



MULTICONSULT

Totalleverandør av rådgivningstjenester

kompetent - kreativ - komplett

Norsk bygningsfysikkdag 2006
Fuktsikre badeanlegg

Erik Algaard

rådg. ing. Bygningsfysikk

MULTICONSULT AS



MULTICONSULT

kompetent — kreativ — komplett

MULTICONSULT har de siste årene hatt en betydelig strategisk vekst. MULTICONSULT og NVK har besluttet å fusjonere for å styrke den strategiske posisjonen i markedet. Formell fusjon gjennomføres i løpet av april 2003. De to selskapene opererer i praksis som et selskap fra 1.1.2003. Etter fusjonen har MULTICONSULT og NVK til sammen 620 høyt kvalifiserte rådgivende ingeniører, arkitekter og planleggere som arbeider for å løse kundenes behov fra et landsdekkende kontornett.

MULTICONSULT er totalleverandør av rådgivertjenester til offentlige og private kunder i Norge og utlandet og arbeider innen fem prioriterte hovedområder:

- Bygg og Eiendom
- Industri
- Olje og Gass
- Samferdsel og Infrastruktur
- Energi, Miljø og Naturressurser

Virksomheten omfatter både spesialtjenester og totalprosjektering for utbyggingsprosjekter fra investeringer til vedlikehold og fornyelse. Multiconsult har ledende fagmiljøer, spesielt innen geoteknikk, ingeniør- og miljøgeologi, bygningsforvaltning, bygningsfysikk, akustikk og brann.

Internettssidene våre oppdateres utover våren med nytt fra selskapene og flere stillinger ledig: multiconsult.no / nvk.no



NVK Vandbygningskontoret

NVK Gruppen

NVK er et anerkjent norsk konsulentselskap med høy internasjonal aktivitet.

Selskapets primære virksomhet omfatter energi, særlig vannkraft og elforsyning, vannressurser og miljø, samferdsel, geoteknikk, ingeniørgeologi, byggeledelse og prosjektering. De viktigste kundene er utbyggings- og driftsselskaper, energiselskaper og offentlige myndigheter.

NVK er partner i NORPLAN.

MULTICONSULTs
markedsområder



Bygg og Eiendom



Hvor ligger utfordringene for bygningsfysikeren?

- Inneklima, trykk og tetting
- Gulv, membraner og fuger
- Korrosjon og nedbrytning av metaller, sement og kunststoffer

Inneklima, trykk og tetting

kondens og luftlekkasjer



Obligatorisk kvalitetssikring for offentlige bad



DET KONGELIGE
KULTUR- OG KIRKEDEPARTEMENT

Kvalitetssikring ved planlegging og bygging av svømmehaller

Uavhengig kontroll

For uavhengige kontroller gjelder generelt at tiltakets mest kritiske punkter, der feil og mangler medfører størst konsekvens, skal kontrolleres.

Uavhengig kontroll av prosjekteringen

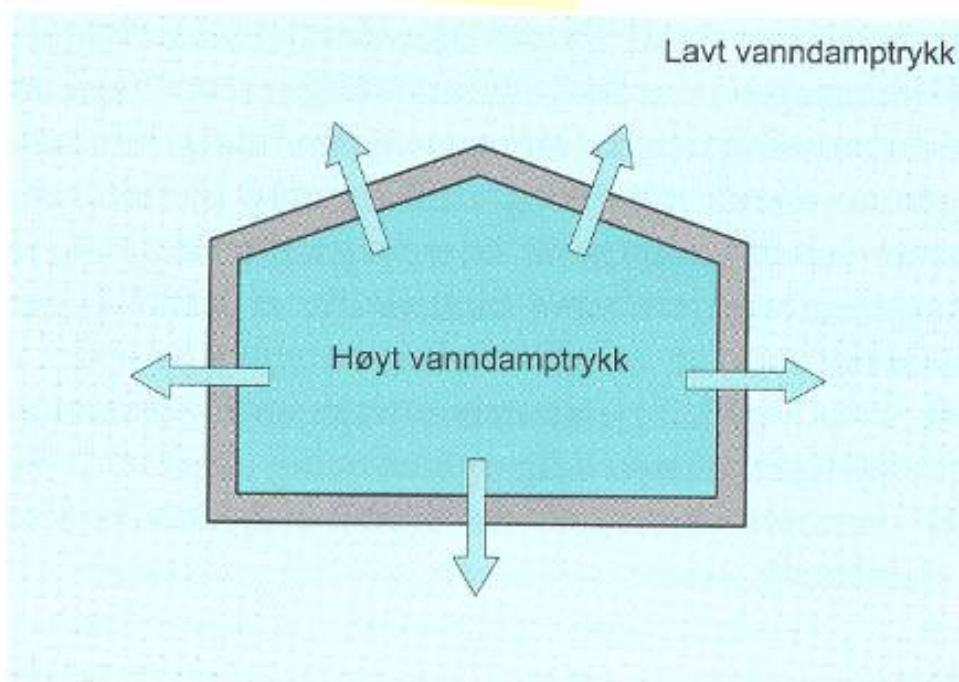
For uavhengig kontroll av prosjekteringen er følgende punkter kritiske:

Må: Kontroll av bygningsfysisk prosjektering

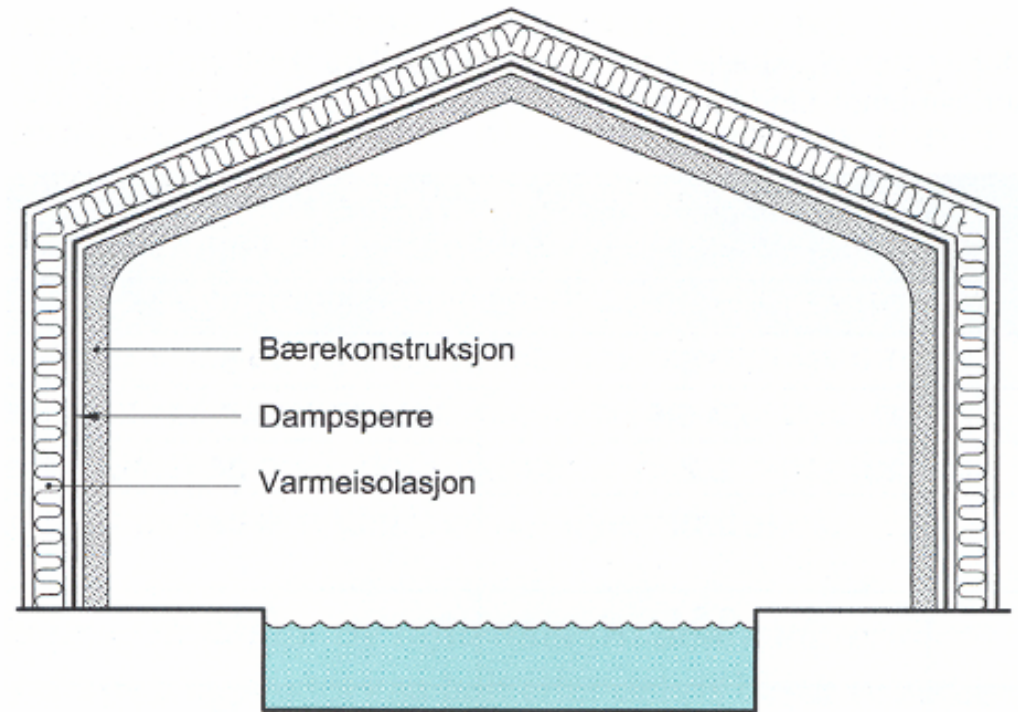
Bør: Kontroll av prosjektering av lyd- og vibrasjonsforhold
Kontroll av prosjektering av ventilasjonsanlegg m.m.
Kontroll av prosjektering av byggets energibruk
Kontroll av prosjektering av varmepumpe m.m.
Kontroll av prosjektering av anlegg for sentral driftstyring (SD-anlegg)
Kontroll av prosjektering av anlegg for belysning

For omfattende rehabiliteringer av svømmehaller gjelder også:
Kontroll av prosjektering av betongrehabilitering

En svømmehall skal være tett som en ballong!



Figurer: Byggforsk



BYGNINGSFYSIKK I BADEANLEGG

Hva er det som skjer?

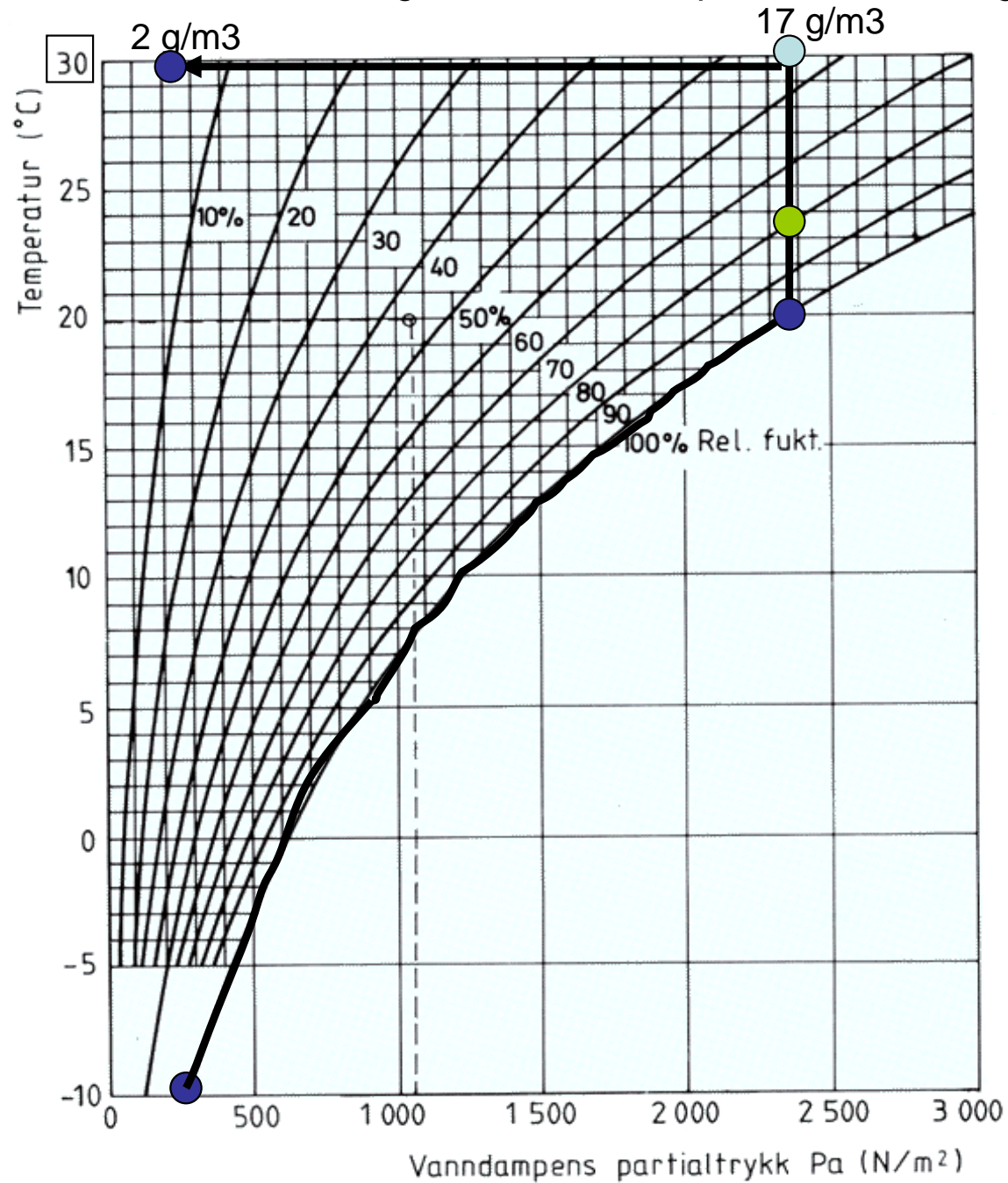
- Fuktig inneluft med høy temperatur gir høyt damptrykk i hele hallen:

Normalt inneklima:

30 °C og 50 –60 % RF

- Vanndampinnholdet: $> 15 \text{ g/m}^3$
- Vanndampens partialtrykk: $> 2100 \text{ Pa}$

