

Terrasser for persontrafikk over oppvarmet rom.

INFORMASJONSBLAD Nr. 11

Revisjon desember 2019

"www.tpf-info.org

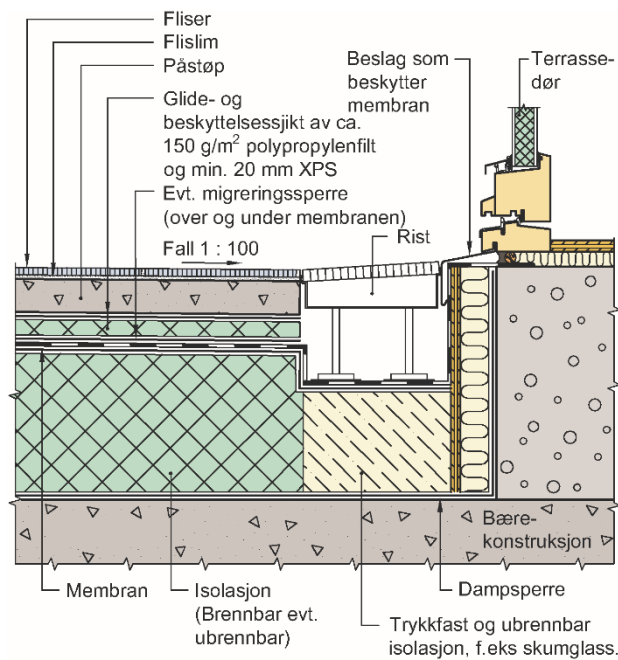
Takprodusentenes Forskningsgruppe

Forfatter:

Knut Noreng, SINTEF Community

Revisjon 2019:

Jørn Emil Gaarder, SINTEF Community



INNLEDNING

Dette informasjonsbladet er laget av Takprodusentenes Forskningsgruppe (TPF) og SINTEF Community. Informasjonsbladet omhandler flere aspekter ved prosjektering og bygging av terrasser med lett trafikk på etasjeskiller av betong. Terrasser med lett trafikk omfatter både enfamilieterrasser og større fellesterrasser, men kun terrasser med persontrafikk.

HVA ER TPF?

Takprodusentenes Forskningsgruppe (TPF) er en sammenslutning på frivillig basis av bedrifter som arbeider med taktekning i form av produksjon og leveranse av materialer eller utførelse av tekkearbeider.

Hensikten med TPF er å dekke et behov medlemmene har for forskning ved utvikling av isolasjons- og tekkesystemer, og å utgi informasjon om riktig bruk av disse.

En oversikt over hvilke bedrifter som er tilsluttet TPF finnes på hjemmesidene.

Innholdsfortegnelse

1.	GENERELT OM TERRASSER FOR PERSONTRAFIKK	3
1.1	Ordbruk og definisjoner	3
1.2	Konstruksjonsoppbygging	4
1.3	Lydtekniske krav	5
2.	TEKKEMATERIALER, OG TEKKING AV OMVENDTE TERRASSER	6
2.1	Takbelegg av plast eller gummi	6
2.2	Takbelegg av asfalt	6
2.3	Legging av membran i omvendte terrassekonstruksjoner.....	7
3.	ISOLASJONSTYPER FOR BRUK I TERRASSER.....	9
3.1	Generelt.....	9
3.2	Ubrennbar isolasjon	9
3.3	Brennbar isolasjon.....	9
3.4	Vakuumisolasjonspaneler (VIP).....	10
3.5	Isolasjonens brannegenskaper	11
3.6	Isolasjonens trykkfasthet	11
3.7	Varmeisolasjonsevne.....	12
3.8	Isolasjonens Miljøegenskaper	13
3.9	Bruk av brennbar isolasjon i terrasser.....	13
3.10	Anbefalte isolasjonsløsninger for terrasser med persontrafikk	15
4.	DAMPSPERRER	16
4.1	Dampsperrers funksjon	16
4.2	Ulike typer dampsperrer	16
4.3	Krav til dampsperrer.....	16
5.	FALL OG AVRENNING.....	18
5.1	Fall på membran og overflatesjikt	18
5.2	Nedløp	18
6.	TRINNFRI ADKOMST OG FUKTSIKRE LØSNINGER.....	20
7.	GLIDE- OG BESKYTTELSESSJIKT MELLOM MEMBRAN OG PÅSTØP.....	22
8.	SLITELAG PÅ TERRASSER MED PERSONTRAFIKK	23
8.1	Slitelag av tretremmer.....	23
8.2	Slitelag av betongheller på klosser	23
8.3	Slitelag av flis på oppleggsklosser.....	24
8.4	Slitelag av flis på betong.....	25

1. GENERELT OM TERRASSER FOR PERSONTRAFIKK

En terrasse over oppvarmet eller uoppvarmet rom bør betraktes som et flatt tak. Det må stilles følgende funksjonskrav:

- Terrassen skal være tett mot nedbør.
- Terrassen må utføres slik at vann ikke blir stående og slik at det ikke dannes is som kan demme opp vann, skade membranen eller forårsake andre ulemper.
- Terrassen må kunne tåle vanlig gangtrafikk og opphold uten at membranen eller varmeisolasjonen tar skade.
- Materialbruk og oppbyggingen av terrasser må i tillegg tilfredsstille de krav som stilles til energibruk, lydisolasjon og brann.

Terrasser er utsatte konstruksjoner som erfaringsmessig har hatt en del skader. God detaljutførelse og gode løsninger er spesielt viktig på terrasser.

På terrasser over oppvarmede rom utført som kompakte tak bør varmeisolasjonen legges på oversiden av bærekonstruksjonen. Også over uoppvarmede rom anbefales det at det legges 50-100 mm isolasjon på oversiden av bærekonstruksjonen for å unngå kondens.

Dette dokumentet omhandler kun terrasser for persontrafikk, - det omhandler ikke svalganger og heller ikke terrasser for biltrafikk.

1.1 Ordbruk og definisjoner

Terrasse:	Uteoppholdsplass plassert på terreng eller over oppvarmet rom. Terrasser kan være enfamilieterrasser eller fellesterrasser, og være beregnet for forskjellig bruk som ren persontrafikk eller for en kombinasjon av person- og biltrafikk eller som takhager med både oppholdsarealer og beplantninger. I dette prosjektet omtales kun terrasser for persontrafikk.
Balkong:	Uteoppholdsplass over bakken som bæres ved utkraging.
Veranda:	Uteoppholdsplass over bakken som helt eller delvis bæres av utvendige bæresøyler
Svalgang/altangang:	Med altangang menes en åpen atkomstvei over bakkeplan langs fasaden, mens svalgang er en tilsvarende overbygd eller inntrukket atkomstvei. Svalgangen og altangangen er minst én etasje opp fra terrengnivå. Dette betyr vanligvis at den er en rømningsvei eller en del av en rømningsvei.
Takbelegg:	Fleksible tettesjikt av asfalt, plast eller gummi levert på rull som legges ut og sveises sammen til et vanntett sjikt på tak eller terrasse.
Taktekning:	Takets ytterste værhud. Ofte et takbelegg, men på en terrasse kan begrepet taktekking også omfatte f.eks en påstøp med flis som er ytterste sjikt. Takbelegg av asfalt, plast eller gummi kan også betegnes taktekning når det ligger utildekket, dvs. eksponert for vær og vind.
Membran:	Vanntett sjikt. Betegnelsen membran benyttes ofte for et vanntett sjikt av typen takbelegg av asfalt, plast eller gummi som er bygget inn i konstruksjonen. For eksempel som på en terrasse der takbelegget ofte omtales som membran for å vise at det er tildekket av en påstøp.
Isolasjon:	Varmeisolasjon levert i plater, kan enten være brennbar eller ubrennbar.
Ubrennbar isolasjon:	Isolasjon klassifisert som A2-s1,d0 i henhold til NS-EN 13501-1 eller bedre
Brennbar isolasjon:	Isolasjon klassifisert som B1-s1,d0 i henhold til NS-EN 13501-1 eller dårligere

1.2 Konstruksjonsoppbygging

Terrasser over oppvarmet eller uoppvarmet rom kan utføres både som rettvendt tak, omvendt tak eller duotak. Rettvendte tak er den mest utbredte typen av vanlige kompakte tak, men i terrassekonstruksjoner benyttes også omvendte og duoløsninger mye.

- Rettvendte tak har bærekonstruksjonen nederst, og overliggende dampsperre, isolasjon og takteknig samt et slitelag.
- Omvendte tak har membranen plassert på bærekonstruksjonen, og over den isolasjon og slitelag.
- Duotak har isolasjon både under og over membranen.

På rettvendte tak er det lett å komme til membranen for tilsyn og vedlikehold, men membranen kan være mer skadeutsatt enn for omvendte konstruksjoner eller duokonstruksjoner.

I omvendte tak og duotak er membranen innebygd og beskyttet mot skader, men hvis man har fått en lekkasje er det oftest mer arbeidskrevende og kostbart å søke etter samt utbedre lekkasjen.

Der membranen er et takbelegg av PVC må migreringssperre mot bla EPS benyttes, se mer i pkt 2.1.

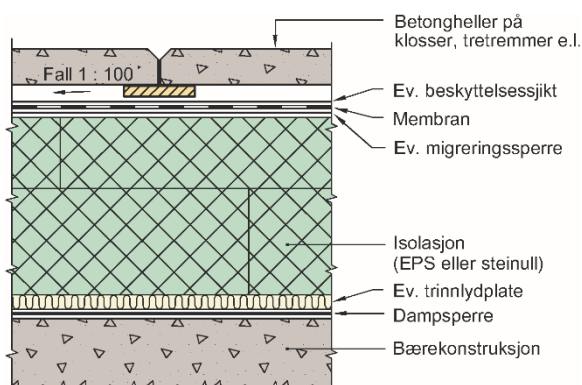


Fig 1a.

Rettvendt terrassekonstruksjon

Membranen er plassert over varmeisolasjonen.

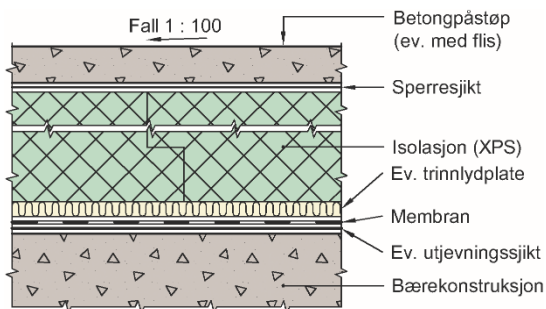


Fig 1b.

Omvendt terrassekonstruksjon

Membranen er plassert under varmeisolasjonen.

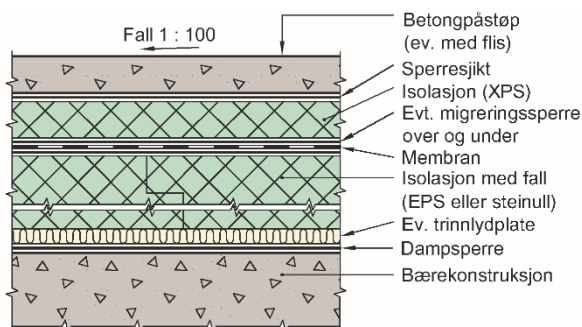


Fig 1c. Duo terrassekonstruksjon

Isolasjon både over og under membranen.

