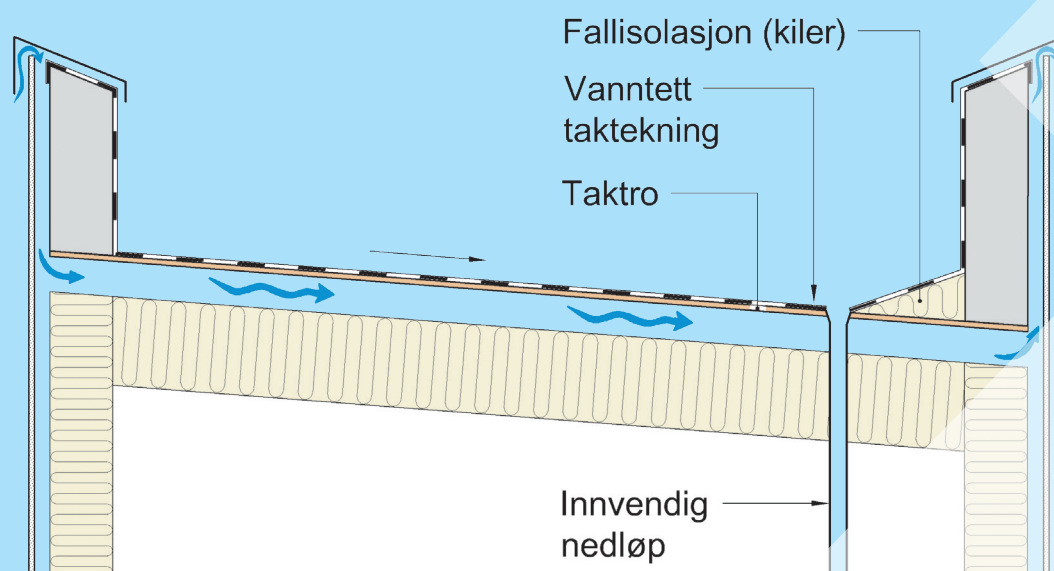


Slake, luftede tretak med isolerte takflater og innvendig nedløp



SINTEF Notat

Stig Geving

Slake, luftede tretak med isolerte takflater og innvendig nedløp

SINTEF akademisk forlag

SINTEF Notat 50

Stig Geving

Slake, luftede tretak med isolerte takflater og innvendig nedløp

Emneord: tretak, undertak, fukt, lufting

Forsideillustrasjon: SINTEF Community

ISSN 1894-2466

ISBN 978-82-536-1827-2 (pdf)

© Copyright SINTEF akademisk forlag 2024

Materialet i denne publikasjonen er omfattet av åndsverklovens bestemmelser. Uten særskilt avtale med SINTEF akademisk forlag er enhver eksemplarfremstilling og tilgjengeliggjøring bare tillatt i den utstrekning det er hjemlet i lov eller tillatt gjennom avtale med Kopinor, interesseorgan for rettighetshavere til åndsverk.

Utnyttelse i strid med lov eller avtale kan medføre erstatningsansvar og inndragning, og kan straffes med bøter eller fengsel.

SINTEF akademisk forlag

SINTEF Community

Børrestuveien 3

Postboks 124 Blindern

0314 OSLO

Tlf.: 40 00 51 00

www.sintef.no/community

sintefstore.no

Forord

Luftede tretak utføres typisk med utvendig nedløp. Imidlertid har slake, luftede tretak (med takvinkel på 10° eller lavere) tidvis vært bygd med innvendig nedløp – med varierende erfaringer. Under arbeidet med Byggforskseriens anvisning 525.104 *Slake, luftede tretak med isolerte takflater og utvendig nedløp* ble det også utarbeidet en løsning for innvendig nedløp. Den ble ikke inkludert i anvisningen fordi den vurderes å være mindre robust med hensyn til fuktsikkerhet enn et alternativ som allerede fins i Byggforskserien: kompakt tretak med isolasjon over bjelkelaget.

SINTEF Community har valgt å gi ut dette notatet som en veiledning til de som likevel ønsker å benytte slakt, luftet tretak med innvendig nedløp.

Trondheim, 10.1.2024

Lars Gullbrekken
Forskningsleder
SINTEF Community

Stig Geving
Prosjektleder
SINTEF Community

Sammendrag

Dette notatet beskriver oppbygning av luftede tretak med takvinkel på 10° eller lavere, med vanntett taktekning, isolerte takflater og innvendig nedløp.

Slake, luftede tretak med innvendig nedløp er prinsipielt svært likt slake, luftede tretak med utvendig nedløp. Løsning for utvendig nedløp er beskrevet i Byggforskserien 525.104 *Slake, luftede tretak med isolerte takflater og utvendig nedløp*.