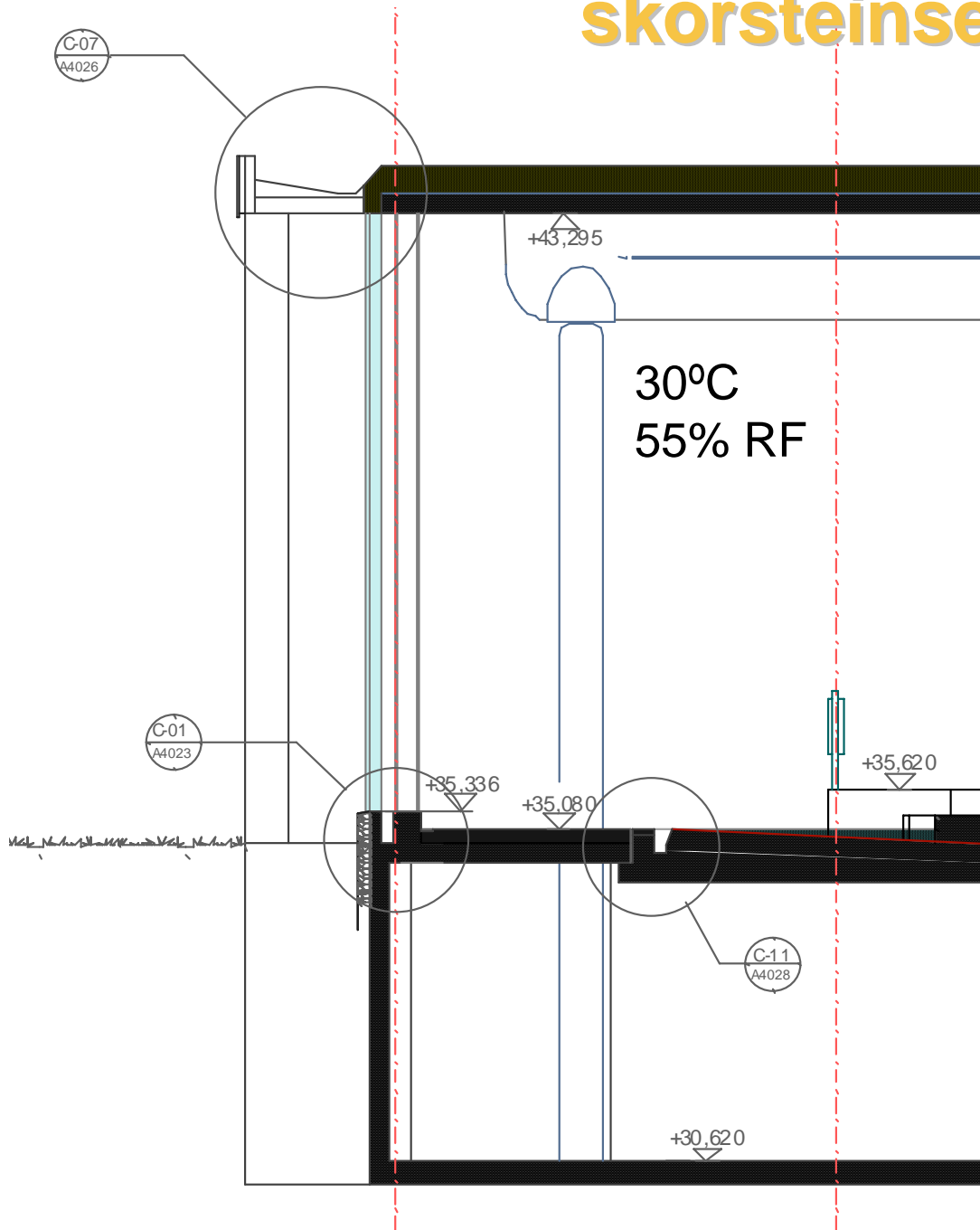
Mollier-diagram viser sammenhengen mellom temp., fuktinnhold og relativ fuktighet



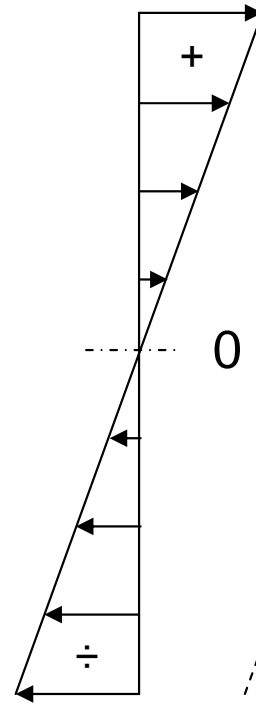
Denne luften vil:

- nå 80 %RF v/ ca +24 °C og gi vekstbetingelser for **mugg**
 - kondensere ved ca +20 °C og avgi overskuddsvannet som **kondens**.
 - Ved avkjøling til – 10 C avgir den $17-2 = 15 \text{ g/m}^3$ vann.
 - En liten lekkasje i vegg eller tak kan gi mange liter kondensvann per døgn.
-
- **Svømmehaller må derfor både være damptette og lufttette som en ballong!!**

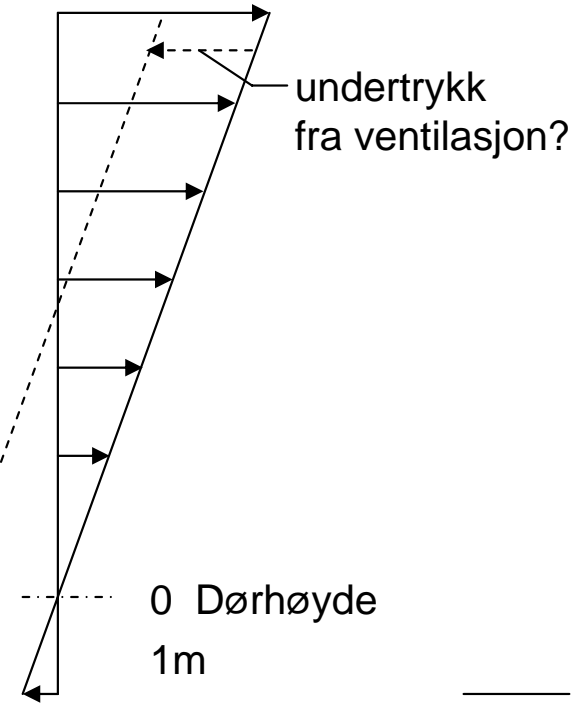
skorsteinseffekten



Normal
 0°: +6 Pa
 -30°: +13 Pa

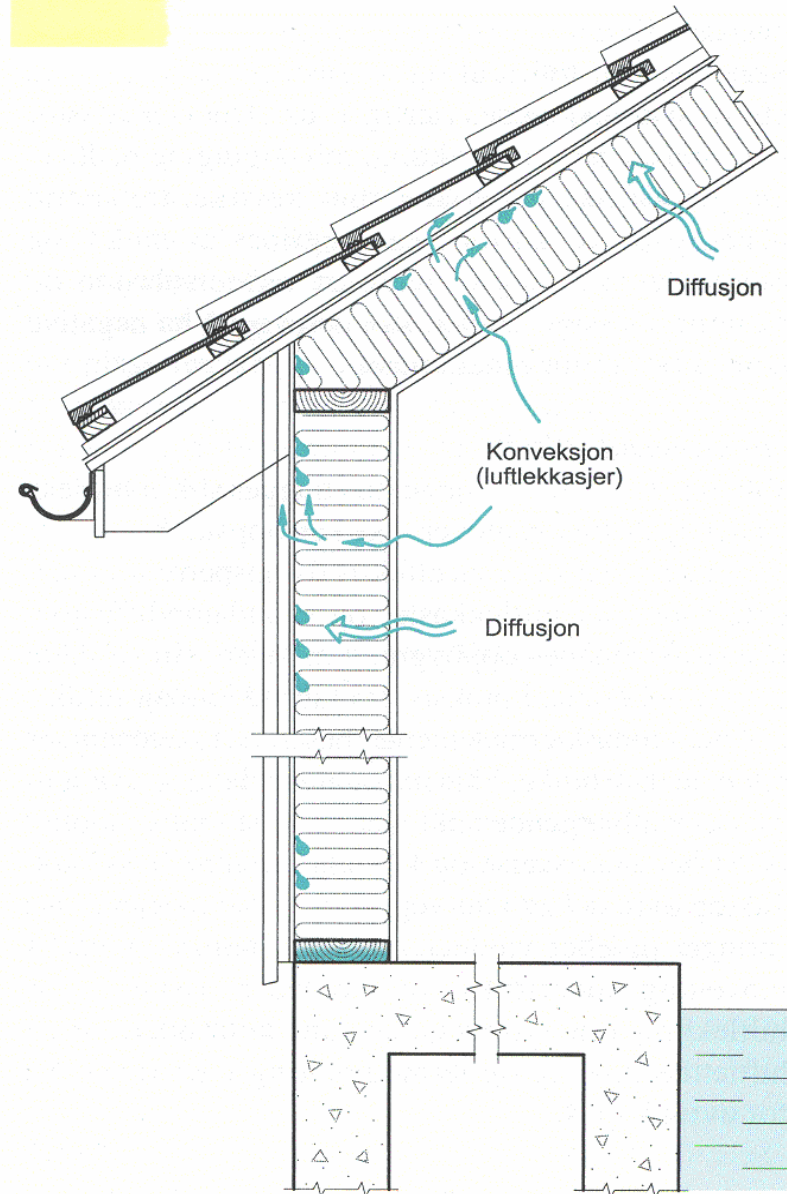


Svømmehaller
 0°: +10 Pa
 -30°: +22 Pa



Fuktvandring

- Vanndampdiffusjon
 - (dampen vandrer gjennom materialet)
- Vanndampkonveksjon /luftlekkasjer
 - (fuktig luft strømmer gjennom hull og sprekker og tar med seg vanndampen)



Figur: Byggforsk

valg av type dampsperre

(Byggforsk / TPF: Dampsperrer i tak)

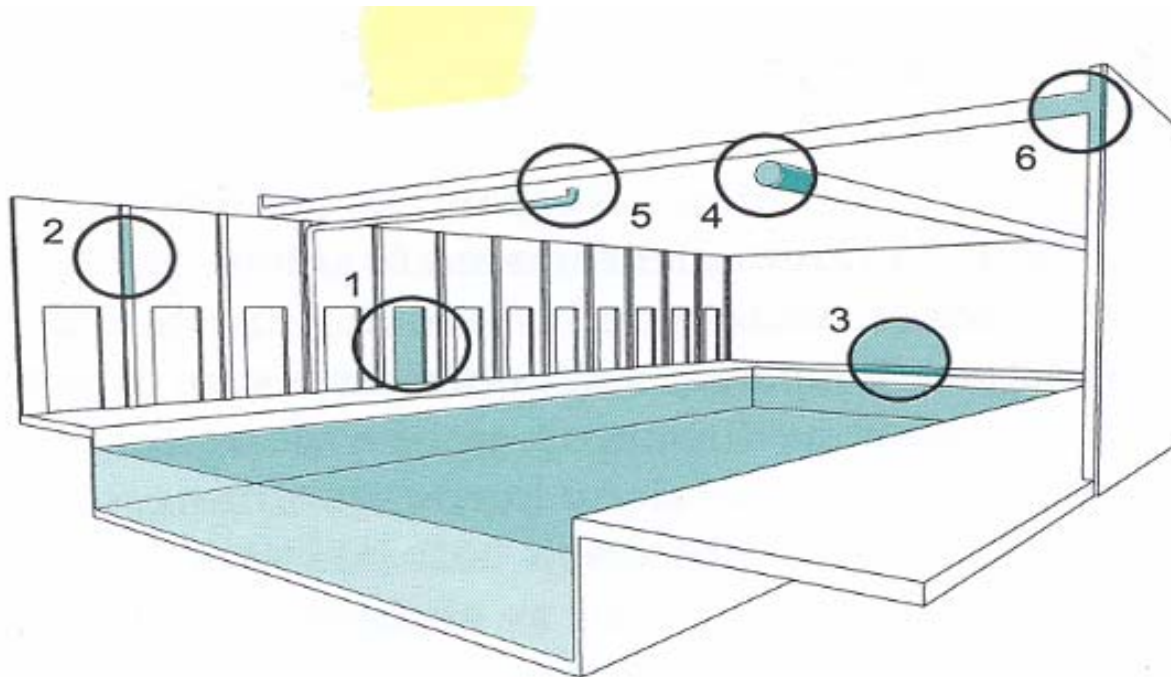
- Bad og svømmehaller
 - Trykkerier og annen fuktig industri
 - Storkjøkken og næringsmiddelindustri
 - Våtrom, dusjrom, garderober
- Kriterier: (NBI: *Dampsperrer i tak*. Prosj.rapp.190)
- P1 Inneklima: > 40 - 50 % RF v/ + 20 °C (vanndampinnhold)
 - P2 Innvendig overtrykk (Pa)
 - P3 Konstruksjonens egentetthet
 - P4 Utvendig klima
- P1 + P2 + P3 + P4 = -----> RISIKOKLASSE R0 – R4