Rettvendte tak

Rettvendte tak har bærekonstruksjonen nederst, og overliggende dampsperre, isolasjon og takbelegg. TPF anbefaler å bygge terrasser for persontrafikk som rettvendt kompakt tak for enfamilieterasser med lett trafikk, og med slitelag av tretremmer eller betongheller på klosser. Membranen/takbelegget ligger da på oversiden av varmeisolasjonen og er lett tilgjengelig for renhold, tilsyn og vedlikehold, se fig. 1a.

Omvendte tak

Omvendte tak har membranen lagt direkte på den bærende konstruksjonen. Over membranen legges isolasjon og ballast i form av beskyttende slitelag. Et eksempel vises i fig. 1b.

Duotak

Duotak, se fig 1c, har isolasjon både under og over membranen. Duotak kan være et alternativ på terrasser med påstøp. Isolasjonen fungerer da også som beskyttelse av membranen

Omvendte tak og duotak

På omvendte terrasser og terrasser med duoløsning, anbefales tett slitelag som påstøp (ev. med flis) og fall min 1:100 mot sluk for å hindre vann og slam å trenge inn i isolasjons-sjiktet der det kan gi redusert isolasjonsevne og gi grunnlag for ubehagelig lukt.

I omvendte tak og duotak med slitelag av påstøp, er det spesielt viktig å beskytte membranen mot mekaniske skader i byggeperioden.

1.3 Lydtekniske krav

Krav i TEK

TEK angir funksjonskrav for luftlyd- og trinnlydisoleringen til skillekonstruksjoner mellom ulike boenheter. Lydklasse C etter NS 8175 gir laveste grenseverdier som må tilfredsstilles i henhold til veiledningen til TEK. Grenseverdiene for trinnlyd i en boenhet er:

- $L'_{n,w} \leq 58$ dB fra terrasse tilhørende annen boenhet
- $L'_{n,w} \leq 54$ dB fra fellesareal, felles gang, svalgang o.l.
- $L'_{n,w} \leq 48$ dB fra felles takterrasse, garasjeanlegg m.m.

Valg av løsning

For å tilfredsstille grenseverdien på $L'_{n,w} \leq 48$ (og 54 dB) er det nødvendig med 50 mm trinnlydplate av mineralull ned mot bærekonstruksjonen eller ved bruk av spesialdimensjonerte, vibrasjonsdempende klosser under betongheller.

Figur 1b og 1c viser eksempel på konstruksjon som tilfredsstiller $L'_{n,w} \leq 48$ dB når det er benyttet 50 mm trinnlydplate.

Konstruksjon utført i henhold til Figur 1a med slitelag av betongheller lagt på vanlige XPS- eller gummiklosser på takbelegget og med 50 mm trinnlydplate av mineralull ned mot bærekonstruksjonen tilfredsstiller $L'_{n,w} \leq 54$ dB. Konstruksjon utført i henhold til Figur 1a med slitelag av betongheller lagt på spesialdimensjonerte, vibrasjonsdempende klosser på takbelegget og med 50 mm trinnlydplate av mineralull ned mot bærekonstruksjonen tilfredsstiller $L'_{n,w} \leq 48$ dB. Konstruksjon utført i henhold til Figur 1a med slitelag av tretremmer lagt direkte på takbelegget og med 50 mm trinnlydplate av mineralull ned mot bærekonstruksjonen tilfredsstiller $L'_{n,w} \leq 54$ dB.

For å tilfredsstille grenseverdi $L'_{n,w} \leq 58$ dB for konstruksjon med slitelag av betongheller på klosser eller tretremmer? er det nødvendig med trinnlyddempende knasteplater ned mot bærekonstruksjonen, eller alternativt elastiske klosser av ekstrudert polystyren (XPS) eller rillete gummiklosser. 50 mm trinnlydplate av mineralull er da ikke nødvendig?

Å benytte knasteplate i stede for 50 mm trinnlydplate vil ikke være tilstrekkelig for å tilfredsstille $L'_{n,w} \leq 58$ dB når den er underlag for påstøp.

Alle løsningene forutsetter en underliggende konstruksjon av minst 200 mm betong eller annen løsning med tilsvarende flatevekt.

2. TEKKEMATERIALER, OG TEKING AV OMVENDTE TERRASSER

2.1 Takbelegg av plast eller gummi

Det fins flere typer takbelegg av plast eller gummi, noen er spesielt tilpasset bruksområdet terrasser. Takbeleggene kan ha forskjellig kjemisk sammensetning av grunnmateriale og tilsetningsstoffer, og kan ha ulik sjiktoppbygning og tykkelse. Noen takbelegg av denne typen er laget spesielt for bruk innebygd i konstruksjonen, andre er beregnet for ballast eller som eksponert mekanisk festet taktekning. Takbeleggene leveres på ruller med bredde på 1–2 m, lengde på 15–20 m og tykkelse på 1,2–2,4 mm. På forespørsel kan de vanligvis leveres etter spesielle mål. På terrasser anbefaler vi at det velges et takbelegg f.eks av PVC med god punkteringsmotstand og tykkelse på minst 1,5 mm. Rullene plasseres på paller og beskyttes med presenning eller liknende. Liggende ruller bør ikke belastes.

På terrasser, eller innebygd i terrasser, er det vanlig å benytte takbelegg som er armert med glassfilt og som er tilsatt stabilisatorer for å gjøre produktet bestandig mot høye og lave temperaturer og mot ultrafiolett stråling på steder som oppkanter eller parapeter der takbelegget ikke er tildekket. Det anbefales å legge takbelegget løst, men med fastholding i overgangen mot oppkanter og parapeter. Det leveres også membraner beregnet som vanntettende sjikt på terrasser for persontrafikk limt til underlag av betong eller påstøp. Membranen legges da som en toppmembran rett under fliser, eller med sliteflate av heller på klosser eller tretremmer.

Polyvinylklorid, PVC, blir tilsatt ca 30 – 35 % mykner for å gi ønskede egenskaper. For å modifisere enkelte egenskaper kan PVC tilsettes hjelpestoffer som brannhemmende midler, UV-stabilisatorer eller pigmenter.

Takbelegg av PVC er tilsatt myknere som vil vandre fra PVC-takbelegget og over til enkelte andre produkter som EPS- og XPS-isolasjon, gammelt PVC-takbelegg eller asfalt takbelegg. Dette kalles migrering. For å stoppe denne mekanismen må PVC-belegget adskilles fysisk fra disse produktene ved hjelp av en migreringssperre av f.eks 100 g/m² glassfilt. Se mer om dette i leverandørens leggeanvisninger.

På figurene i dokumentet er dette vist ved påskriften "ev. migreringssperre" og skal forstås som nødvendig mellom PVC-belegg og f.eks EPS/XPS-isolasjon, ikke for de andre membrantypene.

Polyolefiner. Takbelegg av fleksible polyolefiner (forkortes gjerne til FPO eller TPO) er ofte lagd på basis av en sampolymerisering av eten og propen. Polyolefinfolier er tilsatt hjelpestoffer som brannhemmende midler, UV-stabilisatorer, pigmenter o.l., men er ikke tilsatt mykner.

2.2 Takbelegg av asfalt

Ulike asfalt takbelegg er i stor grad bygd opp etter felles hovedprinsipp, med en stamme eller armering som er impregnert og deretter belagt med asfalt (bitumen) på begge sider. Selv om hovedprinsippet for oppbygning er det samme, fins det et utall produktvarianter tilpasset og beregnet for spesifikke bruksområder. Både ett-lags og to-lags asfalt takbelegg benyttes.

Ett-lagsbelegg og overlagsbelegg i to-lags tekkesystemer har ofte skiferstrø på oversiden. Det gir flere valgmuligheter vedrørende visuelt uttrykk, sklisikkerhet og beskyttelse mot UV-stråler.

Asfalt takbelegg har et sjikt på undersiden av finkornet sand, talkum eller tynn folie. Der takbelegget er løst lagt og mekanisk festet, hindrer baksidesjiktet blant annet at belegget hefter til underlaget. På den måten unngår man at fukt- eller temperaturbevegelser i underlaget blir overført til takbelegget.

I to-lagssystemer skal alltid overlaget helsveises eller-klebes til underlaget, også opp på oppbretter, og vann skal ikke kunne trenge inn mellom de to lagene. Ved gjennomføringer ev. spesielle detaljer se produsentens leggeanvisning.

Asfalt takbelegg leveres på ruller, vanligvis med bredde på 1 m, lengde på 7–12 m og tykkelse på 3,0–5,0 mm for ettlags- og 6–8 mm for tolagssystemer. Lengre ruller kan leveres på bestilling.

Ruller med asfalt takbelegg må lagres stående på paller.



Asfalt takbelegg er tilsatt polymer for å gjøre det fleksibelt. To hovedtyper polymer benyttes **Elastomerasfalt (SBS-asfalt)** begynner å smelte ved ca. 120 °C, og kan begynne å sprekke under bøyebelastning fra temperaturer i området –15 - –25 °C. Egenskapene varierer noe med mengden polymertilsetning. Normalt tilsettes 10–15 % SBS (elastiserende tilsetning) i forhold til bitumenmengde. Etter strekkbelastninger har et SBS-asfalttakbelegg en viss evne til å trekke seg sammen igjen. **Plastomerasfalt (APP-asfalt)** begynner å smelte ved ca. 140 °C, og kan begynne å sprekke under bøyebelastning fra temperaturer i området –5 - –15 °C. Også for APP-asfalt kan egenskapene variere med sammensetningen. Normalt tilsettes 20–30 % APP (plastiserende tilsetning) i forhold til bitumenmengde. Etter strekkbelastning vil APP-asfalt ikke ha evne til å trekke seg sammen igjen, og kan dermed i noe større grad enn SBS-asfalter få varige deformasjoner.

2.3 Legging av membran i omvendte terrassekonstruksjoner

I omvendte konstruksjoner legges membranen direkte på underliggende bærekonstruksjon. Bærekonstruksjonen i terrasser er som regel av plasstøpt betong eller betongelementer. I noen tilfeller kan bærekonstruksjonen være trebaserte plater eller massivelementer av tre. Om fall og avrenning, se kap. 5.

Plasstøpt betong som underlag for membranen må ha en jevn overflate tilsvarende brettskurt betong. Betongelementer må være forankret til hverandre. For hulldekkeelementer vil det si at fugene mellom elementene må være utstøpt.

Underlaget må være rent og tørt, det vil si fritt for vann, snø og løse partikler som stein eller rester av bygningsmaterialer, og uten spisse punkter som kan skade membranen.

Løst lagt asfalt takbelegg.

På underlag av betong med ujevnheter i overflaten som ikke er større enn tilsvarende brettskurt betong, kan asfaltbelegget legges direkte på underlaget. Større oppstikkende ujevnheter som kan skade membranen må fjernes/slipes ned. Skarpe kanter bør unngås eller slipes ned. Eventuelle groper må avrettes med betong før tekkearbeidene starter.

På trebaserte underlag gjelder de samme hovedregler om at ujevnheter som kan skade belegget må fjernes.

Som alternativ hvis underlaget har oppstikkende ujevnheter som kan skade belegget kan det legges ut en for eksempel 20 mm tykk avrettingsplate av steinull mellom underlaget og asfalt takbelegget.

Kontaktsveist eller klebet asfalt takbelegg til underlag av betong

Asfalt takbelegg kan helsveises eller helklebes direkte til underlag av betong med ujevnheter i overflaten som ikke er større enn tilsvarende brettskurt betong. Større oppstikkende ujevnheter som kan skade membranen må fjernes/slipes ned. Skarpe kanter bør unngås eller slipes ned og eventuelle groper må avrettes.