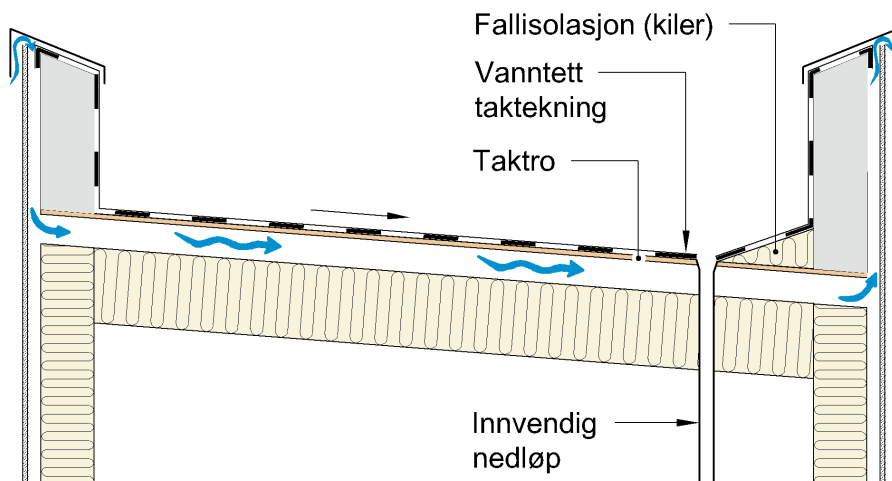
Merk at notatet ikke inneholder alle relevante anbefalinger knyttet til slake, luftede tretak med innvendig nedløp. Vi fokuserer på anbefalinger som er forskjellige fra anbefalingene gitt for slake, luftede tretak med utvendig nedløp i Byggforskseriens anvisning 525.104, for eksempel takfall og avrenning, lufting (sløyfehøyder) og parapetdetalj.

Innhold

FORORD	3
SAMMENDRAG	4
1 INNLEDNING	6
2 KONSTRUKSJONSPRINSIPP	8
3 KONSTRUKSJONSLØSNINGER	9
3.1 GENERELT	9
3.2 TAKFALL OG AVRENNING	9
3.3 VURDERING AV EGNETHET OG TILTAK MOT VÆRPÅKJENNING	10
3.3.1 <i>Generelt</i>	10
3.3.2 <i>Svært lite vindutsatt</i>	10
3.3.3 <i>Lite utsatt for snø- eller regninndrev</i>	11
3.3.4 <i>Moderat utsatt for snø- eller regninndrev</i>	11
3.3.5 <i>Svært utsatt for snø- eller regninndrev</i>	11
4 LUFTEPALTE	12
4.1 GENERELT	12
4.2 ANBEFALTE SLØYFEHØYDER	12
4.3 MONTERING AV SLØYFER	13
4.4 KRYSSLUFTING	13
5 DETALJLØSNING VED PARAPET	14
6 REFERANSER	15
6.1 BYGGFORSKSERIEN	15
6.2 LITTERATURHENVISNINGER.....	15

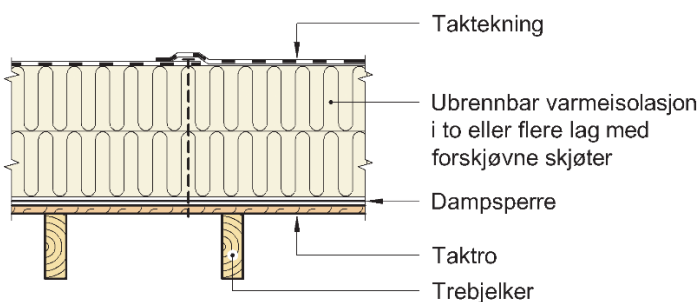
1 Innledning

Dette notatet beskriver oppbygning av luftede tretak med takvinkel på 10° eller lavere, med vanntett taktekning, isolerte takflater og innvendig nedløp. Slike tak har parapeter og taktekning med fall mot sluk inne på taket. Løsningen beskrevet i dette notatet har taksperre lagt med ensidig fall mot en parapet. Se figur 1.



Figur 1
Slakt, luftet tretak med innvendig nedløp for takvann. Kilde: SINTEF

Slake, luftede tretak med innvendig nedløp er prinsipielt svært like slake, luftede tretak med utvendig nedløp. Løsning for utvendig nedløp er beskrevet i Byggforskseriens anvisning 525.104. Under arbeidet med anvisningen ble det også utarbeidet en løsning for innvendig nedløp, se figur 1. Vi konkluderte med at løsningen var mindre robust med hensyn til fukt-sikkerhet enn et alternativ som allerede fins i Byggforskserien – et såkalt kompakt tretak med isolasjon over bjelkelaget, se anvisning 525.207. I tillegg ble løsningen vurdert å være mindre robust enn løsningen for utvendig nedløp. Derfor ble ikke løsningen med innvendig nedløp inkludert i anvisning 525.104. *SINTEFs generelle anbefaling dersom man ønsker tretak med innvendig nedløp og parapeter langs takkantene, er således å benytte den kompakte løsningen som er vist i anvisning 525.207, se figur 2.* Vi har valgt å gi ut dette notatet som en veiledning til de som likevel ønsker å benytte slakt, luftet tretak med innvendig nedløp.