Dampsperrer i vegger og tak

- Dampsperre =
 - *Diffusjonssperre* stopper dampdiffusjon
 - *Luftsperre* stopper lekkasjer av fuktig luft. Denne må være 100 % lufttett i alle skjøter
- **Hvilke materialer?**
 - plastfolie PEL 0,15 – 0,20 mm er diffusjonstett, men er vanskelig å få lufttett. Skjøter kan klemmes, men er usikre og farlige i badeanlegg.
 - PVC-folie 0,8 – 1,2 mm er lett å sveise, men er ikke tilstrekkelig diffusjonstett i badeanlegg
 - Gummifolier kan sveises og er aktuelle (klorbestandig gummi!)
 - Asfalt takbelegg er diffusjonstett og lett å sveise/ klebe lufttett
 - Kombinasjoner er mulig, f. eks. plastfolie + sveist PVC-folie

Overflatekondens

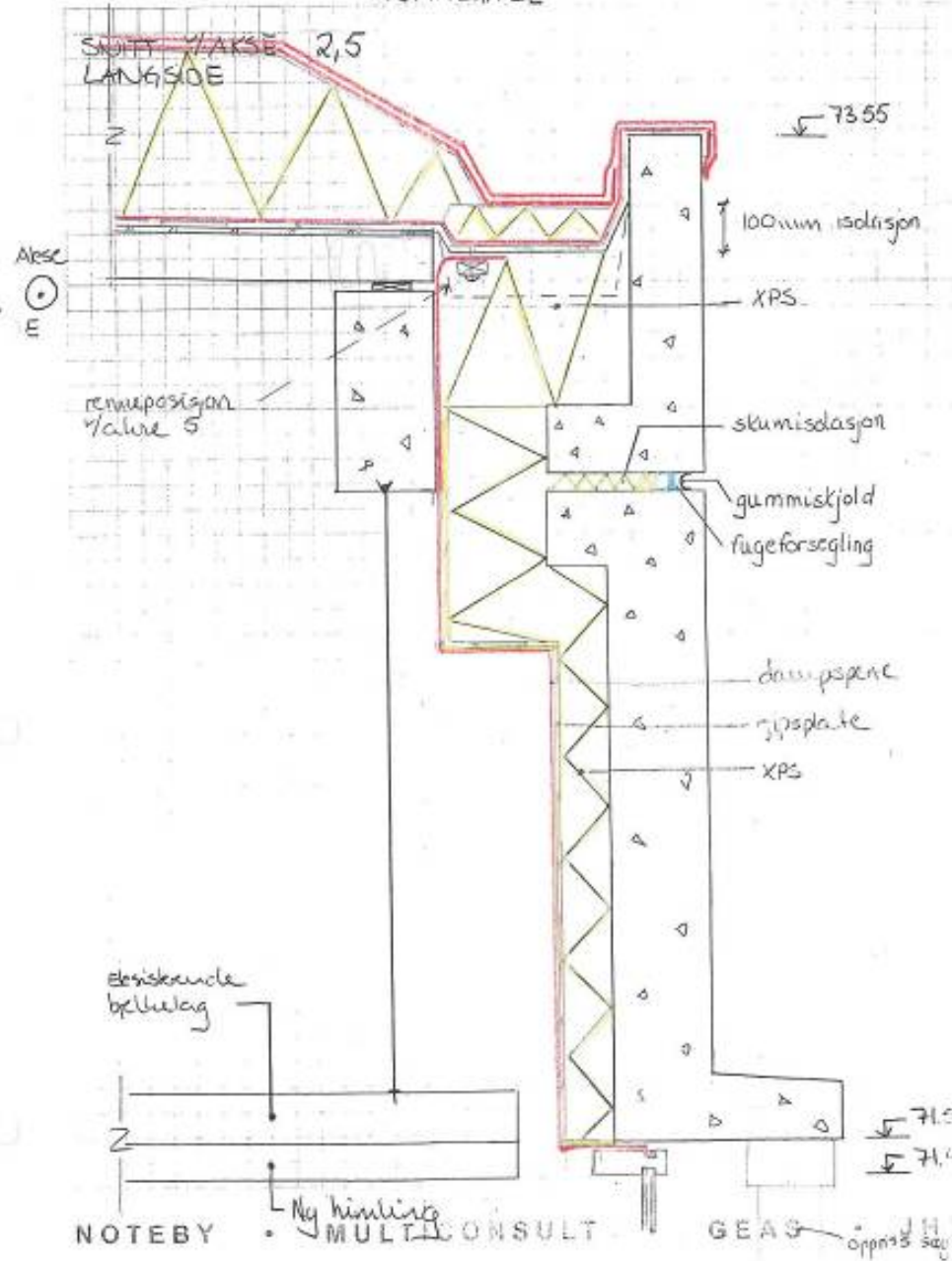
- Innvendig overflatekondens på kjølige flater:
 - vinduer *må bestrykes med varmluft*
 - kuldebroer *må unngås med god isolering utvendig*
 - over lydabsorbenter i himling *må lektes ned*
 - taknedløp og vent.kanaler: *isoleres*

