget enn hva tilfellet vil være for gulvet rundt selve bassenget.
- Som membran kan det benyttes en dyptliggende banemembran basert på bitumen, PVC eller butylgummi. Alternativt kan man benytte en høytliggende 2 mm tykk sementholdig påstrykningsmembran, dersom membranen skal ligge direkte under flissjiktet. Sveiset banebelegg av PVC kan fungere både som membran og belegg.
- Leverandøren skal dokumentere at valgt membran er egnet for bruken. Spesielt nevnes viktige egenskaper som vanntetthet, klor- og alkalibestandighet, samt evne til å ta opp bevegelser.
- I dusjrom skal gulvbelegg være utført slik at gulvet er enkelt å rengjøre. Aktuelle gulvbelegg er keramisk flis, vinylbelegg og utstøpbare plastbelegg (akryl, polyuretan og epoksy).
- Klimaskillende vegger som avgrenser dusjanlegget fra tilstøtende tørre rom eller uteklima bør bygges som tunge konstruksjoner med fuktbestandige materialer og kontinuerlig membransjikt, eksempelvis støpt betong eller murverk.
- Yttervegger skal bygges opp etter prinsippene angitt i kapittel 8. Dersom anbefalte krav til dampmotstand er tilfredsstillt, så kan membransjiktet fungere som veggens dampsperrsjikt.
- Murte vegger skal pusses før man påfører membran og overflatebelegg, eksempelvis keramiske fliser.
- Alle vegger som omkranser dusjanlegget skal være vanntette, dvs. de skal ha et membransjikt. Dersom det velges keramisk flis som veggoverflate skal det benyttes en påstrykningsmembran som vanntett sjikt.
- Gjennomføringer eller innfestningspunkter for utstyr, samt overgangsdetaljer mot tilstøtende konstruksjoner skal ikke svekke membranens vanntettende funksjon. Det anbefales at man ikke bygger inn rør i veggkonstruksjonene, dvs. det anbefales at man benytter åpne rørføringer der rørene føres opp til og langs himling.
- Himlinger vil vanligvis ikke utsettes for direkte vannsprut. Imidlertid bør de tåle noe fuktpåkjenning. I tillegg må himlinger være utført slik at de ikke kan gi grobunn for sopp- eller bakterievekst, samt de skal være lette å rengjøre.
- Dersom det skal benyttes nedførede akustiske himlinger av mineralull skal opphengssystemet være korrosjonsbeskyttet i klasse C5. Platene skal tåle høytrykksspyling.

7.6.3 Eventuell badstue i våt sone (foreløpig ikke planlagt)

- Lufttemperaturen i badstuer er normalt i størrelsesorden 80-110 °C. Temperaturforskjellen mellom gulv og himling vil ofte være i størrelsesorden 50 °C. Uten noe form for vanntilførsel vil relativ fuktighet ligge mellom 5-15 %. En person avgir ca. 1-2 kg vann per time i form av svette under oppholdet i badstuen. Den absolutte fuktigheten vil stige til et ubehagelig nivå dersom ikke denne fuktmengden fjernes vha. av luftutskifting, noe som innebærer at ventilasjonsluftmengden bør

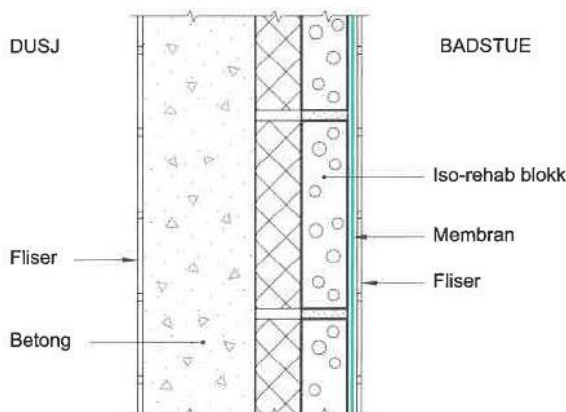
være i størrelsesorden 10 luftskifter i timen eller omtrent 10-20 m³/h per person. Relativ fuktighet mellom 35-40 % er regnet for å være optimalt i en badstue som er i bruk.

- Tradisjonelt utføres gulv i en badstue på samme måte som i et dusjrom. Som gulvoverflate anbefales keramiske fliser grunnet god bestandighet. For dampbadstuer bør man velge epoxybasert fugemasse, da dette gir bedre bestandighet enn sementbasert fugemasse.
- Foran benkene kan det plasseres flyttbare trelemmer over de keramiske flisene. Siden det skal være mulig å spyle gulvet skal det etableres et fall på minimum 1:100 mot døren. Følgelig vil det være nødvendig å plassere et sluk rett utenfor badstudøren. Plassering av sluk i selve badstuen er ikke aktuelt, da de høye temperaturene vil medføre at vannlåsen tørker ut.
- Offentlige badstuer bør stort sett monteres inne i konstruksjoner av mur eller betong, samt de bør bygges som et rom i rommet. Dette innebærer at det bør være en luftspalte rundt vegger og tak i badstuen, se Figur 14 for eksempel.



Figur 14 - Eksempel på oppbygging av badstue [SINTEF Byggforsk]

- Oppbyggingen av badstuvegger vil imidlertid være avhengig av de konstruksjonene som badstuen er en del av, samt om veggene vender mot friluft, svømmehall, sjakt eller dusjrom. Eksempelvis kan det ikke benyttes rene lettvegger av bindingsverk for vegger mellom badstue og svømmehall, eller for vegger mellom badstue og dusjrom. Slike vegger skal bygges som en kompakt konstruksjon uten bruk av fuktømfintlig materiale. Figur 15 nedenfor viser eksempel på massiv vegg mellom badstue og dusjrom.



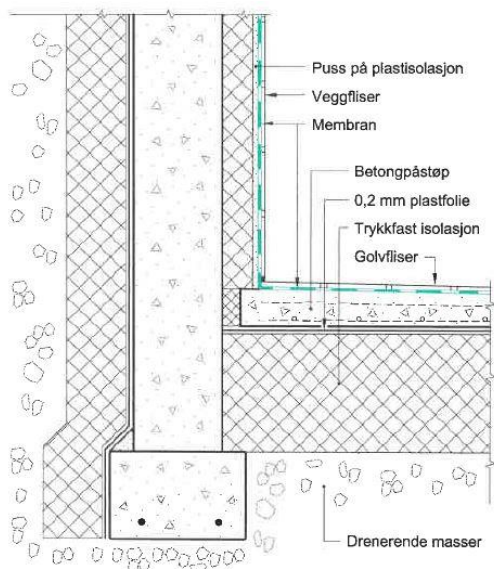
Figur 15 - Eksempel på vegg mellom badstue og dusjrom [SINTEF Byggforsk]

- Vegger i offentlige badstuer skal ha en varmebestandig dampsperre bak innvendig kledning. Dette til forskjell fra badstuer i private boliger som ikke skal ha dampsperre. Eksempler på aktuelle dampsperrere typer er badstufolier og kraftpapir med aluminiumsfolie. Tradisjonell dampsperre av polyetylenfolie er ikke egnet, da den ikke er tilstrekkelig varmebestandig.
- Generelt skal badstuvegger mot uteluft ha mer varmeisolasjon enn yttervegger generelt. For å redusere faren for kondens bør det i hvert enkelt tilfelle vurderes behov for sirkulasjon av tørr luft mellom varmeisolasjonssjiktet og veggen utenfor.
- Som kledning i badstuer er trepanel mye brukt. Grunnet den høye temperaturen og strålevarme har disse generelt dårlig holdbarhet. Dersom det skal benyttes trepanel anbefales det at man bruker teak eller abachitre med minst mulig innhold av kvist. Alternativt til trepanel kan det benyttes tegl eller flis som kledning. Bak badstueovnen skal det uansett alltid benyttes murt eller støpt konstruksjon med fliser.
- Offentlige badstuer skal varmeisolerers i himling, vegger og gulv. Himlingskonstruksjonen i badstuer skal alltid ha lav U-verdi. Denne skal maksimalt være $0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$. Eksakt oppbygging vil være avhengig av konstruksjonen for øvrig.
- Endelige løsninger for badstuen må detaljprosjekteres, alternativt settes ut til underleverandør.

7.6.4 Garderobeanlegg i tørr sone

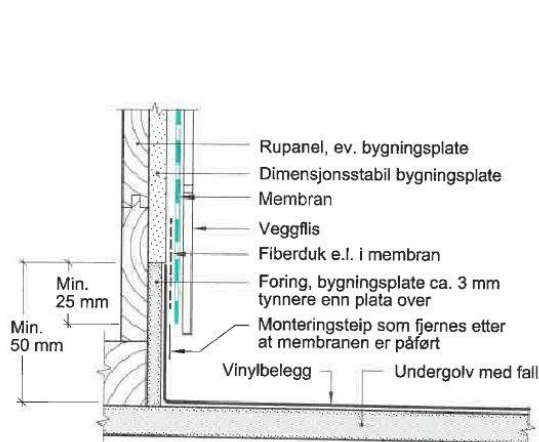
- Generelt skal garderobeanlegg defineres som våtrom, noe som medfører at de generelle kravene gitt for dusjrom også gjelder for garderober. Dette begrunnes med uforutsigbar fuktbelastning og krav til rengjøring.
- Garderobegulvet i svømmehalldelen planlegges med gulv i sin helhet mot teknisk kjeller. Avrenningsforhold til sluk skal sikres og med fall minimum lik 1:100.
- For gulv mot teknisk kjeller kan fallet bygges inn i påstøpen, alternativt kan det legges inn i etasjeskillerens bærende del.
- Alternative løsninger for gulv mot teknisk kjeller vil i hovedsak være tilsvarende som for gulv rundt basseng og dusjgulv. Grunnet den tekniske kjelleren under garderoben vil det ikke være nødvendig med gulvvarme og varmeisolasjon i garderobegulvet som ligger rett over teknisk kjeller. Dette gulvet kan da eksempelvis bygges opp med bærende betongdekke, glidesjikt bestående av 2 lag 0,15 mm plastfolie, påstøp med falloppbygging, påstrykningsmembran og hellimte keramiske fliser. Alternativt kan man erstatte påstrykningsmembran og keramiske fliser med vinylbelegg, da dette vil fungere både som vanntettende sjikt og gulvbelegg.

- Eventuelt garderobegulv mot grunn bygges opp med trykkfast varmeisolasjon, fuktsperre og armert betongpåstøp over et bærende og drenerende underlag av komprimerte masser, se Figur 16. Over påstøpen kan det eksempelvis benyttes en påstrykningsmembran og hellimte keramiske fliser, alternativt vinylbelegg. Betongen skal være tilstrekkelig uttørket før påføring av membransjikt.

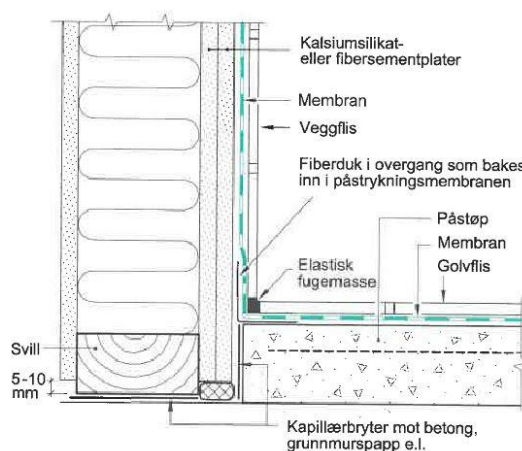


Figur 16 - Garderobegulv mot grunn [SINTEF Byggforsk]

- En radonmembran i bruksgruppe B vil erstatte plastfolien som fuktsperre, da den fungerer både som fuktsperre og radonmembran. Dersom radonmembran i bruksgruppe B benyttes som fuktsperre og legges som vist i Figur 16, dvs. den legges mellom øverste isolasjonslag og betonggulv, så må man i tillegg legge et beskyttelses- og glidesjikt over radonmembranen. Denne kan være av 0,8 mm tykk plastfolie eller materiale med tilsvarende tykkelse og mekanisk styrke.
- Selv om garderobes er definert som våtrom, så vil fuktbelastningen være vesentlig mindre enn i et dusjrom. Dette medfører at også bindingsverksvegger er aktuelle i garderobes, så fremt de ikke vender mot terreng. Se Figur 17 og Figur 18 for eksempler på overgang mellom gulv med vinylbelegg og lettvegg med keramiske fliser, samt overgang mellom gulv og lettvegg hvor det benyttes keramiske fliser på begge overflatene.



