



Wood Be Better

Fargeendring i umalte trefasader - erfaringer og eksempler

NIBIO RAPPORT | VOL. 3 | NR. 98 | 2017



Publikasjonens navn

Fargeendring i umalte trefasader - erfaringer og eksempler.
2017

Utgiver

Wood Be Better, NIBIO, Norsk institutt for bioøkonomi

Forfattere

Katrin Zimmer, Ona Flindall, Lone Ross Gobakken, Marius Nygaard

Bilde og illustrasjon

Katrin Zimmer og Ona Flindall

Øvrige kilder er kreditert i teksten

Forsidebilde

Naustet i Bjørvika, tegnet og bygget av arkitektstudenter fra Oslo, Bergen og Trondheim gjennom prosjektet TreStykker 2012. Kledning; furfurylert furu (Kebony). Bilde: NIBIO/Thomas Ekström

Trykk

Interface Media as / www.interfacemedia.no

ISBN 978-82-17-01906-0

ISSN 2464-1162

Forord

En umalt trefasade forteller en historie – om bygningen den er en del av og om stedet der bygningen står. Sol og regn, temperatur og vind varierer med breddegrad, klimasone, landskap og vegetasjon, og vil påvirke fasaden over tid. I tidligere tider fortalte materialvalget i bygninger om lokal ressurstilgang, lokale byggetradisjoner og byggeskikk. Bygningskultur og arkitektoniske grep legger føringer for bygningens orientering og valg av kledning, takutstikk og vindusdetaljer. De bestemmer hvordan sol, regn og soppvekst påvirker ytterveggen. Summen av påvirkning avleses i fargenyansene i den umalte trefasaden. Kunnskap om dette samspillet mellom faktorer kan omsettes i design som samtidig blir dreieboken for den fremtidige bygningens fortelling om dem som bygget og brukte den og om stedet der den står.

Fasadekledninger i umalt tre har blitt stadig mer populært i Norge – både i private og offentlige bygg. Tre er et bærekraftig og miljøvennlig materiale med en tilnærmet vedlikeholdsfri ytre flate om det anvendes på riktig måte. Umalte trefasader er et attraktivt og kostnadseffektivt fasadealternativ.

De mange og varierte trebygningene fra de siste tyve årene har i liten grad blitt systematisk gjennomgått. Mange av disse bygningssprosjektene har stått seg bra, og kan tjene som forbilder for nye bygg i tre. Samtidig finnes eksempler på fargeendringer som kom uventet eller var uønskede for arkitekter og brukere. I noen tilfeller har kledningen til og med blitt skiftet eller etterbehandlet av estetiske grunner. Det er derfor viktig – både for arkitekter, huseiere og byggherrer – å lære av de gode løsningene for å unngå de dårlige. Noen av eksemplene i veilederen vil vise til situasjon-

er og detaljer som kan ha oppstått på grunn av mangelfull detaljering eller utførelse. Det understrekes at vi ikke har grunnlag for å si noe om hvor ansvaret for en eventuell mangel bør ligge. Veilederen har fokus på den observerte tilstanden i fasaden, og sannsynlige årsaker til dette visuelle inntrykket.

Målet er å gi en innføring i hvordan en umalt trefasade forandrer utseende over tid og hvordan utforming og detaljering påvirker denne prosessen. Vi vil gjøre fargeendringene mer forutsigbare ved å gå gjennom ulike design- og konstruksjons-eksempler og vise hvordan disse påvirker den naturlige væraldringen av trevirket. Råtesopp-skader blir i liten grad omtalt, siden fokuset er på fargeendring til tre. Veilederen er tenkt som et informasjonsverktøy for arkitekter, håndverkere, produsenter, huseiere og andre som er interessert i å utføre prosjekter med umalte trekledninger.

Alle prosjekteksemplene er norske. Det har vært et poeng å vise hvordan det umalte trevirket opptrer under landets mangeartede regionale og lokale klimaforhold. Befaringer og fotografering ble utført høsten 2016 og våren 2017.

Denne visuelle veilederen er en del av forskningsprosjektet Wood Be Better (finansiert av Norges forskningsråd) og er utarbeidet av Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO) og Arkitektur- og designhøgskolen i Oslo (AHO).

Wood Be Better -prosjektet
Ås, 25. august 2017

Innhold

1. Umalte trefasader	7
2. Treslag, bearbeiding og kledningstyper	
2.1 Holdbarhet.....	13
2.2 Bruksklasse	14
2.3 Trematerialets holdbarhet	16
2.4 Levetid	17
2.5 Bearbeiding, sortering og framstillingsmåte	18
2.6 Veien til riktig kledningsmateriale	21
3. Fargeendring	
3.1 Faktorer	24
3.2 Treets oppbygging	25
3.3 Prosess	26
3.4 Regionale klimaforskjeller i landet	31
3.5 Kledningstyper	33
4. Detaljering	
4.1 Flate vegger	38
4.2 Skrå flater	39
4.3 Skjøter	42
4.4 Listverk og vindu	44
4.5 Utkraging, balkong og takutstikk	47
4.6 Kledning i møte med bakken	51
4.7 Vannavrenning	55
4.8 Festemidler og beslag	58
Samvirket mellom utforming og fargeendring	65
Oversikt over referanseprosjekter	67
Relevant litteratur	69

I Norge har vi lang tradisjon for bruk av tre som kledningsmateriale. Den naturlige gråningen som oppstår i en umalt trefasade assosieres med gjenkjennelige bygningstradisjoner som for mange har en egen estetisk karakter og verdi. Økt politisk og kulturelt begrunnet interesse for bruk av tre, samt økende miljøbevissthet omkring materialbruk i byggeindustrien, har gitt en fornyet interesse for bruk av umalte trefasader.

Hva er en umalt trefasade?

Umalte trefasader er yttervegger med trekledning som ikke er overflatebehandlet, hverken før eller etter montering, og hvor det ikke er forutsatt overflatebehandling eller betydelige vedlikeholdstiltak i løpet av kledningens levetid. Dette inkluderer ubehandlede treslag, samt noen umalte, modifiserte og royalbehandlete treprodukter. Modifisert tre og royalbehandlet tre er inkludert fordi disse kan benyttes umalt i trefasader og vil gjennomgå de samme aldringsprosesser som ubehandlet tre.

Uten beskyttende overflatebehandling, vil en umalt trefasade være direkte eksponert for klimatiske påkjenninger, noe som over tid vil føre til fargeendring. Fargeendringen bestemmes av type og mengde klimatisk påkjenning, men også av trevirkets anatomi og kvalitet og kledningens utforming og detaljering.



Brueland barnehage, Sandnes. Kledning i ubehandlet trespon, ferdigstilt i 2012.

Hvorfor velge en umalt trefasade?

Ved riktig valg og bruk av trematerialer vil en trefasade kunne stå i mer enn 60 år uten overflatebehandling, og med minimalt vedlikehold. Vedlikehold er en vesentlig utgiftspost – og en klar motivasjon for å velge umalte trefasader. En umalt trekledning gir en «levende» fasade med naturlig spill i farge og tekstur. Umalte trefasader er et alternativ til mer homogene, ensfargede malte fasader og industrielt fremstilte materialer. I et land med sterke tretradisjoner assosieres også umalte trefasader med en varig og verdifull bygningskultur.

Umalt trevirke fra bærekraftig skogsdrift er et fornybart materiale som spiller en sentral rolle i bioøkonomien. Bruk av tre som bygningsmateriale vil lagre karbon i bygningsmassen og

bidra til å dempe klimabelastninger. Dette miljøregnskapet er imidlertid avhengig av at trematerialene og produktene har lang levetid. Ved å utnytte materialets iboende holdbarhet, unngås dessuten bruk av kjemiske komponenter til overflatebehandling og vedlikehold knyttet til rengjøring og fornyet behandling. Fra et miljøperspektiv er det også viktig at umalte trefasader har lang estetisk holdbarhet.



Sverresborg Trøndelag Folkemuseum, Trondheim. Bilde: NIBIO/Lone Ross Gobakken

Kledningens tekniske og arkitektoniske rolle

Tradisjonelt har klimaskallet, det ytre sjiktet i yttervegg og yttertak, vært byggets viktigste beskyttelse mot vind, regn og andre eksterne påkjenninger. Nye konstruktive prinsipper, arkitektoniske temaer og bygningssprodukter gjør at klimaskallet ofte bygges opp av flere sjikt som tilsammen gir tilstrekkelig beskyttelse.

En spilekledning i tre kan dels fungere som solavskjerming og dels som ytre kledning, i samvirke med en tett platekledning innenfor. Spilene

kan også brukes til å oppheve skarpe skiller mellom etasjer, og mellom tette fasadepartier og vindusfelt. Trekledningens rolle i dagens bygg er mer variert, men levetiden er fremdeles avhengig av materialkvalitet og detaljutforming.



Tollvesenets Hus, Gardemoen. Kledning i eik kjerneved, ferdigstilt 1998. Bilde: Reiulf Rasmstad Arkitekter/Roberto Di Trani

Kledning - funksjonell levetid

Kledningen er det ytre sjiktet i klimaskallet og skal beskytte innendørs konstruksjoner mot sol, regn og vind. En trekledning er som oftest sammensatt av ikke-bærende komponenter der deler av eller hele fasadeseksjoner kan skiftes ut. For at en fasade skal opprettholde sin

funksjonelle levetid, er det viktig at det benyttes egnede trematerialer og treprodukter som settes sammen i løsninger som hindrer direkte oppfukning og råtesoppkader.

LEVETID er tidsperioden etter ferdigstilling der bygningen og bygningsdelene oppfyller funksjonskravene. Under ideelle forhold kan trevirke ha en nesten ubegrenset levetid.

Kledning - estetisk levetid

I tillegg til at kledningen har en byggeteknisk funksjon, er den også avgjørende for byggets arkitektoniske karakter. Kledningens utseende påvirker ikke nødvendigvis den tekniske funksjonaliteten til fasaden. Fasadens visuelle uttrykk kan likevel føre til redusert levetid dersom brukere og andre ikke er fornøyd med utseendet på fasaden, eller med hvordan fargen på fasaden endrer seg over tid. Det skiftende uttrykket i en umalt trefasade kan oppleves som et naturlig, interessant og positivt arkitektonisk innslag, og kan gi inntrykk av at fasaden «lever» ved å respondere på omgiv-

elsene. Forventningene om hvordan en umalt trefasade vil se ut over tid, varierer fra person til person. Mange tenker at en umalt trekledning raskt vil gråne og gradvis få en jevn, grå farge. Ofte samsvarer dette ikke med den virkelige fargeutviklingen, spesielt ikke de første årene. Ved å utnytte og formidle kunnskap om hvordan fargen endrer seg over tid – avhengig av materialvalg, detaljutforming og klimapåvirkning – kan den estetiske levetiden til en umalt trefasade forlenges. Både arkitekter og brukere av bygget vil på denne måten få et mer nyansert forhold til fargeendringene.



Berg studentby, Trondheim. Kledning i royalbehandlet furu, ferdigstilt 2011.

Studentboligene på Berg er kledd i royalbehandlet furu. Panelet i de øverste etasjene er montert liggende, som vestlandskledning, der overliggende bord skjerner underliggende bord mot regn og sol. Dette skaper slagskygger og gir et karakteristisk fargemønster i fasaden. Studentboligene sto ferdige i 2010. Seks

år senere hadde fasaden gjennomgått en naturlig fargeendring. Fasaden fremsto uten råtesopp-skader og opprettholdt sin tekniske funksjon. Likevel ble bygningene malt i 2016. Dette viser at det er et informasjonsbehov knyttet til hvordan umalte trefasader endrer farge.

Treslag, bearbeiding og kledningstyper

2

Væraldringen på en fasade er avhengig av materialer, klimaeksponering og detaljutforming. Mulige reaksjoner mellom festemidler, slik som skruer og spiker, og treet spiller også inn. Selv ved riktig valg av tremateriale, kan valg av bordtype og kvaliteten på bordene være avgjørende for utseendet til vegg. Ulike kvaliteter og skurmønster gir en vegg med mer variasjon, mens lik kvalitet og skurmønster gjerne gir en jevnere og mer enhetlig farge.

2.1 Holdbarhet

Holdbarhet er et begrep som beskriver trets iboende motstandsevne mot råte, altså hvor godt trevirket motstår råtesoppangrep. Inndeling av treslag og trebehandlinger i ulike holdbarhetsklasser er basert på tester der treprøver står i jordkontakt. Tiden det tar før soppangrep starter og hvor raskt nedbrytningen skjer,

gjenspeiles i klassifiseringen. En test i jordkontakt er svært krevende for trevirket og gir en god indikasjon på dets holdbarhet (Tabell 1). Trematerialer vil ha kortere levetid i jordkontakt og marine miljøer enn i konstruksjoner over bakken.



Felttest (EN 252) for holdbarhet av ulike treslag og behandlinger, Ås. Bilde: NIBIO/Gry Alfredsen

HOLDBARHETSKLASSER OG BRUKSKLASSER sier lite om fremtidig væraldring og fargeendring, men gir viktige retningslinjer for hvilke trematerialer som bør velges for å oppfylle den tekniske levetiden til trematerialet.

Tabell 1, trematerialets holdbarhet mot råteangrep klassifiseres i fem klasser (EN 350):

Holdbarhetsklasse	Beskrivelse	Eksempel treslag
HK1	meget holdbar	afzelia, ipé
HK2	holdbar	barlind, kjempetuja, eik (2-4)
HK3	middels holdbar	lerk (3-4), furu (3-4)
HK4	lite holdbar	gran, sitka gran (4-5), radiata furu (4-5)
HK5	ikke holdbar	yteved av alle treslag, osp, bjørk, ask, bøk, or, lønn, alm

De mest holdbare av de norske treslagene er eik og furu. De meget holdbare treslagene er tropiske treslag.



Råte i dekke av ubehandlet osp.