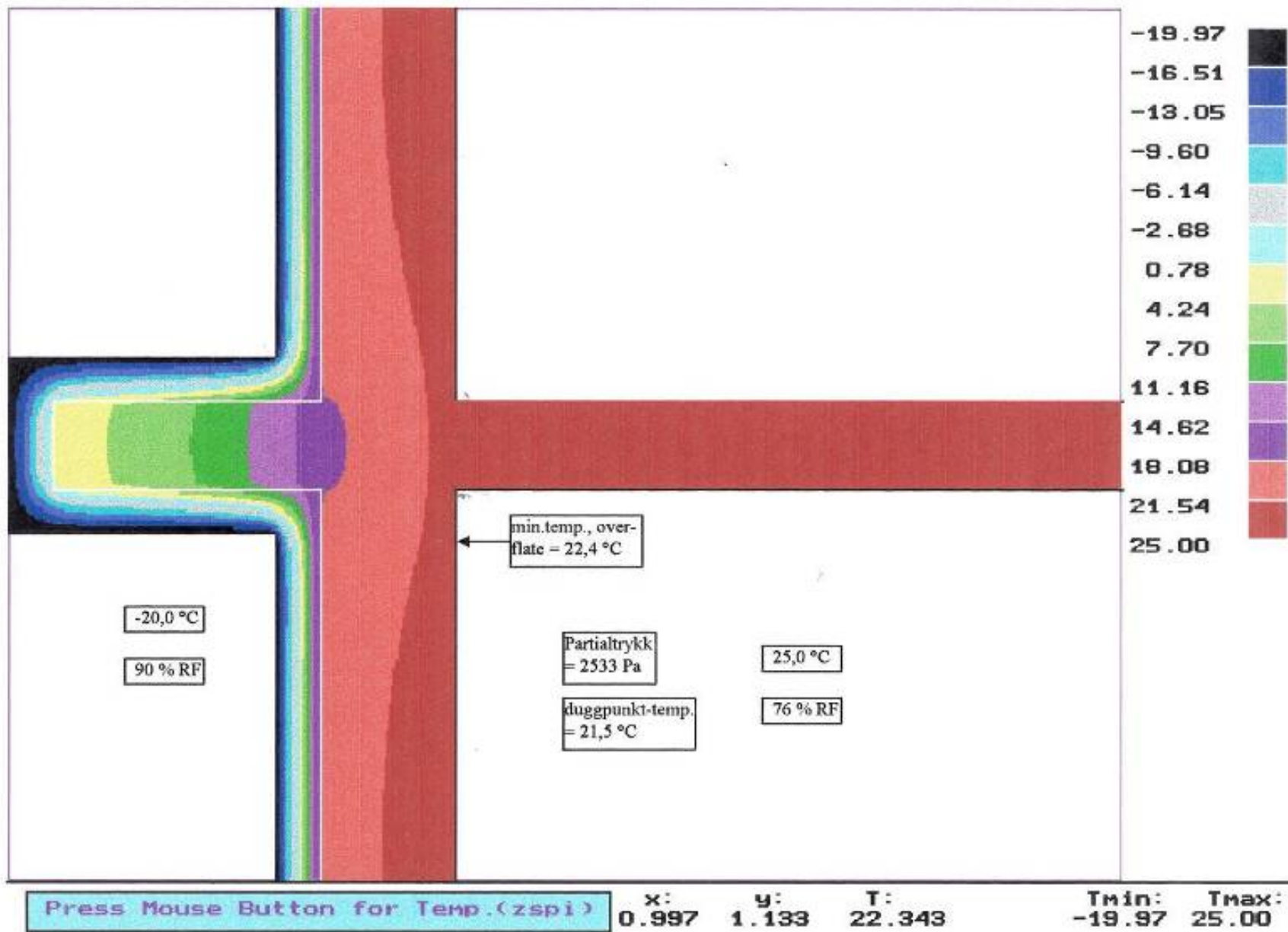


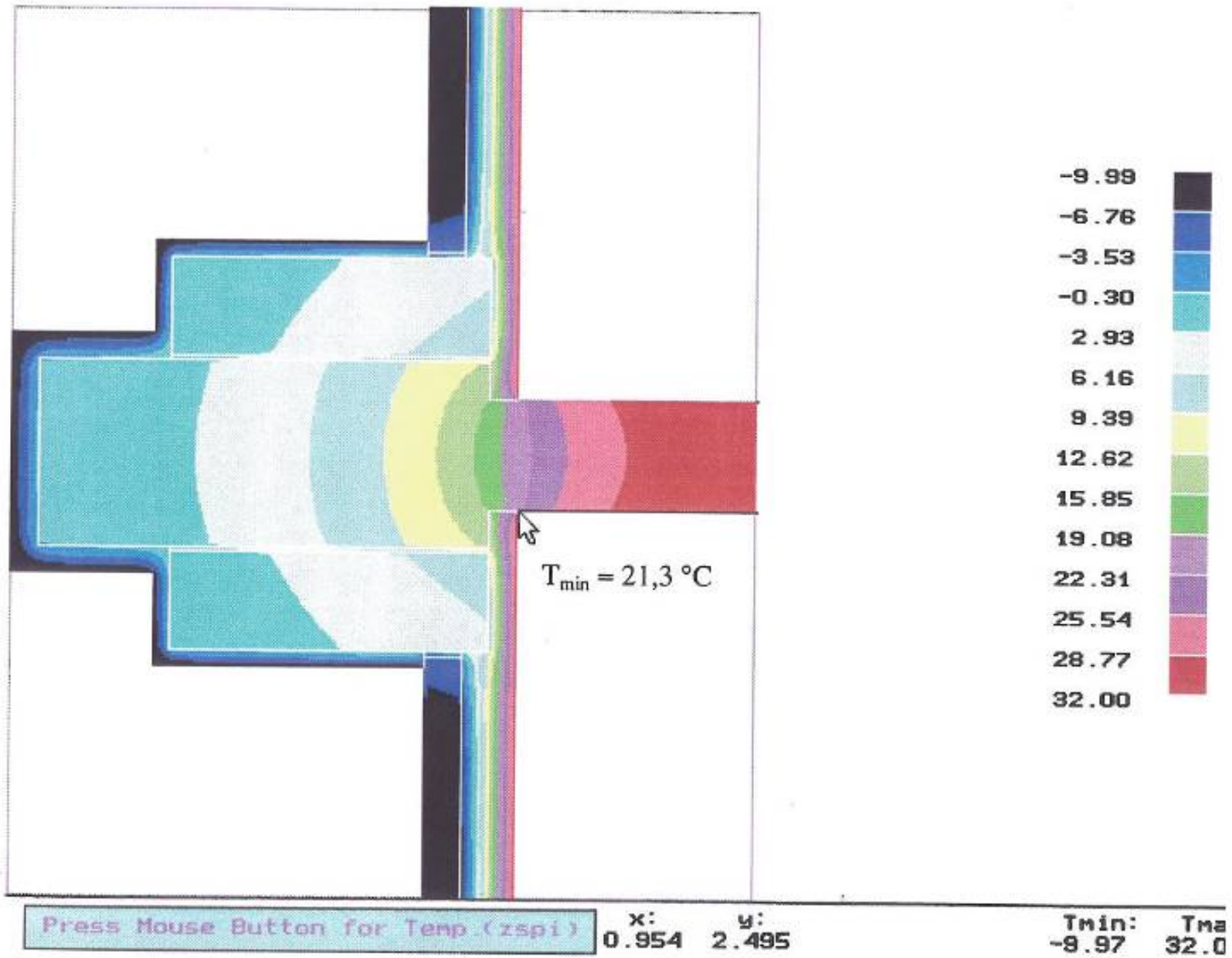




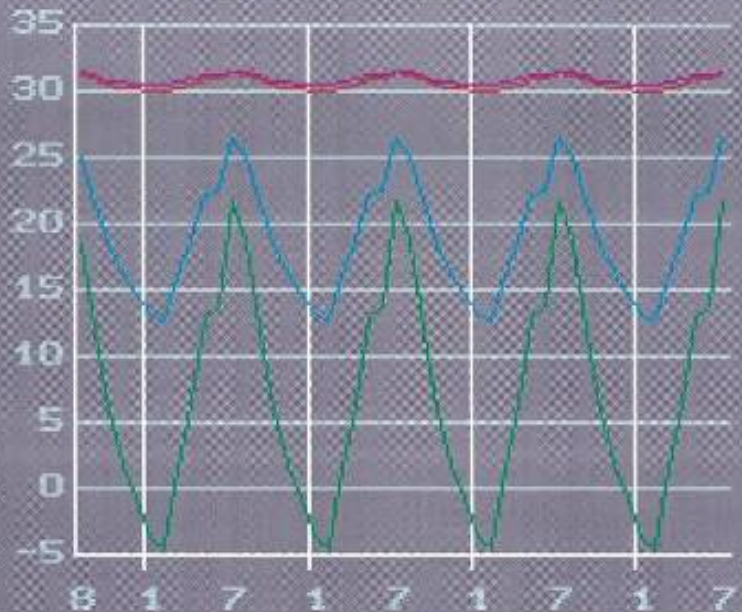
Oppdrag: NADDERUDHALLEN Side: 1
 Oppdrager: 100371 Dato: 31.8.99
 Vedr: GESIMSER, HOVEDTAK OVER Sign: KI/ES
SVOMMETALL



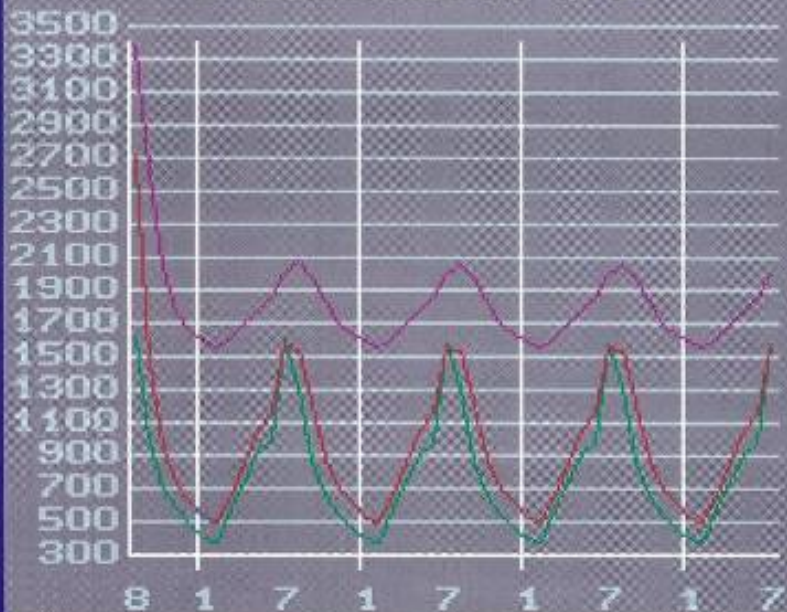




t-gennemsnit [°C]

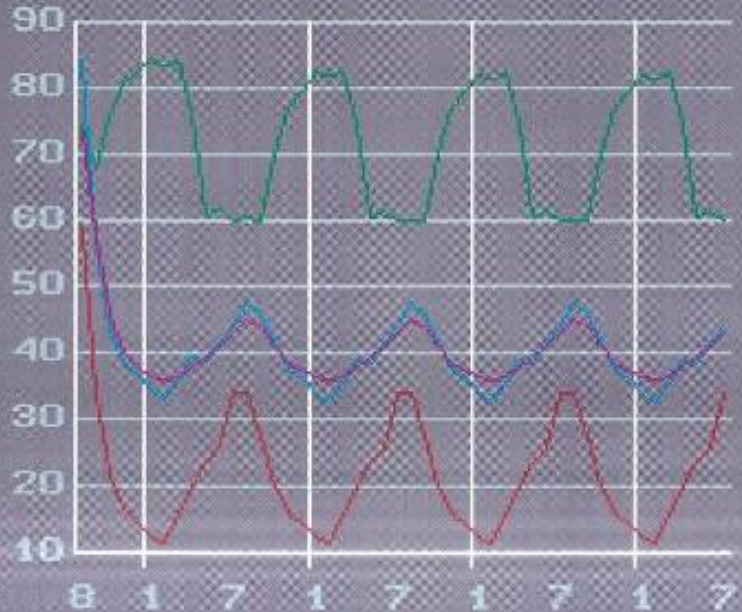


P-gennemsnit [Pa]

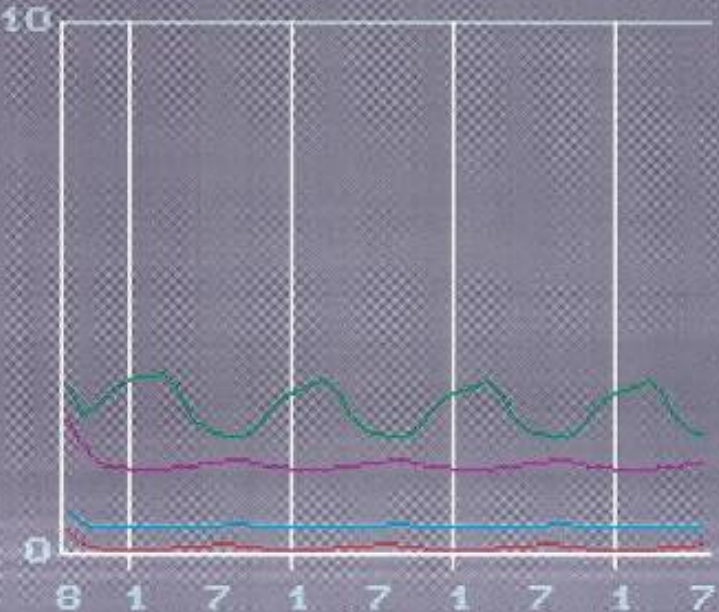


- Materiale
- BETON
 - RW36 100 v
 - GIPSPLAD
 - TAGPAP

RF-gennemsnit [%]



Fugtindhold [vægt-%]