Figur 17 - Garderobegulv med vinylbelegg og lettvegg med keramiske fliser [SINTEF Byggforsk]



Figur 18 - Garderobegulv og lettvegg med keramiske fliser som overflater [SINTEF Byggforsk]

8 Bygningsdeler

8.1 Generelt

Konstruksjons- og materialvalg bør baseres på anerkjente og velprøvde løsninger og utførelser for å ivareta varmesisolering, tetthet og fukt. Det vises i denne sammenheng til aktuelle publikasjoner, rapporter og byggdetaljblader fra Byggforsk.

Iht. TEK 17, kapittel 2 og 3 skal det dokumenteres at løsninger og produkter som er valgt oppfyller forskriftens krav, for eksempel vha. SINTEF Teknisk godkjenning. Det er viktig at produkter som skal samvirke passer sammen, for eksempel sluk og membran.

Det oppfordres til å velge materialer som innehar SINTEF Teknisk Godkjenning, eller andre tilsvarende godkjenningsordninger. Byggevaren er da vurdert til å være egnet i bruk og tilfredsstiller krav i byggt teknisk forskrift (TEK 17) for de bruksområder og betingelser som er angitt i godkjenningsdokumentet. Produktet skal i tillegg oppfylle krav til produktokumentasjon i henhold til forskrift om omsetning og dokumentasjon av produkter til byggverk.

Produktgenskaper for de ulike materialene til klimaskjermen og skillekonstruksjoner mellom våt og tørr sone skal fremlegges, eksempelvis varmekonduktivitet og fuktgenskaper. Videre skal FDV-dokumentasjon for materialbruk utarbeides, slik at bygget kan vedlikeholdes med samme eller tilsvarende produkter.

I den videre detaljprosjekteringen og i utførelsesfasen må det rettes et spesielt fokus på lufttetthet, fuktsikkerhet og god varmesisolering. Det bør også gjennomføres en samling med de utførende håndverkere for å informere og bevisstgjøre om betydningen av tetting, fuktsikring og isolering.

8.2 Hovedprinsipper for svømmehaller

Følgende hovedprinsipper bør generelt følges for å fuktsikre konstruksjonsdelene rundt de våte sonene:

- Klimaskallet og skillekonstruksjoner skal tåle ekstra påkjenninger som kan oppstå fra utvendig side (vind) og innvendig side. Eksempelvis ved funksjonsstans i klimaenlegg i kortere perioder, noe som medfører høyere relativ fuktighet, temperatur og innvendig overtrykk enn hva som er tilfellet ved normalsituasjon.
- Klimaskallet og skillekonstruksjoner mellom svømmehall og tilstøtende tørr sone skal være lufttett slik at luftlekkasjer ikke kan forårsake kondens eller høy luftfuktighet i konstruksjonen. I tillegg er lufttettheten viktig for å unngå transport av lukt til omkringliggende rom.
- Tunge kompakte konstruksjoner som betong anbefales som vegger og tak, da disse er lettere å få lufttette enn lette konstruksjoner som eksempelvis bindingsverksvegger og kompakte tak med korrugerte stålplater.
- Klimaskallet skal alltid ha dampsperrsjikt på innvendig side for å hindre kondens og høy luftfuktighet i konstruksjonen pga. vandampdiffusjon fra inneluften. I tillegg skal relativ fuktighet på innvendige overflater være under 80 % for å redusere risiko for mugg- og soppvekst.
- Kuldebroer og bygningsdeler med dårlig varmemotstand medfører lave overflatetemperaturer, og må følgelig unngås. Der hvor dette ikke kan unngås må det iverksettes kondenshindrende tiltak, eksempelvis bestrykning med oppvarmet og tørr luft.

- Klimaskallet bør alltid bygges opp med sperresjikt, isolasjon og kledning/tekning som i sin helhet er plassert utenpå hovedbæresystemet. Dette medfører at bæresystemet blir liggende i et stabilt klima i varm sone.
- Krav til dampsperrer i svømmehall settes iht. SINTEF Byggforsk sin Prosjektrapport 190. Det anbefales at det benyttes bitumenbasert takbelegg som dampsperre. Denne skal legges med sveisede skjøter og tette tilslutninger. Bare klemming av skjøter kan ikke aksepteres.
- For lette tak- og veggkonstruksjoner skal eventuell innvendig kledning og himling lektes ut for å unngå perforering av dampsperran. For svømmehallen tillates det ikke isolasjon på innsiden av dampsperran. Dette innebærer at dersom det skal benyttes lydabsorbenter skal disse monteres med et ventilert hulrom mellom dampsperre og absorbent.
- Tekniske installasjoner bør monteres som åpne anlegg. Dersom man likevel velger en skjult løsning, så skal den monteres på varm side av dampsperran. Gjennomføringer bør generelt holdes til et absolutt minimum, og disse bør konsentreres på færrest mulige steder.

8.3 Yttervegger over terreng

8.3.1 Kravsnivå

Minstekrav til U-verdi for yttervegger er $0,22 \text{ W/m}^2\text{K}$ iht. TEK 17. Dette kravet gjelder den gjennomsnittlige U-verdien for alle yttervegger til bygget. For svømmehaller er anbefalt U-verdi for yttervegger lik $0,16 \text{ W/m}^2\text{K}$ iht. Undervisningsbygg sin kravspesifikasjon fra 2009.

Ved bruk av energirammemodellen i TEK 17 for å dokumentere energieffektivitet er det ikke minstekrav til normalisert kuldebroverdi. Undervisningsbygg sin kravspesifikasjon anbefaler at denne verdien begrenses til et minimum.

8.3.2 Anbefalt løsning

Krav til U-verdi for yttervegger over terreng er satt til $0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Kravet kan tilfredsstilles ved bruk av et fullstendig utvendig kontinuerlig isolasjonssystem av trykkfast, fuktavstøtende mineralull, med total isolasjonstykkelse lik 250 mm. Dette forutsetter mineralullisolasjon med varmekonduktivitet lik eller lavere enn $0,033 \text{ W/mK}$. Et slik system gir økt fordeler i form av at ytterveggen blir bygd opp av materialer som ikke er ømfintlige for fukt. Iht. prinsippet vist til i Figur 2 i kapittel 5.3 blir veggen oppført med bæresystem av plasstøpt betong, utenpåliggende dampsperre og med isolasjonssystemet festet inn i betongkonstruksjonen.

Valg av isolasjonsprinsipp må sees i sammenheng med overliggende etasje, se premisser angitt i rapport 10211461-RIBfy-RAP-003.

U-verdier for yttervegger over terreng må dokumenteres nærmere ved endelig valgt løsning.

Gjennomgående kuldebroer skal unngås, og normalisert kuldebroverdi må være lavest mulig i svømmehallen. Klimaskjermen i sin helhet skal da monteres utenpå bæresystemet. Krav til normalisert kuldebroverdi er satt til $0,03 \text{ W/m}^2\text{K}$.

8.3.3 Tetthet og fuktsikring

Innvendig kledning

Innvendig overflate skal være rengjøringsvennlig og være av materialer som tåler permanent høy fuktpåkjenning. For å unngå fuktproblem som følge av vannsøl og innvendig spyling må veggflaten i tillegg være vanntett.

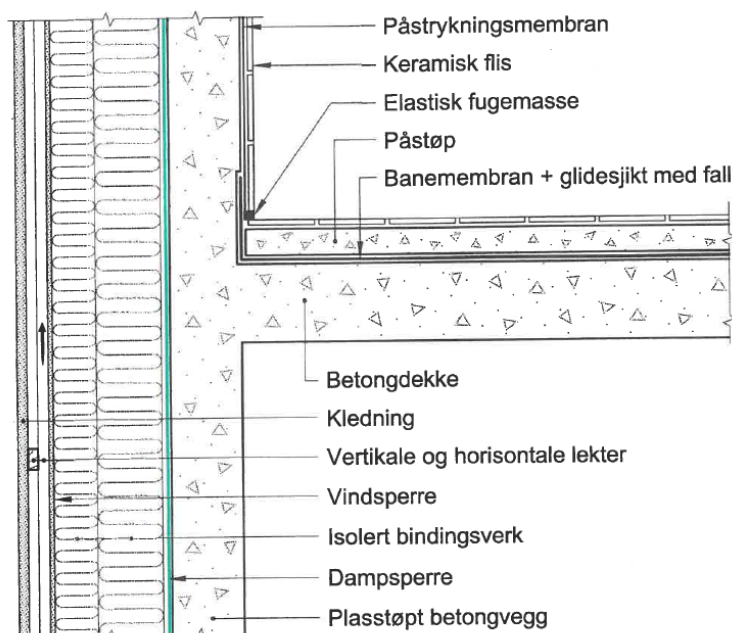
Keramiske fliser er godt egnet som innvendig overflatekledning, og bør være med glassert overflate. Fugemørtel bør ha basis av herdeplast, for eksempel av epoxy. Overflaten blir da relativt vanntett og rengjøringsvennlig.

Dersom det ønskes å anvende innvendig veggkledning skal kledningen lektes ut slik at fuktansamling bak kledning unngås.

Dampsperrsjikt

Yttervegger skal bygges med sammenhengende dampsperrsjikt som legges mellom isolasjonssjiktet og bæresystemet. Bæresystemet i svømmehall anbefales å være av plaststøpte betongvegger og med plaststøpt dekke som etasjeskiller i etasjen over. Yttervegger av plaststøpt betong er fordelaktig mht. å sikre en robust veggoppbygning, tilstrekkelig luft- og damptetthet, og et godt underlag for keramiske fliser. Eksempelvis utførelse av overgang mellom yttervegg og gulv rundt svømmebasseng er vist i Figur 19.

Dampsperran i yttervegger i svømmehall føres tett rundt bærekonstruksjon av betong på utvendig side. Dette medfører at man effektivt får tett inn mot overliggende konstruksjoner, se kapittel 8.9. Ved bruk av plaststøpt betong i vegger og etasjeskiller sikrer man en lufttett konstruksjon. Ved supplerende dampsperre sikrer man også tilstrekkelig dampmotstand. Som dampsperre benyttes bitumenbasert takbelegg med sveisede skjøter.



Figur 19 - Eksempel på oppbygging av lettvegg montert på sokkel [SINTEF Byggforsk]

Det må sørges for god tilslutning og tetting mellom dampsperre og vindu. Denne tilslutningen tettes i hovedsak med bunnfyllingslist og elastisk fugemasse.

Lufttetting

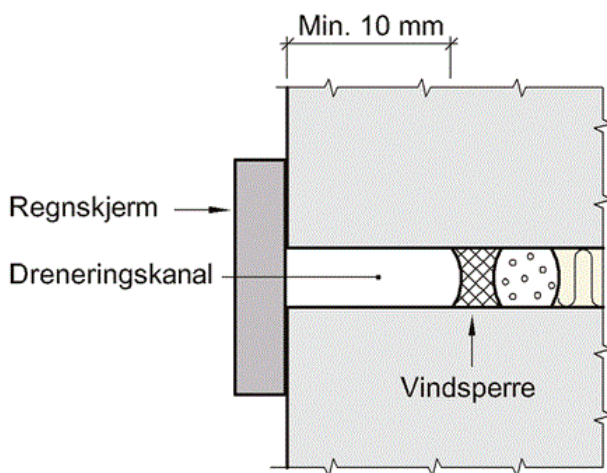
Kombinasjonen av vindsperre og dampsperre sørger for tilstrekkelig lufttetting og fuktsikkerhet på tvers av klimaskallet. Det bør tilstrebes at disse legges mest mulig kontinuerlig, og med god tetting i skjøter og overganger.

Vindsperreresjiktet bør utføres med egen vindsperre av plater. En løsning som gir god sikkerhet mot fuktskader og luftlekkasjer er å benytte plater med ekstra vindsperrereduk på utsiden. Denne duken må være diffusjonsåpen, men vannrett, eksempelvis plastfiber av polyetylen eller polypropylen. Den ekstra vindsperrereduken beskytter plateskjøtene, kan benyttes som utvendig vindtetting av fuger og gjør det enklere å sikre god overgang mot beslag. Vindsperreren av rullprodukt kan da føres utenpå, i omlegg med beslag, og sikre effektiv avrenning av eventuell fuktighet som har trengt inn bak kledningen. Vindsperrereduken fungerer også som byggetidstetting. Alternativt kan ekstra vindsperrereduk sløyfes dersom alle skjøter og overganger knyttet til vindtette plater fuges og tapes.