2.2 Bruksklasser

Brukssituasjonen har stor betydning for trematerialets holdbarhet. Hvor høy fuktpåkjeningen er og hvor lenge fuktpåkjeningen er tilstede, er avgjørende for når en råtesoppkade starter og hvor raskt den utvikler seg. Jo lengre trematerialet har en trefuktighet over 20

prosent, jo større er sannsynligheten for at en råtesoppkade oppstår. Trematerialets bruksområde og brukssituasjon er inndelt etter fuktpåkjening i tilsammen fem bruksklasser.

Tabell 2, bruksklasser for tre i ulike anvendelser (EN 335):

Bruksklasse	Generell brukssituasjon	Trefuktighet	Fuktbelastning under bruk
1	innvendig, dekket til, tørr	maks 20%	ingen
2	innvendig eller dekket til, oppfukting kan forekomme	tidvis >20%	av og til
3.1	utendørs, over mark, eksponert for værbelastninger, begrenset risiko for langvarig fuktbelastning	tidvis >20%	av og til
3.2	utendørs, over mark, eksponert for værbelastninger, perioder med fukt, men ikke konstant	ofte >20%	hyppig
4	utendørs, jordkontakt og eller ferskvann	hovedsakelig eller permanent >20%	konstant
5	i sjøvann	permanent >20%	konstant

VANN- OG FUKTFELLER kan oppstå ved mangelfull detaljering, konstruksjon eller utførelse. Innebygde vannfeller eller mangelfull ventilasjon kan gi situasjoner der treet ofte blir vått og forblir fuktig. Slike situasjoner tilsvarer bruksklasse 4 og krever tremateriale med høy holdbarhet.

I følge Tabell 2 vil en fasade være i bruksklasse 2, 3.1 og 3.2. Det betyr at trematerialet kan være utsatt for svært forskjellige fuktbelastninger avhengig av fasadens oppbygging og detaljering. Derfor er det allerede i prosjekteringsfasen viktig å ta hensyn til brukssituasjonen for de ulike delene av en fasade og velge

materialer med tilstrekkelig holdbarhet.

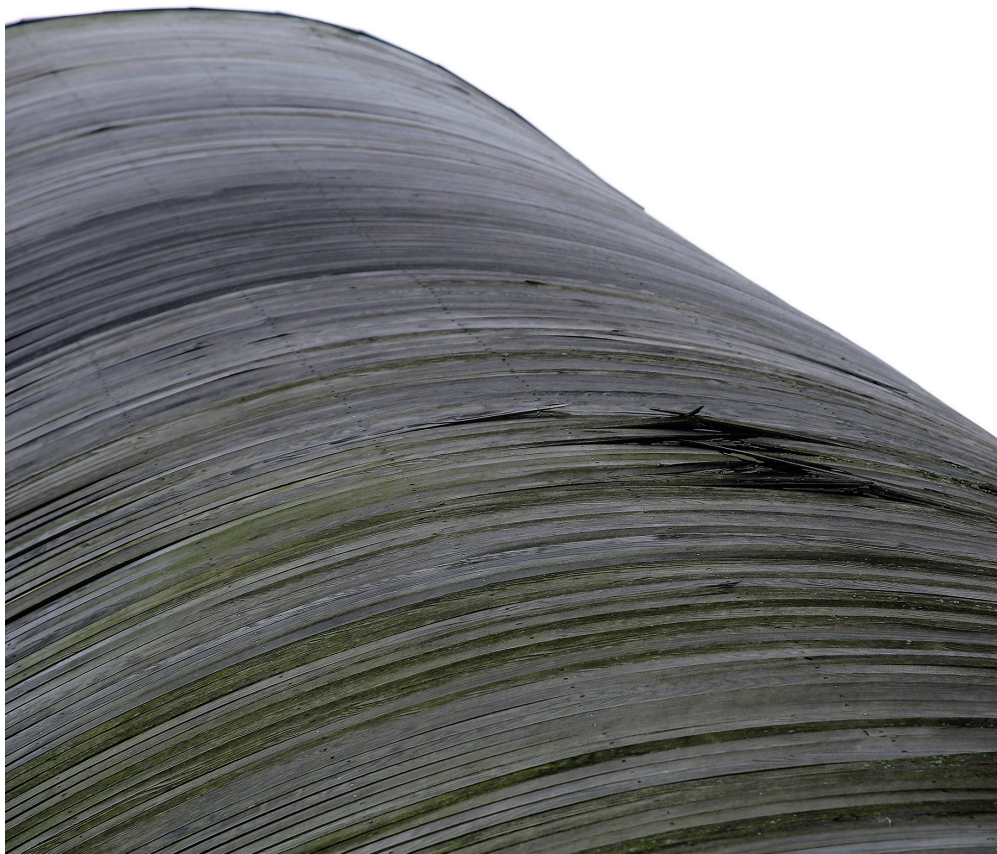
Tabell 3 viser valg av materialer med riktig holdbarhet tilpasset bruksklasse og brukssituasjon. Tabellen angir minstekrav til holdbarhetsklasse ved anvendelse i ulike bruksklasser.

TREMODIFISERING er definert som ikke-giftige kjemiske, fysiske og termiske prosesser som endrer og bedrer treets egenskaper. Egenskaper som blir forbedret gjennom modifisering er blant annet trematerialets dimensjonsstabilitet og holdbarhet mot råtesopp.

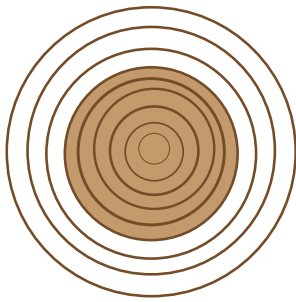
Tabell 3, minstekrav til holdbarhetsklasse ved anvendelse i forskjellige bruksklasser (EN 460):

Bruksklasse	Holdbarhetsklasse				
	HK1	HK2	HK3	HK4	HK5
1	o	o	o	o	o
2	o	o	o	(o)	(o)
3	o	o	(o)	(o)-(x)	(o)-(x)
4	o	(o)	(x)	x	x
5	o	(x)	(x)	x	x

o – naturlig holdbarhet er tilstrekkelig; (o) – naturlig holdbarhet er vanligvis tilstrekkelig. For noen applikasjoner er det tilrådelig med en trebehandling; (o)-(x) – naturlig holdbarhet kan være tilstrekkelig. For noen applikasjoner og avhengig fra treslag og sin permeabilitet er trebeskyttelse nødvendig. (x) – trebeskyttelse er vanligvis tilrådelig. For noen applikasjoner kan naturlig holdbarhet være tilstrekkelig. x – trebeskyttelse er nødvendig.



Kledning i ubehandlet osp, med råteskader.



FURU KJERNEVED
har lengre holdbarhet
enn furu yteved.

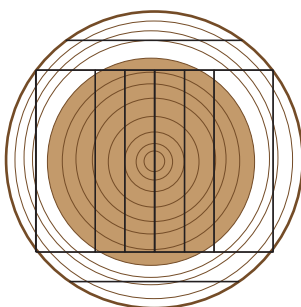
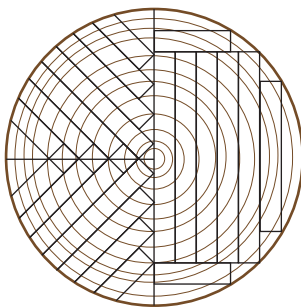
2.3 Trematerialets holdbarhet

Mange umalte trefasader i Norge er produsert av nordiske treslag som gran, furu og osp, men også lerk, kjempetuja og eik blir brukt som kledningsmateriale. Av treslag klassifisert som "holdbare" i tabell 1, finnes bare eik i noe omfang i Norge. Holdbarheten varierer ikke bare mellom treslag, men også innen ett treslag. Kjerneveden i de fleste treslag kan ha en høyere naturlig holdbarhet enn yteveden. Kjerneveden – den indre delen av en trestokk – kan ha en annen farge enn yteveden – den ytre delen av stokken. Dette ses tydelig i furu. Kjerneveden i furu, lerk og eik er ofte mindre gjennomtrengelig for vann. Årsakene er en mekanisk tettingseffekt og vannavstøtende ekstraktivstoffer i kjerneveden. Disse stoffene øker kjernevedens motstandsevne mot soppangrep og mengden aktivt stoff kan variere mellom treslag. Yteveden har normalt en be-

grenset naturlig holdbarhet, er mer gjennomtrengelig for vann og har dermed høyere fuktoptak enn kjerneveden.



Furustokk. Ulik holdbarhet på yte- og kjerneved.



SKURMØNSTER
vil kunne påvirke kvali-
teten på de ulike bord-
ene.



Kledning i stående furupanel. Kledningsbordene består hovedsakelig av kjerneved, men har noe yteved i kanten av bordene.

I tillegg til fasadekledning av ubehandlet tre, benyttes også kledning av behandlet eller modifisert tre.

Impregnering av trevirke med blant annet kobber øker materialets motstandsevne mot råtesopp og insekter. Impregnering eller modifisering kan oppgradere «ikke-holdbar» yteved av bartrær til «svært holdbar» (Tabell 1). Ved tradisjonell impregnering benyttes gjerne kobberforbindelser som aktivt stoff for å hindre råtesoppvekst. Royalbehandlet trevirke (Royal furu) er impregnert med kobber og gis en tilleggsbehandling med linolje, noe som gir en ekstra vannavvisende effekt.

De fleste impregneringer har toksiske (giftige) virkemidler mot sopp, slik som for eksempel kobber. Økende bevissthet om helse- og miljøeffekter av giftige og skadelige stoffer har ført til en utvikling av biocidfrie (giftfrie) trebeskyttelsessystemer. Det er dette som kalles

tremodifisering. Tremodifisering er definert som en prosess som endrer og bedrer treets egenskaper uten å være giftig for mennesker, dyr og planter.

Noen eksempler på modifiserte tre-materialer er: varmebehandlet tre (HK (HoldbarhetsKlasse) 1-5), acetylert tre (Accoya®, HK1-2) og furfurylert tre (Kebony RAP Clear® HK1; Kebony Character® HK1-2; Kebony SYP Clear® HK2). Disse materialene har økt motstanddyktighet mot vanninntrenging og råtesopp, og er mer dimensjonsstabile enn ubehandlet tre.

IMPREGNERT TREVIRKE: Nordisk trebeskyttelsesråd (NTR) samordner bestemmelser om impregnering i de nordiske landene. Det er fire klasser for impregnert trevirke i Norden i henhold til NS-EN 351-1 Tre og trebaserte produkters holdbarhet - Klassifisering av trebeskyttelsesmidlets inntrenging og opptak.

M: tre benyttet i marint miljø
A: tre benyttet i jordkontakt og i ferskvann
AB: tre benyttet over bakke
B: tre benyttet i vinduer og dører

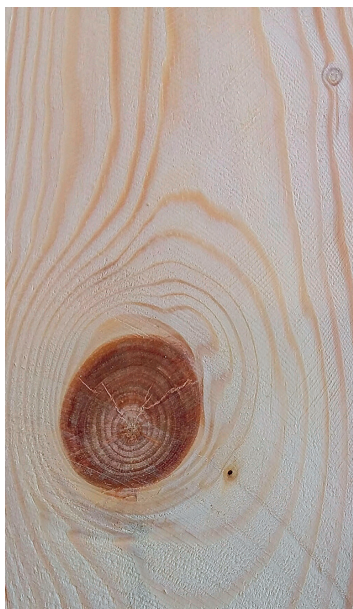
2.4 Levetid

Levetiden til en trekledning varierer betydelig, avhengig av materialkvalitet, klimapåvirkning, håndverksmessig utførelse og detaljering. Er kledningen i oppbygging og detaljering utført slik at det ikke oppstår vannfeller og opptørking skjer raskt, så kan levetiden til en grankledning være 60 år eller mer. Blir samme

materiale brukt i en fasade med mangelfull detaljering som skaper vannfeller og hindrer opptørking, så reduseres levetiden betraktelig, i verste fall til under 10 år.

Tabell 4, antatt levetid for utvalgte treslag i en trefasade med god (Forventet) og mangelfull (Worst case) detaljering

Treslag	Worst case (år)	Forventet (år)
Furu kjerneved (<i>Pinus sylvestris</i>)	< 15	60
Furu yteved (<i>Pinus sylvestris</i>)	< 10	> 15
Gran (<i>Picea abies</i>)	< 10	60
Lerk kjerneved (<i>Larix sibirica</i>)	< 15	60
Kjempetuja (<i>Thuja plicata</i>)	< 10	60
Osp (<i>Populus tremula</i>)	< 5	>15
Eik (<i>Quercus robur</i> , <i>Q. petraea</i>)	< 10	60
Furfurylert tre (WPG 30)	< 30	60
Acetylert tre (WPG 25)	< 30	60
Varmebehandlet (212 °C)	< 10	60



Fiberhelling rundt kvist.

FIBERHELLING

er et uttrykk for fibrenes (vedcellenes) hellning og orientering mot treets vekstakse. Ved normal vekst er fibrene orientert parallelt med treoverflaten i stokken. Kvister kan gi avvik i fibrenes orientering, siden fibrene legger seg rundt kvisten.

2.5 Bearbeiding, sortering og framstillingsmåte

Egenskapene til tre som materiale kan variere betydelig mellom treslag, mellom trær av samme treslag og til og med innen samme tre.

For å sikre at trematerialet er egnet til formålet, er det nødvendig å spesifisere krav til produktkvaliteten. For kledning av bartrevirke, fastsetter teknisk spesifisering SN/TS 3186 krav til utvendig kledningsbord. Denne tekniske spesifiseringen formulerer krav til trefuktighet i kledningen og beskriver to klasser for kledninger. Klasse 1 er ment som fasadekledning, mens klasse 2 har lavere krav til teknisk kvalitet og utseende.