Fordelen med helklebet eller helsveiset membran er at vann ikke kan komme inn under membranen. Det gjør det enklere å lokalisere og utbedre eventuelle lekkasjer.

Overflaten skal være rengjort f.eks. med trykkluft, og være primet for å sikre at membranen har ønsket heft til betongoverflaten. Kontroller at fuktinnholdet i betongen ikke er for stor i forhold til brukskriterier for primeren.

Benytt alltid helsveisede omleggsskjøter også på asfalt takbelegg som er helklebet eller helsveist til underlaget.

Over bevegelsesfuger eller andre tilsvarende overganger må det benyttes spesielle løsninger for helklebet eller helsveiset membran, f.eks. en løst lagt remse av takbelegg som glidesjikt sentrisk plassert over bevegelsesfugen som tillater fri bevegelse i forhold til underlaget i nødvendig omfang. Se fig 2. De som prosjekterer bygget må i slike tilfeller oppgi hvor store bevegelser som kan oppstå. Med f.eks. 0,5 m bred løstliggende belegg/glidesjikt, kan løsningen tåle det meste av normale bevegelser, og kan benyttes der rådgivende ingeniør bygg ikke har spesifisert bevegelens omfang eller fugens utførelse.

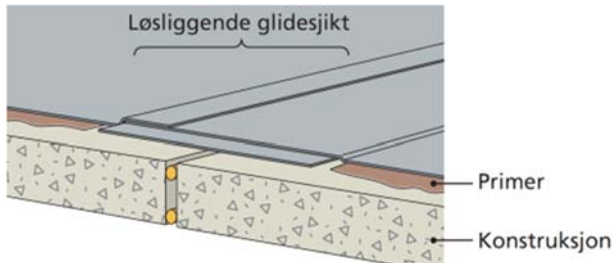


Fig. 2. Eksempel på utførelse over bevegelsesfuge.

Løst lagt takbelegg av plast eller gummi.

For å beskytte takbelegg av plast eller gummi mot ujevnheter og skader fra underlaget er det nødvendig med et beskyttelseslag:

- På underlag av betong og lettbetong der det ikke er ujevnheter i overflaten som er større enn tilsvarende brettstukt betong anbefales et glide- og beskyttelsessjikt av ca. 150 g/m² polypropylenfilt. På mer ujevne underlag benyttes ca. 200 - 300 g/m² polypropylenfilt (polyesterfilt anbefales ikke da det går dårlig sammen fuktig betong).
- På massivtrelementer eller taktro av tre bør man bruke en fiberduk av polyesterfilt med flatevekt på ca. 150 - 300 g/m² (tykkelsen vurderes etter hvor ujevnt underlaget er). Den kan ta opp ujevnheter og beskytte takbelegget mot tvangskrefter fra fukt- eller temperatur-bevegelser som blir overført fra underlaget til takbelegget og fungerer da som et glide- og beskyttelsessjikt.

3. ISOLASJONSTYPER FOR BRUK I TERRASSER

3.1 Generelt

Isolasjonstykkelsen må tilpasses kravet til varmeisolerings. Kravet til U-verdi for bygningsdelen tak og takterrasser er $0,13 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ i henhold til TEK 17. Kravet kan fravikes hvis andre energiltak kompenserer for økt energibehov eller ved at bygningens samlede netto energibehov ligger innenfor rammekravet. U-verdi for tak skal imidlertid ikke overskride $0,18 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Av hensyn til energibruk og å unngå kuldebroer er det ønskelig med minst 100 mm tykk isolasjon, også ved sluk. Minste isolasjonstykkelse i et terrassedekke over uoppvarmet rom for å unngå kondens er 50 mm, men på terrasser anbefaler vi i dag minimum 100 mm (klasse 37).

Aktuelle isolasjonsmaterialer for takterrasser er:

- ubrennbar isolasjon (tilfredsstiller klasse A2-s1, d0 eller bedre): mineralull og skumglass
- brennbar isolasjon: ekspandert polystyren (EPS), ekstrudert polystyren (XPS) og polyisocyanurate (PIR)
- vakuumisolasjonspaneler (VIP) er ikke så mye benyttet i dag, men kan være aktuelt der liten isolasjonstykkelse er ønskelig på grunn av begrenset byggehøyde

Type isolasjon må velges i hht de krav og behov man har i hver enkelt byggesak. Viktige forhold det må tas hensyn til kan være brannkrav, trykkstyrke, fuktopptak, trinnlyddemping eller U-verdi og tilgjengelig byggehøyde.

3.2 Ubrennbar isolasjon

Mineralull er en fellesbetegnelse for steinull og glassull. Medium harde plater brukes der isolasjonen skal bære last som for eksempel på tak og terrasser.

Glassull er framstilt av et spesielt borsilikatglass. Glasset varmes opp til ca. 1400°C , og massen dras ut til fibrer gjennom hull i roterende munnstykker. Typisk trykkstyrke er i dag $30\text{--}40 \text{ kN}/\text{m}^2$ for plater til oppbygging av nødvendig tykkelse og $60 \text{ kN}/\text{m}^2$ for Topp-plater. Glassull kan leveres med trykkstyrke opp til CS(10)60, det vil si 60 kPa (kN/m^2) ved 10 % deformasjon til bruk i kompakte tak og ev. terrasser. Ved slik trykkstyrke må det benyttes XPS- eller gummiklosser minimum $150 \times 150 \text{ mm}$, ev. brede tilfarere, slik at personlasten fordeles til en større flate og dannelsen av groper med stående vann unngås.

Steinull produseres ved at stein (diabas) smeltes ved ca. 1500°C . Materialet blir omdannet til fibrer ved at massen slynges ut fra et hjul eller en skive. Støvdempingsolje og fenolharpikslim blir tilsatt for å binde fibre sammen og forbedre produkttegenskapene. Steinull kan leveres med trykkstyrke opp til CS(10)100, det vil si 100 kPa (kN/m^2) ved 10 % deformasjon til bruk i terrasser. Et egnet valg for terrasser er bruk av en 30 mm topp-plate med trykkstyrke CS(10)80, det vil si 80 kPa (kN/m^2).

Skumglass er et glassprodukt. Produktet leveres som plater og som granulat for løs utlegging. Skumglass produseres av finmalt glass. Glasspulveret blandes med en aktivator som gir gassutvikling slik at pulveret ekspanderer ved oppvarming.

Plater av skumglass har lukket porestruktur, er ganske damp tett og har forholdsvis lavt fuktopptak og høy trykkfasthet. Skumglass er ubrennbar. Produktet brukes som varmeisolasjon i omvendte tak og på terrasser.

3.3 Brennbar isolasjon

Ekspandert polystyren (EPS) produseres ved at små kuler av polystyren som ekspanderes ved oppvarming med vanndamp. Polystyrenkulene ekspanderes først i en forskummer. Etter en kort mellomagring varmes kulene opp med vanndamp. De ekspanderer videre og bindes sammen i kontaktflatene. Isolasjonen støpes ut i plater, blokker eller kontinuerlig på bånd. EPS har delvis åpen porestruktur. EPS leveres med fall 1:100, 1:60 og 1:40.

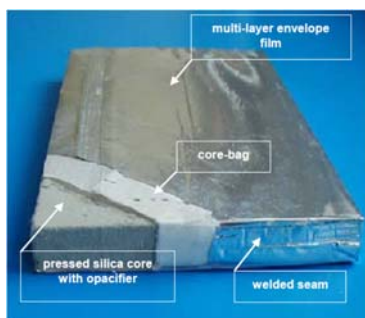
Ekstrudert polystyren (XPS) produseres ved at smeltet polystyren tilsettes ekspansjonsgass. Når polystyrenmassen ekstruderes gjennom en dyse, foregår en trykkavlastning og massen ekspanderer. Materialet produseres i sammenhengende lengder som kuttes opp etter avkjøling. XPS har lukket porestruktur og gjerne en tynn plasthud på overflaten. XPS leveres ikke med fall.

Isolasjon av polyisocyanurat, PIR-isolasjon, har allerede vært på markedet en tid. Isolasjonsplater av PIR leveres som sandwich på grunn av produksjonsprosessen, dvs isolasjon mellom to sjikt av kartong, plast eller metall. Isolasjonsplatene leveres i forskjellige formater og tykkelser, med og uten fals. PIR-isolasjon er brennbar, og følgende regler for bruk i tak og terrasser gjelder:

- Uten tilleggsk dokumentasjon må PIR brukes som annen brennbar isolasjon, dvs. i hht TPF inf nr 6 (forhåndsdokumenterte løsninger)
- Det er anledning til å dokumentere særskilt, og PIR-produkt må da anvendes i hht særskilt dokumentasjon

3.4 Vakuumisolasjonspaneler (VIP)

Vakuumisolasjonspaneler (VIP) er et relativt nytt isolasjonsprodukt i Norge og enda ikke så mye brukt. VIP består av et kjernemateriale omhyllt av en gasstett laminatfolie. Kjernematerialet består vanligvis av høydispers (fumed) silika, mens laminatfolien finnes i forskjellige varianter, se Fig. 3.1



Figur 3.1
Typisk vakuumisolasjonspanel

Egenskaper

Varmeledningsevnen for VIP med fumed silikakjerne i ualdret tilstand ligger omkring 0.004 W/(mK) . Denne verdien vil øke med tiden sterkt avhengig av type laminatfolie og panelstørrelse. Grunnen til økning av varmeledningsevnen over tid er diffusjon av luft og vanndamp igjennom laminatfolien og inn i VIP kjernen. En ofte brukt verdi for VIP etter 25 års aldring er 0.008 W/(mK) , men varmeledningsevnen kan være både lavere og høyere enn dette etter 25 år. Ved punktering av VIP vil varmeledningsevnen være på typisk rundt 0.020 W/(mK) . Sammenlignet med dagens isolasjonsmaterialer kan en med VIP oppnå samme eller bedre varmeisolasjonsevne med langt tynnere varmeisolasjonslag, men som nevnt ovenfor vil varmeledningsevnen til VIP øke med tiden.

Ved punktering av VIP mister panelet mye av sin stivhet. Laminatfolien sitter stramt rundt en ikke-punkttert VIP, mens den er forholdsvis løs eller slapp rundt en punkttert VIP. Ved å knipse på panelene med en finger merker en lett om VIP er punkttert eller ikke.

Fordeler og ulemper

Den store fordelen med VIP er den veldig lave varmeledningsevnen i ualdret tilstand, som da muliggjør bruk av tynne isolasjonssjikt med høy varmemotstand.

VIP har også ulemper, hvor de viktigste er sårbarheten overfor perforering, økningen av varmeledningsevnen over tid og mangelen på tilpasningskutting på byggeplass.

Anvendelse

VIP kan være gunstig å anvende når det trengs et isolasjonsmateriale som gir høy varmemotstand ved bruk av relativt tynne isolasjonssjikt, f.eks. på terrasser med lave eller ingen terskelhøyder. For lave terskelhøyder er det viktig å påse at fuktsikkerheten er ivarett, særlig med tanke på tilstrekkelig høyde på membranoppbretten under terskelen.

VIP kan ikke kuttes eller skjæres i uten at man mister vakuum og dermed svært mye av varmeisolasjonsevnen, det vil si at VIP ikke kan tilpasses på byggeplass. En må da enten bruke andre varmeisolasjonsmaterialer (f.eks. mineralull) for tilpasninger mellom VIP og forskjellige konstruksjonsdeler, eller spesialbestille skreddersydde VIP.