Gjennomføringer i vindsperreresjiktet, så vel som dampsperreresjiktet, bør så langt som mulig unngås, særlig i selve svømmehallen. Gjennomføringspunkter bør lokaliseres til områder hvor fuktbelastningen ventes å være beskjeden. Kan det ikke unngås må gjennomføringene ha en utforming som gjør det mulig å tette på tilfredsstillende vis. Gjennomføringer ifm. svømmehallen må prosjekteres i detalj og underlegges kontroll.

Lufting og drenering

Alle yttervegger over terreng bør bygges i henhold til prinsippet om to-trinns tetting, det vil si separat vindtetting og regnskjerm, med et drenert hulrom i mellom.



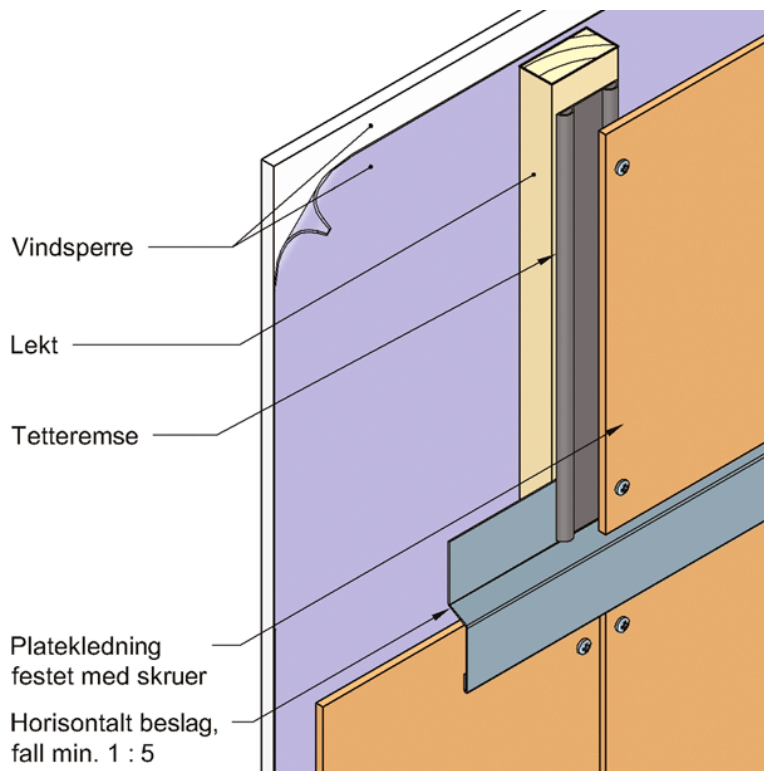
Figur 20 - Prinsipp for utforming av vertikale fuger i massive vegger [SINTEF Byggforsk]

Etasjehøye eller høyere fasader må ha åpninger i luftespalten i både topp og bunn, samt også over og under vinduer/dører eller lignende. Nedbør kan trenge inn bak kledningen, og det må derfor være dreismulighet over vinduer og andre åpninger, over underliggende inntrukket vegg osv. Luft- og dreneringsspalten må derfor skille regnskjermen fra vindsperreren, slik at slagregn ikke kan suges kapillært eller renne inn i veggen bak. I tillegg må spalten drenere og lede ut vann som trenger gjennom regnskjermen og slik gi mulighet for opptørking på baksiden av regnskjermen etter regnskyll. Spalten vil bidra til å jevne ut lufttrykket mellom uteluft og luften i luftespalten, slik at vann på regnskjermen ikke blir presset inn gjennom spalter i regnskjermen. Den vil også være viktig for å gi mulighet for uttørking av eventuell fuktighet fra indre deler av veggen.

Alle fuger må også utføres etter prinsippet for 2-trinns tetting, dvs. separat regn- og lufttetting. I praksis betyr dette at fuger, for eksempel innsetningsfuge for vinduer, luftettes utvendig med

elastisk fugemasse som fuges mot bunnfyllingslist og tettes mot nedbør med dekklist ev. vindusomramning, se Figur 20.

Fuger i platekledninger bør utformes med regnskjerm i form av et beslag som tetter mot inndrev av nedbør og som leder vann ut av de vertikale kanalene. Beslaget må ikke blokkere lufting og drenering bak kledningen. Beslag som går helt inntil bakveggen må ha luften- og dreneringshull. Punkter hvor horisontale og vertikale fuger møtes er spesielt sårbare mht. lekkasjer inn i veggkonstruksjonen. Utformingen av disse fugekryssene bør generelt være slik at vannet ledes ut av vertikalfugen der hvor den møter horisontalfugen, se Figur 21 for eksempel på utforming av fugekryss, horisontale- og vertikale fuger for kledning med plane plater.



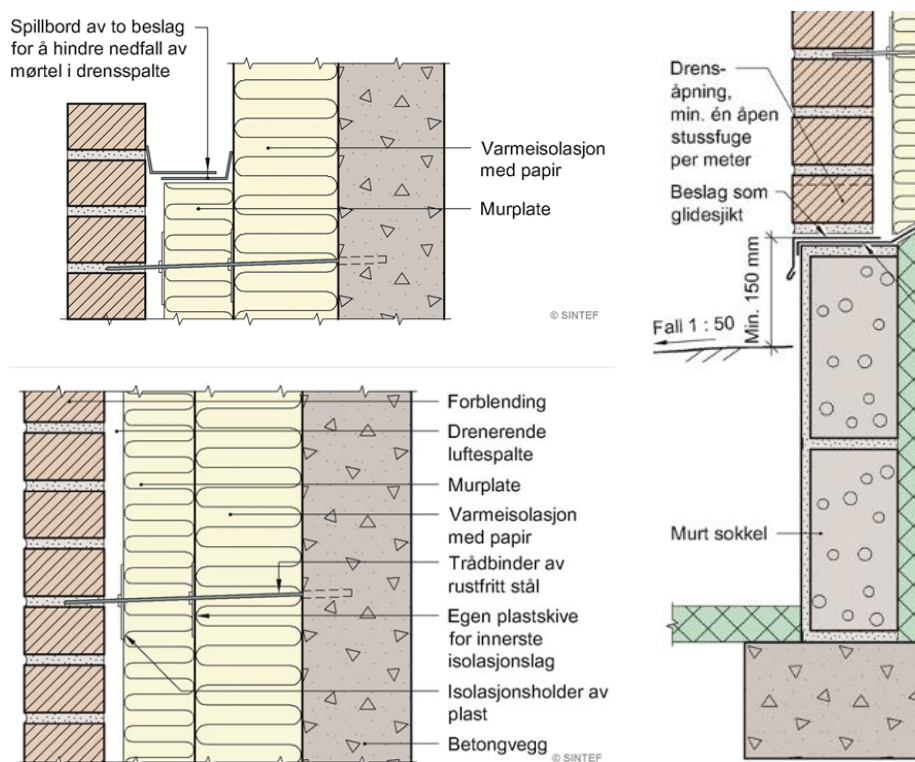
Figur 21 - Eksempel på utforming av fugekryss i kledning med plane plater [SINTEF Byggforsk]

Ytterkledning

Svømmehall utføres med ytterkledning i stil med eksisterende fasader og til gymsalen i etasjen over. Det regnes som sannsynlig at ytterkledning for disse delene blir teglforblending og eventuelle felt utført med platekledning.

For Svømmehallen anses det som særlig fordelaktig med bruk av kontinuerlig isolasjonssystem ettersom det minimerer kuldebroer gjennom veggen, reduserer totaltykkelsen, samt at man unngår fuktsensitivt materiale i isolasjonssjiktet. Kontinuerlig isolasjon er godt egnet til bruk med teglforblending som ytterkledning. Det sparer areal, og man har praktiske fordeler ved at man kan benytte trådbinderen også til å holde isolasjonen på plass. Dette ved hjelp av isolasjonsholdere som klipses på trådbinderen, se Figur 22. Det skal benyttes formfaste, fuktbestandige og varig vannavvisende isolasjonsplater av mineralull, heretter kalt murplate. Stivheten til platene reduserer faren for at isolasjonen vil sige. Murplaten skal være kontinuerlig i teglfasadens lengde, og vil slik gi bedre fuktsikring og lavere kuldebroverdi i overgang mot gulv og dekker, se Figur 23. Det skal minimum anvendes to lag isolasjon, slik at man får forskjøvnne skjøter mellom isolasjonslagene. Det innerste laget kan tillates at er av vanlig mineralullisolasjon, men bør da helst være mineralullisolasjon med papir. Papirlaget skal være på utvendig side slik at det fungerer delvis som vindspærre og konveksjonssperre, og reduserer da varmetapet som følge av anblåsning og interne luftstrømmer.

For å redusere kuldebroer er det ønskelig at teglforblendingen plasseres på eget opplegg av lettklinker. Isolasjonssjiktet blir da ført uavbrutt helt ned til fundament og vil slik bedre bryte varmestrømmen mellom opplegg og støpt gulv, se Figur 23.



Figur 22 Prinsipp på betongvegg med murt forblending, samt eksempel på bruk av spillbord [SINTEF Byggforsk]

Figur 23 Kontinuerlig isolasjon helt ned til fundament [SINTEF Byggforsk]

Det er viktig at det ikke blir mørtelpølser på baksiden av teglforblendingen, som kan lede fuktighet mellom forblending og bakvegg. Det må derfor benyttes spillbord under muringen, slik at man ikke risikerer nedfall av mørtel i drensspalten, se Figur 22. Et annet nyttig tiltak er å avsette renskehull for kontroll og fjerning av mørtelspill. Renskehullene mures igjen til slutt.

Teglfasaden utføres med minst 20-30 mm kontinuerlig luftspalte mellom mur og bakvegg, slik at ikke fuktighet som trekker gjennom murverket på grunn av slagregn ledes inn mot bakvegg. Spalten skal være svakt ventilert og sørge for god drenering av lekkasjevann, bidra til trykkutjevning og bedre uttørkingsforholdene. Både i bunn og topp skal murverket ha en åpen stussfuge, minimum en per meter (hver fjerde stussfuge), slik at fuktighet kan ventileres og dreneres ut.

Murverket må deles opp med bevegesfuger for å ta hensyn til fukt- og temperaturbevegelser i selve murverket, i tillegg til eventuelle bevegelser mellom murverket og tilstøtende konstruksjoner. Bevegesfugene tettes med bunnfyllingslist og elastisk fugemasse, eventuelt med innpusset fugeprofil.

For å ytterligere redusere faren for oppsprekking må murverket ha mulighet for horisontal bevegelse i forhold til opplegg. Teglforsblendingen mures an på et glidesjikt i form av korrosjonsbestandig beslag. I tillegg legges det en fuktsperre i form av sveisbar membran i bunn av forblending, som skal lede fukt ut av konstruksjonen. Den vil også hindre fukt i å trenge innover i konstruksjonen og hindre kapillært oppsug fra fundament. Fuktsperren føres opp mot bakvegg bak isolasjonssjiktet. Opplegget bør ha fall utover, slik at eventuelt lekkasjevann ledes ut, se Figur 23.

Murverket skal utføres med tettmurte komprimerte fuger som reduserer fuktgjennomslag i muren. Det anbefales at man anvender skyggefuge eller konkave fuger, maks inntrukket med 3 mm. Det må sees til at murproduktet er av teglstein til bruk i murverk hvor det stilles høye krav til klimabestandighet og frostmotstandsevne. Deler med høy fuktbelastning slik som parapeter, og sålebenker og veggliv bør tilfredsstille klasse F2 i henhold til NS-EN 771-1. For resterende deler vil klasse F1 være tilstrekkelig. Mørtel og muregenskaper skal dokumenteres av leverandør, og vannoppsug må være tilpasset for å sikre god samvirke mellom mørtel og tegl.

Det anbefales å påføre murverk og fuger en vannavstøtende impregnering for å begrense vannopptak i forblendingen. Denne behandlingen skal kun være hydrofoberende, og ikke danne overflatefilm eller tette porene i materialet. Overflatebehandlingen må være svært diffusjonsåpen, slik at ikke uttørkingshastigheten i teglforsblendingen reduseres.