Homogen kvalitet og lik bearbeiding av kledningsbordene bidrar til en fasade med et mer enhetlig uttrykk. Faktorer som påvirker egenskaper og utseende på en kledning kan være:

- antall kvist og størrelse på kvist
- fiberhelling
- årringbredde
- årringorientering og skurmønster
- tilvirkning/bearbeiding av overflaten

Kvist og fiberhelling

Kvist i kledningsbordene påvirker fasadens estetiske uttrykk. Få og små kvister gir gjerne et rolig inntrykk, mens mange store kvister er godt synlige og bidrar til mer liv i fasaden. Ekstraktivstoffer og kvae bidrar også til variasjon i fargeendring rundt og i kvistene.

Antall kvist og størrelse på kvist i kledningsbordet påvirker dets mekaniske egenskaper. Materialer fra rettvokste trær har lite fiberhelling og høy styrke. Fiberhellingen øker

med antall og størrelse på kvisten i kledningsbordet. Dette øker risikoen for brudd i kledningsbordet ved belastning. Krymping og svelling vil også øke med økt fiberhelling, og kan føre til at bordet slår seg, det vil si at det vrir seg ut av en rett og plan hovedform.



Liggende, åpen kledning i osp med mye vridning i bordene.

Årringbredde

Årringbredden kan påvirke holdbarheten til trevirke av bartrær. Forsøk med gran viste at trevirke med årringbredde mindre enn én millime-

ter hadde mindre fuktopptak enn materiale med større årringbredde.

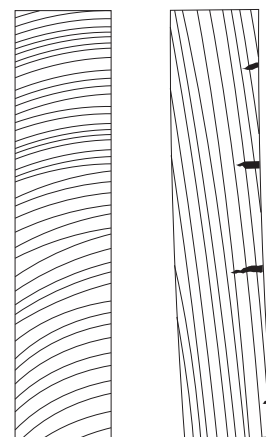


Granprøver med ulike årringbredde. Bilde: Per Otto Flæte

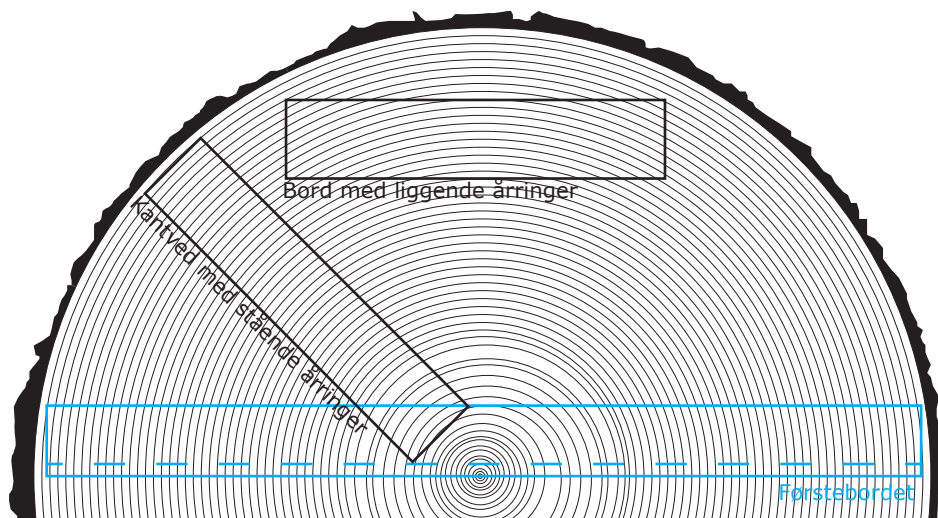
Årringenes orientering

Hvordan årringene er orientert i kledningsbordene vil påvirke dimensjonsstabiliteten til trevirket i bruk. Bord med stående årringer, vinkelrett på flaten, krymper og sveller betydelig mindre enn bord med liggende årringer, parallelt med overflaten. Kledningsbord med stående årringer får mindre sprekker. Kledningsbord med stående årringer og høy andel kjerneved blir ansett

som god kledningskvalitet. Derfor benyttes ofte førstebordet (midt i stokken) til kledning. Det leveres og benyttes også kledning med liggende årringer. Kantved er en spesialkvalitet og sagteknisk utfordrende å tilvirke, men kan bestilles ved utvalgte sagbruk.



ÅRRINGORIENTERING: Kledningsbord med stående årringer vil være mer dimensjonsstabile og mindre utsatt for sprekke enn bord med liggende årringer.



Furustokk med plassering av førstebordet, kantved, samt en illustrasjon av liggende og stående årringer

Tilvirkning av overflaten

Overflaten på kledningsbord er enten sagskåret, høvlet, rillet eller kløyvd. I hovedsak er det bare spon som er kløyvd. De forskjellige tilvirkningsmetodene påvirker hvordan vann opptrer på overflaten. Ved kløyving følger oppdelingen fibrene i trevirket, slik at det blir få åpne fibre hvor vannet kan trekke inn. Ved saging

vil flere av fibrene i overflaten bli skåret over på tvers. Dette gir flere eksponerte, åpne fibre som trekker til seg vann. Høvlete bord har færre eksponerte og åpne fibre, og har dermed en jevnere overflatestruktur.



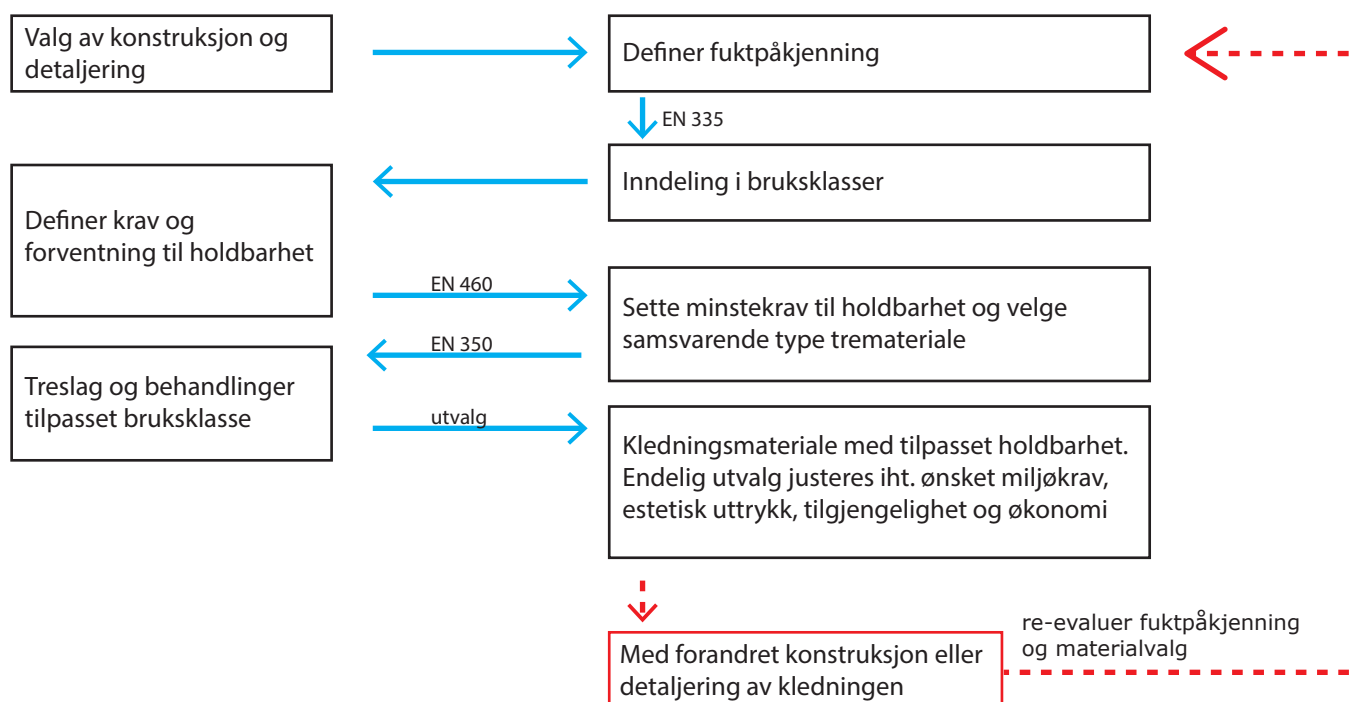
Ulikhet i overflatestruktur på samme planke som er sagskåret (til venstre) og høvlet.

2.6 Veien til riktig kledningsmateriale

I tillegg til å ha forventninger til fasadens utseende, ønsker gjerne arkitekter og byggherrer en trefasade som både er varig, miljøvennlig, klimavennlig, vedlikeholdsfri, kortreist og prisgunstig. I dag har vi ikke noe tremateriale som oppfyller alle disse forventningene. Det er derfor viktig å avveie hva som har størst betydning i hvert prosjekt, og deretter velge det materialet og den trebeskyttelsesmetoden som er best egnet. I prosjekter med robuste detaljløsninger og få risikopunkter for

langvarig oppfukning, kan trevirke med tilstrekkelig naturlig holdbarhet være et godt valg. Der forlenget levetid er viktig, og faren for oppfukning er betydelig, kan tradisjonelt impregnert tre eller modifisert tre benyttes. Miljøegenskaper må dokumenteres for alle produkter. Kunnskap om trebeskyttelse og anvendelse av tre i ulike brukssituasjoner er viktig for best mulig å kunne tilfredsstille forventninger om levetid

Beslutningsdiagram for valg av kledningsmateriale



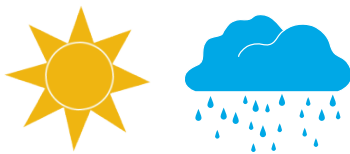
Mer informasjon om bruksklasser, holdbarhet og levetid for ulike treslag:

- Levetid for tre i utendørs konstruksjoner i Norge (2014). Gobakken LR, Alfredsen G, Brischke C, Flæte PO. Rapport fra Skog og landskap, 16/2014. Norsk institutt for skog og landskap.
- Nordiske regler for kvalitetskontroll av impregnert tre (2013). Nordisk Trebeskyttelsesråd. NTR-dokument nr. 3.
- EN 335 (2013). Tre og trebaserte produkters holdbarhet. Bruksklasser: Definisjoner, anvendelse på heltre og trebaserte plater.
- EN 350 (2016). Tre og trebaserte produkters holdbarhet. Prøving og klassifisering av motstandsevnen mot biologisk påvirkning til tre- og trebaserte materialer.
- EN 460 (1994). Tre og trebaserte produkters holdbarhet. Holdbarhet av heltre. Krav til holdbarhet av tre i bruk i risikoklasser.
- Fokus 21 - Trykkimpregnering (1997). Fokus på tre. Treindustrien, TreFokus AS Treteknisk

Uavhengig av treslag vil alle umalte overflater gjennomgå en aldringsprosess som er styrt av klimapåkjenninger og byggets utforming. Fargeendringer har normalt ingen betydning for den tekniske levetiden eller funksjonaliteten til fasaden, men endringene vil prege byggets utseende. Eksemplene i denne veilederen viser at fargeendringene på en fasade ikke er tilfeldige, men at de følger et forutsigbart mønster og naturlig logikk.



Ulike farger i en furfurylert furu kledning.



SOL OG NEDBØR er hovedfaktorene som gir fargeendring.

3.1 Faktorer

Nytt friskt trevirke vil som resultat av klimatiske påkjenninger gjennomgå en fargeendring mot gulbrune eller grå toner. Hastigheten og karakteren på fargeendringen er avhengig av en rekke faktorer:

- Sted: Geografisk og klimatisk beliggenhet
- Plassering: Orientering av fasaden og lokale klimabetingelser
- Arkitektur: Arkitektoniske og bygningstekniske detaljer i fasaden
- Sol: Solinnstråling, strålingens intensitet og temperaturen på fasaden
- Fuktighet: Trefuktighet, som følge av regn og relativ luftfuktighet i omgivelsene
- Vind: Retning og hastighet på vind
- Tid: Varigheten til ulike værforhold

3.2 Treets oppbygging

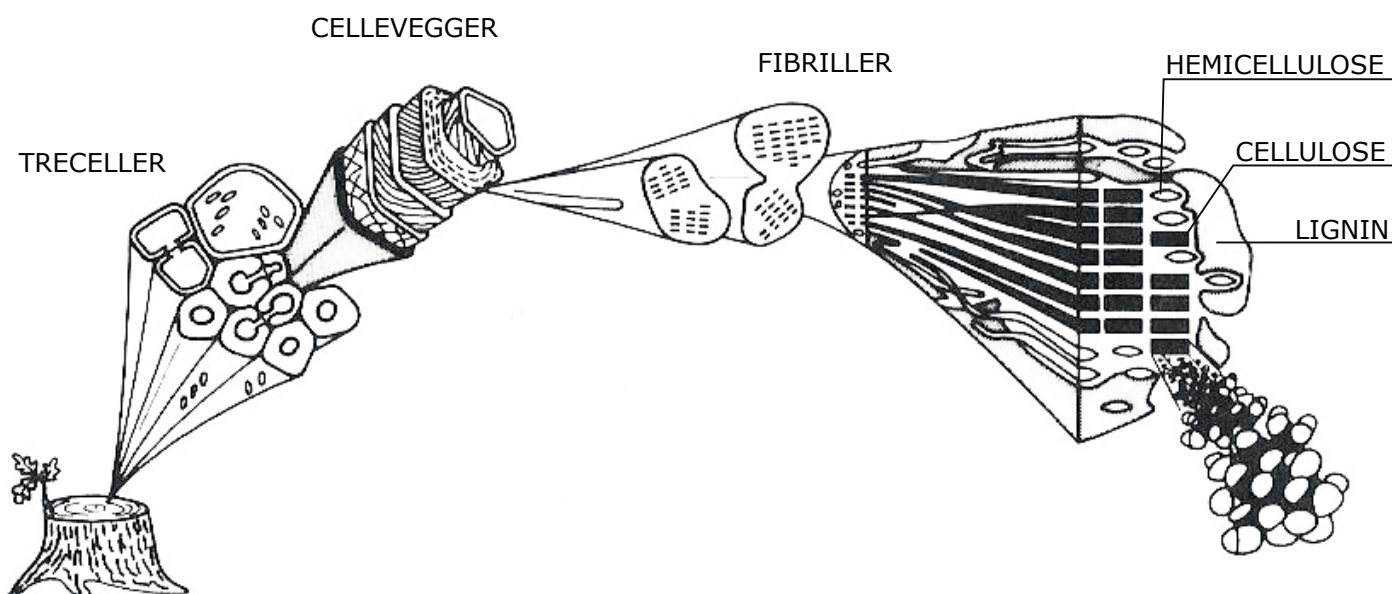
Trevirkets indre struktur skal oppfylle mange funksjoner. De viktigste er vanntransport, mekanisk stabilitet og forsvar mot insekter og råtesopp.