Figur 2
Kompakt tretak med trebjelker under varmeisolasjonen, som vist i Byggforskseriens anvisning 525.207. Dette er SINTEFs anbefalte løsning for tretak med innvendig nedløp og parapeter langs takkantene!
Kilde: Byggforskserien 525.207

Løsningen i figur 2 forutsetter at taksperrene ligger på undersiden av dampspærre og varmeisolasjon, noe som vanligvis gir en noe større byggehøyde enn et luftet tak. Løsninger for slakt, luftet tretak kan således være en mulig alternativ løsning der det er viktig med lav byggehøyde. Ved å legge noe av isolasjonen i den kompakte løsningen mellom bærebjelkene, og redusere

isolasjonstykkelsen på oversiden av bjelkelaget tilsvarende, kan man imidlertid redusere byggehøyden på den kompakte løsningen. I normale, tørre rom kan varmemotstanden til isolasjonen som er plassert på undersiden av dampsperra, utgjøre opptil en tredjedel av total varmemotstand.

I perioden 1960–1980 ble det bygd en del slake, luftede tretak med innvendig nedløp – med varierende erfaringer. For eksempel oppsto det flere skader knyttet spesielt til luftlekkasjer innenfra, med påfølgende kondensering og vannlekkasjer gjennom taktekningen. Dette bør ikke være et stort problem med dagens mer lufttette konstruksjoner og bedre tekkeprodukter. Dagens løsninger skiller seg imidlertid fra tidligere løsninger på flere måter. For eksempel er det mer isolasjon i taket, noe som medfører mindre eller ingen snøsmelting. Selv om vi kjenner til at slike tretak har vært bygd de senere årene, har vi ingen dokumentasjon på hvordan de fungerer.

Nedenfor har vi listet opp noen av årsakene til at luftet løsning med innvendig nedløp oppfattes som mindre robust enn den kompakte løsningen i figur 2 og luftet løsning med utvendig drenering.

- Vi har lite eller ingen dokumentasjon på hvordan moderne varianter av disse takene fungerer i reelle bygninger.
- Snø- og regninndrev i luftespalten kan lekke gjennom undertaket via spikerinnfestinger og føre til fuktskader i underliggende konstruksjon. I denne typen løsninger ønsker man av praktiske årsaker ofte å montere taksperrer og undertak horisontalt, og da fins det ingen mulighet til å drenere ut eventuelt vann som har kommet inn i luftespalten. I luftet løsning med utvendig nedløp av type pulttak vil takbjelkene og undertaket ha noe fall og dermed en viss dreneringsmulighet.
- Et eventuelt arkitektonisk ønske om små parapeter med "snaue" parapetbeslag kan gi redusert lufting (trange lufteåpninger) og mangelfulle snø- og regnutfellingskammere. Dette er for eksempel vanligvis ikke noe problem for luftet løsning med vanlige takutstikk.
- Det er noe usikkerhet knyttet til hvordan slukene fungerer om vinteren. Siden sluket og området rundt er kaldt, i motsetning til et kompakt tak hvor området rundt sluket er det varmeste området på takflaten, kan det være risiko for gjenfrysing av sluket under visse forhold. Dette kan videre tenkes å være problematisk dersom snøen smelter på andre deler av taket, eller det kommer kraftig regn ved overgang til mildvær.

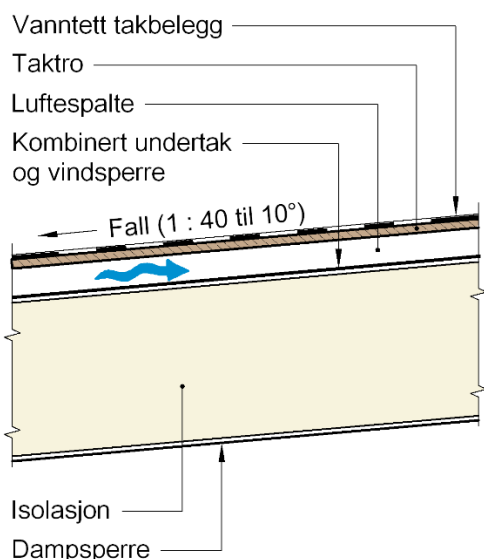
En variant av et slakt, luftet tretak er isolert, luftet terrasse med trebjelker over oppvarmet rom. I Byggforskseriens anvisning 525.324 er denne løsningen beskrevet for boliger med kun én boenhet, og her fins det løsninger for både innvendig og utvendig nedløp.

Merk ellers at dette notatet ikke inneholder alle relevante anbefalinger knyttet til slake, luftede tretak med innvendig nedløp. Notatet fokuserer på løsninger som er forskjellige fra anbefalingene i anvisning 525.104 for slake, luftede tretak med utvendig nedløp, for eksempel når det gjelder takfall og avrenning, lufting (sløyfehøyder) og parapetdetalj. Ellers er anbefalinger for slake, luftede tretak med innvendig og utvendig nedløp stort sett like. *Se derfor Byggforskseriens anvisning 525.104 for generell beskrivelse og anbefalinger knyttet til slake, luftede tretak, for eksempel med hensyn til følgende:*

- bakgrunn og funksjonskrav
- brannsikkerhet
- lydisolering
- bærekonstruksjon
- taktekning
- taktro
- krysslufting
- kombinert undertak og vindsperre
- innvendig luft og dampetting
- detaljer for gjennomføringer

2 Konstruksjonsprinsipp

Figur 3 viser prinsippet for oppbygning av slake, luftede tretak med isolerte takflater og takvinkel på 10° eller lavere. Varmeisolasjonen plasseres mellom taksperrene. På varm (innvendig) side av isolasjonen monteres et luft- og damptett sjikt (dampspærre). På kald (utvendig) side monteres et dampåpent undertak under en ventilert luftespalte og et vanntett takbelegg (asfalttakbelegg eller takfolie) montert på en taktro. Det dampåpne undertaket fungerer som vindsperre og kalles derfor også kombinert undertak og vindsperre. Videre i notatet refererer vi hovedsakelig til det kombinerte undertaket og vindsperra som "undertak", selv om en viktig funksjon for sjiktet også er å fungere som vindsperre.