For å beskytte vakuumisolasjonspanelene mot skader er det fordelaktig å legge et lag isolasjon både over og under VIP. Isolasjonsløsningen vil samlet sett likevel gi spart byggehøyde.

3.5 Isolasjonens brannegenskaper

Som allerede nevnt finnes det flere typer varmeisolasjonsmaterialer, og disse kan ha svært forskjellige brannegenskaper. Produsenten/leverandøren skal ha dokumentert produktets brannegenskaper. Kontroller dokumentasjonen før bruk slik at gal bruk unngås. Det benyttes Euroklasser (betegnet A til F der A er best) på materialer for å skille ubrennbare materialer (klasse A2-s1, d0 eller bedre) fra brennbare materialer, f.eks. isolasjonsmaterialer. Klasse B til E betegner forskjellig grad av brennbarhet. Klasse F forteller at ingen ytelse for brann er bestemt.

- *Skumglass* er ubrennbar og tilfredsstiller klasse A1
- *Steinull* er ubrennbar og tilfredsstiller klasse A2-s1, d0 eller bedre
- *Glassull* er ubrennbar og tilfredsstiller klasse A2-s1, d0
- *EPS* og *XPS* tilfredsstiller klasse E eller F og må behandles som brennbar isolasjon
- *PIR-isolasjon* kan tilfredsstille flere av klassene (fra C til E) avhengig av produsent, og brannklasse må derfor undersøkes i hvert tilfelle.
- *VIP-paneler* kan tilfredsstille flere av klassene avhengig av produsent, og brannklasse må derfor undersøkes i hvert tilfelle.

3.6 Isolasjonens trykkfasthet

Varmeisolasjonen på takterrasser må tåle tråkk. Med hensyn til jevnt fordelt last anbefales isolasjon med trykkfasthet i topplaget klasse CS(10)80, det vil si 80 kPa (kN/m²) ved 10 % deformasjon, resten av isolasjonstykkelsen anbefales med trykkfasthet klasse CS(10)60. Se mer i pkt 3.9.

Mekanisk festet takbelegg bør ha isolasjonen med styrke mot punktlast minst tilsvarende klasse FL(5)500, det vil si at 500 N fordelt på en flate som er 100 x 100 mm gir 5 % deformasjon.

Erfaringen med mineralull med trykkfasthet minst klasse CS(10)60 er at den kan føles myk og at den blir mykere etter hvert, spesielt når den utsettes for punktlaster. Det kan oppstå groper i isolasjonen på steder med mye trafikk og der punktbelastningen blir for stor i forhold til isolasjonens trykkstyrke. Groper vil kunne fylles med vann, noe som i det lange løp kan være uheldig.

For å kompensere for begrenset trykkstyrke som CS(10)60, må slitelaget av f.eks. betongheller legges på XPS- eller gummiklosser ca. 150 x 150 mm eller minimum som vist i tabell 8.2, ev. brede tilfarere 98 mm c/c 450 mm eller 120 mm c/c 600 mm, slik at personlasten fordeles til en større flate og dannelse av groper med stående vann unngås. Se mer om dette i kap. 8 med figurer som viser eksempler i bruk. Der større trykkstyrke og ubrennbar isolasjon er ønskelig eller påkrevd bør skumglass vurderes. Enten mineralull eller skumglass må brukes i stedet for plastisolasjon der det er nødvendig av brannhensyn.

Trykkstyrke for forskjellige isolasjonstyper er:

- *Skumglass* levert som plater har god trykkstyrke, tilstrekkelig for alle vanlige terrasser. For terrasser med biltrafikk bør imidlertid trykkstyrken kontrolleres.
- *Steinull* tilfredsstiller normalt CS(10)60, det vil si 60 kPa (kN/m²) ved 10 % deformasjon, men også CS(10)80 og CS(10)100 det vil si 80 el 100 kPa (kN/m²) ved 10 % deformasjon kan leveres.
- *Glassull* kan leveres med trykkstyrke opp til CS(10)60, det vil si 60 kPa (kN/m²) ved 10 % deformasjon.
- *EPS* og *XPS* har tilstrekkelig trykkstyrke, velg kvalitet CS(10)80 eller bedre, det vil si minimum 80 kPa (kN/m²) ved 10 % deformasjon.
- *PIR-isolasjon* har tilstrekkelig trykkstyrke, velg kvalitet CS(10)80 eller bedre, det vil si minimum 80 kPa (kN/m²) ved 10 % deformasjon.
- *VIP-paneler* har tilstrekkelig trykkstyrke. For å unngå skade og punkteringer må imidlertid VIP-isolasjonen tildekkes, og man må utvise forsiktighet i byggeperioden.

Tabell 361: Beregnet resulterende nedbøyning i millimeter, for ulike isolasjonstykkelser og trykkstyrker under punktlast fra persontrafikk (750 N) og slitelag av betongheller på klosser med diameter 150 mm.

[mm]	30 kPa	50 kPa	60 kPa	80 kPa	100 kPa	150 kPa	200 kPa
100 mm	12	7	6	5	4	2	2
150 mm	14	8	7	5	4	3	2
200 mm	14	9	7	5	4	3	2
250 mm	15	9	7	6	4	3	2
300 mm	15	9	8	6	5	3	2
350 mm	15	9	8	6	5	3	2
400 mm	16	9	8	6	5	3	2

Tabell 362: Beregnet resulterende nedbøyning i millimeter, for ulike isolasjonstykkelser og trykkstyrker under stripelast fra persontrafikk (1,5 kN/m) og slitelag av tretremmer med tilfarerbredder 123 mm.

Isolasjonens 10% trykkstyrke							
[mm]	30 kPa	50 kPa	60 kPa	80 kPa	100 kPa	150 kPa	200 kPa
100 mm	3	2	1	1	1	1	< 1
150 mm	4	2	2	1	1	1	1
200 mm	5	3	2	2	1	1	1
250 mm	5	3	3	2	2	1	1
300 mm	6	4	3	2	2	1	1
350 mm	6	4	3	2	2	1	1
400 mm	7	4	3	3	2	1	1

3.7 Varmeisolasjonsevne

Isolasjonsplatene monteres tett og uten åpne fuger imellom. Platene må om nødvendig tilpasses nøyaktig. Brukes flere lag polystyren ev. sammen med steinull, bør man legge vanlige, ufalsede isolasjonsplater med forskjøvete skjøter slik at man unngår kuldebroer ved sammenfallende skjøter. Ved kun ett lag benyttes falsede plater.

Isolasjonsplater i rettvendte tak må ikke bli oppfuktet under lagring eller etter at de er lagt på taket. Våte plater må skiftes før taket tekkes ferdig. Omvendte tak må ha et beskyttelsessjikt av tynn plast over isolasjonen for å hindre partikler eller betong fra en ev. påstøp i å komme inn mellom isolasjonsplatene og ned til membranen.

Teknisk forskrift stiller krav til bygningens energieffektivitet. Det totale netto energibehovet for bygningen skal ikke overstige energirammene for den aktuelle bygningskategorien, gitt i forskriften. For boligbygning kan kravet til energieffektivitet som alternativ oppfylles med energiltak.

Energiltaksmodellen innebærer at transmisjonstapet for taket som bygningsdel i gjennomsnitt skal tilfredsstillende U-verdi 0,13 W/m²K og f.eks. en øvre grense for byggets luftlekkasjetall. Begge måtene åpner for omfordeling mellom energipostene ved beregning etter NS 3031 forutsatt at bygningens varmetapstall ikke øker.

De viktigste isolasjonsmaterialene har følgende varmekonduktivitet (varmegjennomgang):

- *Skumglassplater* har ikke så god isolasjonsevne som f.eks. EPS eller mineralull. Normalt oppgitt varmegjennomgang: 0,042-0,048 mW/(mK). Skumglassplater har lukket porestruktur og har så lavt fuktopptak at fuktopptaket i liten grad påvirker varmeisolasjonsevnen.
- *Mineralull* har varmegjennomgang: 0,033-0,038 W/(mK)
- *EPS og XPS* har varmegjennomgang: 0,031-0,039 W/(mK) (ned til 27 på XPS)

- *PIR-isolasjon* har varmegjennomgang: 0,022-0,024 W/(mK). PIR-isolasjon har lavt fuktopptak (normalt ≤ 2 % volum), noe som i liten grad påvirker varmeisolasjonsevnen.
- *VIP-paneler* har varmegjennomgang: 0,004-0,020 W/(mK) (se eget kapittel om VIP)

For steinull, EPS og XPS kan fuktopptaket under forskjellige betingelser bli så stort at det påvirker varmeisolasjonsevnen. I omvendte tak og duotak deles det inn i uttørkingsgrupper, avhengig av hva sjiktet over isolasjonen består av. Korreksjonsfaktoren, F_m , i slike tilfeller kan hentes fra det nasjonale tillegget til NS-EN 10456, eller fra Byggforskserien 525.207 om kompakte tak. Dimensjonerende varmekonduktivitet bestemmes ved å multiplisere deklartert varmekonduktivitet, λ_D , med korreksjonsfaktoren ($\lambda_d = F_m \cdot \lambda_D$).

Gjennomsnittlige isolasjonstykkelser for de mest vanlige λ -verdier for å oppnå ulike U-verdier i rettvendte tak er vist i Byggforskserien 471.013 U-verdier og 525.207 Kompakte tak.

3.8 Isolasjonens Miljøegenskaper

Se produsentenes miljødeklarasjoner.

3.9 Bruk av brennbar isolasjon i terrasser

Større takterrasser ($\geq 50 \text{ m}^2$) på dekker av betong/lettbetong kan utføres med brennbar isolasjon når de er utført med oppdeling eller tildekking av isolasjonen, samt utskifting av brennbar isolasjon med ubrennbar mot tilstøtende konstruksjoner og gjennomføringer (i bredde min. 600 mm), som beskrevet i TPF Informerer nr. 6 om branntekniske konstruksjoner for tak.

Større takterrasser på massivtreelementer eller trebjelker og taktro av tre kan ikke utføres med brennbar isolasjon, med mindre brannsikkerheten dokumenteres ved brannteknisk analyse i hvert enkelt prosjekt.

Terrasser for én bruksenhet eller boenhet i bygninger med flere brannceller, for eksempel flermannsboliger og rekkehus som vist i fig 3.2, kan utføres med brennbar isolasjon. Mot underliggende rom forutsettes det at den brennbare isolasjonen legges på et etasjeskille med brannmotstand som krevd for branncellebegrensende konstruksjon utsatt for brannpåvirkning fra overside og underside (men ikke samtidig) i den aktuelle brannklassen. Et slikt etasjeskille kan for eksempel være betong- eller lettbetongdekke (brannklasse 1, 2 og 3), bærende stålplater med minst 30 mm ubrennbar isolasjon oppå (brannklasse 1 og 2).

NB. For terrasser isolert med brennbar isolasjon på bærende massivtreelementer eller på trebjelker og taktro (brannklasse 1 og 2), må brannsikkerheten dokumenteres ved brannteknisk analyse i hvert enkelt prosjekt.

Terrasser for én boenhet i enebolig eller rekkehus i brannklasse 1 kan utføres med brennbar isolasjon på bærekonstruksjoner som har dokumentert brannmotstand REI 30, se fig. 3.2 a og b. Dette kan være konstruksjoner av betong- eller lettbetongdekke, ev. bærende stålplater som tildekkes med minst 30 mm ubrennbar isolasjon.