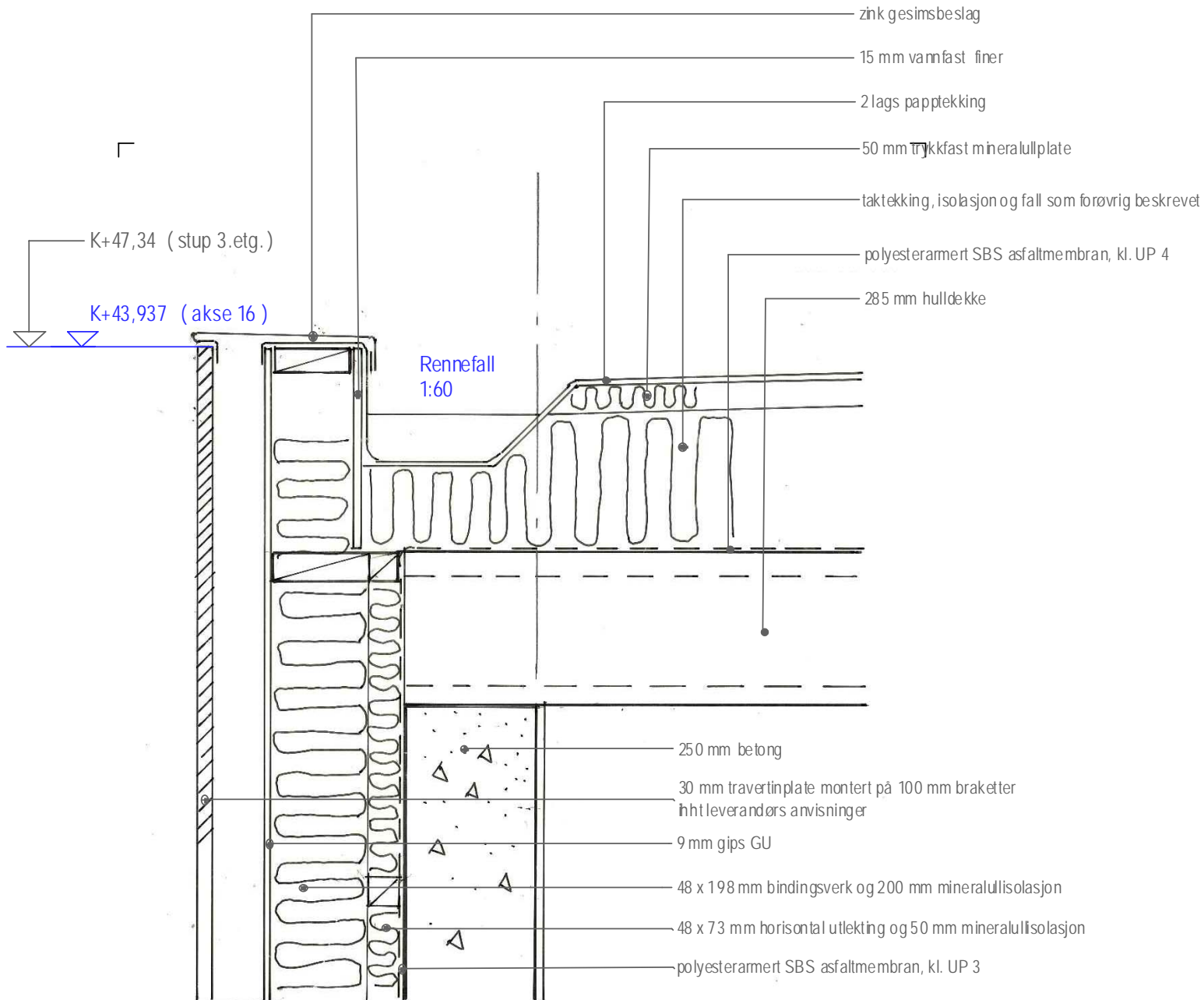
Tak i svømmehaller

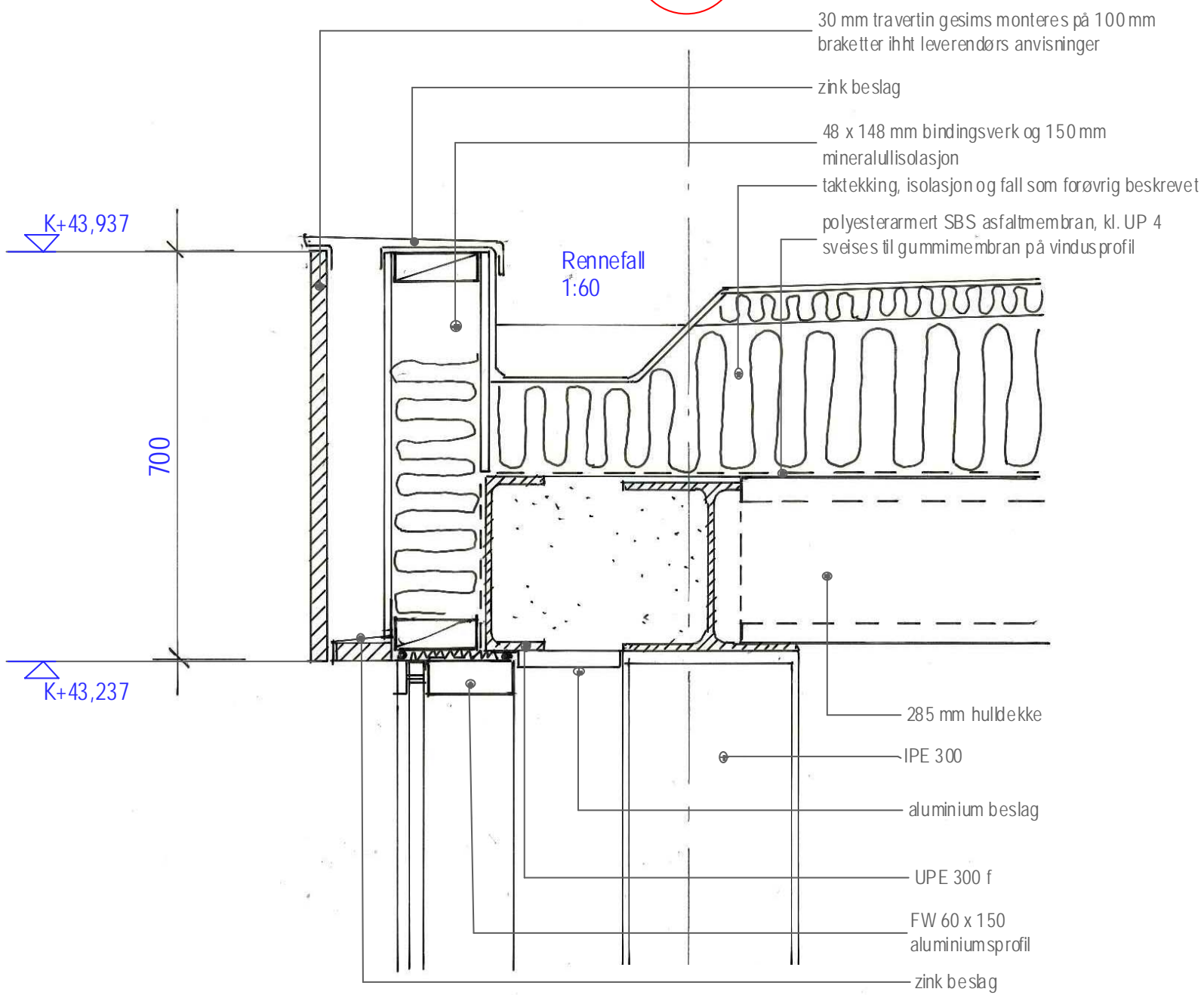
Hvilken taktype bør man velge?

- Velg kompakte tak med innvendige nedløp!
- Luftede tak får lettere luftlekkasjer og mye kondens!