Figur 3
Prinsipp for oppbygning av slakt, luftet tak. Kilde: Byggforskserien 525.104

Luftespalten ventileres via luftespalteåpninger ved takutstikk eller parapet. Hensikten med luftingen er å transportere bort byggfukt og annen overskuddsfukt, inkludert kondens eller lekkasjer fra utettheter i konstruksjonen. Ved utvendig nedløp skal luftingen også hindre uønsket snøsmelting og påfølgende skadelig ising ved takfoten og i takrenner ved å holde takteknningen kaldere enn 0 °C når det er snø på taket. Dette prinsippet gjelder altså kun for utvendig nedløp; ved innvendig nedløp aksepteres snøsmelting. Normalt kreves det mindre lufting for å fjerne byggfukt enn for å unngå snøsmelting, det vil si at luftet tretak med innvendig nedløp kan klare seg med noe mindre lufting (altså lavere sløyfehøyde og mer innnevring ved luftespalteåpningene) enn tilsvarende tak med utvendig nedløp. Anbefalinger for luftespalte og luftespalteåpningene er gitt i kapittel 3.3 og 4. I anvisning 525.104 er minimum isolasjonstykkelse satt til 300 mm for å redusere snøsmeltingen ved utvendig nedløp, mens det i dette notatet ikke er satt noe krav til minimum isolasjonstykkelse for innvendig nedløp utover krav/behov til U-verdi.

For å gi minst mulig motstand for luftingen bør luftespalteåpningene i utgangspunktet være like store som selve luftespaltens høyde (sløyfehøyde), som da benevnes som 100 % luftespalteåpning. Avhengig av klimabelastning må imidlertid luftespalteåpningene ofte innsnevres for å redusere risiko for snø- og regninndrev (< 100 % luftespalteåpning), og det må lages et utfellingskammer for snø og regn bak luftespalteåpningen, se kapittel 5. Merk at størrelsen på luftespalteåpningen (for eksempel 100 % eller 50 %) forholder seg til *minimum* sløyfehøyde i henhold til tabell 2, og ikke en eventuelt valgt sløyfehøyde som er større enn det som er nødvendig.

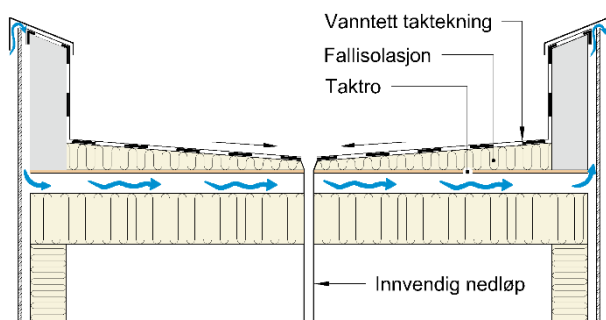
3 Konstruksjonsløsninger

3.1 Generelt

Innvendig nedløp for takvann er hovedsakelig aktuelt der man ikke ønsker takutstikk, det vil si der ytterveggen avsluttes i en parapet som vist i figur 1. Uten takutstikk med romslige raftekasser blir det vanskeligere å unngå innsnevring i luftinntakene, noe som reduserer luftingen og dermed øker risikoen for snøsmelting. Velger man innvendig nedløp for takvann, spiller det imidlertid ingen rolle om man får snøsmelting så lenge luftingen er tilstrekkelig til å transportere bort overskuddsfukt fra taket.

Løsningen som anbefales i dette notatet, er å legge taksperrere med ensidig fall mot en parapet som vist i figur 1. Undertaket vil da ha fall, noe som gir mindre risiko for lekkasjer ved snø og regninndrev i luftespalten. Generelt vil fall på undertaket gi taket større robusthet med hensyn til fuktsikkerhet – ikke bare i driftsfasen, men også i byggefasen før taktekning er på plass.

En annen variant av denne løsningen er å legge taksperrere uten fall og legge fallisolasjon på taktroa for å bygge fallet mot sluk. Se figur 4. Man får da en horisontal himling uten behov for oppretting. Et alternativ til bruk av fallisolasjon er å bygge opp fallet ved å benytte sløyfer eller lekter (krysslekter) i luftspalten som enten er skråskåret eller har forskjellig høyde. Taksperrer uten fall medfører imidlertid at undertaket også blir horisontalt, noe som igjen betyr at man må ha ekstra stor sikkerhet mot snø- og regninndrev i luftespalten. I tillegg vil det kunne oppstå lekkasjeutfordringer i byggefasen dersom det regner på undertaket og taktroa i perioden før taktekning er montert, spesielt hvis taket er stort. Uansett må man ikke legge taksperrere (inklusive undertak) med tosidig fall mot en renne midt på taket. Det vil medføre at eventuelt vann på undertaket samles i en "dam" midt på taket.