Treet er bygget opp av mange spesialiserte celler. Alle cellene i treet er forbundet i et system som både gir styrke og fungerer som et transportnett for vannet oppover og utover i stamme og greiner.

Byggesteinene i celleveggen er cellulose, hemicellulose og lignin. Sammen virker de som en armert konstruksjon. Cellulose tåler mye strekk- og bøyebelastning, mens lignin, som ligger rundt cellulosen, tar opp trykkbelastninger og gir

stivhet til celleveggen. Hemicellulose ligger mellom cellulose og lignin, og er bindeleddet mellom disse. Den spesielle oppbyggingen av celleveggen og forbindelsen mellom cellene gir trevirket dets mekaniske stabilitet.

Mange treslag har ekstraktivstoffer bestående av ulike kjemiske forbindelser. Sammensetningen av disse stoffene varierer mellom treslagene. Ekstraktivstoffene bidrar til å gjøre treverket mindre gjennomtrengelig for vann, og kan også fungere som et forsvar mot råtesopp og insektangrep.



Skjematisk oppbygging av tre og cellevegger (Hoffmann og Jones 1989)

3.3 Prosess

Væraldring og gråning av treoverflater utendørs er et resultat av flere

faktorer og interaksjonen mellom disse.

Nedbrytning av lignin

Nytt lyst treverk av for eksempel furu og gran får gjerne en gulbrun farge som det første tegn på væraldring. Dette er spesielt tydelig der treoverflaten er eksponert for mye sol. Årsaken er at ligninet i treoverflaten brytes ned av UV-stråler, og at ekstraktivstoffene ved gjen-

tatt oppfukting og uttørking forflytter seg (migrerer) mot overflaten og oksiderer. Den gulbrune fargen blir mørkere over tid. Gulning av tre er også kjent fra innendørs panel og møbler.



Tynn granfiner (100 mikrometer tykke) eksponert for sollys i 0, 1, 5 og 20 dager.
Bilde: NMBU/Ingunn Burud



Bildeutsnittet til venstret viser kledning med brunlig farge, der hele fasaden fremstår som mørk varm brun. Migrasjon av ekstraktivstoffer gir lysere gule felter på og rundt kvist. Fasader med lite fuktpåkjenning vil gjerne få en mer brun enn grå farge.

Kledning i furu kjerneved, kvaefelt rundt marg og kvister.

Svertesopp

Svertesopp er en fellesbetegnelse for muggsopparter med mørkfargede hyfer og sporer som danner blå til svart fargeendring på overflaten av en trekledning. Muggsopp og svertesopp bryter ikke ned treverket. Intensitet og mengde av svertesopp er avhengig av mikroklimaet og hvor lenge overflaten er fuktig. Fasader eller deler av fasader som har mindre fuktpåkjenning, hvor luftfuktigheten i omgivelsene

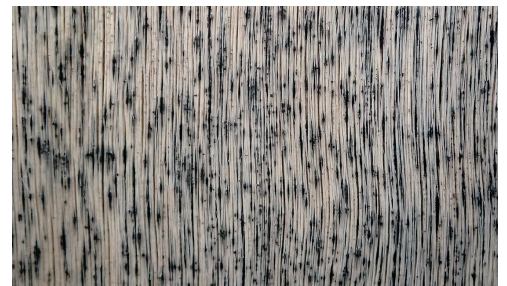
er lav, har mindre vekst av svertesopp enn fasadepartier med høy fuktpåkjenning. Partier med mye svertesoppvekst kan etter perioder med mye regn og høy luftfuktighet fremstå som nesten svarte fordi trevirket og soppens sporer og hyfer er mettet med vann. Når treoverflaten tørker, fremstår flaten som mye lysere.



Fasadefelt mellom to utkragende vindusbokser i ett og samme fasadefelt. Ås videregående skole. Bilde: NIBIO/Lone Ross Gobakken

Forholdene i ett og samme fasadefelt kan gi ulike forhold for fremvekst av svertesopp. Dette ser man eksempel på kledningen ved den videregående skolen på Ås.

Bildeserien til høyre viser tre forstørrede utsnitt fra fasaden med økende påvekst av svertesopp.



Bilde: NIBIO/Lone Ross Gobakken



Bilde 1: Våt fasade mot sør. Krigskirurgibygge kurscenter, Sessvollmoen.



Bilde 2: Tørr fasade mot øst. Krigskirurgibygge kurscenter, Sessvollmoen.

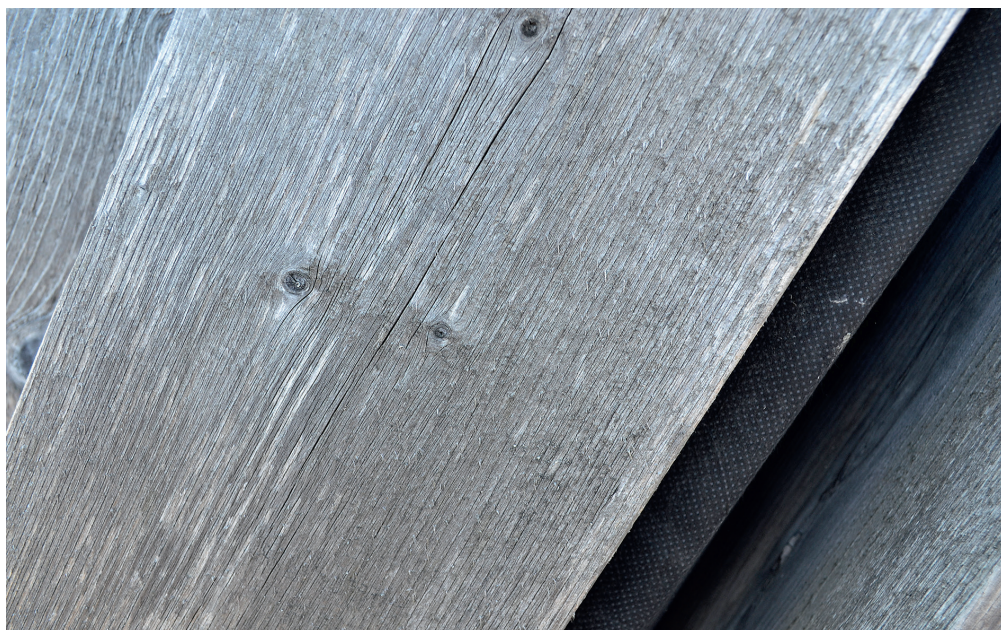
De to bildene over er tatt på samme dag av samme skolebygg på Sessvollmoen leir. Bilde 1 viser fasaden

når den er svært oppfuktet og mørk, mens fasaden på Bilde 2 er tørrere og opptreer mye lysere.

Utvasking av fasaden

Regn på fasaden fører til at nedbrutte komponenter fra lignin og oksiderte ekstraktivstoffer vaskes ut fra overflaten. Cellulosen i fibre kommer da tydeligere frem. Cellulose i ren form er nesten hvit og områder på en fasade med lite vekst av svertesopp får en lys grå eller sølvaktig farge.

Den delen av celleveggen som holder vedcellene sammen har høyest andel lignin. Ved nedbrytning av lignin blir bindingen mellom cellene svekket. Gjentatt regn og utvasking av nedbrutt lignin gjør at celluloserike fibre står igjen. Disse kan reise seg og gi en fibreete overflate (se bilde).



Frynsete fibre på overflaten av kledningsbord

Mekanisk erosjon

I omgivelser med mye vind, er det normalt lite synlig vekst av svertesopper, alger, mose eller lav på kledningen. Mye vind fører til rask opptørking. Videre kan vind

bære med seg iskrystaller og sand, noe som kan føre til erosjon i kledningsbordenes overflate. Is og sand kan også «skrubbe» overflaten slik at sopp sporer ikke får feste.

EROSJON: Det er antatt at erosjon av fasaden fører til et tap av cirka 3-5 mm i bordtykkelse i løpet av 100 år.



Eldre fasade preget av mekanisk erosjon. Vigdalen, Luster. Bilde: NIBIO/Lone Ross Gobakken

Begroing

Mose, alger og lav kan vokse på en trefasade. Felles for disse er at de gjerne vokser i miljøer med høy relativ luftfuktighet, lite luftbevegelse, lav temperatur og begrenset eksponering mot direkte sol. Dette kan for eksempel være på nordsiden av en bygning, bak vegetasjon eller på andre flater som ligger i skyggen.

Særlig gir vekst av alger og lav en indikasjon på et fuktig mikroklima, med risiko for råtesoppvekst. Samtidig vil vekst av mose, alge og lav kunne holde på fuktigheten i overflaten av kledningen og dermed øke risikoen for råtesoppvekst.



Lav på liggende, skråstilt spilekledning.

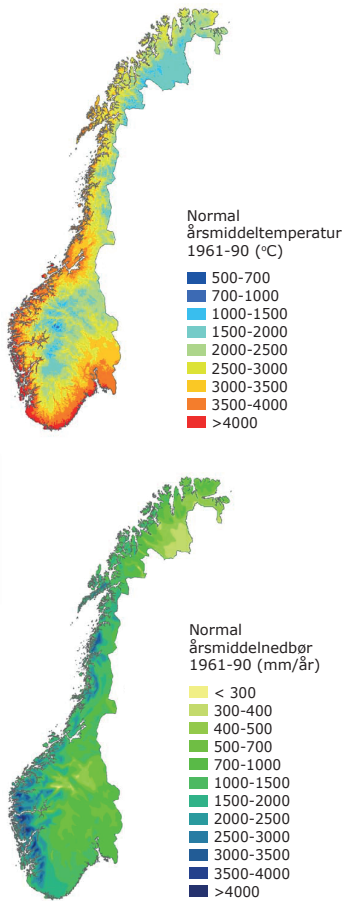


Algevekst på nedre del av en stående låvekledning.

3.5 Regionale klimaforskjeller i landet

Norge har en utstrekning på 1750 km, fra 58° til 71° N, med en lang kystlinje, dype fjorder, variert topografi og stor variasjon i klima. Kart 1 og 2 viser gjennomsnittlig nedbør og

temperatur i Norge. Langs kysten er årlig middeltemperatur høyere enn i indre og østlige deler av landet. Kystområdene i nord og spesielt i vest har mye vind og nedbør.



Normal årsmiddeltemperatur og årsmiddelnedbør, fra met.no



Vestvendt kledning i furu kjerneved. Fire år gammel. Stavanger.

Regionale klimaforskjeller kan også komme til uttrykk i en umalt trefasade. Bildet over viser en vestvendt furukledning i Stavanger fire år etter montering. Fasaden er fuktig og har blitt gjennomgående mørk grå, noe som tyder på kraftig vekst av svertesopp på fasaden. Dette gjenspeiler klimaet i Stavanger med mye nedbør og liten mulighet for optørking av kledningen.

En 19 år gammel vestvendt furukledning på Rena har et helt annet utseende (bilde). På Rena er klimaet forholdsvis tørt. Når slagregn opptrer, kommer det fra én hovedretning. Sør-, øst- og vestvendte vegger får liten regnbelastning og fremstår som mørk brune, med mindre utvasking og soppvekst.



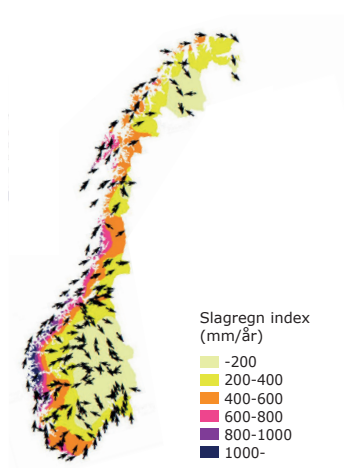
Vestvendt kledning i furu kjerneved. 19 år gammel. Rena.

Også på vegger i ett og samme bygg vil ulike klimatiske påkjenninger på vegger av samme materiale og alder kunne resultere i ulik fargeutvikling. På bildet under ser man et nordøstvendt hjørne av et bygg på Rena. Den ene veggen er grå og har blitt utsatt for slagregn med påfølgende

utvasking og vekst av svertesopp. Den andre veggen er mer brun etter eksponering for sol og viser få tegn på fuktbelastninger. Eksempelene tydeliggjør viktigheten av også å ta hensyn til de stedlige klimaforholdene når en fasade skal planlegges.



Hjørne mot øst og nord. Østveggen med takutstikk. Rena.