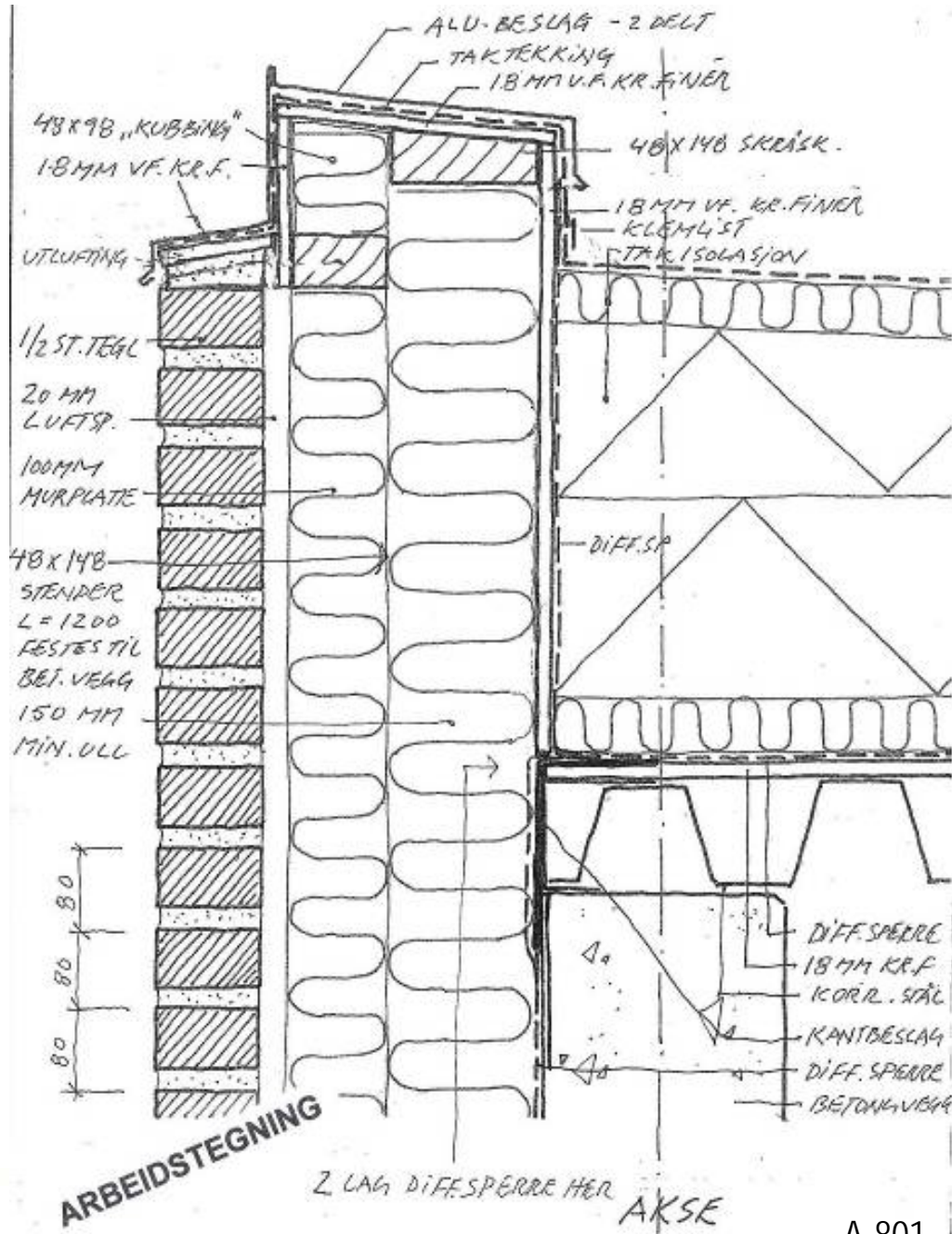


Dampsperre vegg og tak

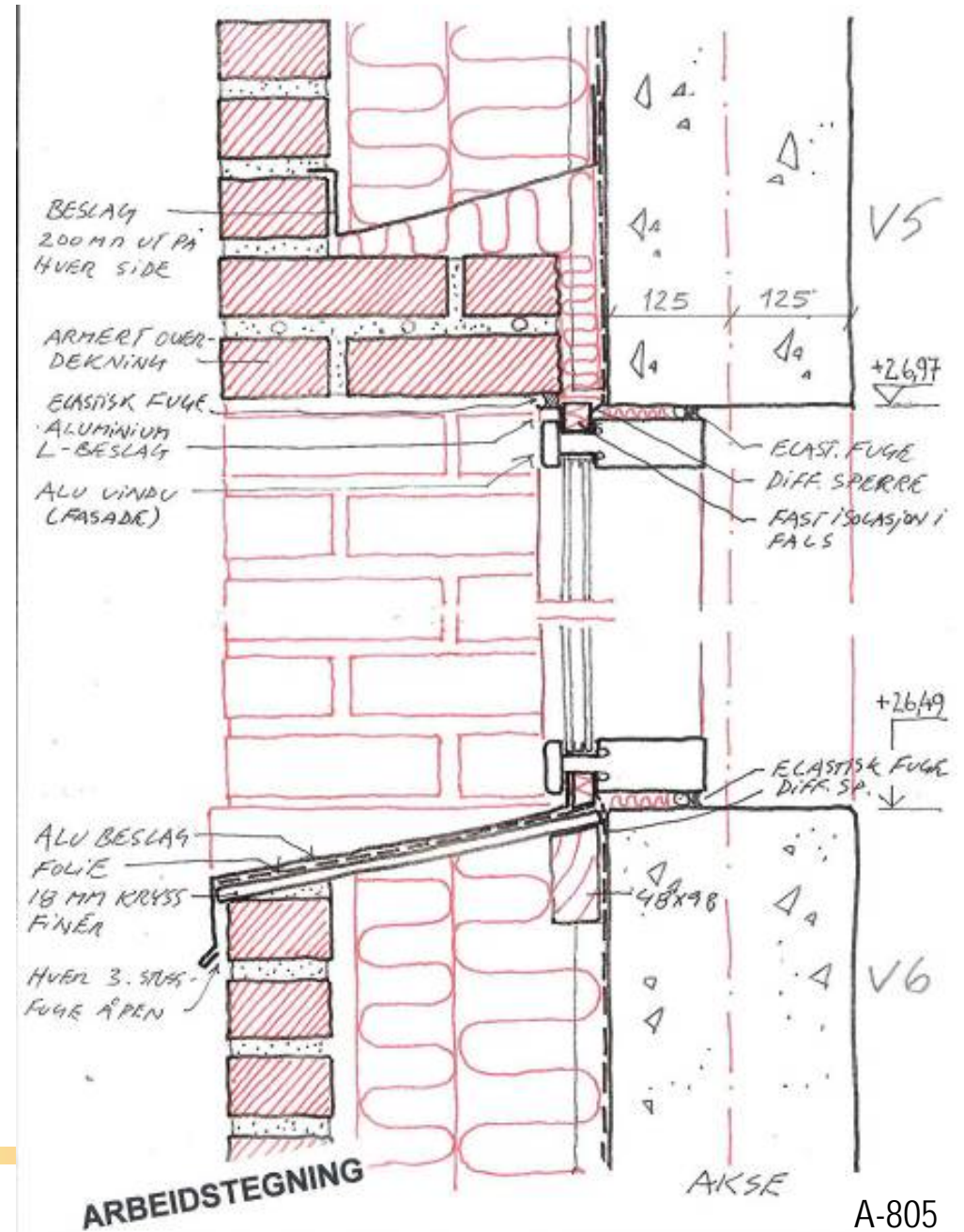




Dampsperre vegg og tak



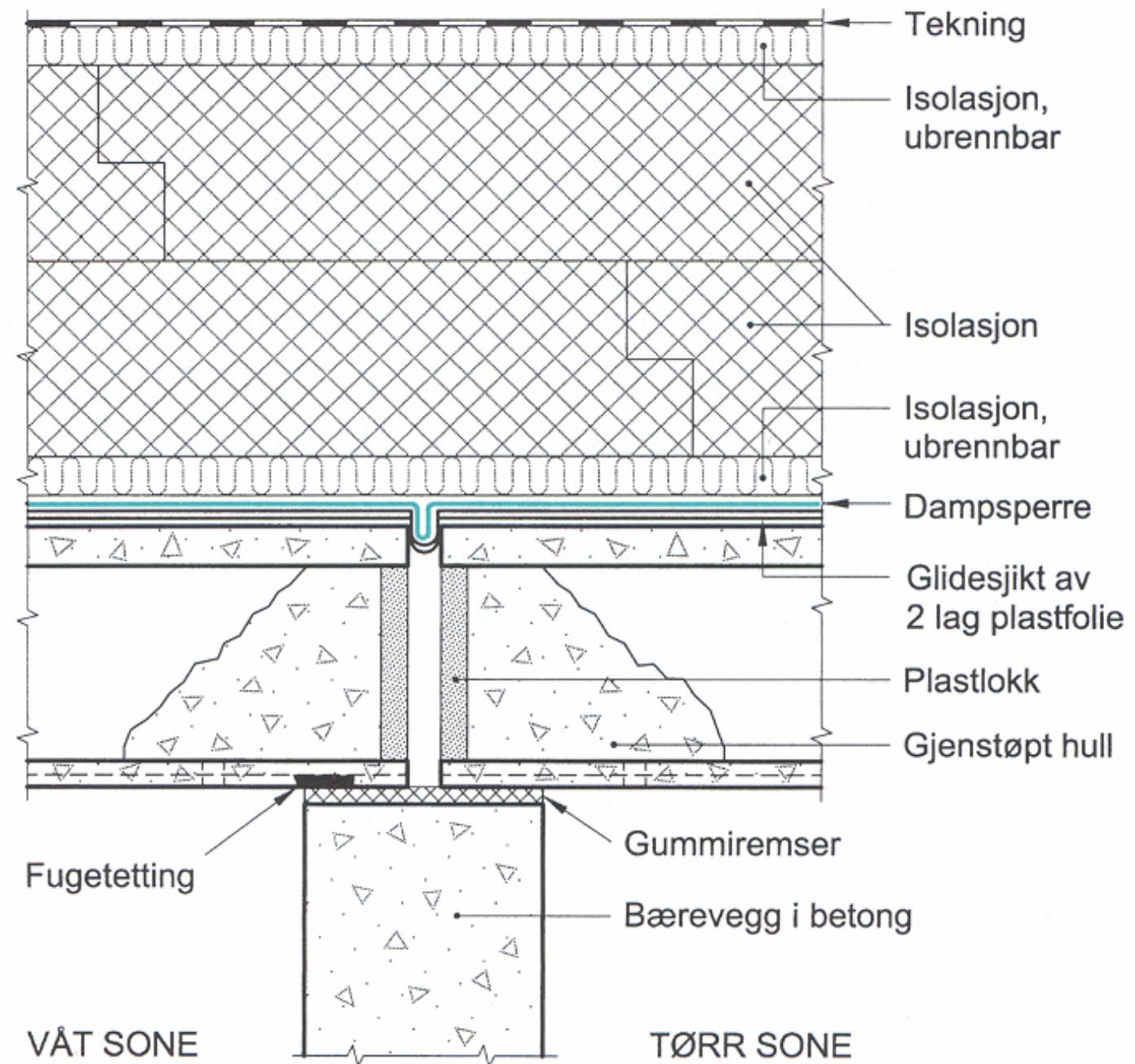
A-801



A-805

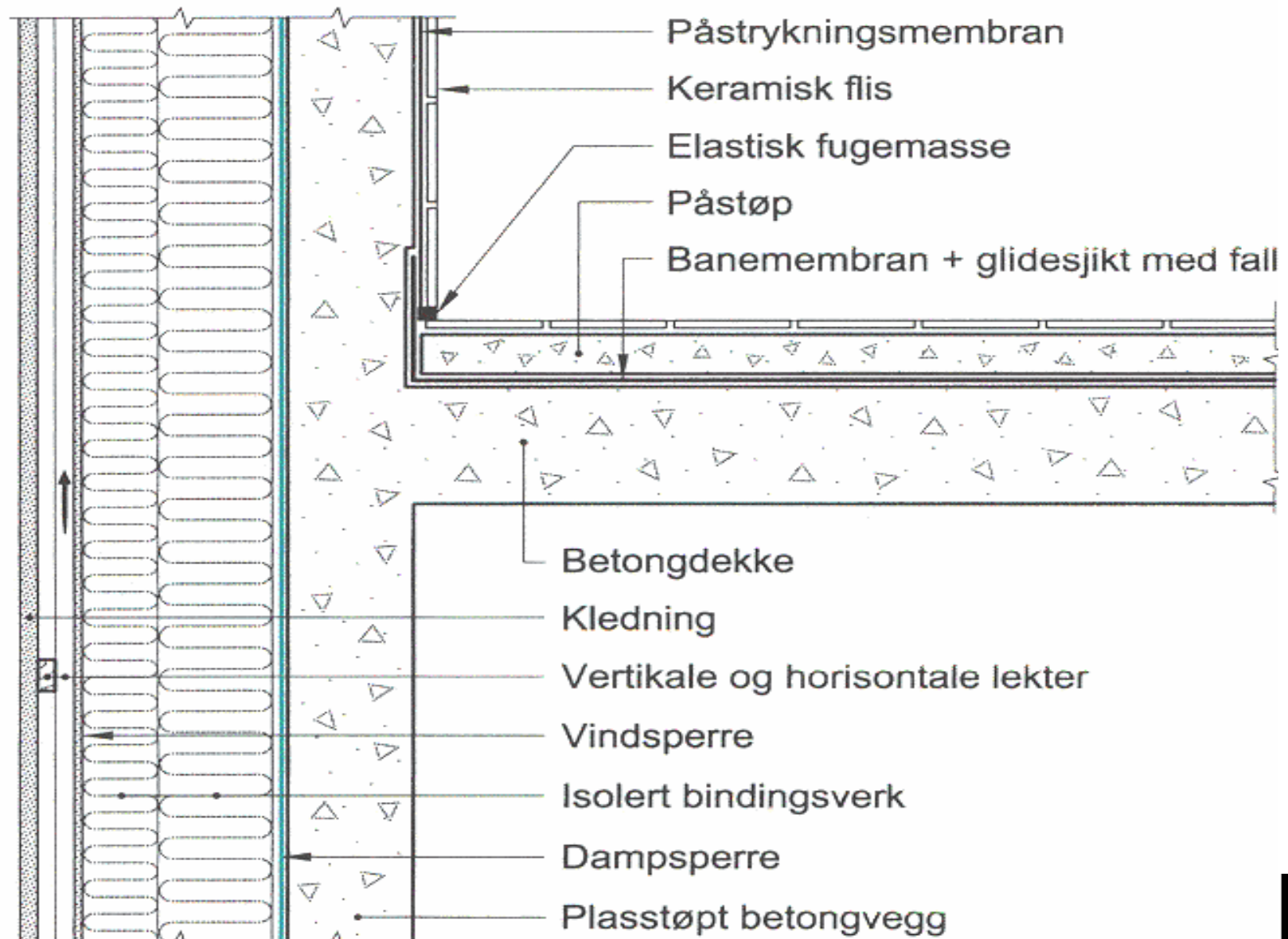
Innvendig klimaskille

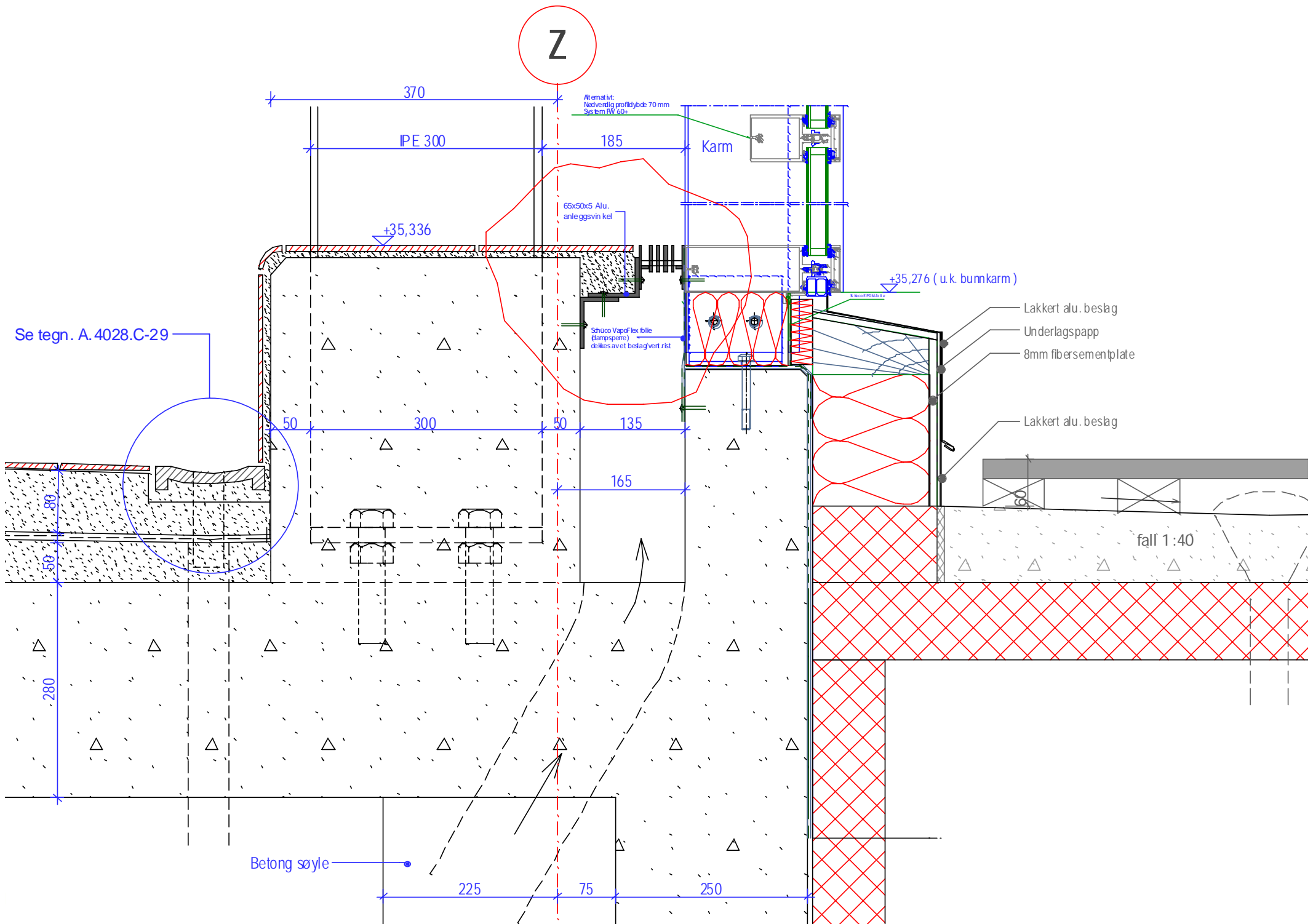
Figur: Byggforsk



Betongyttervegg og svømmehallsgulv

Figur: Byggforsk





Z

370

IPE 300

Alternativt:
Nedvertig profildybde 70 mm
System RW 60*

185

Karm

65x50x5 Alu.
anleggsvin kel

+35,336

+35,276 (u.k. bunnkarm)