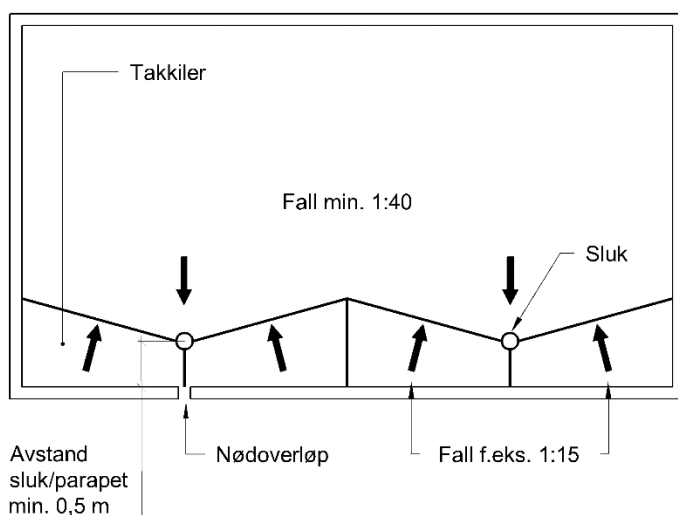
Figur 4

Slakt, luftet tretak med innvendig nedløp for takvann og horisontale taksperrer og undertak. Horisontalt undertak medfører imidlertid økt lekkasjerisiko, både i byggefasen og i driftsfasen. Ved horisontalt undertak må det gjøres egne prosjektspesifikke vurderinger av fuktsikkerheten, og man må vurdere kompensierende tiltak. Kilde: SINTEF

I dette notatet anbefaler vi et minimumsfall på undertaket på 1:40, se kapittel 3.3. Det samsvarer med anbefalingene i anvisning 525.104 i Byggforskserien. Hvis man likevel benytter horisontalt undertak som vist i figur 4, må det derfor gjøres egne prosjektspesifikke vurderinger av fuktsikkerheten, for eksempel av bygningsfysiker (RIByfy), og man må vurdere kompensierende tiltak.

3.2 Takfall og avrenning

For tak med innvendig nedløp gjelder prinsipielt de samme kravene til takfall og avrenning som for kompakte tak, se anvisning 525.207 i Byggforskserien. Som diskutert i kapittel 3.1 anbefales ensidig fall mot en parapet som vist i figur 1, og bruk av fallkiler. Ved å bruke fallkiler ved parapet unngår man stående vann, se eksempel i figur 5. I tillegg må man alltid etablere overløp.



Figur 5
Eksempel på løsning for ensidig fall mot parapet, hvor takkiler sørger for fall mot sluk. Kilde: SINTEF

3.3 Vurdering av egnethet og tiltak mot værpåkjening

3.3.1 Generelt

Hvorvidt slake, luftede tretak med isolerte takflater er en egnet løsning, må vurderes mot lokale værpåkjening i hvert prosjekt. Det samme gjelder størrelse på luftespalteåpninger, luftespalter, utfellingskammere og anbefalt takvinkel.

Lokale værpåkjening har stor betydning for risikoen for snøsmelting på takflaten og/eller snø- og regninndrev i luftespalten. Ved spesielt ugunstige forhold bør man ikke benytte slake, luftede tak, se tabell 1.

Tabell 1.
Om slakt, luftet tretak er en egnet løsning, må vurderes mot stedlige værforhold.

Værforhold	Egnet løsning
Svært lite vindutsatt, se pkt. 3.3.2	Nei
Lite utsatt for snø- eller regninndrev, se pkt. 3.3.3	Ja
Moderat utsatt for snø eller regninndrev, se pkt. 3.3.4	Ja
Svært utsatt for snø- eller regninndrev, se pkt. 3.3.5	Nei

I pkt. 3.3.2–3.3.5 brukes begrepene *midlere vindhastighet* og *slagregns påkjening*:

- *Midlere vindhastighet* er beskrevet i pkt. 4.2.
- *Slagregns påkjening* er beskrevet i anvisning 451.031 i Byggforskserien.

3.3.2 Svært lite vindutsatt

Definisjon

Svært lite vindutsatt tilsvarer at forholdene på byggestedet kan sies å:

- ha svært lav vindhastighet, som tilsvarer månedlig midlere vindhastighet under 1 m/s i én eller flere måneder gjennom året, og/eller
- være svært skjermet for vind, som for eksempel kan tilsvare en lav bygning med tett skog rundt, og at byggestedet i tillegg er relativt lite vindutsatt.

Anbefaling

Slakt, luftet tak bør ikke benyttes under slike forhold. Uttøringskapasiteten er for dårlig.

3.3.3 Lite utsatt for snø- eller regninndrev

Definisjon

Lite utsatt for regninndrev kan tilsvare lokalklima med liten slagregns påkjenning. Det tilsvarer under 400 mm slagregn per år fra hovedretning med mest slagregn.

Lite utsatt for snøinndrev er vanskelig å kvantifisere og må vurderes ut fra kjennskap til lokale forhold.

Anbefaling

Slakt, luftet tak kan benyttes under slike forhold. Utfellingskamrene ved luftinntak kan utføres relativt små og med 100 % luftespalteåpning. Undertaket bør monteres med fall på minst 1:40.