8.4 Vinduer, glassfasader og dører

8.4.1 Kravsnivå

Minstekrav til U-verdi for vinduer, glassfasader, dører og porter er 1,20 W/m²K iht. TEK 17 og 0,80 W/m²K iht. NS 3701. For svømmehaller er anbefalt U-verdi for de samme bygningsdelene lik 1,0 W/m²K iht. Undervisningsbygg sin kravspesifikasjon fra 2009. Kravene gjelder den gjennomsnittlige U-verdien for alle vinduer, glassfelt, dører og porter, inklusiv karm/ramme.

For vinduer og glassfasader gjelder kravene total U-verdi for konstruksjonen U_w , som er en kombinasjon av U-verdi i rutens senterpunkt (U_g), U-verdi til karm/ramme (U_f) og kuldebroverdi i randsone (Ψ).

Sikkerhetsvinduer

Det henvises i denne sammenheng til krav i TEK 17 § 12-17, og NS 3510 om vindu og glassfelt i yttervegg. For ett hvert byggeprosjekt bør det gjøres en egen utredning/koordinering av egnede sikkerhetsruter i bygget, hvor endelig valg av vinduer og glassfelt bør optimaliseres mht. LT-verdi, g-verdi, U-verdi, personsikkerhetsglass, kjølebehov, sikringsglass, samt lyd-, dagslys- og brannkrav.

8.4.2 Anbefalt løsning

Energi

Samlet krav til U-verdi for vinduer og dører i svømmehallen er satt til 0,70 W/m²K.

For å tilfredsstillende U-verdi kravet for vinduer og glassfasader kan det eksempelvis benyttes 3-lags isolerglass, hvor det ytterste glasset er et belagt solbeskyttelses- og energispareglass, det midterste glasset et vanlig floatglass og det innerste glasset er et energispareglass.

Det anbefales å benytte argonfylling og varmkant isolerende avstandslist mellom glassene. Varmkant er en høyisolerende avstandslist bestående av et komposittmateriale som bidrar til å redusere den totale U-verdien, samt reduserer risikoen for innvendig kondens i randsonen.

For vinduer anbefales det at man benytter karm og ramme av enten aluminium eller PVC. Tilsvarende anbefales det å benytte et profilsystem med sprosser og stendere av ekstrudert aluminium for eventuelle glassfasader. Aluminium har høy varmeledningsevne og for å oppnå tilfredsstillende U-verdi må disse suppleres med kuldebrytere inne i profilene.

U-verdi for vinduer, glassfasader, dører og porter må dokumenteres nærmere ved endelig valgt løsning.

Bestandighet

Vinduer må ha en bestandig utførelse. Av vedlikeholdshensyn bør det velges vinduer med rammer og karmen av metall eller plast, som angitt ovenfor. Vinduskomponenter av metall må ha tilstrekkelig korrosjonsmotstand, se videre utredning i kapittel 9.

Kaldras og kondenssikring

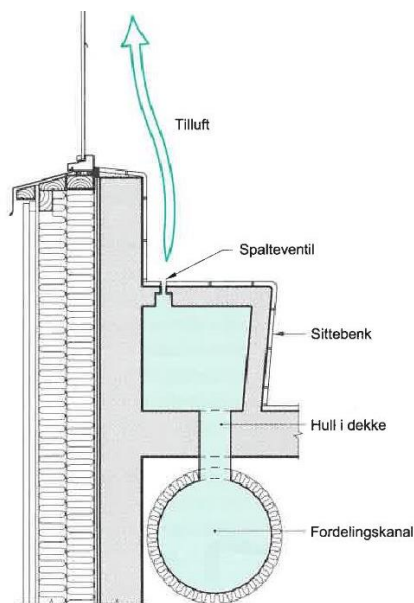
Fenomenet kaldras oppstår i hovedsak ved loddrette, kalde flater ved at den kalde flaten avkjøler inneluften i nærheten. Kald luft er tyngre enn varm luft. Dette medfører at den kalde luften synker ned langs flaten. Fra øvrige steder i rommet vil det strømme til varm luft mot den øverste delen av den kalde flaten. På denne måten oppstår det en sirkulasjon av romluften med en strøm av kald luft (kaldras) ned langs den kalde overflaten. Effekten av kaldras er proporsjonal med økende temperaturdifferanse mellom inne- og uteluften, samt med økende U-verdi. Dersom kaldras ikke håndteres vil dette medføre at det vil være ubehagelig å oppholde seg i området like ved flaten på

grunn av trekkfølelse. Kaldraset vil også medføre at det blir kjølig ved gulvet. Dette grunnet at den kalde luften brer seg utover langs gulvet.

Kaldrassikring kan utføres på ulike måter, eksempelvis ved plassering av en varmekilde under den kalde flaten. Varmekilden må i slike tilfeller skape en oppadgående konveksjonsstrøm med en impuls minst tilsvarende kaldrasstrømmen. Alternativt kan det benyttes innblåsing av luft under vinduet, hvor da innblåsningsimpulsen må være minst like stor som impulsen til kaldrasstrømmen.

Generelt anbefales det kaldrassikring for vinduer med høyde over 1,8 meter. Kaldrasfaren reduseres imidlertid ved at det benyttes vinduer og glassfelt med lav U-verdi. Økt overflatetemperatur vil medføre reduksjon av kald stråling fra vinduet, samt lavere lufthastighet.

Selv om kaldrasfaren er noe redusert ved bruk av vinduer og glassfelt med lav U-verdi i svømmehallen, så vil dette ikke være tilstrekkelig for å unngå kondens på disse flatene. For å unngå kondens er det kritisk at vinduer og glassfelt bstrykes med oppvarmet og tørr ventilasjonsluft, noe som også vil fungere som kaldrassikring. Tilluftsventilene skal plasseres under vinduer og glassfelt i hele bredden. Det anbefales at spalten plasseres helt inn mot vinduer/glassfelt for å hindre at luftstrømmen bøyer av fra vindusflaten. Tilluftsventilene skal ikke plasseres nede ved gulvet da dette kan medføre at vann trenger inn i kanalsystemet. Ventilene bør derfor plasseres i brystninger eller sittebenker. Se Figur 24 for prinsipløsning mht. plassering av tilluftsventiler. Selve kanalsystemet skal plasseres i teknisk rom i underetasje, med oppstikk til spalteventilene.



Figur 24 - Plassering av tilluftsventiler under vinduer og glassfelt [SINTEF Byggforsk]

Det er viktig at tilluften bstryker hele vindusflaten. I praksis innebærer dette at vinduer og glassfelt ikke bør være høyere enn 3-4 m. Innstikkende horisontale sprosser i glassfasaden vil forstyrre rekkevidden til den innblåste ventilasjonsluften, noe som må hensynstas.

Solavskjerming

Den beste form for solskjerming er utvendig og automatisk styrt. God solskjerming reduserer behovet for lokal kjøling og bedrer inneklimate på vår, sommer og høst.

Generelt anbefales det at alle vinduer og glassfasader i solbelastet fasade utføres med utvendig solskjerming. Solbelastet fasade er alle fasader mellom 45° og 315° himmelretning. Eksempelvis kan det benyttes et utvendig screen-system. Systemet bør være utformet slik at screenen går i skinner

som er installert på hver side av vinduet. Dette er den mest robuste løsningen for hardt vær. Systemet kan styres automatisk eller manuelt, eventuell som en kombinasjon mellom de to.

Alternativt til utvendig solskjerming kan det vurderes å benytte elektrokromatiske glass. Elektrokromatiske vinduer inkluderer en integrert, dynamisk, trinnløs solskjerming uten bevegelige deler, noe som er fordelaktig i svømmehaller.

Dersom det velges å kun ha solbeskyttelsesbelegg i vinduene som solavskjerming må LT-verdien og g-verdien avstemmes. Høy g-verdi kan medføre et kjølebehov og en nærmere detaljvurdering av det termiske innklimaet bør da utføres for å sikre at man oppnår tilfredsstillende innklima dersom denne løsningen velges, samt for å avklare eventuelt kjølebehov.

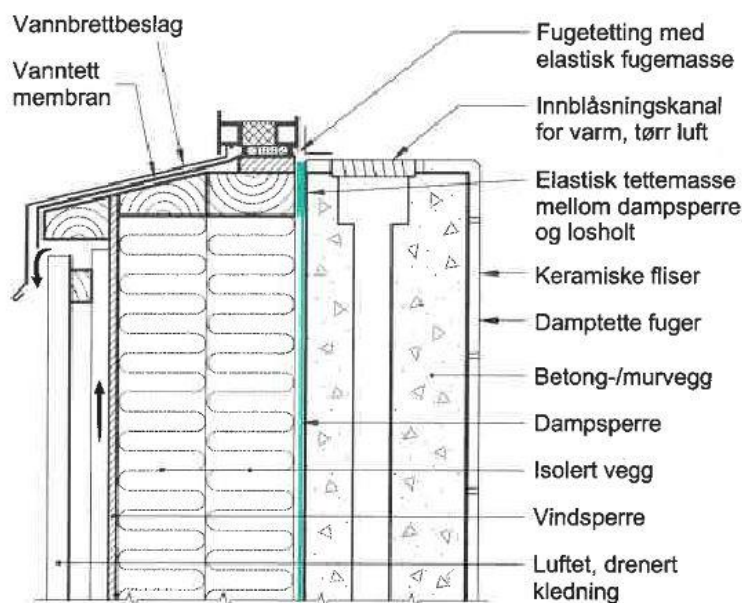
Vinduer og glassfasader inn mot svømmehallen skal ikke ha innvendig solskjerming i form av persienner, gardiner eller annen tildekning, da dette vil hindre bestrykning av glassene med varm ventilasjonsluft.

Øvrig

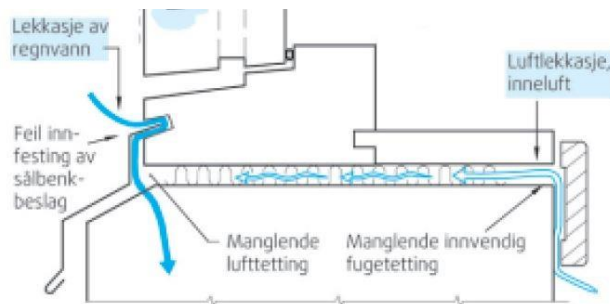
Ulike fagspesifikke krav til vinduer kan gå på bekostning av hverandre. Endelig valg av vinduer og glassfelt bør optimaliseres mht. LT-verdi, g-verdi, U-verdi, personsikkerhetsglass, kjølebehov, sikringsglass, samt lyd-, dagslys- og brannkrav.

8.4.3 Tetthet og fuksikring

Vinduer og glassfelt skal plasseres slik at de ikke blir utsatt for direkte vannsprut. Bunnkarmen og horisontale vindussprosser skal ha fall innover på minimum 1:40. Prinsippet om to-trinns tetting med adskilt regnskjerm og lufttetting må benyttes også for vindusinnsetting, se Figur 25. Tetting mellom vinduer og utsparing/yttervegg bør utføres med elastisk fugemasse mot bunnfyllingslist og dytt av mineralull. Det poengteres viktigheten av at dette utføres nøyaktig, da eventuelle mangler vil kunne medføre råte og muggvekst i veggpartier under vinduene, se Figur 26. Innsetting med polyuretanskum anbefales ikke. Dette fordi skummet kan sprekke opp ved temperaturbevegelser i vinduskonstruksjonen. Regnskjermen er normalt utført med beslag som vist på Figur 27.