Se tegn. A. 4028.C-29

Lakkert alu. beslag

Underlagspapp

8mm fibersementplate

Lakkert alu. beslag

fall 1:40

Betong søyle

225

75

250



Gulv i svømmehaller

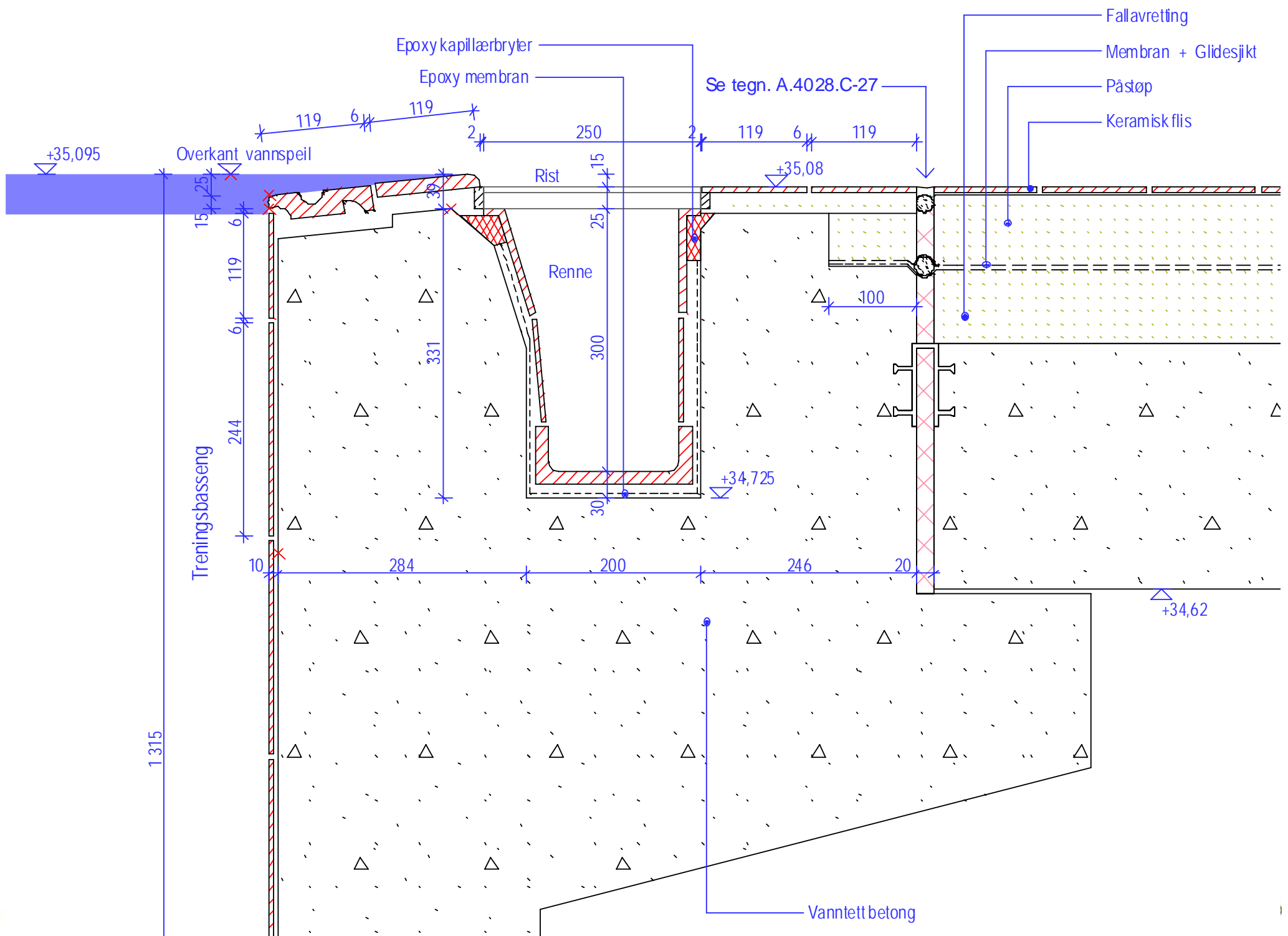


Dusj og garderobeanlegg

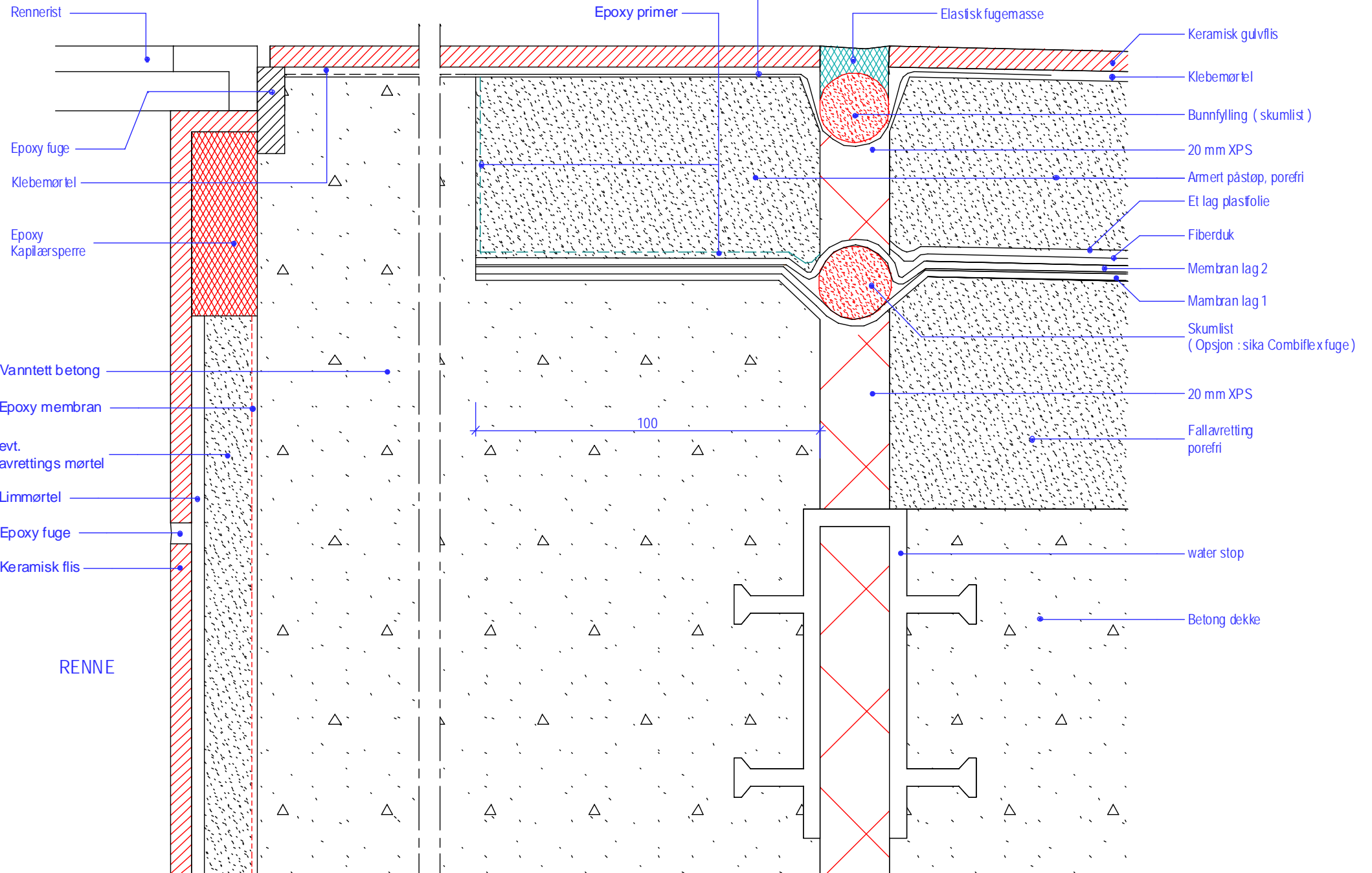


Materialer for gulv og vegger

- Vurder alltid *konsekvens* og *risiko*
- Meget store påkjenninger krever de beste materialer som man **vet** holder (lav risiko)!
- Materialer skal være tilpasset hverandre, og ha samsvarende levetid.
- Overflater må ha tilstrekkelig levetid (15 – 30 år).
- Underliggende materialer, f.eks membraner, må ha minst like lang levetid som overflatematerialer, f.eks fliser.
- Ikke la leverandører legge premisser og lage spesifikasjoner, det er uansett planleggerne som har ansvaret!



Gummiduk med am.nett (for påstrykn. membran)



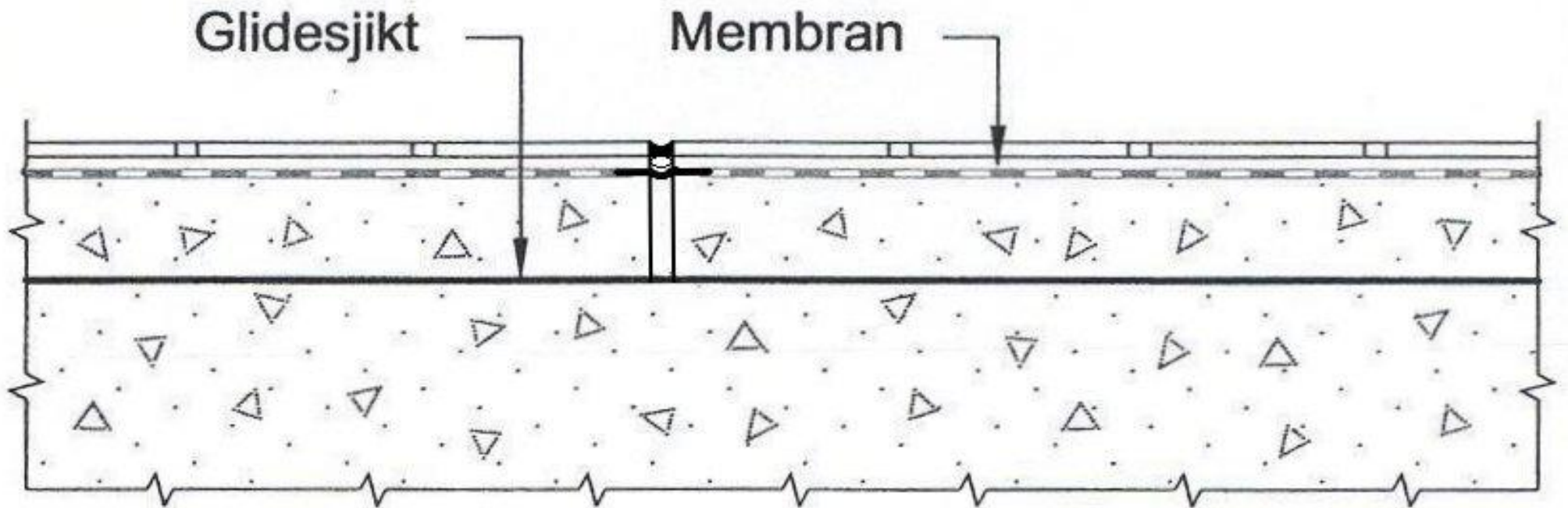
Membrantyper

1. Banemembraner av sveiste folier eller asfaltbelegg, løse eller **helklebet**
2. Påstrykningsmembraner av sement og polymerer, eventuelt armert med fiberduk
3. (Påstrykningsmembraner av plastdispersjoner)
4. Påstrykningsmembraner av herdeplaster (epoxy)
5. Påstrykningsmembraner med gummilatex

Hva vet vi om disse?

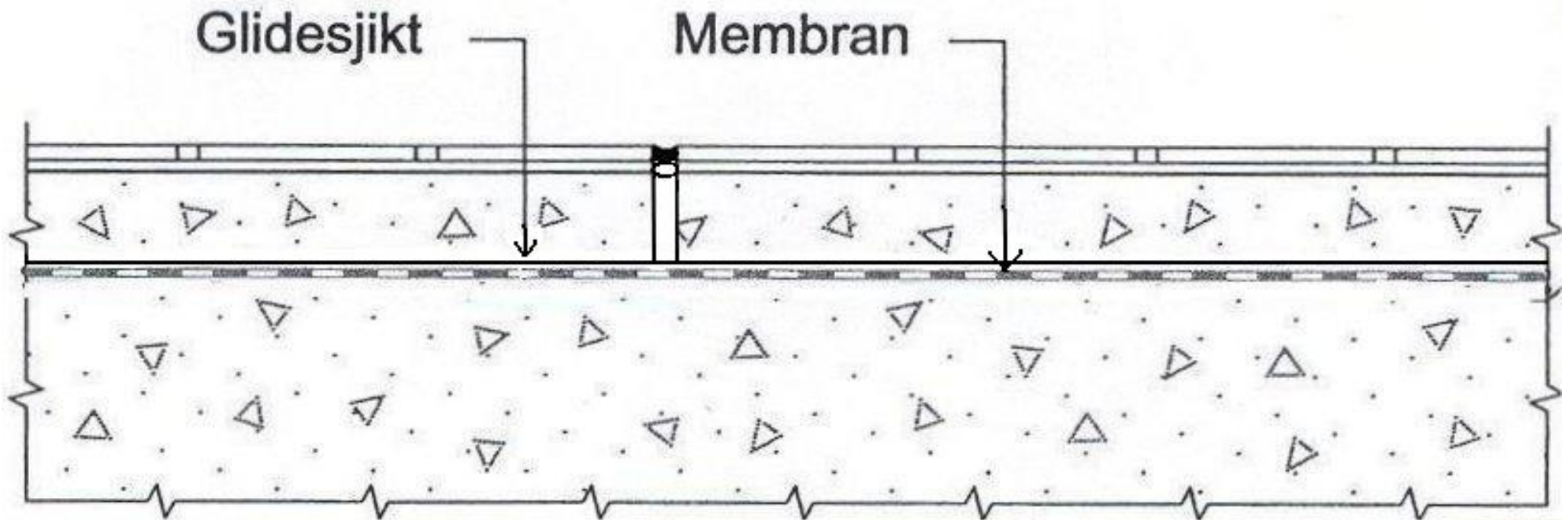
Gulvoppbygging, prinsipper

B) Flytende påstøp med overliggende membran



Gulvoppbygging, prinsipper

A) Flytende påstøp med underliggende membran





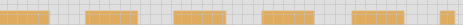


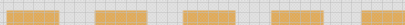
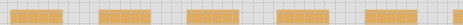
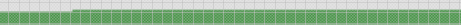
Sement- eller epoksyfuger ?

I flisoverflater er fugen det svakeste ledd, både for slitasjestyrke, kjemikaliebestandighet og vannopptak.