3.3.4 Moderat utsatt for snø- eller regninndrev

Definisjon

Moderat utsatt for regninndrev kan tilsvare lokalklima med moderat slagregns påkjenning. Det tilsvarer 400–800 mm slagregn per år fra hovedretning med mest slagregn.

Moderat utsatt for snøinndrev er vanskelig å kvantifisere og må vurderes ut fra kjennskap til lokale forhold.

Anbefaling

Slakt, luftet tak kan benyttes under slike forhold. Utfellingskamrene ved luftinntakene bør utføres relativt store og/eller luftespalteåpningene bør strupes 50 % i forhold til sløyfehøyde. Undertaket bør monteres med fall på minst 3°.

3.3.5 Svært utsatt for snø- eller regninndrev

Definisjon

Svært utsatt for snø- eller regninndrev kan være utsatte steder på fjellet og utsatte kyststrøk med tidvis mye snøfokk og/eller slagregn ved svært kraftig vind (liten storm eller mer). Dette er vanskelig å kvantifisere og må vurderes ut fra kjennskap til lokale forhold.

Anbefaling

Slakt, luftet tak bør ikke benyttes under slike forhold.

4 Luftespalte

4.1 Generelt

For beskrivelse av drivkrefter, strømningsmotstand og behovet for lufting, samt anbefalinger om generell utforming av luftespalte, sløyfer og snø- og regnutfellingskamre, se anvisning 525.104 i Byggforskserien. Se også Uvsløkk (2021).

4.2 Anbefalte sløyfehøyder

I klima som er "lite utsatt" for snø- og regninndrev, kan man ha luftespalteåpninger ved inn- og utløp i takutstikk/parapet som er like store som sløyfehøyden (100 % spalteåpning). I klima som er "moderat utsatt" for inndrev, bør man snevre inn luftespalteåpningene for å få et mer effektivt utfellingskammer for nedbør i raftekassa. Når man snevrer inn luftespalteåpningen, vil den i praksis utgjøre såpass stor ekstra strømningsmotstand at man må øke sløyfehøyden for å opprettholde samme luftstrømning. I tabell 54 a og b i Byggforskseriens anvisning 525.104 er det derfor valgt å skille mellom anbefalinger for full spalteåpning (100 %) og halv spalteåpning (50 %) for utvendig nedløp: Full spalteåpning er egnet i klima som er lite utsatt for inndrev, og halv spalteåpning er egnet i klima som er moderat utsatt for inndrev. For innvendig nedløp har vi i dette notatet (tabell 2) valgt å basere oss på samme sløyfehøyder som for utvendig nedløp gitt i anvisning 525.104, tabell 54 b, gjeldende for 300–399 mm isolasjonstykkelse og halv spalteåpning (50 %). Disse sløyfehøydene er i utgangspunktet beregnet for å unngå snøsmelting ved utvendig nedløp og er dermed på konservativ side for et tak med innvendig nedløp hvor snøsmelting kan aksepteres. Vi har også valgt kun å forholde oss til tabellverdiene beregnet for halv spalteåpning (50 %) fordi de typiske parapetløsningene benyttet ved innvendig nedløp inneholder flere retningsendringer for luftstrømmen, noe som vil gi ekstra strømningsmotstand.

I tillegg vet vi at i klima hvor den gjennomsnittlige vindhastigheten er på et ganske høyt nivå, vil luftingen være mer effektiv enn i klima hvor vindhastigheten er lavere. Vi skiller da mellom to nivåer, henholdsvis en månedlig midlere vindhastighet i såkalt kritisk periode mellom 1–2 m/s og 2 m/s og over. Kritisk periode for innvendig nedløp er den måneden i året med laveste midlere vindhastighet, det vil si den måneden når uttørkingskapasiteten er lavest. Midlere vindhastighet benyttes i tabell 2 for å finne anbefalt sløyfehøyde. Det er vindhastigheten målt 10 m over terrenget som er lagt til grunn for tabellverdiene. Lokale værdata med vindhastigheter fins på nettstedet til Norsk klimaservicesenter (2022).

Metoden for å beregne månedlig midlere vindhastighet for kritisk periode er som følger:

- Last ned data for *middeltemperatur (mnd)* og *middel av middelvind fra hovedobs. (mnd)* for siste 10 år fra Norsk klimaservicesenter (2022), fra målestasjon nærmest mulig byggestedet.
- Beregn gjennomsnittet måned for måned (gjennomsnitt av alle januar, gjennomsnitt av alle februar osv.) av *middeltemperatur (mnd)* og *middel av middelvind fra hovedobs. (mnd)* for de 10 årene.
- Fra disse månedene: Bruk vindhastigheten for måneden med lavest gjennomsnitt av *middel av middelvind fra hovedobs. (mnd)*.

Tabell 2 viser anbefalte minste sløyfehøyder for slakt, luftet tretak med innvendig nedløp. Taklengden refererer til korteste strømningslengde i sløyferetningen. Taklengde fra gavl til gavl (ved krysslufting) kan eksempelvis være større. For tak med krysslufting, se pkt. 4.4, kommer nødvendig høyde på krysslektene i tillegg til nødvendig sløyfehøyde.

Tabell 2.