Slagregn mm/år, fra Lisø K. R (2006)

Slagregn index
(mm/år)

- 200
- 200-400
- 400-600
- 600-800
- 800-1000
- 1000-

3.6 Kledningstyper

Valg av kledningstype betyr mye for det arkitektoniske uttrykket i et bygg. Treslag, dimensjon, profil, orientering og utførelse er viktige faktorer. Alle treslag og kledningsmaterialer vil få en fargeendring. Fargeforskjellen mellom ulike trema-

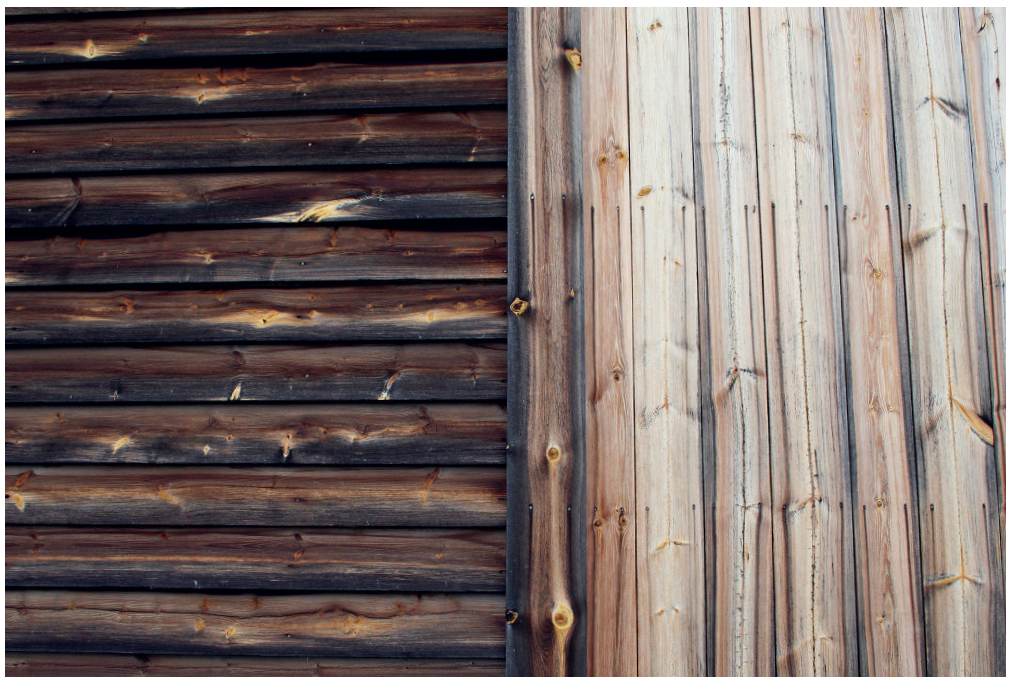
terialer er i utgangspunktet forholdsvis liten, dersom eksponeringen er lik. Derfor kan valg av bordkvalitet og kledningstype ha større innflytelse på fasadeuttrykket enn valg av treslag.

LIK FARGEENDRING:
Med lik eksponering for sol og regn, vil umalte trekledninger, uavhengig av treslag og behandling, gråen tilnærmet likt.



Fargeendring og gråning på ulike treslag og behandlinger etter henholdsvis 3 måneder (øvre halvdel) og 3 år (nedre halvdel). Øvre rad fra venstre: ubehandlet gran (35), ubehandlet furu (36), Royalbehandlet furu (31). Nedre rad fra venstre: acetylert furu (34), varmebehandlet furu (32), furfurylert furu/Kebony (29).

BORDKVALITET OG KLEDNINGSTYPE vil ha større innflytelse på fasadeuttrykket enn valg av treslag.



Liggende og stående montering av samme kledning i furu kjerneved kledning.

Liggende kledning

Liggende kledning har tradisjonelt vært mest vanlig på Vestlandet. Årsaken er at den gir god beskyttelse mot slagregn. En liggende kledning med overlappende bord kan ha stor fargevariasjon. Den nederste delen av et bord kan få en tydeligere

grå farge fordi den er mer utsatt for regn. Den øvre delen, som er beskyttet av overheng fra bordet ovenfor, kan fremstå som mer brun. Når hovedflaten er plan og loddrett, som i en dobbeltfalset kledning, kan fargevariasjonen bli mindre.



Liggende kledning med overlappende bord, Vestlandskledning.

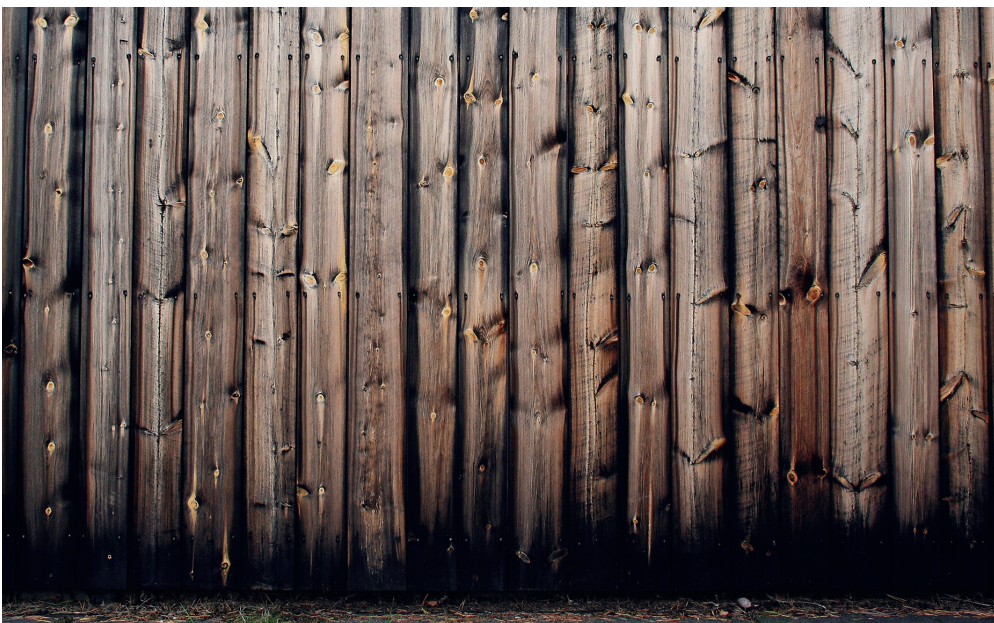


Liggende dobbeltfalset kledning, uten overlappende bord.

Stående kledning

Vertikal eller stående kledning, som for eksempel tømmermannskledning, har vært vanlig på Østlandet og i indre strøk av Norge. På en stående kledning vil feltene nærmest bakken gjerne ha størst fuktbelastning, både på grunn av regnvannet som strømmer nedover og fordi vann kan sprute opp fra bakken. Underkanten av bordet skrånkjæres

ofte for å lage en dryppnese og hindre oppsug i endeveden. Råtesoppangrep i nedre del av en stående kledning krever at alle berørte kledningsbord må skiftes ut. Her har liggende kledning en fordel ved at kun de nedre bordene må skiftes ut dersom råteskader oppstår ved bakken.



Stående kledning i møte med bakken.

Spon

Trespon ble i middelalderen brukt som takteking, slik som for eksempel på stavkirker. Senere ble det også mer vanlig å benytte spon som fasademateriale. Tradisjonelt har trespon til kledning blitt laget for hånd. Det ble benyttet trevirke med liten eller ingen fiberhelling og

kvist, og stykkene ble kløyvd. For delen ved kløyving er at overflatene i sponen følger fiberretningen. Det blir dermed færre åpne fibre, og fukt vandrer mindre inn treet enn i emner med skårne eller sagde overflater.



Overlappende sponkledning.



Spilekledning.

Åpne kledninger og spiler

Vertikale og horisontale spiler kan anvendes sammen med rettskårne eller skråskårne bord i åpne fasadekledninger. Når spaltene mellom bordene er smale, vil kledningen være ventilert, men vann vil i liten grad trenge inn mellom bordene. Låvekledning er et eksempel på en

slik kledning. Spiler har også fått økt anvendelse som et ytre, «transparent» sjikt i fasader. Ytterveggen må da ha en fullverdig, tett kledning/membran bakenfor spilene.

Tilleggsinformasjon om ulike kledningstyper og montering finns på:

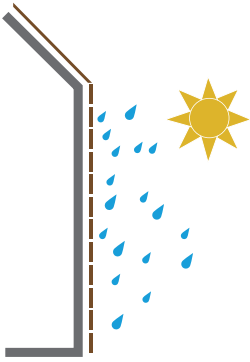
- [Byggforskserien 542.102 \(2012\). Liggende trekledning. SINTEF Byggforsk.](#)
- [Byggforskserien 542.101 \(2011\). Stående trekledning. SINTEF Byggforsk.](#)
- [Fokus på tre 42 \(2007\). Tradisjonsbaserte byggemetoder. Treteknisk.](#)
- [Fokus på tre 22 \(2002\). Utvendig kledning. Treteknisk.](#)

Vertikale og plane veggpartier uten utstikkende elementer fremstår ofte med en jevn farge. De fleste bygg har imidlertid fasader med vinduer, dører, utkrager, balkonger med mere for å oppfylle nødvendige bruksbehov. Innpassingen av disse elementene krever brudd i fasadekledningen og detaljene vil påvirke hvordan sol, vind og regn treffer ytterveggen. I dette avsnittet viser vi hvordan ulike detaljløsninger på eksisterende bygg har påvirket fargen på kledningen.



DETALJERING i fasaden vil gi ulik eksponering for fukt og sol. Dette vil kunne gi utslag i store ulikheter i fargeendring innenfor samme fasade.

Sponkledning i furu kjerneved. Teknisk verksted, Rena Leir.



4.1 Vertikale flater

En plan vegg med lite detaljering og homogen klimapåkjenning vil gjerne utvikle en jevn og homogen farge. God lufting av en plan fasadekledningen er viktig. Dette sikres ved en utlekting av kledningen som gir god luftbevegelse bak kledningsbordene.

Smale spalter mellom panelbord kan bidra til utlufting, men kan også svekke luftstrømmene som bidrar til å tørker opp fasaden.

Krigskirurgisk kurscenter, Sessvollmoen Leir, furu kjerneved (Longva arkitekter), 2004

Utsnitt av en trefasade med jevn farge. Utlekting sørger for god ventilasjon og uttørring av kledningen. Øvre og nedre bordkant er skråskåret.



Krigskirurgisk kurscenter

Arkitekt: Longva arkitekter
 Prosjektperiode: 2002 – 2004
 Byggherre: Forsvarsbygg
 Adresse: Sessvollmoen, Ullensaker
 Kledning: Ubehandlet furu kjerneved



Bilde: Longva arkitekter/Ivan Brodey.

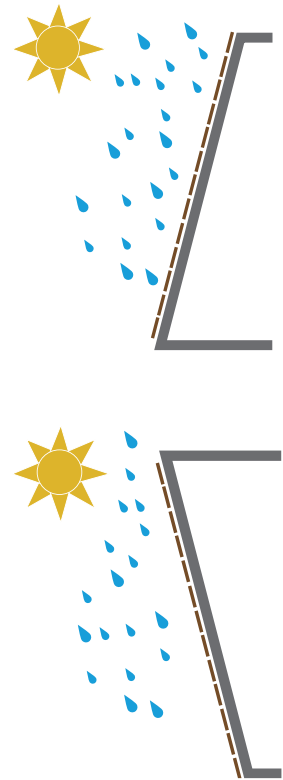
4.2 Skrå flater

På skrå flater vil helningen være avgjørende for hvordan veggen er eksponert for ulike klimapåkjenninger.

Vegger der nedre del skrår innover får lite fuktpåkjenning og er dermed mindre utsatt for utvasking. Samtidig vil disse veggene være skjermet for sol og kan beholde sin opprinnelige farge lenger. Spesielle lokale forhold kan likevel gi høy luftfuktighet, noe som kan føre til betydelig vekst av svertesopp. Vegger og flater der nedre del skrår utover er mer utsatt for klimapåkjenninger. Slike flater kan være del av tak eller øvre deler

av bygg med sammensatte volumformer, loftsetasjer og terrasser.

Helningen på en skråstilt fasade vil avgjøre grad av utvasking og avrenning, og dermed hvordan fargeendringen arter seg. I utgangspunktet vil en vegg der nedre del skrår utover ha en større utvasking enn vertikale flater. I tillegg er avrenningshastigheten lavere på slake skråflater. Dette kan gi langsommere opptørking og gi utslag i mer vekst av svertesopp, alger, mose og lav.



Camera Obscura, Trondheim, ubehandlet gran (Arkitektstudenter og lærere fra NTNU, v/Knut Einar Larsen), 2006

Veggene på Camera obscura består av flater med ulik helning og orientering. Den avbildede veggen deles i to hovedsegmenter med ulik klimapåkjenning. Halvparten av veggen skrår utover, noe som gjør at den er eksponert for regn (til høyre), mens den andre delen er beskyttet mot regn siden taket og kledningsbordene stikker ut og veggen nedenfor skrår innover. Overgangssonen mellom de to hovedflatene viser tegn

på utvasking med noe vekst av svertesopp.

Bordene som er eksponert for regn fremstår i dag som grå. De beskyttede kledningsbordene der veggen skrår innover er imidlertid brune, med noen lokale felter med tegn til utvasking fra vann som renner fra taket. Alle kledningsbordene er godt luftet.



Ling Ling restaurant (tidl. ONDA), Oslo, furfurylert furu (Alliance arkitekter), 2011

Den bølgede tak/veggformen på restaurantbygningen Ling Ling på Aker brygge har skråstilte flater som dels heller utover og innover. Dette fører til en ujevn klimaeksponering som gir fargespill og variasjon i fasaden.



Sørhauggata 100 studentboliger, Haugesund, royalbehandlet furu (Helen & Hard arkitekter), 2015

Ett år etter montering er kledningsbordene i den skrå vegg/takflaten tydelig grånet mer enn den stående veggkledningen. I takflaten ser man også at flere bord har høyere fuktighet enn andre, dette gir et ujevnt fargespill i flaten.





Svartlamoen ungdomsboliger

Arkitekt: Brendeland & Kristoffersen arkitekter AS

Prosjektperiode: 2004-2005

Byggherre: Svartlamoen boligstiftelse

Adresse: Strandveien 37, Trondheim

Kledning: Ubehandlet furu, kjerneved

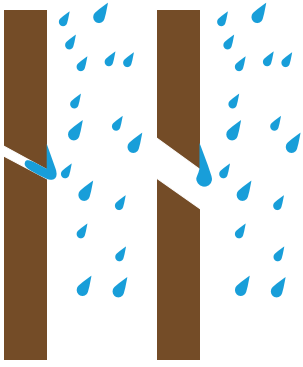
Bilde: Brendeland & Kristoffersen/David Grandorge.