Produkttype	Klassebenevnelse	Beskrivelse
Sement	CG1	Standard sementbasert masse
	CG2	Forbedret sementbasert masse
	CG2 W	Forbedret sementbasert masse m. lavt vannopptak
	CG2 Ar	Forbedret sementbasert masse m. høy slitasjemotstand
Herdeplast	RG	Epoksy eller polyuretanmasse


Tabell 1: Tabellen viser klassebenevnelsene iht. NS –EN 13888:2002

	(CG1) Standard sementbaserte fugemasser	(CG2) Spesial sementbaserte fugemasser/silikat	Herdeplast (epoksy/polyuretan) (RG)
Innvending, tørre arealer med liten slitasjebelastning			
Innvending, tørre arealer med høy slitasjebelastning			
Våtrom med normal bruksbelastning			
Dusj og garderobeanlegg med nøytralt vannkvalitet *			
Dusj og garderobeanlegg med aggressivt vannkvalitet. *			
Svømmebassenger med aggressivt vann*			
Svømmebassenger med god vannbehandling*			
Utvendige arealer			
Næringsmiddelindustri			
Meierier			
Storkjøkken			
Verksteder/ vaskehaller			

* Vannkvalitetens innvirkning på fugevalg i badeanlegg er omtalt i Byggkeramikkforeningen informerer nr 7/04.

Tabell 4: Veiviser for fugevalg

 Egned fugemasse

 Kan benyttes (men undersøk leverandørens anbefalinger mht. egnethet)

Metall, korrosjon og korrosjonsbeskyttelse



Hvorfor er det så mange korrosjonsskader?

Mange av korrosjonsskadene skyldes:

- Høye temperaturer i moderne badeanlegg
- Mye mer sprut og forstøving av klorvann enn før
- Høyt innhold av klor og klorider pga stor personbelastning og høy temperatur. "Sjokk-klorering" benyttes ofte.
- "Bløtt" karbonatfattig vann fra norske vannverk • Underskudd av kalsium og bikarbonat ved drift av renseanleggene
- Bruk av klorkalsium for heving av pH-verdier
- Bruk av syrer for senking av pH-verdier
- Bruk av nye materialtyper med kort brukstid og lite dokumentasjon
- Redusert omfang av generell rengjøring og spyling med ferskvann (?)

Korrosjons- og miljøklasser

- Gjeldende norsk og internasjonal standard for miljøklassifisering er NS-EN ISO 12944-2 (1999). De viktigste kodene er:
-
- **C2 lav korrosivitet** Eks: uoppvarmede bygninger, lager, sportshaller (Tidl. korr.kl. 1)
- **C3 middels korrosivitet** Eks: Moderat by- og industri-atmosfære, Prod.lokaler med høy rel. fuktighet, vaskerier, bryggerier,... (Tidl. korr.kl. 2)
- **C4 høy korrosivitet** Eks: Industri og kyst med moderat saltinnhold. *Innendørs svømmebassenger*,... (Tidl. korr.kl. 3).
- **C5 meget høy korrosivitet** Eksempel: Aggressiv atmosfære, høyt salt- og kloridinnhold, konstant kondensasjon, *badeland med mye sprut*

Anbefalte miljøklasser for svømmehaller og badeanlegg

- Utendørs:
- Generelt på fasader og tak **C3**
- Lokalt ved utblåsingsrister økonomiinnngang, nær jord **C4**
-
- Innendørs
- A. Svømmehall og våtrom med klor-/saltholdig atmosfære
- - Generelt på flater som avspyles med ferskvann regelmessig: **C4**
- - For alle kraftoverførende komponenter og som ikke avspyles: **C5**
- B Våtrom og garderober etc uten klor-/ saltholdig atmosfære: **C2**
- C: Tørre rom uten vesentlig fuktproduksjon **C1**
- D Tekniske rom generelt **C3**
- E Rom for vannrensing, klorbehandling **C5**



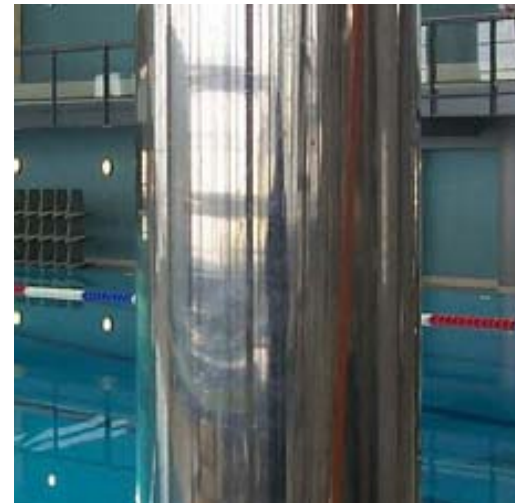
Korrosjon av varmforsinket stål i bade-anlegg.



Malt C-stål - Korrosjon fra undersiden av flens umulig å komme til for vedlikehold



Slørrust/overflate rust på slipt overflate



Blankpolerte overflater står bedre - overflaten har også hatt god tid til å passivere



Overflaterust på sveiser med en matt overflate



Sveiser i meget utsatt "plaskesone"



Korrosjon av sluk i spaltene under skrue festene



Servant tilkobling der feil materiale er blitt benyttet

Korrosjonssikring av bygningsdeler og elementer

- **Stålkonstruksjoner**
- *Varmforsinking:* NS-EN ISO 1461, NS-EN ISO 14713
Malingssystemer: NS-EN ISO 12944-5-7 (1999) Høy holdbarhet
- **Forslag til våtmalingssystem for varmforsinket stål fra Star Carboline**
- 1. Varmforsinking (*Tykkelse på galvanisering bestemmes av material tykkelse på det som galvaniseres.*)
- 2. Galvaniserte flater rengjøres/avfettes
- 3. Grunning: Fortynnet Carboguard E19 med en tykkelse 40 my.
- 4. Som mellomstrøk Carboguard 891 med en tykkelse på 100 my
- 5. Som toppstrøk Carboxane 2000 med en tykkelse på 125 my
- Totalt tørrfilmtykkelse = 265 my : **klasse C5**

Godkjenning for verkstedsbehandling av stål klasse C5



NBI Teknisk Godkjenning

NBI Technical Approval

Norges byggforskningsinstitutt

Norsk medlem i European Organisation for Technical Approvals EOTA
Norsk medlem i European Union of Agreement, UEAtc

Nr. 2303

Utstedt: 14.03.2002

Revidert: 26.08.2002

Gyldig til: 14.03.2007

Side: 1 av 2

Combi-Coat®

er godkjent av Norges byggforskningsinstitutt med egenskaper, bruksområde og betingelser for bruk som angitt i dette dokument.

1. Innehaver av godkjenningen

Ørsta Stålindustri AS

6150 Ørsta

Tlf.: 70 04 70 00

Fax.: 70 04 70 04

2. Produsent

Ørsta Stålindustri AS, Ørsta

3. Produktbeskrivelse

Combi-Coat® er korrosjonsbeskyttede stålprodukter basert på overflatebehandling med sink og pulverlakk. Produktene har dokumentasjon på at varmfor sinkingen

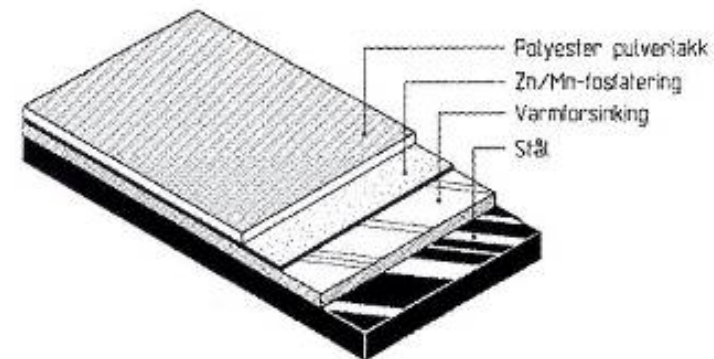


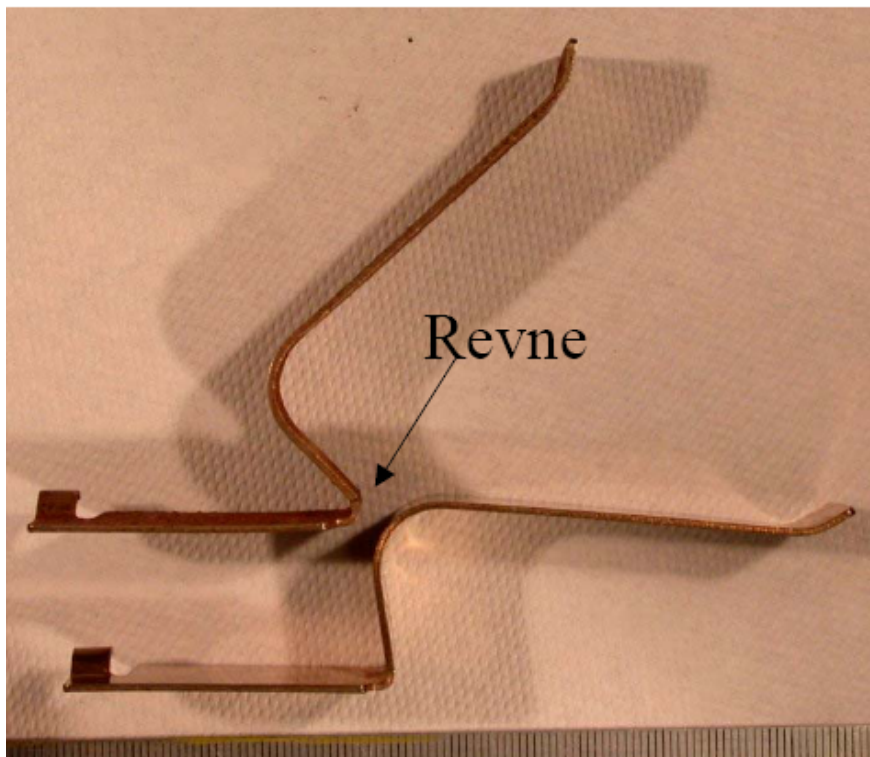
Fig. 1

Snitt av Combi-Coat® overflatebehandling



Konstruksjoner og utstyr av rustfritt stål

- Rustfritt stål i badeanlegg er vanligvis "syrefast stål".
 - korrosjonsskader, *til dels av alvorlig art med brudd og nedfall av himlinger og braketter etc.*
- *presisering av kvalitet:*
- **Rekkverk etc av rustfritt stål**
- *Rekkverk og ledere etc i svømmehall og våtrom som avspyles regelmessig med rent vann og poleres kan*
- *utføres i "syrefast" stål kvalitet med minst 2,5 % Mo, f. eks W. nr 1.4429, 1.4435, 1.4436 (SS 2343).*
- *AISI 316 / 316L med mindre enn 2,5 % molybden bør ikke anvendes.*



Brukket beslag til lysarmatur. Rustfritt fjærstål (type 17/7)

Hengestag, braketter, forankringer av rustfritt stål

- Hengestag, forankringer med store laster og/ eller vibrasjoner
- festebraketter for VVS- og EI-komponenter,
- varmtvanns trykkrør
- og andre deler som utsettes for høye spenninger og ikke omfattes av regelmessig rengjøring må vurderes spesielt.
- *Bare de mest høyverdige legeringene kan brukes, for eksempel kvalitet 1.4529 eller 1.4547 (254 SMO), med minst 18 % nikkel, 6% Molybden og innslag av nitrogen og kobber.*
- *eller bruk varmforsinket og malt stål i klasse C5*

Aluminium

- Ubehandlet aluminium bør ikke benyttes i badeanlegg
- 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 , for eksempel polyester.
- Lakken skal ha tilstrekkelig bestandighet mot svømmehallsatmosfære. Alle klipp-/sag-kanter skal ettermales.

Utvendig kan elokserte eller lakkerte aluminiumskonstruksjoner for miljøklasse C3 anvendes (C4 ved utblåsingsrister etc).











Premisser for et godt resultat

- **Motivasjon!**
 - Bygningsfysikk må prioriteres av prosjektledelsen.
- **Kompetanse** = kunnskaper og erfaring
 - dokumentert kompetanse i Bygningsfysikk i prosjekteringsgruppen
- **Tid og ressurser** må stilles til disposisjon
 - Det tar tid å løse vanskelige utfordringer, før utførelsen!
- **Samarbeid** gjennom hele byggesaken, også med entreprenøren.

Takk for oppmerksomheten !