Anbefalt minste sløyfehøyde for tak med innvendig nedløp til sluk. Gjelder for steder som er lite til moderat utsatt for snø- og regninndrev, hvor det benyttes fra full (100 %) til halv (50 %) luftespalteåpning. Tabellen er beregnet med netting med 60 % åpningsareal over luftspalteåpningene, og gjelder uavhengig av om taket er kryssluffet eller ikke. (Tall i parentes viser aktuell oppbygning med tilgjengelige dimensjoner, med nederste sløyfe maks 36 mm.)

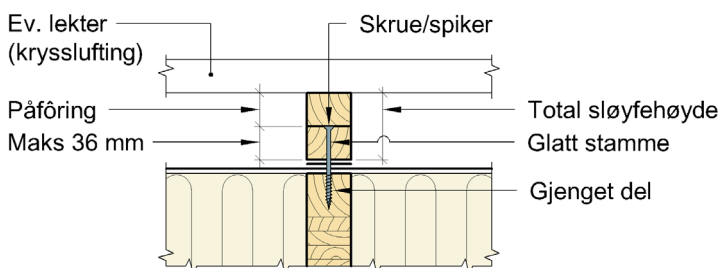
Midlere vindhastighet ¹⁾ (m/s)	Anbefalt sløyfehøyde (mm)					
	Lengde på luftespalte fra inntak til uttak (m)					
	5	7,5	10	12,5	15	20
1 til 2	36	36	46 (23 + 23)	72 (36 + 36)	98 (30 + 68)	153 (30 + 123)
2 og mer	36	36	36	46 (23 + 23)	59 (36 + 23)	84 (36 + 48)

¹⁾ Månedlig midlere vindhastighet i kritisk periode, det vil si den måneden i året som har den laveste vindhastigheten

4.3 Montering av sløyfer

For å sikre god klemming av undertaket mot underlaget må sløyfehøyden være maks 36 mm. Der total sløyfehøyde må være større enn 36 mm for å oppnå tilstrekkelig lufting, monteres en påføring oppå nederste sløyfe. Sløyfene bør festes med skruer med glatt stamme for den delen av skruen som går gjennom sløyfa. Se figur 6.

For å sikre varig klemming mot underlaget bør sperrer og sløyfer ha en trefuktighet under 20 vektprosent ved montering. Både sløyfer og lekter kan være av ubehandlet eller trykkimpregnert trevirke.



Figur 6

Prinsipp for montering av sløyfer. Vertikalsnitt

Nederste sløyfehøyde bør være maks 36 mm for å sikre god klemming mot underlaget. Der total sløyfehøyde må være større enn 36 mm, monteres en påføring oppå nederste sløyfe. For å redusere risikoen for lekkasjer skal det alltid brukes sløyfebånd mellom sløyfe og undertak.

Kilde: Byggforskserien 525.104

4.4 Kryssluffing

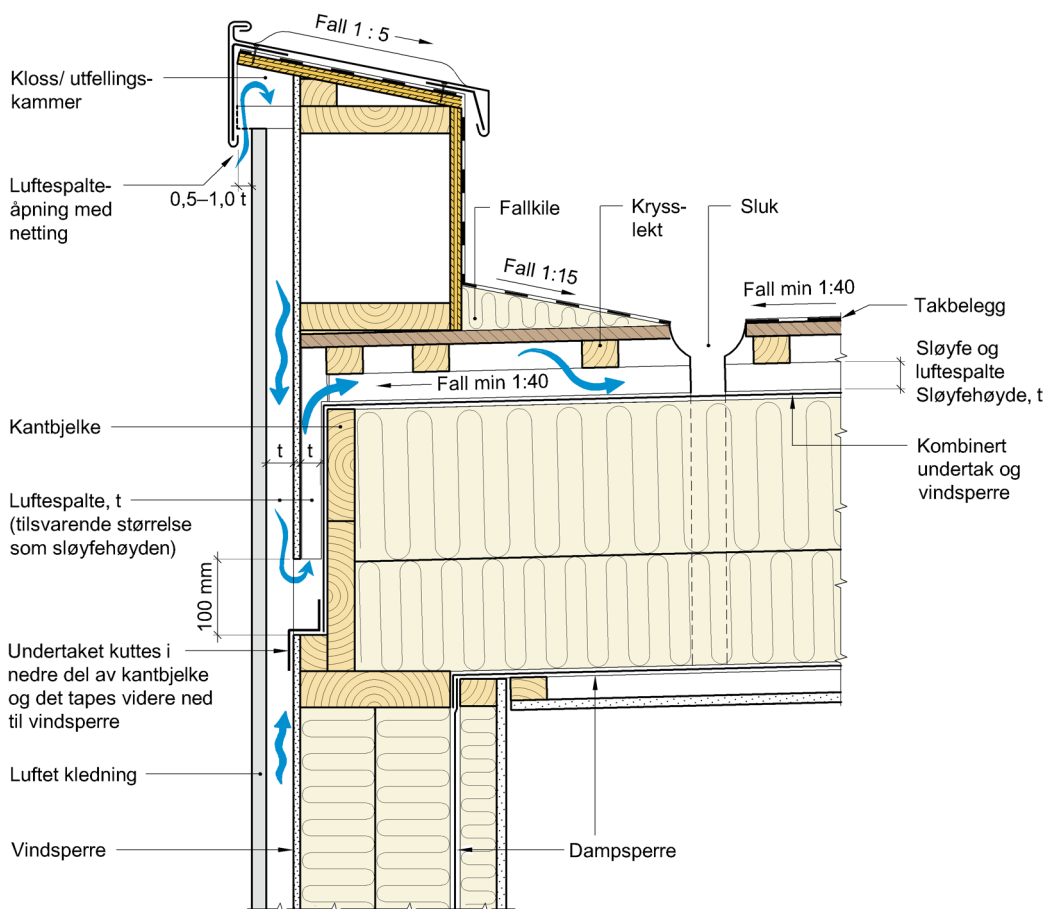
Luftingen av taket forbedres noe med kryssluffing. Kryssluffing gir lufting også på tvers av sløyferetningen (hovedstrømsretningen) ved å montere lekter vinkelrett over sløyfene. For at kryssluffingen skal bidra til lufting av større deler av taket, må det være luftespalteåpninger langs alle ytterveggene. Dimensjoner på lektene må velges ut fra valgt taktekning og laster på taket. For generelle råd om kryssluffing, se anvisning 525.104 i Byggforskserien.