Svartlamoen ungdomsboliger, Trondheim, furu kjerneved (Brendeland & Kristoffersen arkitekter), 2004

Skrå vegg- og takflater får ofte mer svertesoppvekst enn vertikale vegger. De nordvestvendte og nordøstvendte veggene får lite direkte sollys.

Dette fører til langsom opptørring og mer vekst av svertesopp, spesielt i indre hjørner og andre vindbeskyttede arealer.



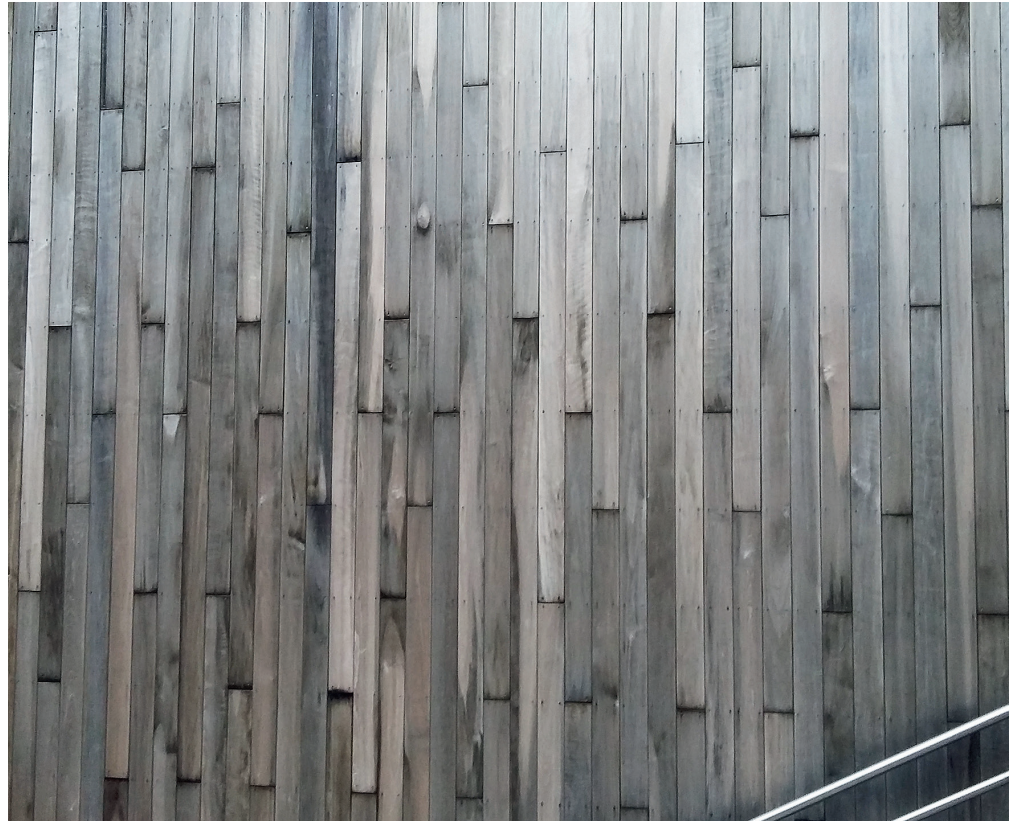


4.3 Skjøter

Utforming av skjøter er viktig for fargeutviklingen i en kledning. Treverket er sårbart for oppfukning i skjøter der endeveden er eksponert. Kapillært oppsug av vann vil skje via tynne kanaler i trevirket. Det er derfor viktig å utforme skjøter og detal-

jer slik at de forhindrer oppsug av vann og bidrar til rask opptørking. Langvarig oppfukning kan gi utslag i fargeulikheter i en fasade og i neste omgang til etablering og vekst av råtesopp.

Astrup Fearnley museum, Oslo, osp (Renzo Piano Building Workshop), 2012



To skjøter fra samme fasade med ulik utførelse. Bildet til venstre viser forholdsvis god avstand i skjøten mellom kledningsbordene som fremmer rask opptørking. Bildet til høyre viser en skjøt mellom kledningsbord med liten avstand, noe som gir et

mørkfarget område rundt skjøten. Årsaken til dette er at vannet blir liggende i skjøten og trekkes kapillært inn i endeveden. De mørkfargede områdene rundt skjøtene ses også tydelig på en større fasadeflate.



God avstand mellom kledningsbrodene.



Liten avstand mellom kledningsbrodene.

**Husabøryggen bofellesskap, Stavanger, furu kjerneved,
(Brandsberg-Dahls arkitektkontor), 2014**

Trevirket er montert ned mot beslaget. Det gir mulighet for oppfukting av endeveden. Det er viktig at detaljering rundt vinduer og andre åpninger i fasaden leder vann ut og bort fra kledningen.

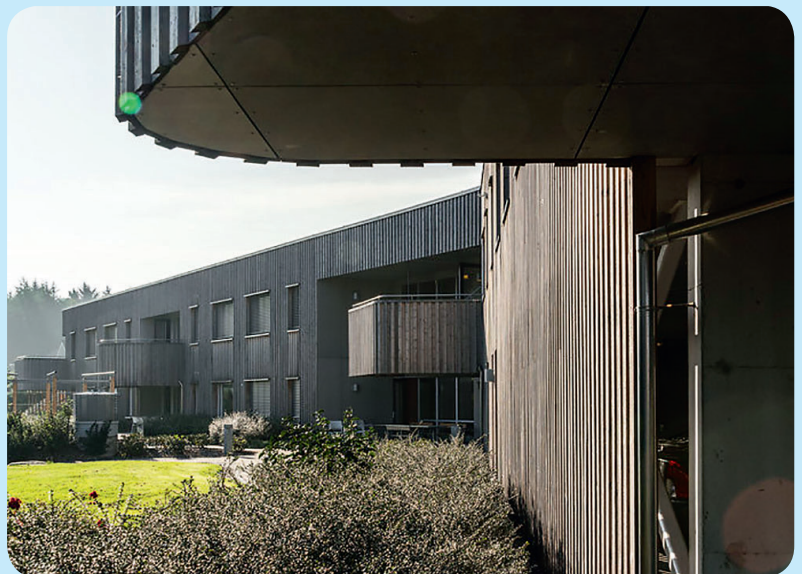


FOR SKJØTER
og detaljering rundt vindu, anbefales det en klaring mellom kledningsbord og beslag på minst 6 mm for å hindre at vanndråpene fanges og trekker inn i trevirket.

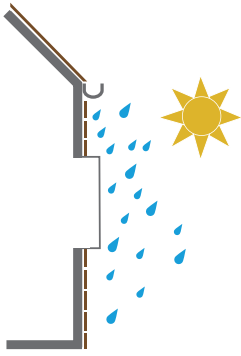
Byggforskerien 542.101 (2011)

Husabøryggen Bofellesskap

Arkitekt: Brandsberg-Dahls arkitektkontor AS
Prosjektperiode: 2008 - 2012
Byggherre: Stavanger Eiendom
Adresse: Sagafjords vei 1, Stavanger
Kledning: Ubehandlet furu, kjerneved



Bilde: Brandsberg-Dahls/Johannes Marburg



4.4 Listverk og vindu

Ethvert brudd i en fasadeflate vil duer og listverk kan gi markante påvirke hvordan sol og regn treffer fasaden. Selv små sprang ved vin-

Idrettsbygget Gløshaugen - tilbygg, Trondheim, furu kjerneved (Plan arkitekter) 2006



LESBARHET:

Man kan lese mye om lokale værforhold utfra fargeendringene i fasaden. Her følger utvaskingen av lignin en vertikal linje i fasaden. Dominerende vindretning påvirker hvordan regnet treffer fasaden.



Knapp detaljering og ensartet vær- påkjenning fører til at fargen fremstår som svært homogen. Vegg er orientert mot nordvest. Sålbenbeslaget, som i tråd med anbefalt praksis stikker litt ut fra fasadelivet, beskytter kledningen under ventilen

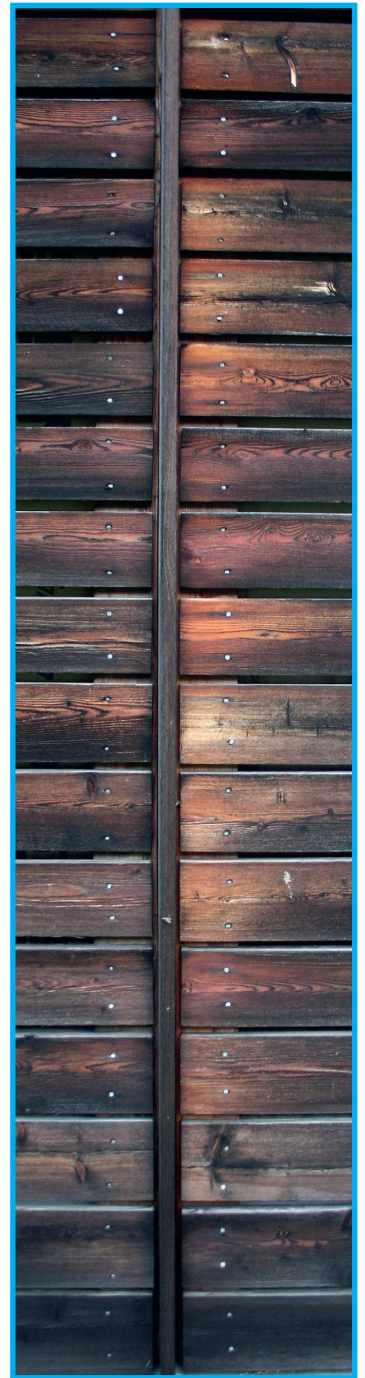
og fører til en lokal fargevariasjon.



Sykestua - tilbygg, Sessvollmoen leir, sibirsk lerk, (Longva arkitekter), 1998

Både vertikale og horisontale dekkbord og kantbord vil kunne gi variasjon i fargen på kledningen. I eksemplet skaper vertikale og horisontale fasadeskiller fargevariasjon i fasaden. Det er relativt mye vekst av svertesopp på fasaden, mens enkelte kledningsbord og deler har en brun farge og mindre svertesoppvekst. Områder ved siden av de vertikale fasadeskillene er

beskyttet mot regn og har mindre vekst av svertesopp. Fargeendringen på fasaden kan være et resultat av lokal høy luftfuktighet og duskreign som treffer fasaden, uten at vannmengden er tilstrekkelig til å vaske ut nedbrutt lignin og ekstraktivstoffer. Fasaden beholder en underliggende brunfarge og er dekket av svertesopp i ulik intensitet.



Vannkanten

Arkitekt: AART (Danmark) | Kraftværk (Studio Ludo AS)
Prosjektperiode: 2010-2014
Byggherre: Kruse Smith
Adresse: Siriskjær, Stavanger
Kledning: Varmebehandlet furu

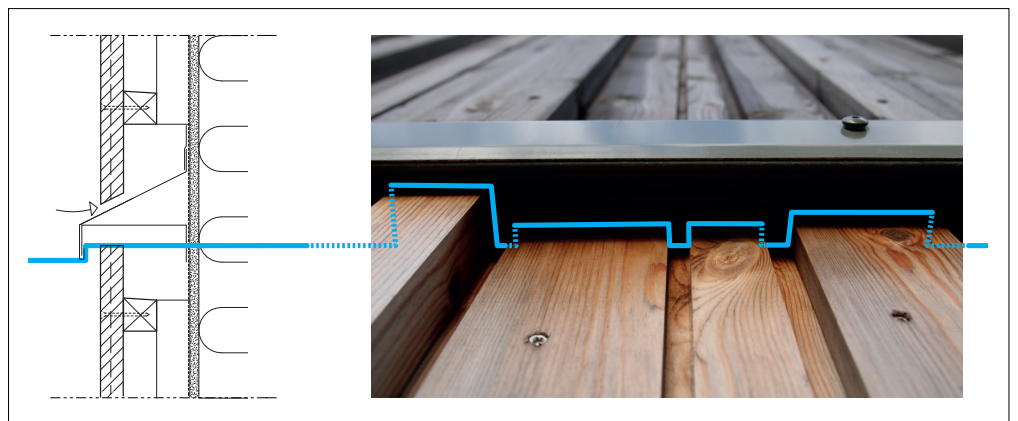
Bilde: AART architects/Adam Mørk.

**Vannkanten, Stavanger, varmebehandlet furu
(AART og Kraftværk), 2014**

ULIKE DYBDER
i fasadekledningen kan
myke opp overganger
mellom felter med
forskjellig farge.

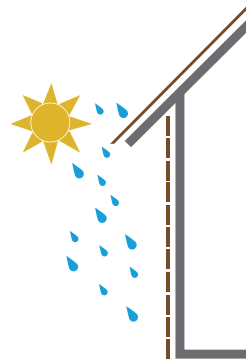


På Vannkanten ble det installert smale, horisontale metallbeslag som brannskiller i fasadekledningen. Beslagene skjerner for regn, noe som gir mindre utvasking, soppvekst og gråning i en stripe under brannskillene. Kledningsbordene i fasaden har ulik tykkelse. Dette gir variasjon og skyggespill. Det gjør også at regnskyggen under brannskillene varierer, og at overkanten av den grånende flaten følger en bølget linje.



4.5 Utkraging, balkong og takutstikk

Utkraginger, balkonger og takutstikk beslag, og fargeforskjellene blir derfor større forskjeller i mikroklima enn de som skapes av dekkbord og for større.



Befalsskolen, Rena Leir, furu kjerneved (LPO arkitekter), 1997



Bildet viser fargeendringer på kledningen etter 20 års eksponering. Fasaden har takutstikk og horisontale fasadeskiller i form av bord/beslag mellom etasjene. Fasaden vender hovedsakelig mot nord med litt kveldsol fra vest.

Fasaden er relativt jevnt grånet, med unntak av partier under takutstikk og horisontale fasadeskiller. Under takutstikket er kledningen beskyttet mot utvasking og direkte regn, og fremstår som noe mørkere brun.