Bruk av brennbar isolasjon på bærekonstruksjon av massivtreelementer eller av trebjelkelag med golv av bord eller plater forutsetter at brannsikkerheten dokumenteres ved brannteknisk analyse i hvert enkelt prosjekt.

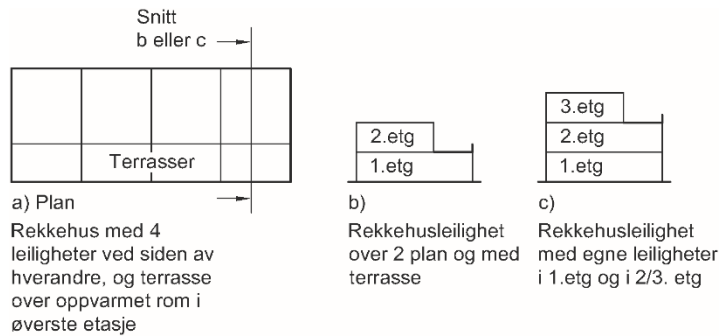


Fig. 3.2

Eksempel på krav til og oppbygging av terrassegolv over oppvarmet rom.

Eksempelene b) og c) gjelder for terrasse for én boenhet i rekkehus med egne leiligheter:

- b) Terrasse for én boenhet på dekke over 1. etasje i et toetasjes rekkehus med f.eks. fire leiligheter ved siden av hverandre. Bruk av brennbar isolasjon på terrassegolv krever dokumentert brannmotstand REI 30 tilsvarende bærende og branncellebegrensende bygningsdel i brannklasse 1.
- c) Terrasse for én boenhet i 2. og 3. etasje i rekkehus med f.eks. fire leiligheter ved siden av hverandre. Bruk av brennbar isolasjon i terrassegolv over oppvarmet rom i 2. etg. krever dokumentert brannmotstand REI 60 tilsvarende bærende og branncellebegrensende bygningsdel i brannklasse 2.

Det forutsettes i alle tilfeller at den brennbare isolasjonen brytes ved skillevegger mellom ulike bruks-/boenheter på terrassen, for eksempel ved at skilleveggene føres ned til etasjeskiller. Det forutsettes videre at den brennbare isolasjonen byttes ut med steinullisolasjon i en bredde på minst 300 mm mot gesims, skillevegg og yttervegg/fasade som inneholder brennbare materialer, se fig 3.3 (ikke påkrevd for eneboliger).

Isolasjonen må tildekkes på oversiden på en av følgende tre måter:

- minst 30 mm steinullisolasjon
- betongheller lagt tett
- singel med tykkelse minst 50 mm
- På terrasser i eneboliger kan isolasjonen (inkl. takteking) tildekkes med tretremmer og takbelegg med dokumentert brannteknisk klasse $B_{ROOF}(t2)$. Småhus med innbyrdes avstand minst 8,0 m kan ha tretremmer og takteking uten brannteknisk klassifisering, se VTEK17 §11-9.

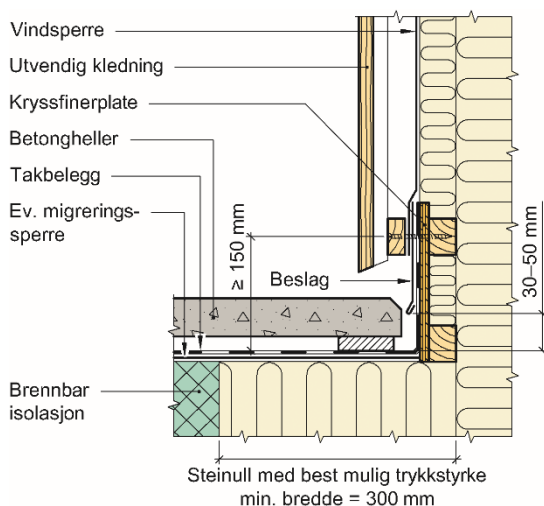


Fig 3.3.

På terrasser for en bruksenhet eller boenhet i bygninger med flere brannceller, skal den brennbare isolasjonen byttes ut med ubrennbar isolasjon i en bredde på minst 300 mm mot tilstøtende konstruksjoner, og tildekkes på oversiden av ikke brennbare materialer som vist i punktopstillingen over, f.eks. betongheller lagt tett i tett (altså ikke tretremmer).

3.10 Anbefalte isolasjonsløsninger for terrasser med persontrafikk

TPF anbefaler generelt at terrasser for persontrafikk og opphold bygges som rettvendte, kompakte konstruksjoner. Rettvendte terrassekonstruksjoner gir enkle løsninger for renhold, tilsyn og vedlikehold. Trafikkbelastningen på terrasser for en bruksenhet eller boenhet er heller ikke så stor at takbelegget trenger ekstra beskyttelse ut over vanlig slitelag av tretremmer ev. heller eller flis på klosser.

En anbefalt og god løsning for oppbygging av terrasser med persontrafikk er kort beskrevet i punktopstillingen under (ovenfra og nedover):

- Tremmegulv (med 98mm brede spikerslag (fordelingsbord) c/c 400mm (brannteknisk klasse B_{ROOF} (t2) der det er nødvendig, se avsnitt 3.9)
- Membran (takbelegg) med brannteknisk klasse B_{ROOF} (t2) der det er nødvendig (se avsnitt 3.9), med mindre den er bygget inn under påstøp
- Trykkfast isolasjon CS (10) 80 (ubrennbar) med tykkelse 30 mm som øverste isolasjonslag
- Trykkfast isolasjon CS (10) 60 (brennbar eller ubrennbar) i oppbygning og fallplater (min. 1:100) lagt ut i to eller flere lag med forskutte plateskjøter.
- Dampsperre (se mer om dampsperrer i TPF Informerer nr 7)
- Bærekonstruksjon med brannmotstand i henhold til preaksepterte ytelser for brannklasse 1 eller 2.

Se også fig 3.4 for bærende etasjeskiller av taktro på trebjelkelag, og fig 3.5 for bærende etasjeskiller av betong.

Løsningene krever at:

- Brennbar isolasjon må brytes ved skille mellom ulike bruks-/boenheter og skal være erstattet med ubrennbar isolasjon minst 300 mm inn mot brennbar parapet eller vegg.
- Mot uklassifisert glassvegg/glassfasade anbefales ubrennbar isolasjon minst 5 m ut fra vegg/fasade.
- Tretremmene må ha dokumentert brannteknisk klasse B_{ROOF} (t2).

Se mer om "Branntekniske konstruksjoner for tak" i TPF Informerer nr. 6.

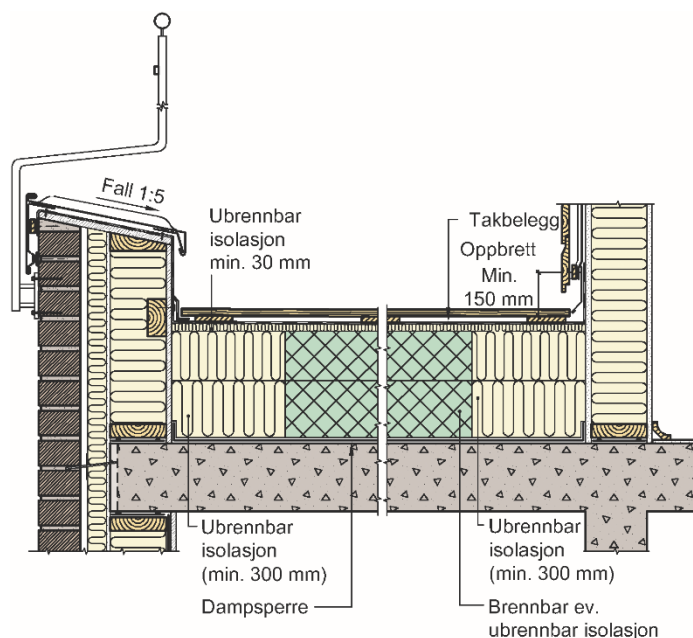


Fig 3.5.

Eksempel på oppbygging av rettvendt kompakt terrasse på bærende etasjeskiller av betong, og med slitelag av tretremmer. Løsningen vist i dette eksemplet tilfredsstiller branntekniske krav for terrasser i bygg i BKL 1, 2 og 3 når betongkonstruksjonen er riktig dimensjonert og kontrollert for ulykkestilstand brann.

4. DAMSPERRER

4.1 Dampsperrers funksjon

Dampsperrers viktigste funksjon er å hindre at fukt trenger innenfra og ut i vegger og tak ved diffusjon og luftlekkasjer. Den skal sammen med vindsperra eller takbelegget hindre at det oppstår sjenerende trekk og varmetap på grunn av luftlekkasjer og således bidra til bygningens totale lufttetthet. Se mer om dampsperrer i TPF informerer nr 7 Dampsperrer, se www.tpf-inf.org

4.2 Ulike typer dampsperrer

Polyetenfolie (PE-folie) er i dag dominerende som materiale til dampsperre. Det anbefales å bruke 0,2 mm i kompakte tak og terrasser da denne har god motstand mot punkteringer og skader.

Andre typer. I kompakte tak kan det være aktuelt med dampsperre av andre materialer med større mekanisk styrke enn PE-folier eller som er sveisbare og gir større lufttetthet. De mest aktuelle er asfalt takbelegg med stamme av glass- eller polyesterfilt, t av polyvinylklorid (PVC).

Smarte dampsperrer er dampsperrer som har varierende dampmotstand avhengig av den relative fuktigheten. Den fysiske virkemåten på disse produktene varierer, men hovedprinsippet er at dampsperra skal fungere som en ordinær dampstett dampsperre hoveddelen av tiden, dvs. den skal hindre at vanddamp fra innelufta trenger ut i konstruksjonen. Hvis konstruksjonen derimot er fuktig, for eksempel fra lekkasjer eller liknende, slik at RF inne i konstruksjonen blir svært høy, vil dampmotstanden reduseres slik at det blir uttørkingsmulighet innover.

Det er utviklet forskjellige smarte dampsperrer med RF-avhengig vanddampmotstand. For eksempel kan en smart dampsperre ha en s_d -verdi på f.eks. 5 m når RF er under ca. 40 % og f.eks. 0,2 m når RF er over 80 %. Med slike egenskaper hos dampsperra vil det være lav risiko for oppfukning av takkonstruksjonen i vintersituasjonen, og større uttørkingspotensiale innover i sommersituasjonen.

4.3 Krav til dampsperrer

Dampmotstand

I Byggforskserien 573.121 om materialer til luft- og dampetting anbefales det at dampsperrer for generell bruk i bygningskonstruksjoner bør ha en vanddampmotstand som svarer til en ekvivalent luftlagstykkelse, s_d -verdi større eller lik 10 m. s_d -verdien til et materialsjikt angir hvor tykt et stillestående luftlag må være for å ha samme diffusjonsmotstand som materialsjiktet.

Vanddampmotstanden til noen vanlige typer dampsperrer er gitt tabell 1. Ytterligere materialdata kan finnes i anvisning om materialdata for vanddamptransport [Byggforskserien 573.430].

Tabell 1: Vanddampmotstanden for noen dampsperryper [Byggforskserien 573.121]. Verdiene kan være produktavhengige, og oppgitte verdier er derfor orienterende.