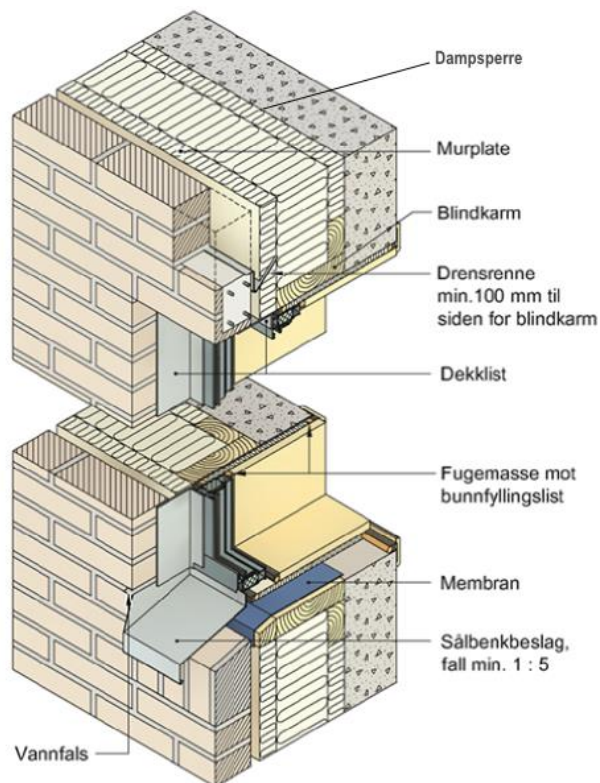


Figur 25 – Innsetting av vindu i betongvegg [SINTEF Byggforsk]

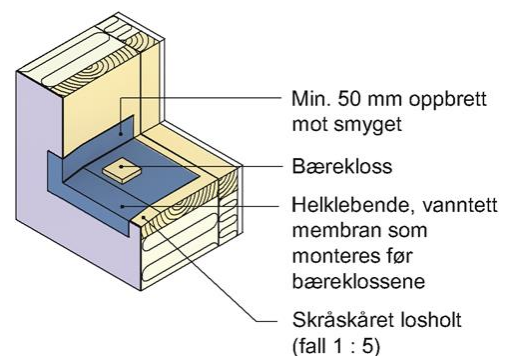


Figur 26 - Vanlige oppfuktningmekanismer og skadeårsaker i vinduer og omkringliggende vegg [SINTEF Byggforsk]

Hvordan vinduet er plassert i vegglivet er en viktig faktor ved vurdering av fuktsikring og kuldebro. Det anbefales at vinduer plasseres slik at sporet i bunnkarmen for sålbenkbeslaget aldri ligger lengre ut i vegglivet enn vindtettingssjiktet. Enten plasseres sporet i bunnkarmen for sålbenkbeslaget i plan med vindsperreren eller så plasseres dette lengre inn i vegglivet.



Figur 27 - Innsetting av vindu i vegg med teglforblending [SINTEF Byggforsk]

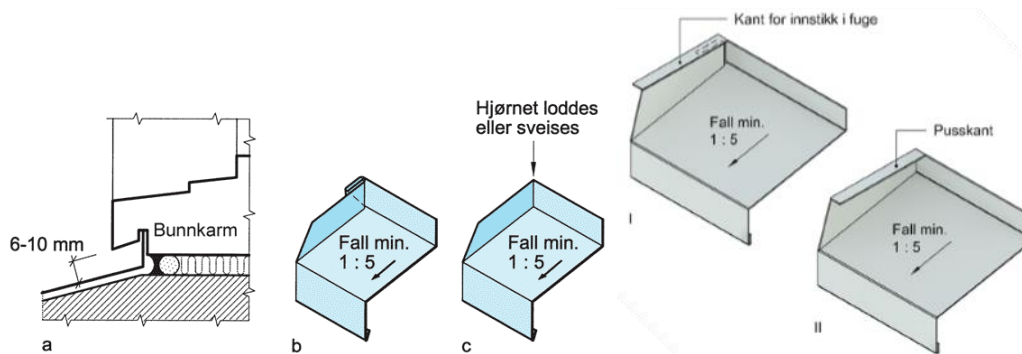


Figur 28 - Membran som ekstra fuktsikring [SINTEF Byggforsk]

For vanlige bygg anbefales det at vinduer plasseres slik at sporet i bunnkarmen for sålbenkbeslaget ligger i plan med vindsperreren. Dette fordi løsningen er enklest å få fuktsikker. For svømmehaller anbefales imidlertid løsningen hvor vindu er plassert lengre inn i vegglivet, se Figur 25. Denne løsningen anbefales for å unngå kjølige luftlommer i vindusnisjene. Løsningen innebærer at det kreves ekstra fuktsikring i form av membran under karm og sålbenkbeslag som vist i Figur 28. Membranen skal være helklebende og ha oppbrett.

Med vinduet plassert inn i veggen er det særlig viktig at sålbenk- og vannbrettbeslag har oppbrett og tett utførelse i begge ender mot vindussmyg, og i bakkant mot vinduets bunnkarm. Beslag under

vindu utføres med oppbrett langs med sidene, slik at ikke temperaturbevegelser i metallet fører til oppsprekking i murverket. For å hindre at fuktighet renner inn bak beslaget må endene på beslaget utføres med vannfals og utføres med innstikk i fuge, se Figur 29. Oppbretten i bakkant av beslaget må presses helt opp i sporet i bunnkarmen, se figur 29a. Hjørnene må være vanntette. Dette utføres enten som vist i figur 29b, hvor hjørnet er brettet, eller alternativt som i figur 29c, hvor hjørnet er sveiset/loddet. Løsningen hvor hjørnet er brettet gir helt tette hjørner og anbefales.



Figur 29 - Oppbrett i ender og bakkant av sålbenk- og vannbrettbeslag [SINTEF Byggforsk]

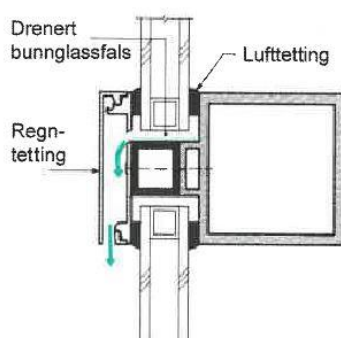
Over vinduer kan man for enkelt vinduer benytte drenerer hvor lekkasjevann ledes til siden, slik som vist på Figur 27. Beslaget føres minst 150 mm ut på siden og avsluttes med nedbrett, slik at man ikke risikerer at vannet renner tilbake på undersiden av beslag. For store vindusbånd bør man heller benytte beslag over vindu hvor dreneringsvann ledes direkte ut over toppkarm.

8.4.4 Glassfasader

Tilsvarende som for vinduer er glassfasader partier som har lavere varmemotstand enn ytterveggene for øvrig. Dersom det ikke utføres tiltak som begrenser solinnstrålingen vil i tillegg store glassfasader kunne medføre overoppheting av romluften i svømmehallen. Generelt anbefales det derfor at man unngår bruk av glassfasader i svømmehaller. Svømmehalldelen på Kronstad oppveksttun er foreløpig ikke planlagt med glassfasader.

Glassfasader må ha horisontale sprosser som er laget slik at vann som trenger inn i falsene dreneres ut. Dreneringsvannet skal ikke ledes horisontalt ut til vertikalprofilene ved stor senteravstand grunnet fare for at vann kan bli stående inne i konstruksjonen.

Sammenføyninger mellom vertikal- og horisontalprofiler skal utføres vann- og lufttette. I tillegg skal det alltid være en kontinuerlig sperre i sprossen som medfører at vannet kan renne ut forbi glasset og mot dreneringsåpningene, se Figur 30 for prinsipløsning. Dette sikrer at vann ikke renner ned fra sprossefalsen til underliggende glass.



Figur 30 – Vertikalsnitt av horisontalsprosse [SINTEF Byggforsk]

8.5 Yttertak

Svømmehallen har overliggende skillekonstruksjon mot tørr sone, se kapittel 8.9. Premisser for yttertak i etasjen over er omtalt i rapport 10211461-RIBfy-RAP-003.

8.6 Bygningsdeler mot terreng

8.6.1 Kravsnivå

Minstekrav til U-verdi for yttervegger er $0,22 \text{ W/m}^2\text{K}$ iht. TEK 17. Dette kravet gjelder den gjennomsnittlige U-verdien for alle yttervegger til bygget, også for yttervegger under terreng. For svømmehaller er anbefalt U-verdi lik $0,16 \text{ W/m}^2\text{K}$ iht. Undervisningsbygg sin kravspesifikasjon fra 2009.

Minstekrav til U-verdi for gulv er $0,18 \text{ W/m}^2\text{K}$ iht. TEK 17. For svømmehaller er anbefalt U-verdi lik $0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$ iht. Undervisningsbygg sin kravspesifikasjon fra 2009.

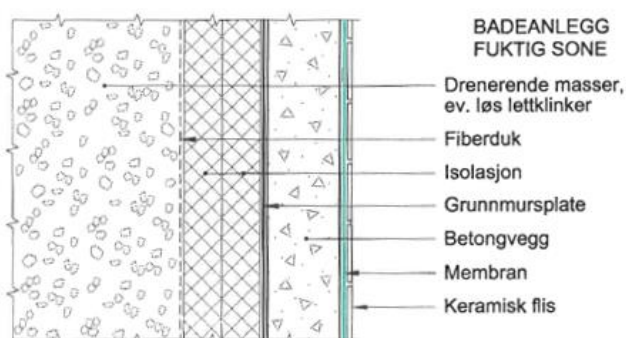
8.6.2 Anbefalt løsning

Vegger mot terreng

Krav til U-verdi for yttervegger under terreng tilhørende oppvarmede arealer, dvs. kjellervegger, er satt til $0,11 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Dette kan tilfredstilles ved bruk av minimum 200 mm isolasjon med varmekonduktivitet lik eller lavere enn $0,035 \text{ W/mK}$. Det er imidlertid ikke ønskelig at isolasjonstykkelsene for fasader med vegger delvis mot terreng avviker mellom del av fasaden mot friluft og del mot terreng. Dette med hensyn til å unngå sprang i isolasjonen, og mer krevende fuktsikring. Avhengig av fasade og isolasjonsprinsipp vil det være fordelaktig at isolasjonstykkelse for vegg over terreng anvendes.

Varmeisolasjonen mot terreng skal være trykkfast og kapillærbrytende. I svømmehallen skal isolasjonssjiktet plasseres i sin helhet på utsiden av bærekonstruksjonen, slik at alle kuldebroer brytes, se generelt prinsipp i Figur 31.



Figur 31 Eksempelvis oppbygging av yttervegg mot terreng i svømmehall

Kjellergulv

Krav til U-verdi for kjellergulv tilhørende oppvarmede arealer er satt til $0,08 \text{ W/m}^2\text{K}$.

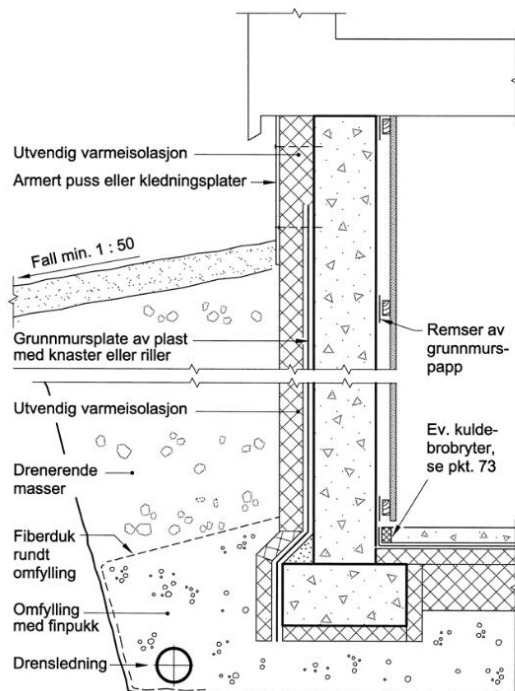
Kravet kan tilfredstilles ved bruk av plasstøpt betonggulv, som er utvendig isolert med 150 mm isolasjon med varmekonduktivitet lik eller lavere enn $0,035 \text{ W/mK}$. Varmeisolasjonen mot terreng skal være trykkfast og kapillærbrytende.

U-verdier for kjellervegger og -gulv må dokumenteres nærmere ved endelig valgt løsning.

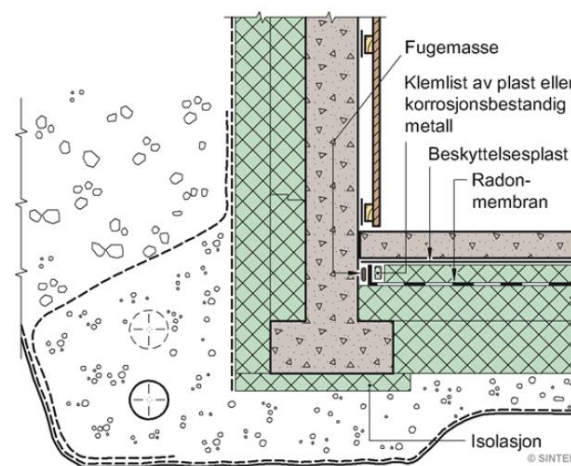
8.6.3 Tetthet og fuktsikring

Kjellervegger og -gulv må ha tilfredsstillende varmemotstand, radonsperre og utvendig fuktsikring i form av drenerende masser, varmeisolasjon, kapillærbrytende sjikt og plastøppte vanntette konstruksjoner, se Figur 32 for prinsipløsning.