Under det brune arealet er det områder, både under taket og under fasadeskiller, som fremstår som lys grå. Her er fasaden vasket ut, men det har samtidig vært gode muligheter for opptørring etter regn. Det er også mulig at takutstikket har beskyttet noe mot de kraftigste regnbygene.

Områdene som er mørke grå har trolig hatt sterkest påkjenning av regn og dermed hatt bedre vekstbetingelser for svertesopp.

Rena Leir

Arkitekt: LPO arkitekter
Prosjektperiode: 1997-2009
Oppdragsgiver: Forsvarsbygg
Adresse: Rena, Åmot
Kledning: Ubehandlet furu



Bilde: LPO arkitekter

**Tou Park BT4, Stavanger, furfurylert furu
(Alliance arkitekter), 2013**



Fargeendringene på fasaden, som følger vertikale skillelinjer, tyder på at regnbelastningen i all hovedsak er vertikal, med litt vindpåvirkning fra høyre side. Kledningen på venstre side under balkongene er preget av skarpe fargeskiller der de er skjermet for regn.



Konsekvent bruk av nedløpsrør for vann fra balkongene fører til at lite vann renner på siden av eller under balkongene. Det er derfor bare skjermingen av sol og regn ved balkongene som fører til fargeforskjeller.

En interessant detalj er det diagonale fargeskille under et av vinduene i tredje etasje (utsnitt 1). Det kan tyde på at vinduet har vært delvis åpent og skjermet nedenforliggende kledning mot drivende regn fra venstre i lengre perioder.



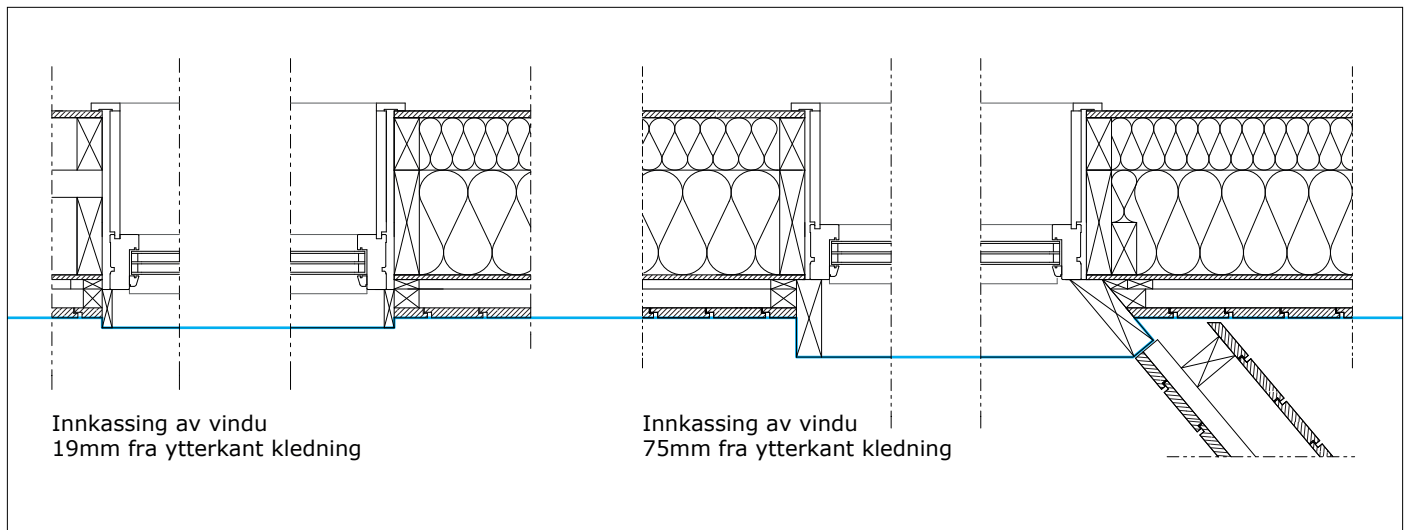
Utsnitt 1. Diagonalt fargeskille under vinduet.



Utsnitt 2. Vindu med knapp innfestning til venstre. Utkragende vindusomramming til høyre.

Vinduene i Tou Park er montert med ulike detaljløsninger. Noen vinduer har knappe innsettsdetaljer som flukter med kledningen, mens andre er omrammet av kantbord som stik-

ker noen centimeter utenfor fasadelivet. Dette gir fargeforskjeller rundt vinduene.



Tou Park

Arkitekt: Alliance arkitekter
 Prosjektperiode: 2012-2014
 Byggherre: Tou Næringspark
 Adresse: Tinngata 30, Stavanger
 Kledning: Furfurylert furu

Bilde: Alliance Arkitekter

**Svartlamoen ungdomsboliger, Trondheim, furu kjerneved
(Brendeland & Kristoffersen arkitekter AS), 2004**



Akkumulering av fuktighet i mer beskyttede områder med minimal utvasking, slik som under tak og utstikk, kan resultere i et spesielt, bølget fargemønster, som en slags akvarelleffekt.



Vannakkumulering er synlig under karnapp.

4.6 Kledning i møte med bakken

Trekledningens utforming og detaljering ved bakkennivå har stor betydning for totalinntrykket av et bygg. Endeveden på en stående kledning, og de nederste bordene på en liggende kledning, vil være spesielt utsatt for vannsprut fra bakken. Avstanden mellom kledningen og terrengoverflaten vil være med på å avgjøre hvor stor fuktbelastning kledningen utsettes for. Type markdekke vil også påvirke fuktbelastningen. Grus og gress vil normalt dempe vannsprut og tilsmussing, mens harde og/eller

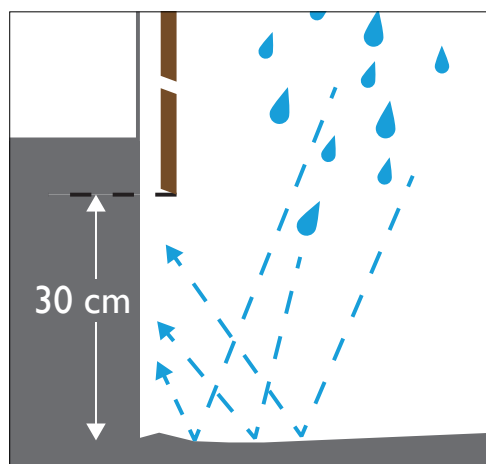
ikke-porøse dekker kan gi økt fuktbelastning. Det anbefales god avstand mellom kledning og terrengnivå. Krav til tilgjengelighet og ønske om en mer sømløs terrengtilpasning, har ført til utvikling av spesielle detaljløsninger med renner, overflater og materialbruk, som gjør det mulig å avslutte kledningen nærmere bakken. Tidligere ble det gjerne benyttet et vannbord nederst på kledningen. Det kunne byttes ut ved behov.



Domstoladministrasjonen, Trondheim, oljet eik (Arkiplan AS), 2002



Kledningsbordene i byggets inngangsparti er utsatt for vannsprut på nedre del av vegg. Dette gir fargeendring og svertesoppvekst. Dette kan unngås ved å øke avstanden mellom kledning og bakkennivå.



AVSTAND TIL BAKKEN:
Dersom det ikke utføres spesielle tiltak ved bakken langs yttervegg, anbefales en avstand på minst 30 cm fra trekledning til bakkennivå. Dette vil redusere fargeendringer i kledningsbord nær bakken.

**Undervisningsbygget, Rena Leir, furu kjerneved
(LPO arkitekter), 1997**



Vannsprut kan også være et problem i møtet mellom betongsokkel og kledning, som her hvor sokkelen stikker utenfor kledningen. Den nedre delen av kledningen mot betongsokkelen er tydelig preget av oppfukting og svertesoppvekst som et resultat av vannsprut og eventuelt kapillært oppsug i endeveden.

Takutstikk kan skjerme fasaden for store vannpåkjenninger og redusere vannsprut fra terrenget. På bildet under sees forskjellen mellom en kledning som er beskyttet av et generøst takutspring (til høyre) og kledningen til venstre, hvor takutstikket er minimalt.



Ås videregående skole, Ås, osp (LMR arkitektur AS), 2010

Utkragende elementer i fasaden kan også føre til tilbakesprut på kledningen og kapillær oppsug i endeveden,

som her over vinduene på Ås videregående skole.



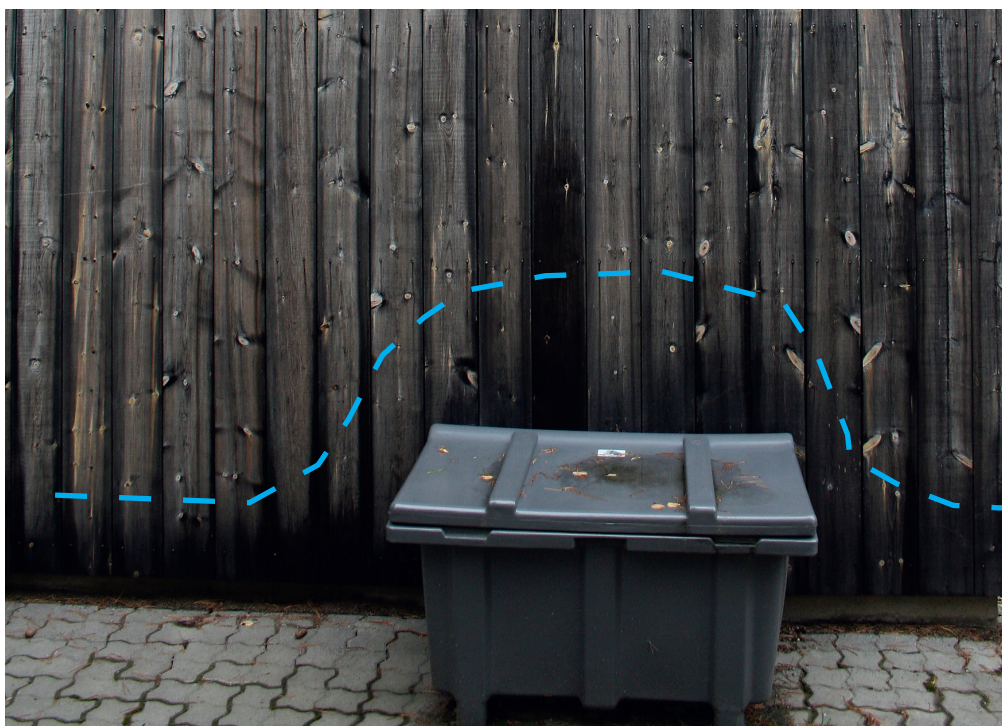
Bilde: NIBIO/Lone Ross Gobakken

Befalsforlegninger, Rena Leir, furu kjerneved (LPO arkitekter), 1997

Endeveden i stående kledninger og de nederste kledningsbordene i liggende kledning, kan bli sterkt påvirket av snø. Med liten avstand til bakken kan disse kledningsbordene bli dekket av snø. Det betyr oppfuktning i lengere perioder, og begrenset mulighet for opptørking. Dette kan

medføre store fargeendringer på grunn av svartesoppvekst på fuktige flater som etter hvert varmes opp i vårsolen. Dette risikoarealet «flyttes» oppover veggen når gjenstander plasseres inn mot veggen.

GJENSTANDER “flytter” ikke bare bakkenivået oppover, men kan også hindre opptørking av kledningen bak gjenstanden. Vind og sol kan ikke tørke ut tildekkede deler av veggen.



Bilde viser områder som er sterkt påvirket av fukt. Kassen har forstørret det påvirkede arealet.

Vannkanten, Stavanger, varmebehandlet furu
(AART og Kraftværk), 2012



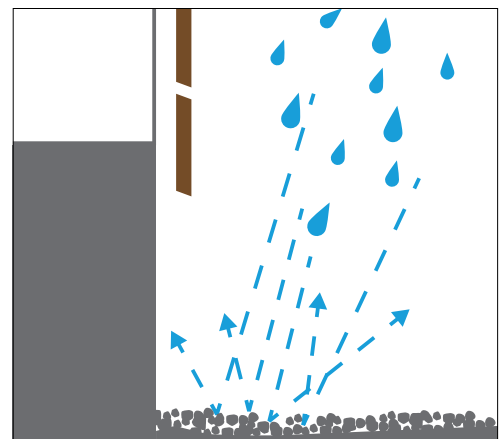
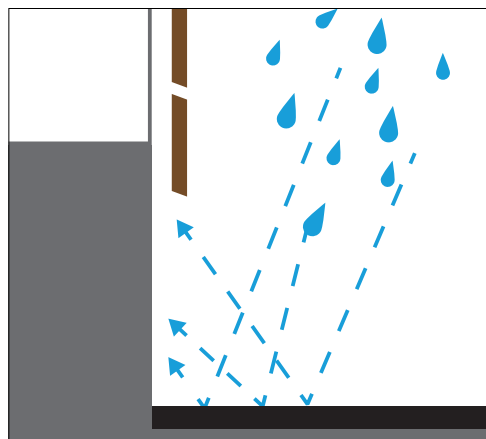
Utsnitt 1. Kledning mot grus.



Utsnitt 2. Kledning mot asfalt

Hovedbildet viser kledningsarealer nær bakken som møter grus og kledningsarealer som møter asfalt. Avstanden til bakken er den samme, men nedre del av kledning viser stor forskjell i farge. Avstanden mellom de to bildeutsnittene er cirka fire meter.

Ulikt underlag gir store forskjeller i tilbakesprut av vann og tilsmussing av nedre del av kledningen.



4.7 Vannavrenning

Vannavrenning fra bygningsdetaljer, slik som vindusomramninger, solskjermingslameller og balkonger, vil påvirke fargevariasjonen på en fasade. På liggende kledninger vil

vannet ikke bare gå rett ned, men også sideveis, på grunn av profilen og fiberforløpet i kledningen.