Type	Tykkelse [mm]	Vanddampmotstand ¹ , ekv. luftlagstykkelse s_d (m)
Polyetenfolie	0,15	70
Polyetenfolie	0,20	90
PVC-takbelegg (mykgjort)	1,2	14-20
Butylfolier	0,5	175
Asfalt takbelegg med stamme av polyesterfilt	2,5/ 4	60 / 100

¹Målt mellom to luftfuktighetsnivåer (50-94 % RF)

Lufttetthet

Energiltaksmodellen i Teknisk Forskrift stiller krav til infiltrasjons- og ventilasjonsvarmetap for ferdige bygninger. Samlet lekkasje gjennom flater og sammenføyninger skal være mindre enn en viss verdi. Største tillatte lekkasjetall er:

- for småhus og boligblokker; 0,6 luftvekslinger pr. time (ved en trykkforskjell på 50 Pa). Kravet kan fravikes forutsatt at bygningens varmetapstall ikke øker.



- for alle bygninger; lekkasjetallet skal ikke overstige 1,5 luftvekslinger pr. time for passivhus; 0,6 luftvekslinger pr. time, i henhold til Passivhusstandarden NS 3700.. Kravet skal ikke fravikes.

For å klare alle aktuelle tetthetskrav, bør luftgjennomgangen for dampsperrematerialet ikke være større enn $0,002 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{hPa}$. I praksis er det imidlertid skjøtene og gjennomføringene som er avgjørende for lufttettheten. For at dampsperra i tak skal fungere også som et lufttettende sjikt, må den utføres med tette skjøter og avslutninger mot gjennomføringer, og med tette tilslutninger mot dampsperrresjiktet i veggene. Dampsperrer bør derfor kunne leveres i store bredder slik at de kan monteres med et minimum av skjøter.

For at dampsperrresjiktet skal kunne bidra til å oppnå tetthetskravene gitt i passivhusstandarden og energitiltaksmodellen i Teknisk Forskrift må dampsperran monteres med lufttette skjøter. Sikre lufttette skjøter kan en oppnå ved å bruke byggtape med dokumentert varig heft til dampsperran eller spesialfugemasse i omleggsskjøten som hefter til dampsperran, ev bruk av et sveisbart eller selvklebende takbelegg.

5. FALL OG AVRENNING

5.1 Fall på membran og overflatesjiktet

Tak og terrasser skal utformes slik at regn og smeltevann blir drenert bort uten å forårsake skade.

TEK17 sier i §13-12 annet ledd:

Tak skal prosjekteres og utføres med tilstrekkelig fall og avløp slik at regn og smeltevann renner av. Nedbør, snøsmelting og ising skal ikke føre til skader på byggverket.

Tradisjonelt har det vært anbefalt fall på tak på min. 1:40. Samtidig vet vi at mange terrassemembraner i dag legges direkte på horisontalt underlag. Dagens membraner har slik kvalitet at det går bra når det stilles krav til god utførelse og gode detaljer. For terrasser med kun persontrafikk anbefales:

- For en ferdig rettvendt terrassekonstruksjon må membran ha et fall på minst 1 : 100. Fallet på membranen etableres ved å avrette fall på bærekonstruksjonen, eventuelt benytte skråskåret isolasjon. Slitelag med åpne spalter, som tretremmer eller tilsvarende, kan legges horisontalt.
- Betong påstøp, med eller uten keramiske fliser, må alltid ha fall på minst 1:100.
- For omvendte konstruksjoner eller duokonstruksjoner kan membranen legges horisontalt når slitelag av påstøp (med flis) har fall til renne eller sluk på minst 1:100

På grunn av toleranser i dekket, i isolasjonsmaterialene og omleggsskjøter i takbelegget må man regne med at det kan bli noe stående vann i pytter (vanndybde ≤ 5 mm normalt, max 10 mm hvis vannpytten er mindre enn 1 m²).

Fall som beskrevet over er nødvendig for å redusere omfanget av stående vann på taket og dermed omfanget av lekkasjer og følgeskader hvis ulykken først skulle være ute.

5.2 Nedløp

Terrasse over oppvarmet rom må ha innvendig nedløp. Nedløpet føres gjennom oppvarmede rom eller beskyttes mot frost på annen måte. God avrenning er enklest å etablere hvis det benyttes en løsning med oppføret/oppbygd golv som vist i figurene 6.1 til 6.4 i kapittel 6.

Små terrasser med kun ett innvendig nedløp, og større terrasser med kun to innvendige nedløp, bør alltid ha et nødoverløp for å hindre stor oppdemning dersom hovedavløpet tettes. Oppdemning kan motvirkes ved å gi avrenningsmulighet over (en del av) kanten av terrassen i tillegg til det innvendige nedløpet. For terrasser med brystningskant ytterst kan man montere et nødoverløp gjennom parapet/brystning. Nødoverløpet må alltid ligge lavere enn toppen av laveste oppkant på tekningen, se fig. 5.1.

Utvendig nedløp fra terrasse over oppvarmet rom bør unngås, men kan vurderes brukt i områder der erfaringer tilsier at klimaet gir liten frostfare og der det er liten fare for oppdemning av vann på grunn av snøsmelting og ising, for eksempel hvis terrassen er overbygd og dermed beskyttet mot større snømengder.

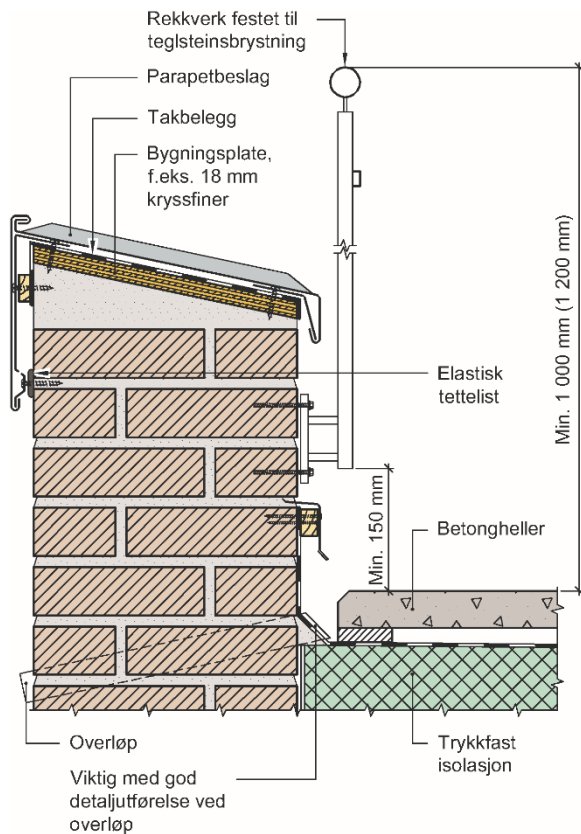


Fig. 5.1.
Eksempel på bruk av nødoverløp montert gjennom brystning. Nødoverløpet må alltid være montert så lavt som mulig ned mot terrassemembranen.

Å montere rekkverket på innvendig side av parapet eller brystningen kan innebære å punktere membranen der denne er ført opp over brystningstoppen. For å unngå dette anbefales enten å feste rekkverket til brystningens utside eller å avslutte membranen minst 150 mm opp på brystning og ført inn under et innfelt overgangsbeslag og med rekkverksinnfesting over dette.

6. TRINNFRI ADKOMST OG FUKTSIKRE LØSNINGER

Myndighetenes krav til universell utforming, Husbankens krav til livsløpsstandard og kundenes ønsker for øvrig medfører at terrasser oftest utformes med maks 25 mm nivåforskjell mellom terrassens overflatesjikt og dørterskelen, og også mellom innegolv og terskel. Fuktsikre løsninger tilsier en oppbrett på membranen på min. 150 mm mot tilstøtende vegger, ev. min. 50 mm der overgangen er konstruktivt beskyttet med et takutstikk på ca. 1 m. For å sikre beskyttelse mot slagregn ved overgangen mellom terrasse og dørterskel anbefales det at takutstikket utformes slik at vinkelen mellom ytterste del av takutstikket og overgangen blir minst 20 grader. For et takutstikk på 1 m tilsvarer dette at takutstikker er plassert 3 m over overgangen. Anbefalingene for oppbrett på membranen blir uforenlig med trinnfri utgang til terrassen, og også uforenlig med fasadeløsninger der glassfelt eller vinduer går helt ned til golvet. For samtidig å tilfredsstille krav til fuktsikre detaljløsninger ved dørterskelen og ev. glassfelt må man i praksis vurdere å bruke en nedfelt renne med avløp langs fasaden og terrassedøra. Trinnfri atkomst ved terrassedør stiller spesielt store krav til detaljutførelsen og må vies særskilt oppmerksomhet, både i planleggingsfasen og i utførelsesfasen.

Eksempler på løsninger er vist i fig 6.1 og 6.2.

- For å få samme nivå ute og inne er én løsning å senke bærekonstruksjonen på terrassen. Et eksempel på dette er vist i fig. 6.1 for en rettvendt terrasse med slitelag av betongheller lagt på tilfarere.
- En annen mulighet er å føre opp golvet inne, se eksempel vist i fig. 6.2 for en terrasse med duokonstruksjon. Eksemplet viser slitelag av påstøp med flis, samt med nedsenket renne med sluk og innvendig nedløp. Sluk i renne må ha vannlås lagt i varm sone.

Felles for begge løsningene vist i fig 6.1 og 6.2 er:

- Spalten mellom betongheller på tilfarere, tretremmer eller rist over renna og dørterskel med beslag bør være ca 3 cm, slik at regnvann og slaps ikke blir liggende.
- Det anbefales å tekke inn hjørnene under terskelen. (Dvs. ikke bare inn, men litt opp på begge sider også)

Flere eksempler på viktige terrassedetaljer er vist i Byggedetaljer 525.304 og 525.322.

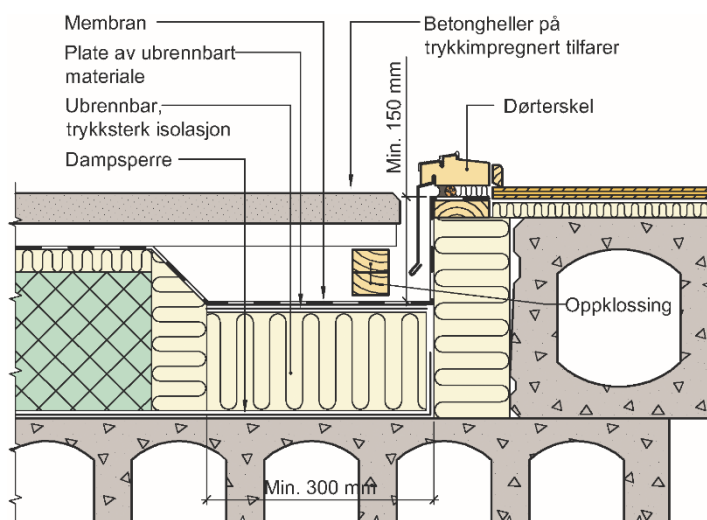


Fig. 6.1

Utførelse foran terrassedør på terrasse med slitelag av betongheller på tilfarere og nedsenket dekke. Som tilfarere under hellene anbefales 28x120 mm c/c 500 mm eller 21x98 mm c/c 300 mm.

Se pkt 3.9 for mer informasjon om nødvendig bredde brennbar isolasjon må skiftes ut med ubrennbar.