Det skal benyttes tilbakefylling med drenerende masser. Dette skal sikre at overflatevann eller grunnvann ikke gir vanntrykk mot veggen. For å sikre god drenering benyttes det tradisjonelt drensrør, som plasseres minst 100 mm under overkant av fundamentet. Som beskyttelse mot igjenslamming av finpartikler benyttes fiberduk rundt drensledning.



Figur 32 – Prinsipløsning for kjellervegg med utvendig varmeisolasjon [SINTEF Byggforsk]



Figur 33 – Avslutning av radonmembran mot kjellervegg

Tradisjonelt anvendes grunnmursplater for hindre vanntrykk direkte inn i mot betongoverflaten. I svømmehall skal dampsperre være i form av membran av bitumenbasert takbelegg med sveisede skjøter. Multiconsult anbefaler at membran føres kontinuerlig utenpå kjellervegger. Denne legges da mellom utvendig isolasjon og kjellervegg av betong og vil fungere som et vannavvisende og kapillærbrytende sjikt som forhindrer at vann renner inn og suges opp av veggen. Grunnmursplater av plast med knaster eller riller benyttes da eventuelt i tillegg som et utvendig dreneringssjikt utenpå isolasjonen.

Eksisterende kjellervegg mot nordøst skal beholdes som en bakenforliggende spuntvegg, adskilt fra ny kjellervegg. Spuntveggen vil da fungere som en utvendig fuktsikring inn mot ny yttervegg, og slik ivareta funksjonene til grunnmursplaten og kompensere for eventuell manglende drensledninger i denne delen. Videre tiltak gjøres på innsiden av spuntvegg. Isolasjonen plasseres direkte på utsiden av ny bærekonstruksjon. Isolasjonsmateriale anbefales å være av XPS for å være trygg på tilstrekkelig kapillærbrytning mellom spuntvegg og ny bærekonstruksjon av betong.

Gulvisolasjon anbefales utført som XPS og plasseres oppå drenslaget, med diffusjonstettende lag mellom isolasjon og støpt gulv. For å beskytte gulvkonstruksjonen mot fukt fra grunnen kan det legges en 0,2 mm PE-folie som fuktsperre. En radonmembran i bruksgruppe B vil også kunne fungere som dampsperre, da den ivaretar både funksjonen som fuktsperre og som radonmembran.

Dersom radonmembran i bruksgruppe B benyttes som fuktsperre og legges mellom øverste isolasjonslag og betonggulv, må man i tillegg legge et beskyttelses- og glidesjikt over radonmembranen. Denne kan være av 0,8 mm tykk plast eller materiale med tilsvarende tykkelse og mekanisk styrke. Anvendelse av et lag isolasjon kombinert med 0,2 mm PE-folie som kombinert beskyttelses- og glidesjikt over radonmembranen, som vist på Figur 33 er en god og robust løsning. Minst to tredeler av isolasjonstykkelsen i gulvet må ligge på undersiden av radonmembranen. For å sikre lufttett tilslutning til yttervegger skal kantene til radonmembranen føres kontinuerlig over ringmurskronen til ytterkant av ringmur. Det er viktig at alle tilslutninger, spesielt mot ringmur og yttervegger, er helt lufttette. Alle radonmembranskjøter, gjennomføringer i membranen og tilslutninger må tettes med dokumenterte tetteløsninger.

Innvendig overflate på kjellervegger tilpasses hvorvidt den grenser mot våt sone eller tørr sone. I våt sone må vegger som kan utsettes for vannsøl være av egnet overflatemateriale og ha et vanntett sjikt, eksempelvis keramiske fliser og påstrykningsmembran, se også kap. 8.3 om yttervegger kap. 8.8 for gulv rundt svømmebasseng.

I teknisk kjeller kan betongoverflate eller pussede murvegger være endelig overflate. Innvendig dampspærre skal ikke benyttes for yttervegger under terreng. Dette for at veggen skal ha anledning til å tørke ut innover. Innvendig overflate for disse ytterveggene anbefales å være betongoverflaten. Disse kan gis overflatebehandling som er diffusjonsåpen, eksempelvis uorganiske malinger som silikat- og kalkmaling. Som minimum må betongoverflaten støvbindes.

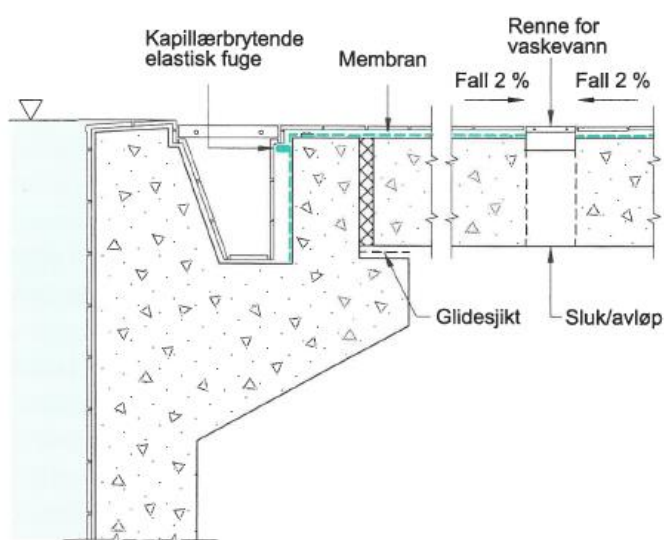
8.7 Gulv på grunn

Foreløpig er ikke svømmehalldelen planlagt med gulv på grunnen, men med fullt utgravd kjeller.

8.8 Gulv rundt svømmebasseng

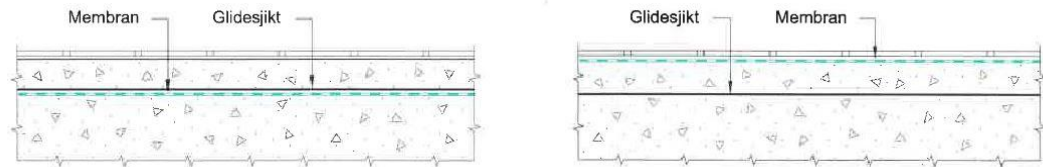
For gulv rundt svømmebasseng er det spesielt tre forhold som er viktig. Forholdene knytter seg til avrenningsløsning, gulvoppbygging inkludert plassering av membran, samt overgangsdetaljer mot basseng og vegger.

- For å oppnå nødvendig tetthet på gulvet rundt svømmebassengene skal det benyttes membran. Denne skal ligge med fall som enten kan bygges opp med avrettingsjikt på underliggende betong eller hvor selve betongkonstruksjonen er støpt ut med fall. Dersom man utelater membran vil det alltid oppstå problemer, eksempelvis kalkutfelling og direkte lekkasjer.
- Det er viktig at man tidlig har avklart hva som skal fungere som tettesjikt i bassengkonstruksjonen, dvs. i selve bassenget og tilstøtende gulvkonstruksjon. Det skal uansett legges en vanntett membran i gulvet rundt bassenget frem til fugen mellom bassengkroppen og gulvkonstruksjonen.
 - Dersom det velges å anvende flislagt betongbasseng vil det være fordelaktig med hensyn på vedheft på fliser at betongen prosjekteres som eget tettesjikt uten bakenforliggende membran. Det er da særlig viktig at bassengkonstruksjonen planlegges med tanke på sikre vanntetthet. Eksempelvis må utforming og utførelse av støpeskjøter vektlegges, og antallet skjøter bør i all hovedsak reduseres.
 - Dersom det velges prefabrikkert stålbasseng ivaretas vanntettheten av systemløsningen. Tettesjiktet er enten i form av vanntett sammensveiset stålkasse eller i form av en vanntett armert PVC-membran utenpå stålet. Stålbasseng har som regel lengre levetid enn betongbasseng og gir øvrige fordeler som blant annet kortere byggetid, lettere renhold og vedlikehold, samt bedre kontroll mot lekkasjer. Løsningene prosjekteres i sin helhet av leverandør.
- Gulvoverflaten skal utføres med fall mot avløp. Fortrinnsvis bør det benyttes horisontale og åpne renner.
- Fall på gulv rundt bassenget inn mot sluk eller avløpsrenner skal minimum være 1:50, se prinsipp i Figur 34.



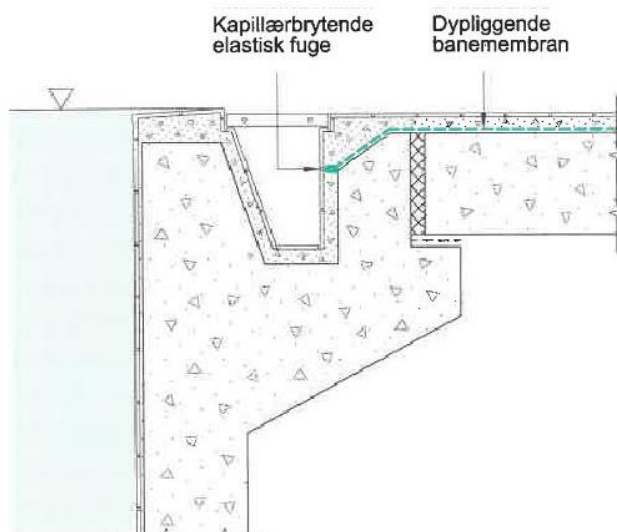
Figur 34 Prinsippskisse med eksempel på avløp og fallforhold rundt bassenget [SINTEF Byggforsk]

- Figur 35 nedenfor viser to aktuelle plasseringer av membranen i gulvet. I figuren til venstre er membranen plassert direkte på avrettet betongdekke, mens den ligger rett under flis/limsjikt i figuren til høyre. Uavhengig av hvilken løsning som velges for membranen utføres fliskonstruksjonen vanligvis som en flytende konstruksjon på glidesjikt.



Figur 35 - Plassering av membran i gulvkonstruksjon rundt bassenger [SINTEF Byggforsk]

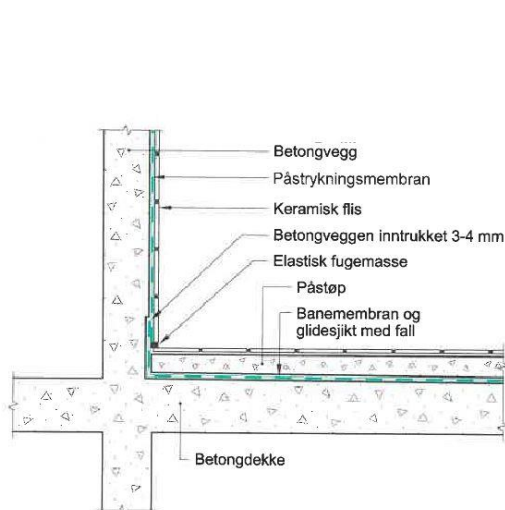
- Velges løsningen med membran direkte på avrettet betongdekke skal det benyttes en banemembran, eksempelvis en bitumenbasert membran som klebes/limes til underlaget under en påstøp.
- Dersom man velger løsningen med membran rett under flis/limsjikt skal det benyttes en påstrykningsmembran, eksempelvis en polymermodifisert sementholdig membran. Velger man denne løsningen må man også påse at den elastiske fugen i flisbelegget ligger rett over bevegesfugen i påstøpen.
- Grunnet manglende langtidserfaringer med påstrykningsmembraner i bademiljø anbefales det at man velger løsningen med dyptliggende banemembran. Gulvet bygges da opp med avrettet betongdekke, klebet/limt bitumenbasert membran, to lag glidesjikt, påstøp og hellimte keramiske fliser. Siden denne løsningen innebærer at påstøpen må forventes å være konstant fuktig skal man være observant på at utvasking av bindemiddel med avsetninger av kalk i sluk og avløpsrør kan forekomme. Det er følgelig viktig at man påstreber en samvittighetsfull komprimering av påstøpen, samt at man benytter en betong som er resistent mot alkalireaksjoner.