5 Detaljløsning ved parapet

Figur 7 viser eksempel på overgangsløsning mellom vegg og tak ved innvendig nedløp. Her er taksperrene, og dermed også undertaket, lagt med et fall på 1:40. Utfellingskammeret i parapeten i figur 7 er i tillegg begrenset, selv om det benyttes 50 % innsnevring. Det betyr at det er viktig å unngå snø- og regninndrev i luftespalten. Løsningen bør derfor kun benyttes ved klima som er "lite utsatt" for snø- eller regninndrev, jf. kapittel 3.3.3. Taket er kryssløftet, noe som er en spesielt egnet løsning for en bygning som er relativt kvadratisk.

Ved bruk av løsningen i figur 7 på steder som er "moderat utsatt" for snø- og regninndrev, bør det legges inn et større fall på undertaket (min. 3°). I tillegg kan man vurdere å lage et mer effektivt utfellingskammer, noe som er lett å gjøre hvis det rent arkitektonisk kan aksepteres et større utstikk på parapetbeslaget enn hva som er tilfelle i figur 7. Effektive snø- og regnutfellingsskamre er vist i Byggforskseriens anvisning 525.104 for raftekasser ved utvendig nedløp, og samme prinsippet kan tilpasses parapetløsninger.

Fasadekledning og tak har felles lufteråpning. Det kan eksempelvis medføre at luft trekkes inn nederst på en fasade, dras gjennom luftespalten i taket og luftes ut via parapet på motstående fasade. Vi har lite erfaring med hvordan dette fungerer i praksis, men vi antar at det er uproblematisk så lenge luften som kommer fra fasadens luftspalte, ikke er spesielt fuktig. Hvis luften derimot er fuktig, kan man risikere kondens på undersiden av taktroa. Slik kondensering er ikke uvanlig i slake, luftede tak med takbelegg montert på taktro, se omtale i Byggforskseriens anvisning 525.104. Slake, luftede tretak anbefales derfor ikke benyttet sammen med fasader hvor man kan forvente høy luftfuktighet bak kledningen, for eksempel ved kledninger med dårlig regntetthet eller for høye fasader.



Figur 7

Overgang mellom tak og vegg ved innvendig nedløp. Løsningen viser bruk av skrå taksperre med ensidig fall mot parapet, tilsvarende som i figur 1, samt bruk av kryssløfting. Kilde: SINTEF

6 Referanser

6.1 Byggforskserien

- 451.031 Klimadata for dimensjonering mot regnpåkjønning
- 525.104 Slake, luftede tretak med isolerte takflater og utvendig nedløp
- 525.207 Kompakte tak
- 525.324 Isolert, luftet terrasse med trebjelker

6.2 Litteraturhenvisninger

Uvsløkk, S. (2021). *Lufting av tak. Parameterstudie og anbefalinger*. SINTEF rapport 2020: 00500. Trondheim: SINTEF Community.

Norsk klimaservicesenter. (2022). *Observasjoner og værstatistikk*.
<https://seklima.met.no/observations/>

Slake, luftede tretak med isolerte takflater og innvendig nedløp

Dette notatet beskriver oppbygning av luftede tretak med takvinkel på 10° eller lavere, med vanntett taktekning, isolerte takflater og innvendig nedløp.

Luftede tretak utføres typisk med utvendig nedløp. Imidlertid har slake, luftede tretak (med takvinkel på 10° eller lavere) tidvis vært bygd med innvendig nedløp – med varierende erfaringer. Under arbeidet med Byggforskseriens anvisning 525.104 *Slake, luftede tretak med isolerte takflater og utvendig nedløp* ble det også utarbeidet en løsning for innvendig nedløp. Løsningen ble ikke inkludert i anvisningen fordi den vurderes å være mindre robust med hensyn til fuktsikkerhet enn et alternativ som allerede fins i Byggforskserien: kompakt tretak med isolasjon over bjelkelaget.

SINTEF Community har valgt å gi ut dette notatet som en veiledning til de som likevel ønsker å benytte slakt, luftet tretak med innvendig nedløp.