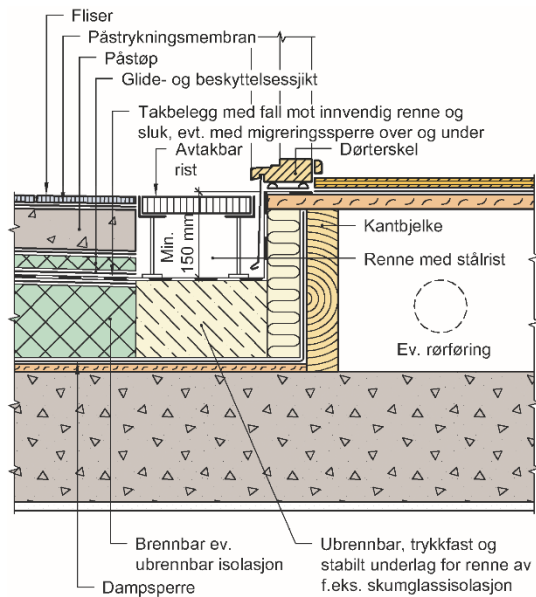


Fig 6.2

Eksempel på flislagt terrasse (duokonstruksjon) med renne foran terrassedør og langs fasaden som tilfredsstiller krav til universell utforming og fuktsikring ved dørterskel

NB: Løsningen er vist for "mellomstor" terrasse.

For stor terrasse må brennbar isolasjon skiftes ut med ubrennbar i en bredde på 600 mm inn mot fasaden og terrassedøra.

7. GLIDE- OG BESKYTTELSESSJIKT MELLOM MEMBRAN OG PÅSTØP

På terrasser blir takbelegget i de fleste tilfeller tildekket med et slitelag av tremmer av tre, betongheller lagt på klosser eller f.eks. påstøp med eller uten flis. Spesielt i de tilfeller det er benyttet slitelag av påstøp (med eller uten flis) blir tilsyn, vedlikehold og reparasjoner svært vanskelig. Det er derfor viktig å tildekke og beskytte takbelegget umiddelbart etter at det er lagt og man eventuelt har utført tetthetskontroll. Det beste for å unngå skader på membranen er om den permanente beskyttelsen av takbelegget legges ut med en gang i form av et egnet glide og beskyttelsessjikt, og helst også påstøpen. Konsekvensene i form av fuktskader kan bli svært store hvis takbelegget blir punktert eller på annen måte ødelagt f.eks. i byggeperioden.

Se til at takflaten er ryddet, klargjort og fri for skarpe gjenstander som kan skade takbelegget når arbeidene med legging av slitelag (eller ev. legging av grønt tak i deler av terrassen) settes i gang. Inspiser hele takflaten og kontroller at sveiser, inntekking av gjennomføringer og at oppbretter er høye nok (min. 150 mm over ferdig terrassegolv). Kontroller også at alle avslutninger er forsvarlig festet og utført slik at regn og smeltevann ikke kommer inn over eller bak membranavslutningen.

Et glide- og beskyttelsessjikt mellom takbelegg og armert påstøp kan bygges opp av ett eller flere sjikt i forskjellige materialer og tykkelser som vist under og regnet ovenfra, se også fig 7.1:

- Alltid når slitelaget er armert påstøp anbefales et sperresjikt (separasjonssjikt) under betongen av filt (f.eks. ca. 150 g/m² polypropylenfilt ev. 0,2 mm PE-folie) slik at betong med stor flyteevne ikke trenger ned mellom isolasjonsplatene og danner "kniver" ned mot membranen.
- Minimum 20 mm tykk isolasjonsplate (XPS)

I et glide- og beskyttelsessjikt bygget opp av to lag som beskrevet over er det den samlede virkningen av begge lagene som ivaretar funksjonen, og vil i de fleste tilfellene dekke både behovet for glidesjikt som sikrer at fukt- og temperaturbevegelser i betongen ikke overføres til membranen, og for beskyttelsessjikt mot skader både i byggeperioden og etterpå.

Et glide- og beskyttelsessjikt bygget opp på denne måten vil også gjøre det mulig å sage opp påstøpen og få den fjernet uten å ødelegge membranen, og slik at reparasjon av ev. lekkasjeskader kan gjennomføres.

Husk også migreringssperre der det er nødvendig når det benyttes membran av et PVC takbelegg.

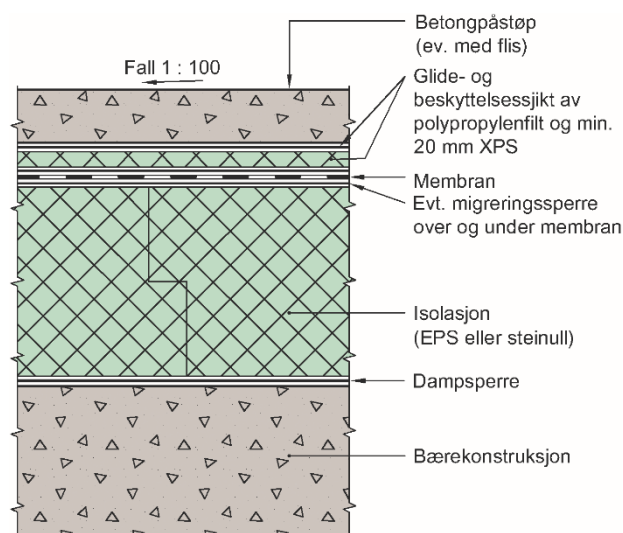


Fig. 7.1

Eksempel på rettventd konstruksjonsoppbygging for terrasse med påstøp og et egnet glide- og beskyttelsessjikt som beskrevet i oppstillingen over mellom membranen og påstøpen. (Eksempler på omvendt løsning eller duo-løsning er vist i fig. 1 b og 1c.)

8. SLITELAG PÅ TERRASSER MED PERSONTRAFIKK

På terrasser for persontrafikk er de vanligste slitelagene i dag tretremmer, betongheller lagt på klosser, ev. påstøp av betong med eller uten flis.

8.1 Slitelag av tretremmer

Tretremmer blir vanligvis lagd av høvlede, trykkimpregnerte bord med en liten spalte mellom bordene. Bordene festes til tverrgående labanker med skruer som har korrosjonsbeskyttelse varmforstøpt eller rustfritt, og som ikke er synlige på labankenes underside.

Bordene må dimensjoneres etter labankavstanden:

- 98 mm x 21 mm ved senteravstand 450 mm
- 120 mm x 28 mm ved senteravstand c/c 600 mm
- For ikke å skade membranen anbefales labank med godt avrundete kanter og hjørner.

Labankene bør monteres i fallretningen eller være oppdelt for ikke å hindre avrenning fra membranen.

På særlig vindutsatte steder må membran og isolasjon festes mekanisk.

Slitelag av tremmer av treverk eller av komposittmaterialer på terrasser må ha brannteknisk klasse B_{ROOF}(t2) med mindre det er småhus med innbyrdes avstand ≥ 8 m (dvs. f.eks brannimpregnert trevirke så det består flygebrannprøven i hht CEN/TC 1187, test 2) og utforming (nødvendig oppdeling) som ikke bidrar til å øke risiko for antennelse og brannspredning. Se mer om bruk av brennbar isolasjon i terrasser i kap 3.9 eller TPF Informerer nr 6 om "Branntekniske konstruksjoner for tak".

8.2 Slitelag av betongheller på klosser

For å beskytte membranen og for å gi god drenering legges betonghellene på klosser. Klossene må ha så stor anleggsflate at flatetrykket ikke overstiger 60 kN/m^2 , hvis ikke høyere langtidslast er dokumentert av isolasjonsprodusenten.

Under betongheller bør sidekantene på kvadratiske underlagsklosser være minst som vist i tabell 8.2 og fig. 8.1.

Når det benyttes brennbar isolasjon, skal betonghellene av brannmessige grunner legges tett i tett slik at faren for antennelse fra sigaretter eller grillkull blir liten, og slik at luftgjennomstrømning som måtte bidra til brannspredning blir så liten som mulig.

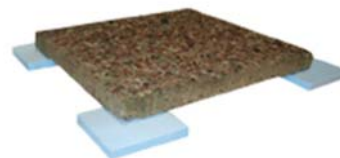
Tabell 8.2

Veiledende verdier for minste sidekant på kvadratiske underlagsklosser, avhengig av dimensjonen på betonghellene. Det er regnet med nyttelast på $2,0 \text{ kN/m}^2$. Hellene er 50 mm tykke.

Dimensjonen på hellene, mm			
300 x 300	350 x 350	400 x 400	500 x 500
80	93	106	132

Aktuelle underlagsklosser for heller kan være:

- klosser av ekstrudert polystyren (XPS)
- gummiklosser (med riller)
- trykkimpregnerte bord (ev. treklosser)
- prefabrikkerte oppleggsklosser med høydejustering



Figur 8.1.
Betonghelle på kvadratiske underlagsklosser

8.3 Slitelag av flis på oppleggsklosser

Generelt

Mange ønsker seg flislagte takterrasser over helt eller delvis oppvarmede rom egnet for person-trafikk. Løsninger med fliser som limes til underlag av betong har vært vanlig å bruke, se neste kapittel. I dette kapittel omtales flis montert på klosser, se fig 8.2 og 8.3 a og b.



Figur 8.2: Terrasse med flis med åpne fuger lagt på klosser.

Fliskvalitet og styrke

Flis for utendørs bruk fås i mange kvaliteter og varianter, og er både utseendemessig og bestandighetsmessig et godt alternativ til betongheller eller tretremmer. Benytt flistyper som har god frostsikkerhet og høy slitastyrke, og flis med tilstrekkelig tykkelse og bøyestyrke så de ikke knuses ved normal bruk.

Oppleggsklosser

Oppleggsklossenes oppgave er å sikre stabil understøttelse for flisene, samt enkel høydejustering. Slike klosser finnes i flere utforminger. For å kunne ta opp lokale ujevnheter i underlaget må det benyttes typer som er justerbare i høyden. Selv om underlaget ligger med fall f.eks. på 1:40, kan man ved skruanordning tilpasse det fallet man ønsker på flisflaten. Med noe fall på flaten vil vannet renne av via de åpne fugene. Flis lagt på denne måten fjernes enkelt for renhold, tilsyn og vedlikehold.



Figur 8.3 a og b: Typen til venstre er justerbar og benyttes for å korrigere fall på overflaten eller ta opp ujevnheter i underlaget de ligger på. Typen til høyre gir fast avstand til underlaget.

Underlagets trykkstyrke

Når oppleggsklossene monteres rett på støpt betong eller pussavretning har man et stabilt underlag. Har man derimot terrasser med isolasjon av mineralull eller polystyren som er dekket med et takbelegg, så anbefales isolasjon med minstefasthet i klasse CS (10)60 iht i henhold til krav i NS- EN 13163. Det vil si at underlaget skal tåle minst 60 kN/m² ved 10 % deformasjon. På mykt underlag av isolasjon må oppleggsklossens diameter og fordelingsflate være så stor at det ikke dannes varig nedtrykning av underlaget. På grunnlag av flisenes egenlast og forventet nyttelast kan man beregne hvor stor flate hver oppleggskloss må ha for ikke å danne varige groper i underlaget.

8.4 Slitelag av flis på betong

Konstruksjonsoppbygging

Terrassegolv med slitelag av flis på betong bygges etter prinsippene for kompakte tak, oftest på en bærekonstruksjon av plass-støpt betong eller prefabrikkerte betongelementer og med god isolering, fuktsikring og avrenning. Innvendig nedløp er vanligvis nødvendig på terrasser over oppvarmede rom. Forskjellen fra et vanlig kompakt tak ligger i overbygningen med slitelag av flis og de foranstaltninger dette krever.