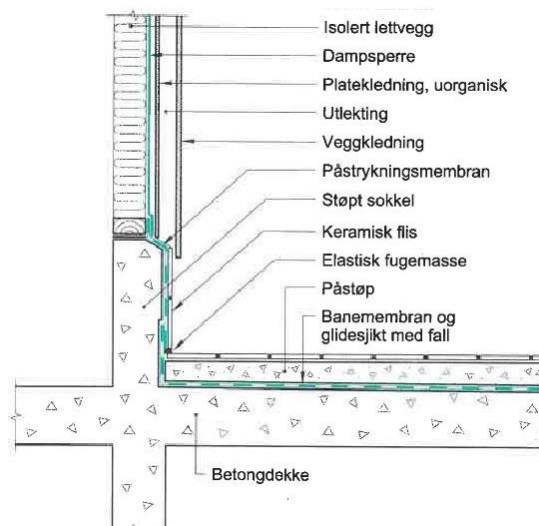
Figur 36 - Prinsippsnitt for overgang mellom svømmebasseng og gulv med dyptliggende membran [SINTEF Byggforsk]

- Figur 36 viser eksempel på overgang mellom svømmebasseng og gulv med dyptliggende membran. Membranen skal legges med slakk over fugen i underkonstruksjonen.

- Utførelsen av overgangen mellom gulv og vegger er kritisk grunnet at gulvoverflaten ofte rengjøres med høytrykksspyling. Det er avgjørende at man sikrer tilstrekkelig heft mellom membran i gulv og vegg. Se Figur 37 og Figur 38 for prinsipløsninger for hvordan denne overgangen kan løses. Eventuelle lettvegger bør unngås, men dersom dette likevel velges må disse stå på støpt eller murt sokkel. Høyden til sokkelen bør være omtrent 400-500 mm.



Figur 37 - Overgang mellom gulv og betongvegg [SINTEF Byggforsk]



Figur 38 - Overgang mellom gulv og lettvegg [SINTEF Byggforsk]

- For gulv rundt svømmebasseng, som ligger over teknisk kjeller, skal det ikke monteres gulvvarme eller isolasjon. Dette er unødvendig grunnet komfort hensyn, samtidig som det gir økt energibruk og fukttilførsel til rommet.
- Leverandøren skal dokumentere at valgte flisfuger, flislim og membran er egnet for bruken. Spesielt nevnes viktige egenskaper som vanntetthet, klor- og alkalibestandighet, samt evne til å ta opp bevegelser.
- Valg av flisfuger, flislim og eventuell påstrykningsmembran bør avstemmes med vannkvaliteten som leveres av det lokale vannverket. På Vestlandet er vannet som leveres fra vannverkene som oftest svært bløtt. Dette innebærer at vannet har lav konsentrasjon av kalsium, noe som medfører at vannet blir aggressivt mot sementbaserte materialer. Vannets aggressivitet mot sementbaserte materialer måles med LSI (Langelier Saturation Index), se Figur 39.

	Svært aggressivt	$LSI < -1.00$
	Moderat aggressivt	$-1.00 < LSI < -0.15$
	Lite aggressivt	$-0.15 < LSI < 0$
	I likevekt	$LSI = 0$
	Lite utfelling	$0 < LSI < 0.15$
	Moderat utfelling	$0.15 < LSI < 1.00$

Figur 39 – Vannets aggressivitet som funksjon av LSI [Norsk Byggkeramikkforening]

- Dersom vannets beregnede LSI er lavere enn -1,0 skal det benyttes epoxybaserte produkter. Dersom beregnet LSI er høyere enn -1,0 kan det enten benyttes epoxybaserte produkter eller spesielle sementbaserte produkter. Se Tabell 4 for veiledning til valg av flisfuger, flislim og membraner basert på beregnet LSI.

Tabell 4 - Veiledning til valg av materialer som funksjon av LSI [Norsk Byggekeraikkforening]

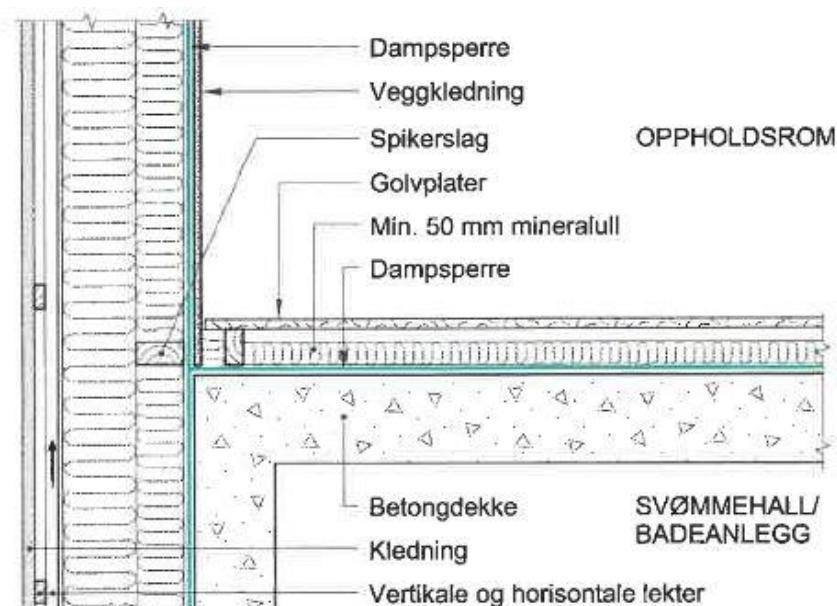
	LSI	Flisfuger	Flislim	Membraner
Svært aggressivt	LSI < -1,00	Epoxy masse	Epoxy lim	Epoxy- membran
Moderat aggressivt	-1,00 < LSI < -0,15	Epoxy/spesial sementbasert fugemasse.	Spesial sementbasert lim.	Spesial sementbasert membran.
Lite aggressivt	-0,15 < LSI < -0	Spesial sementbasert fugemasse.	Spesial sementbasert lim.	Spesial sementbasert membran.
I likevekt	LSI = 0			
Lite utfelling	0 < LSI < 0,15			
Moderat utfelling	0,15 < LSI < -1,00			

8.9 Skillekonstruksjoner mellom våt og tørr sone

- På grunn av den store forskjellen i temperatur mellom våt og tørr sone er det behov for en viss varmemotstand i skillekonstruksjonene mellom disse sonene, ref. krav satt til innvendige skillekonstruksjoner i Tabell 2. Dersom temperaturforskjellen eksempelvis er 15 °C mellom to soner, så skal U-verdien maksimalt være 0,4 W/m²K for skillekonstruksjonen (vegger, tak og gulv). Tilsvarende skal U-verdien til glassvegger mellom slike soner maksimalt være 2,0 W/m²K.

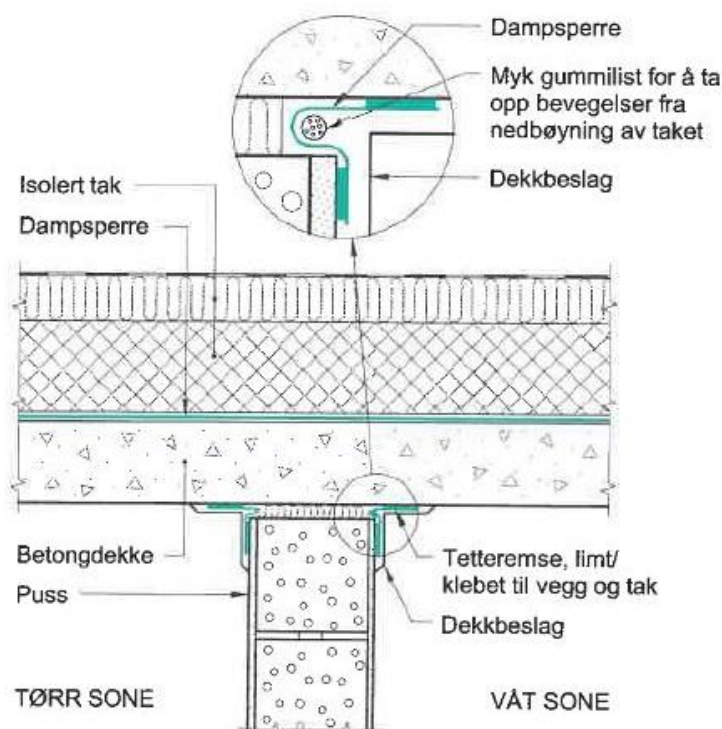
Dette innebærer blant annet at uisolerte betongsokler og -vegger mellom to slike soner ikke kan tillates. Eksempelvis kan sokler være av 200 mm pusset porebetong som påføres påstrykningsmembran og flislegges. Beregnet U-verdi for denne løsningen vil være 0,4 W/m²K.

- Etasjeskillere/gymsal over svømmehallen må isoleres for sikre tilfredsstillende gulvkomfort i gymsal i etasjen over. En overflatetemperatur i gulvet på 30 °C vil føles ubehagelig varmt. 50 mm mineralull vil være tilstrekkelig som isolasjon. Mellom isolasjonen og etasjeskiller i betong skal det legges dampsperre, se Figur 40.



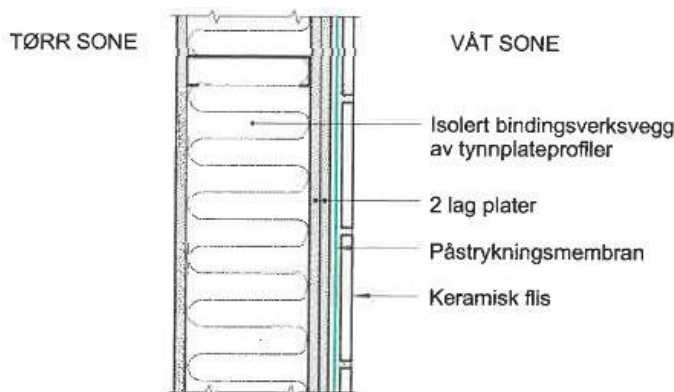
Figur 40 - Etasjeskiller mellom våt og tørr sone [SINTEF Byggforsk]

- Innvendige skillekonstruksjoner mellom våt og tørr sone må være lufttette. Dette for å hindra at fuktig luft kan trenge inn i konstruksjonen og der treffe kaldere flater med påfølgende kondensering som resultat. I tillegg er det nødvendig at disse skillekonstruksjonene er lufttette for å hindre luktsmitte.
- Generelt bør alle skillekonstruksjoner mellom våt og tørr sone bygges opp av fuktbestandige materialer som murte vegger eller betongvegger med tilstrekkelig varmemotstand. I tillegg bør alle vegger med direkte vannpåkjenning, som dusjvegger, være av mur eller betong.
- Dersom det er vesentlig høyere damptrykk og temperatur på den ene siden av skillekonstruksjonen vil det være behov for bruk av et dampsperrsjikt. Dette må vurderes for hvert enkelt tilfelle og kontrolleres ved hjelp av detaljerte diffusjonsberegninger. Dersom disse beregningene viser at det kan oppstå permanent RF over 80 % inne i konstruksjonen skal det brukes et dampsperrsjikt.
- Dersom man velger å ikke utføre detaljerte diffusjonsberegninger vil et konservativt kriterium være å benytte et dampsperrsjikt på varm side dersom luftfuktigheten i det fuktige og varme rommet gir høyere RF enn 80 % når luften kjøles ned til samme temperatur som i det kalde rommet.
- For skillekonstruksjoner som utføres av pusset murverk eller betong med tilstrekkelig varmemotstand vil det som oftest ikke være nødvendig å montere egen dampsperre, da pusset murverk og betong i slike tilfeller vil kunne fungere som tilstrekkelig dampsperrsjikt. Dette må vurderes for hvert enkelt tilfelle. Dersom slike vegger utsettes for direkte vannpåkjenning i form av spyling eller vannsøl skal de utføres med påstrykningsmembran og keramiske fliser med fugemørtel på herdeplastbasis, eventuelt sveiset vinylbelegg. Dersom det benyttes skillekonstruksjoner av lettklinker eller porebetong som innervegger mellom våt og tørr sone, så skal disse pusses, samt pusslaget skal føres helt opp til himling. Se Figur 41 for eksempel.



Figur 41 - Eksempel på skillekonstruksjon i murt lettklinker [SINTEF Byggforsk]

- Dersom det benyttes lette skillekonstruksjoner mellom våt og tørr sone, eksempelvis bindingsverk, så skal disse stå på sokkel. Slike vegger skal utføres med korrosjonssikrede tynnplateprofiler i stål, isoleres med minimum 100 mm mineralull, 2 lag våtromsplater/dimensjonsstabile plater tilpasset opptredende inneklimate og fuktpåkjenning, påstrykningsmembran, flislim og flis. For slike vegger kan påstrykningsmembranen fungere som dampsperresjiktet dersom krav til dampmotstand er tilfredsstillt. Se Figur 42 for eksempel.