Selve terrassegolvet, slitelaget, bør bygges opp som flytende golv. Fliskonstruksjonen legges slik at den ikke har fast forankring til bærekonstruksjonen, men ligger på et sjikt som kan bevege seg uavhengig av underlaget. Fig. 8.4 og fig. 8.5 viser to eksempler på oppbygning.

For terrasser med slitelag av flis er det spesielt viktig å ta hensyn til værpåkjenninger som frost, fukt og temperaturbevegelser. Det er avgjørende at vann renner raskt bort fra overflaten for å redusere risiko for frostskafer og kalkutfelling. Det er derfor nødvendig med tilstrekkelig fall på konstruksjonen og regelmessig rengjøring av renner og sluk. På grunn av utendørs bruk må det velges frostbestandige fliser. Best frostsikkerhet oppnås med fliser med lavt vannopptak (fliser i gruppe I a i NS-EN 14411, med vannopptak $< 0,5$ vektprosent). Lim som benyttes sammen med fliser utendørs må også ha god frostbestandighet, samt gode egenskaper i permanent våt tilstand. I tillegg bør det ha god evne til å ta opp bevegelser mellom lim og underlag. Sementbasert lim anbefales.

Konstruksjonsoppbygging med underliggende membran

Typisk for denne løsningen er at flisene limes direkte til en påstøp som er skilt fra underlaget og membranen med glide- og beskyttelsessjikt sammensatt av et sperresjikt av filt og en minimum 20 mm tykk isolasjonsplate av XPS. Se fig 8.4.

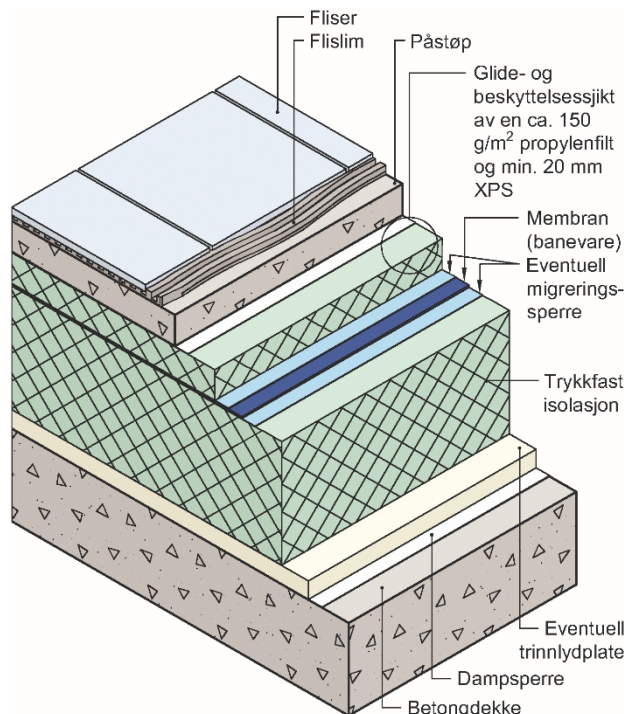


Fig. 8.4

Eksempel på oppbygning av terrasse over oppvarmet rom med underliggende membran av banevare med sveisede omleggsskjøter.

Flisene limes til påstøp som er skilt fra underlaget med glide- og beskyttelsessjikt.

Underliggende membran og påstrykningsmembran oppå påstøp

Løsningen vist i fig. 8.5 viser oppbygning av etasjeskiller hvor fuktsikkerheten av konstruksjonen og rommene under ivaretas av (hoved-) membranen av takbelegg som sveises sammen til et vanntettende sjikt.

Påstrykningsmembran som påføres på oversiden av påstøpen, hindrer at påstøpen blir oppfuktet. Dermed minsker risikoen for frostskaider og kalkutfellinger. Påstrykningsmembranen må være diffusjonsåpen slik at vanndamp får en viss mulighet til å tørke ut oppover.

Påstrykningsmembranen kan kombineres med en dreneringsmatte. Flisene limes direkte til matta.

Dreneringsmatta har til hensikt å drenere ut vann som kommer inn under flislaget, og kan gi bedre uttørkingsmuligheter. I tillegg fungerer matta som avspenningsmatte når flislag og betongkonstruksjon skal kunne bevege seg uavhengig av hverandre.

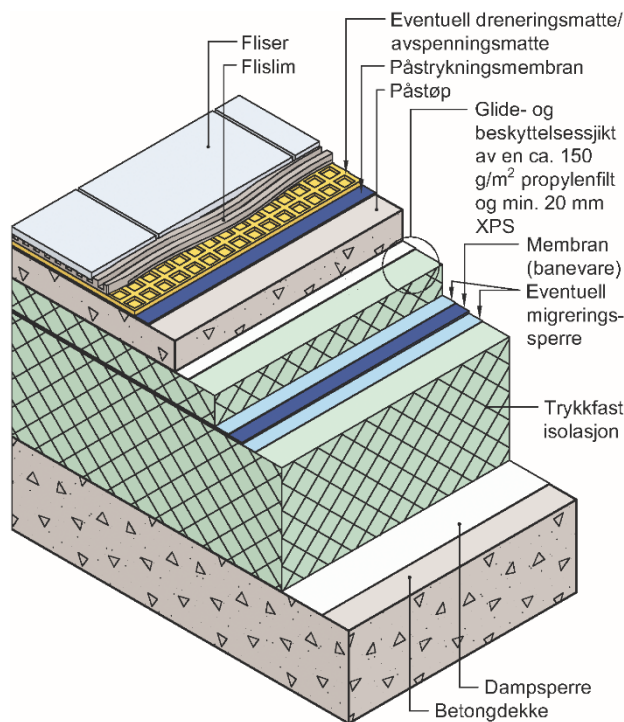


Fig. 8.5

Eksempel på oppbygning av terrasse over oppvarmet rom med underliggende membran av bænevare og overliggende påstrykningsmembran.

Membraner

Vanntettende sjikt på terrasser over oppvarmede rom utføres av takbelegg levert på rull, det vil si fleksible belegg av asfalt, plast eller gummi.

Terrassemembran over oppvarmede rom må ha sveiste skjøter, ha godt utførte detaljer og må ha gode oppbretter (min. 150 mm) opp over ferdig overflate på terrassegolvet. Det finnes et godt utvalg av membraner med gode løsninger for tetting av utsatte detaljer som sluk, renner eller overganger til andre materialer og konstruksjoner.

Påstrykningsmembran er aktuelt som ekstra overliggende membran på terrasser med påstøp og flis over oppvarmede rom. Påstrykningsmembranen brukes da som supplement til membran av takbelegg under påstøpen hvis man ønsker å begrense nedfukting av den og derigjennom redusere risikoen for kalkutfellinger, se fig 8.5. Sementbaserte påstrykningsmembraner anbefales. Under planleggingen bør det vurderes om det er hensiktsmessig å holde betongunderlaget tørt ved bruk av påstrykningsmembran, eller om det er tilstrekkelig å bruke takbelegg under påstøpen og lime flisene rett på påstøpen.

Dreneringssjikt/drensmatter

Flere forskjellige prefabrikkerte dreneringssjikt er utviklet for å bidra til effektiv drenering av vann som kommer ned i konstruksjonen. Disse dreneringssjiktene (ofte kalt drensmatter) bidrar også til at underlag og påstøp kan bevege seg uavhengig av hverandre (glidesjikt). Mattene fins i ulike varianter med høyder fra 5 til 15 mm (se fig 8.6 a og b) og legges oppå underliggende membran av takbelegg som vist i fig 8.7, eller på påstøp og påstrykningsmembran som vist i fig 8.5. På oversiden består mattene av nett eller filt som sørger for at dreneringskanalene ikke fylles med lim eller mørtel. Knasteplater lagt "opp/ned" og med en filt festet på toppen av knastene er en tilsvarende løsning. Over drenssjiktet kan man bruke vanlig mørtel/betong, drenerende mørtel eller festemasser for flisene.

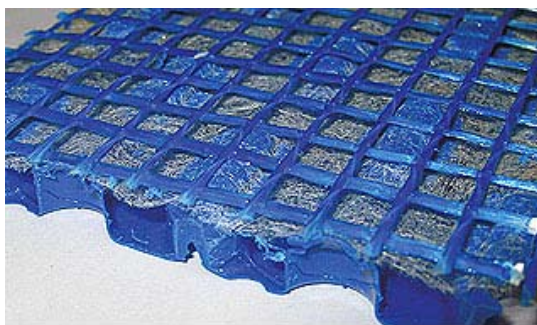


Fig. 8.6 a
Eksempel på dreneringsmatte til bruk under påstøp

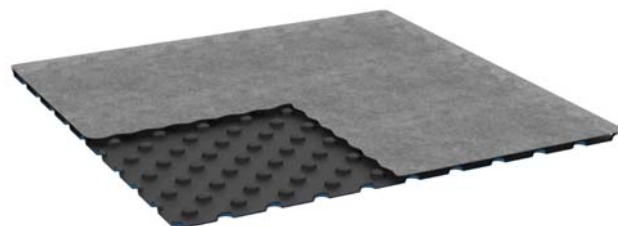


Fig. 8.6 b
Eksempel på drenerende sjikt av knasteplate med filt til bruk under påstøp

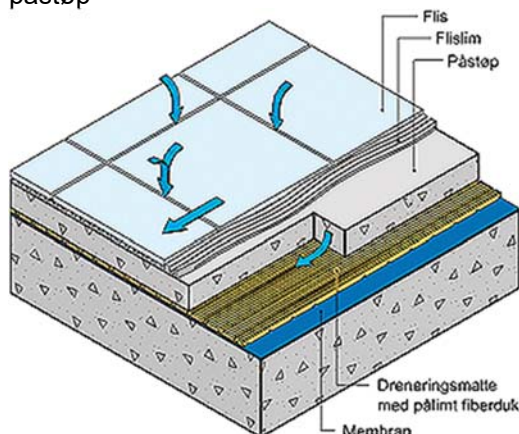


Fig. 8.7
Prinsipløsning for dreneringsmatter oppå underliggende membran
Matta bidrar til å få vann transportert ut av konstruksjonen og gjør at underlag og påstøp kan bevege seg uavhengig av hverandre.

Glide- og beskyttelsessjikt

I terrassekonstruksjoner må man på grunn av fukt- og temperaturbevegelser i påstøpen beskytte membranen mot direkte kontakt med påstøpen ved å bruke et glidesjikt. Se mer om glide- og beskyttelsessjikt i kapittel 7.

Påstøp

På terrasser over oppvarmede rom benyttes ofte påstøp som underlag for flis. Til påstøp brukes som regel fabrikkframstilte mørtler som kan legges i tykkelser på 50–120 mm. Påstøp med tykkelse over 50 mm må armeres for å fordele svinnspenninger, det er vanlig å bruke armeringsnett. Type nett bestemmes ut fra tykkelsen på påstøpen og betongkvaliteten. Vanlige nettyper er K131 (Ø5 mm tråddiameter), K 189 (Ø6 mm) og K257 (Ø7 mm).



Som alternativ til tradisjonelt armert påstøp kan fiberarmert påstøp være aktuelt. Det er en forutsetning at det benyttes et glide- og beskyttelsessjikt av 0,2 mm PE-folie eller f.eks en polypropylenfilt og en 20-30mm XPS/EPS-plate. Fiberen må være plastfiber, ikke stålfiber.