Figur 42 - Eksempel på skillekonstruksjon av bindingsverk [SINTEF Byggforsk]

- I tillegg til detaljerte diffusjonsberegninger bør det gjøres detaljerte beregninger mht. nødvendig varmeisolasjon for skillekonstruksjoner mellom tørr og våt sone. Disse beregningene kan med fordel gjøres samtidig.

8.10 Spesielle forhold, rom og konstruksjoner

8.10.1 Våtrom

Våtrom er nærmere behandlet i underkapittel 7.6 *Våtrom og rom med vanninstallasjoner*.

8.10.2 Plassering av lydabsorbenter

For å unngå mugg- og kondensrisiko er det viktig at plasseringen av lydabsorbenter mot yttervegger og -tak vurderes særskilt. Slike absorbenter er varmeisolerende og vil følgelig senke temperaturen på utenforliggende konstruksjon.

Generelt skal lydabsorbenter i fuktige lokaler som en svømmehall plasseres fritt fra ytterflatene. Dette sikrer at romluft kan passere bak lydabsorbentene, dvs. man unngår stillestående luft, noe som igjen medfører at overflatetemperaturen til yttervegg hhv. yttertak holdes tilnærmet lik lufttemperaturen.

8.10.3 Kjøle- og fryserom

Ikke aktuelt.

8.10.4 Sjakter

Alle sjakter er forutsatt å gå gjennom oppvarmede rom. Det er derfor ikke behov for ekstra varmeisolasjon rundt sjakter

8.10.5 Radon

Rom for varig opphold mot grunn må sikres mot inntrengning av radongass. Iht. TEK 17, strålevernforskriften og anbefalingene fra Statens strålevern skal radonkonsentrasjonen i inneluften holdes så lavt som mulig, og skal ikke overstige 200 Bq/m³.

Iht. TEK 17 § 13-5 skal bygning med rom for varig opphold ha radonsperre mot grunnen. På generelt grunnlag bør radonsperrefunksjonen i gulv ivaretas av en radonmembran. Denne må være tett og godkjent for bruksgruppen utfra plassering i konstruksjonen. Alle skjøter, overganger og gjennomføringer må tettes tilstrekkelig i form av sveising, fuging og bruk av mansjetter. I vegger mot terreng vil lufttette vegger, for eksempel plastøppte betongvegger, ivareta radonsperrefunksjonen uten radonmembran. Dette forutsetter betongkvalitet B30/M60 eller bedre.

Iht. TEK 17 § 13-5 skal det også tilrettelegges for egnet tiltak i byggegrunnen som kan aktiveres når radonkonsentrasjonen i inneluften overstiger 100 Bq/m³, for eksempel radonbrønn eller perforerte avtrekksrør under betongplaten.

Multiconsult er engasjert for å utføre en særskilt detaljering av løsninger for radonsikring. Det henvises til notat 10211461-RIBfy-NOT-007.

9 Korrosjonsbeskyttelse

Det stilles strenge krav til korrosjonsbeskyttelse ved bruk av metaller i svømmehaller. For eksisterende bade- og svømmeanlegg rapporteres det jevnlig om en mengde korrosjonsskader med brudd og nedfall av himlinger, braketter osv. I tillegg medfører feil og manglende bruk av korrosjonsbeskyttelse kostbare utskiftinger. Metaller i svømmehaller må følgelig korrosjonsbeskyttes i henhold til anbefalte korrosjonsklasser.

9.1 Korrosjonsklasser

Korrosjonsklasser er definert i *NS EN ISO 12944-2 Maling og lakk – Korrosjonsbeskyttelse av stålkonstruksjoner med beskyttende malingsystemer – Del 2: Klassifisering av miljøet*. Tabell 5 nedenfor angir bruksområder for de seks ulike atmosfæriske korrosjonsklassene.

Tabell 5 – Bruksområder for ulike korrosjonsklasser

Korrosivitetskategori	Utendørs	Innendørs
C1 - Meget lav	Brukes ikke.	Oppvarmede bygninger med ren atmosfære.
C2 - Lav	Atmosfære med liten eller ingen grad av forurensning. Landatmosfære.	Uoppvarmede bygninger. Kondens kan forekomme i lager, sportshaller.
C3 - Middels	By- og industriatmosfære, moderat forurenset med svovel. Kystklima, lite salt.	Produksjonslokaler, høy fuktighet, for eksempel i næringsmiddelbedrifter, vaskerier, bryggerier.
C4 - Høy	Industri- og kystområder med moderat saltinnhold.	Kjemiske bedrifter, svømmebassenger, skipsverft, båtbyggerier.
C5 - Meget høy (industri)	Industri- og kystområder med høy fuktighet og aggressiv atmosfære.	Bygninger med nesten konstant kondensasjon og sterkt forurenset atmosfære. Badeland med mye sprut.
C5 - Meget høy (marin)	Kyst- og havområder med høyt saltinnhold.	Bygninger med nesten konstant kondensasjon og sterkt forurenset atmosfære. Badeland med mye sprut.

9.2 Anbefaling av korrosjonsklasser

Som grunnlag for dimensjonering av korrosjonsbeskyttelse for alle komponenter og utstyr anbefaler Multiconsult at det benyttes korrosjonsklasser som angitt i tabell 6 og tabell 7.

Tabell 6 - Anbefaling av korrosjonsklasser utendørs

Utendørs	Korrosjonsklasse
Generelt på fasader og tak	C3
Lokalt ved innblåsingsrister, nær jord	C3

Tabell 7 - Anbefaling av korrosjonsklasser innendørs

Innendørs	Korrosjonsklasse
A. Svømmehall og våtrom med klorholdig atmosfære: - For alle kraftoverførende komponenter som ikke skal avspyles. - Generelt på flater som avspyles med ferskvann regelmessig.	C5 C4
B. Toaletter nær svømmehall	C4
C. Rom for vannrensing og klorbehandling	C5
D. Tekniske rom med god ventilasjon	C3
E. Tørre rom uten vesentlig fuktproduksjon	C2
F. Badstue med klorholdig atmosfære	C4
G. Dusjrom med klorholdig atmosfære	C4
H. Garderober i våt sone	C4
I. Garderober i tørr sone	C3
J. Rom for banetau	C4
K. Utjevningstank (forutsettes lukket)	C5

9.3 Korrosjonssikring av stålkonstruksjoner

9.3.1 Generelt

Rustfritt stål har tradisjonelt blitt brukt mye i svømmehaller, hvor korrosjon på rustfrie komponenter og utstyr både har vært og er et generelt problem. Årsakene til omfattende korrosjonsproblemer skyldes overflatebehandling, materialkvalitet og geometri, samt manglende vedlikehold.

Siden rustfritt/syrefast stål ikke er en ensbetydende betegnelse må stålkvaliteter beskrives i detalj. Større korrosjonsmotstand på rustfritt/syrefast stål medfører som oftest økt kostnad.

Et fullgodt alternativ til rustfritt/syrefast stål er varmforsinket stål med beskyttende malingsystemer. Krav til slike konstruksjoner med beskyttende malingsystemer må spesifiseres. Dette iht. *NS EN ISO 12944-5 Maling og lakk – Korrosjonsbeskyttelse av stålkonstruksjoner med beskyttende malingsystemer – Del 5: Beskyttende malingsystemer.*

Der hvor det er formålstjenlig bør man benytte overflatebehandlet varmforsinket stål, da dette er en rimeligere løsning og gir mindre intensivt vedlikehold.

For hengestag, braketter, forankringer av konstruksjoner med store laster og/eller vibrasjoner (tårn, sklier, osv.), festebraketter for VVS- og EL-komponenter kan bare de mest høyverdige legeringene brukes, eksempelvis 1,4547 (254 SMO), med minst 18 vektprosent nikkel, 6 vektprosent molybden og innslag av nitrogen og kobber. Alternativt kan det benyttes overflatebehandlet varmforsinket stål som tilfredsstillende korrosjonsklasse C5.

9.3.2 Krav til rustfritt/syrefast stål

Framfor å anbefale en bestemt ståltipe, er det bedre å angi minimumsinnhold av forskjellige legeringselementer avhengig av bruksområde, se tabell 8. Det sikreste vil alltid være å velge så høylegert kvalitet som mulig, men generelt kan man si at korrosjonsproblemene er minst under vann, størst i skvalpesonen og moderat over vann utenfor skvalpesonen.

Stålets motstand mot pitting- og spaltekorrosjon uttrykkes generelt ved PREN.

Tabell 8 - Minimumsinnhold av legeringselementer avhengig av bruksområde

Bruksområde	Typiske komponenter	PREN	Minimumsinnhold av legeringskomponenter	Kvaliteter
Under vann	Sluk, trapper, bolter	> 30	Nikkelinnhold på minst 13 vektprosent, molybdeninnhold på minst 2,5 vektprosent, mens nitrogeninnhold ikke er nødvendig, men gunstig.	Eksempelvis kan det benyttes kvalitet 1,4435 uten nitrogen eller 1,4429 med nitrogen.
I skvalpesonen – Kritiske komponenter	Trappetrinn, rekkverk, stupebrett, beslag til dører/vinduer, og lignende.	> 40	Nikkelinnhold på minst 18 vektprosent, molybdeninnhold på minst 6 vektprosent, nitrogeninnhold på minst 0,18 vektprosent og kobberinnhold på minst 0,5 vektprosent.	Eksempelvis kan det benyttes kvalitet 1,4547 (254 SMO).
I skvalpesonen – Ikke kritiske komponenter	Trappetrinn, rekkverk, stupebrett, beslag til dører/vinduer, og lignende.	> 30	Nikkelinnhold på minst 13 vektprosent, molybdeninnhold på minst 2,5 vektprosent, mens nitrogeninnhold ikke er nødvendig, men gunstig.	Eksempelvis kan det benyttes kvalitet 1,4435 uten nitrogen eller 1,4429 med nitrogen.
Over vann utenfor skvalpesonen – Kritiske komponenter	Ventilasjonskanaler, feste for takplater, feste av takkonstruksjoner, feste av høytalere og alle andre områder som ikke er utsatt for direkte sprut fra basseng/badende.	> 40	Nikkelinnhold på minst 18 vektprosent, molybdeninnhold på minst 6 vektprosent, nitrogeninnhold på minst 0,18 vektprosent og kobberinnhold på minst 0,5 vektprosent.	Eksempelvis kan det benyttes kvalitet 1,4547 (254 SMO)
Over vann utenfor skvalpesonen – Ikke kritiske komponenter	Ventilasjonskanaler, feste for takplater, feste av takkonstruksjoner, feste av høytalere og alle andre områder som ikke er utsatt for direkte sprut fra basseng/badende.	> 30	Nikkelinnhold på minst 13 vektprosent, molybdeninnhold på minst 2,5 vektprosent, mens nitrogeninnhold ikke er nødvendig, men gunstig.	Eksempelvis kan det benyttes kvalitet 1,4435 uten nitrogen eller 1,4429 med nitrogen.

9.3.3 Krav til varmforsinking og overflatebehandling

Dersom man velger å benytte stålkonstruksjoner som ikke er rustfri/syrefast skal disse først varmforsinkes før de deretter overflatebehandles. Generelt skal alle stålkomponenter være prefabrikkerte slik at man unngår sveising på stedet.

Varmforsinket stål i svømmehaller skal alltid overflatebehandles. Forbehandling utføres som angitt av malingsleverandør (avfetting, heftforberedende grunning etc.). I forkant av grunning skal stålet sandblåses lett.

De valgte malingsystemene bør ha bindemiddel med epoxy (grunning) og polyuretan (dekkstrøk). Total tørrfilmtykkelse skal være opp til 320 μm , avhengig av korrosjonsklasse, ref. *NS EN ISO 12944-5 tabell A1-A8*.

Bolter, muttere og skiver i forbindelser skal være varmforsinket. De skal males med samme malingsystem som konstruksjonene. Alle stålkonstruksjonene skal leveres ferdig overflatebehandlet.

9.4 Aluminium

Ubehandlet aluminium skal ikke benyttes i svømmehaller. Eloksert/anodisert og ettertettet aluminium har betydelig bedre bestandighet der det holdes rent.

Lakkert/plastbelagt aluminium bør ha et lakksjikt på minst 60-80 μm . Lakken skal ha dokumentert bestandighet mot svømmehallsatmosfære. Alle klipp-/sagkanter skal ettermales.

Utvendig kan elokserte eller lakkerte aluminiumskonstruksjoner i korrosjonsklasse C4 benyttes.