Undervisningsbygg, Rena Leir, furu kjerneved (LPO arkitekter), 1997



Fasaden er preget av en hovedregnetning. Dette er særlig synlig på regnsiden av solskjermingslamellene som er utvasket og har svartesoppvekst. På den andre siden av lamellene, er det ingen tegn til utvasking. Solskjermene konsentrerer regnet og gir en ujevn fordeling av regnvannet på fasaden. Dette er synlig i

fargeforskjellene i fasadepartiet under vindusrekken. Når regn treffer lamellene blir vannet ledet ned og vasker ut arealer under. Flatene bak skjermene er beskyttet mot regn og fremstår mer brune.

**NINA-huset, Trondheim, furfurylert furu
(Pir II arkitekter), 2013**

NINA-huset har en fasade med en blanding av vertikal og horisontal trekledning. I områder med liggende kledning er avrenning av vann under vinduene synlig i store arealer fordi vannet også sprer seg sideveis.



NINA-huset

Arkitekt: Pir II AS
Prosjektperiode: 2008-2013
Byggherre: Norsk institutt for naturforskning (NINA)
Adresse: Høgskoleringen, Trondheim
Kledning: Furfurylert furu

Bilde: Pir II/Sindre Karlsen

**5° Øst, Stavanger, acetylerert radiata furu
(Link arkitektur AS), 2015**

Kledningsbordene er montert horisontalt med not og fjær, og det er svært liten avstand mellom bordene. Vannavrenning fra vindusom-

ramningene fordeler seg over store partier under vinduene og følger horisontale og vertikale skjøter og fuger.

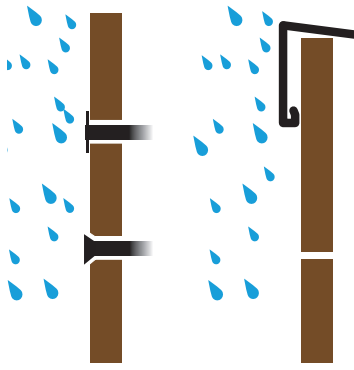


**Berg studentboliger, Trondheim, royalbehandlet furu
(Skibnes arkitekter AS), 2010**



Bildet viser et hjørne på kledningen som har en markant lysere sølvfarge. Dette er et resultat av at mye vann er ført inn mot fasadehjør-

net via den skråstilte bærebjelken. Dette fører til sterk utvasking av kledningsbordene.



4.8 Festemidler og beslag

Trekledninger kommer ofte i kontakt med ulike typer metall som benyttes i festemidler, takrenner, nedløpsrør og ulike beslag på tak, fasader og vinduer. Noen kombinasjoner av trekledning og metall kan føre til fargeendringer på trematerialet. Årsakene er gjerne korrosjon, reaksjoner mellom metallet og trevirket eller utvasking og avrenning fra

metallet. Avrenning fra metaller kan gi redusert svertesoppvekst.

Også varmforsinkede eller galvaniserte spikerhoder og skruerhoder kan få skader ved montering. Sprekker i rustbeskyttelsen kan føre til rustdannelse og avrenning av rustvann på fasaden, noe som blir synlig som grå og svarte striper på fasaden.

Konsekvenser av ulik monteringsdybde av spiker- og skruerhoder i kledningsbord:

Tett



Begrenset fuktinnsig rundt innfesting.

Utenfor



Fukt kan trenge inn i trevirket og det er risiko for råtesopp ved begrenset opptørking.

Innenfor



Fukt kan trenge inn i trevirket og det er risiko for råtesopp ved begrenset opptørking.



Avrenning av rustvann på furukledning.

**Svartlamoen ungdomsboliger, Trondheim, furu kjerneved
(Brendeland & Kristoffersen arkitekter AS), 2004**



INNFESTING: Det er anbefalt å bruke syrefaste, rustfrie festemidler på umalte trefasader. Dette reduserer faren for fargereaksjoner mellom festemidler og tre.

Selv uten fargeendring på treverket, kan festemidler ha et fremtredende uttrykk i fasaden. Bildet viser en fasade hvor blanke skruehoder er godt synlige.

Reaksjon med garvesyre og jern

Garvesyre er et kjemisk stoff som finnes i tre og som reagerer med jern. Eik er rik på garvesyre og i kontakt med jern kan treverket få mørk misfarging. Valnøtt og ekte

kastanje er andre treslag som er rike på garvesyre og kan få tilsvarende misfarging i kontakt med jernholdige festemidler eller beslag.



Bilde 1.



Bilde 2.



Bilde 3.

Bildeserien over viser samme utsnitt av overflaten på en eikeplate. Serien viser reaksjonen mellom tre og metall. Bilde 1 viser overflaten før testen. Bilde 2 viser jernringer som

er plassert på overflaten og Bilde 3 viser fargeendringen på overflaten etter en halvtime under fuktige forhold.

Kobber og sink i beslag

Kobber og sink er metaller som ofte brukes i sålbenkbeslag under vinduer, og i overganger mellom veggflater og takflater. Både kobber og sink er materialer som er giftige for ulike soppvekster. Utvasking fra

beslaget og ned på underliggende kledningsbord kan derfor gi redusert vekst av svertesopper, alger og moser på den berørte delen av kledningen.

Svartlamoen ungdomsboliger, Trondheim, furu kjerneved (Brendeland & Kristoffersen arkitekter AS), 2004

Fargeforskjeller på fasaden kan oppstå ved at en spesiell type beslag er anvendt. På Svartlamoen ble sålbenkbeslag av kobber brukt un-

der vinduene, noe som reduserte svertesoppveksten på den nordøstvendte takflaten.



Reaksjoner på beslaget

Husabøryggen Bofellesskap, Stavanger, furu
(Brandsberg-Dahls arkitektkontor AS), 2014



Utvasking av stoffer i trematerialet kan føre til fargevariasjoner på metall eller legeringer i umiddelbar

nærhet. Blant annet kan utlekking av eddiksyre fra furu føre til korrosjon og rust på ubeskyttede beslag.



**NINA-huset, Trondheim, furfurylert furu
(Pir II arkitekter), 2013**



På den vestvendte fasaden på NINA-huset, er det benyttet kobberbeslag sammen med kledningsbord i furfurylert furu. Utvasking og avrenning fra den furfurylerte klednin-

gen gjør at beslagene forblir blanke i stedet for at de får den oksiderte brungrønne overflaten som vanligvis dannes på kobber over tid.



Fargeendringer og jernvitriol

Behandling av umalt trekledning med jernvitriol har fått stor utbredelse i moderne trebygg. En jernvitriolbehandling gjør at fasaden blir jevnt grå etter kort tid. Jernvitriol fungerer ikke som en trebeskyttelse - den påvirker normalt bare fargen.

Utvasking av jern fra jernvitriolbehandlet trekledning kan gi en rust-rød misfarging av for eksempel nedenforliggende murvegger og betongvegger. Denne misfargingen lar seg ikke vaske bort.

Undervisningsbygg, Sessvollmoen Leir, furu kjerneved (GASA arkitekter), 2004



Søl under påføring og utvasking av jernvitriol fra furukledning gir rustfarget misfarging av betongveggen i områder uten utkraging. Veggom-

rådet under utkragingen er skjermet og har dermed ikke fått samme misfargingen.

Samvirket mellom arkitektonisk utforming og fargendring

Umalte trefasader er en egnet og arkitektonisk uttrykksfull løsning, både i private og offentlig bygg og i små og store byggeprosjekter. Fasaden vil kunne reflektere byggets funksjon, de arkitektoniske strategiene og byggherrens profil og prioriteringer. Skolebygget i Rena Leir (LPO arkitekter) er et godt eksempel på dette. Denne utbyggingen var et av de store offentlige prosjek-

tene på 90-tallet hvor ny bruk av tre ble utprøvd som ledd i en profilering av norsk kompetanse og særpreg. 20 år etter ferdigstilling viser bygget på en tydelig måte samvirket mellom arkitektonisk utforming og fargeendringer som resultat av miljø og klima.

Takutstikket øverst, de vertikale trelamellene under og den plane,



Vestvendt fasade, undervisningsbygget, Rena Leir. Preget av regn fra en drivretning.

stående furukledningen i nederste del av fasaden gir horisontale soner med ulik arkitektonisk karakter. Sonene har ulik eksponering mot sol og regn. Lamellrekken øverst blir gradvis tydeligere etterhvert som treverket gråner på grunn av regn og svertesoppvekst. Gråfargen spiller sammen med metallbeslagene rundt den øvre vindusrekken.

Kledningen nedenfor er beskyttet av solskjermene og beholder delvis en brun fargetone. Den nedre vindusrekken er trukket inn slik at lister og beslag ikke bryter denne sammenhengende panelflatet. De øvre, stående trelamellene skjermer for solinnfall i den øvre etasjen, men fører samtidig til en konsentrert vannavrenning på trekledningen un-

der. Det skaper sekundære, vertikale felter i fasaden som følger rytmen i lamellene og vinduene.

Det samlede arkitektoniske resultatet er en fasade som ved ferdigstilling er strukturert i soner eller sjikt. Dette oppleves tydelig når en ser bygget fra ulike vinkler og under varierende sol- og skyggeforhold. Etterhvert vil fasaden endre karakter under påvirkning av klima på regionalt, lokalt og bygningsmessig nivå. Væraldringen gjenspeiler bygningens interaksjon med omgivelsene. Dynamikken i sol, regn og vind setter et lesbart og arkitektonisk styrt avtrykk i form av fargevariasjoner i trefasaden. Aksept av og evne til å beherske denne dimensjonen kan gjøre norsk trearkitektur rikere. Dette krever en ny innstilling og en ny kompetanse hos arkitekter, utbyggere og entreprenører, og hos brukere av trebygningene.

Bevisst begrensning av eller tilrettelegging for fargeendringer i umalte trefasader krever kunnskap om trematerialer, kledningstyper, oppbygging og detaljering. Vi må også

kjenne klimasonen, landskapet og situasjonen som bygget ligger i. Vi må gjenoppdage gammel kunnskap og aktivere ny kunnskap som finnes i treforskningsmiljøene. Dette vil gi grunnlag for en mer nyansert diskusjon rundt bruk av tre som kledningsmateriale. Vi får også et utgangspunkt for en mer bevisst arkitektonisk utforming av umalte trefasader.

Denne rapporten er preget av nærløsning av mange prosjekter utformet av et stort antall dyktige arkitekter. Dette detaljfokuset må balanseres av det helhetsinntrykket som bygningene gir, og som vi ikke har kunnet vie like stor oppmerksomhet. Vi oppfordrer alle til å besøke godt utformede, velholdte og vakkert væraldrede eksempler på umalte trefasader.



Solavskjermingen både skjermer og leder vann over denne fasaden. Bildet er av undervisningsbygget ved Rena Leir.



Oversikt over referanseprosjekter

TRONDHEIM

1. Svartlamoen ungdomsboliger
2. Camera Obscura
3. Berg Studentboliger
4. NINA-huset (Norsk institutt for naturforskning)
5. Domstoladministrasjonen
6. Idrettsbygget Gløshaugen - påbygg

RENA

6. Teknisk verksted
7. Undervisningsbygget
8. Befalsskolen
9. Befalsforlegninger

SESSVOLLMOEN

10. Krigskirurgisk kurscenter
11. Skolebygg
12. Sykestua- tilbygg
13. Befalsforlegninger

OSLO

14. Ling Ling restauranten
15. Astrup Fearnley museum

ÅS

16. Ås videregående skole

STAVANGER

17. Vannkanten
18. Husabøryggen bofellesskap
19. 5° Øst
20. Tou Park

HAUGESUND

23. Sørhauggata 100 studentboliger

Relevant litteratur

Bøker

Davis I, Wood J (2010). External Timber Cladding: Design, Installation and Performance. Arcamedia. ISBN 978-1-904320-08-1. pp.192.

Hakonsen F, Larsen KE (2008). Kledd i tre - Tre som fasademateriale. Gaidaros Forlag. ISBN 978-82-8077-118-6. pp. 222.

Kuzman MK, Kutnar A (2014). Contemporary Slovenian Timber Architecture for Sustainability. Springer Verlag. ISBN 978-3-319-03634-2. pp. 181.

Linz B (2009). Wood - Holz - Bois (Architecture Compact). HF Ullmann Publishing. ISBN 978-3833148903. pp. 287.

Vitenskapelige artikler

Bornemann T, Brischke C, Alfredsen G (2014). Decay of wooden commodities – Moisture risk analysis, service life prediction and performance assessment in the field. Wood Material Science & Engineering, 9(3): 144–155.

Brischke C, Bayerbach R, Rapp A (2006). Decay-influencing factors: A basis for service life prediction of wood and wood-based products. Wood Material Science & Engineering, 1 (3-4): 91-107.

Gobakken L, Mattsson J, Alfredsen G (2008). In-service performance of wood depends upon the critical in-situ conditions. Case studies. International Research Group on Wood Protection, IRG/WP 08-20382.

Gobakken LR (2009). Surface mould growth on painted and unpainted wood - influencing factors, modelling and aesthetic service life. Doctoral thesis, UMB.

Gobakken LR, Høibø OA og Solheim H (2010). Factors influencing surface mould growth on wooden claddings exposed outdoors. Wood Material Science & Engineering, 5(1): 1-12.

Gobakken LR, Mattson J og Alfredsen G (2014). The importance of critical in-situ conditions for in service performance of wood. AGARICA, 34: 29-36.

Hirche M (2014). Wood weathering as design option. Doctoral thesis, NTNU.

Hoffmann P og Jones MA (1989). Structure and degradation process for waterlogged archaeological wood. In: Archaeological Wood, chapter 2: 35-65.

Johansson P, Ekstrand-Tobin A, Svensson T og Bok G (2012). Laboratory study to determine the critical moisture level for mould growth on building materials. International Biodeterioration & Biodegradation, 73: 23-32.

Lie SK (2016). Factors affecting the development of surface mould growth on untreated wood. Master thesis, NMBU.

Lisø KR (2006). Building envelope performance assessments in harsh climates. Doctoral Thesis. NTNU.

Lisø RK, Hygen HO, Kvande T og Thue JV (2006). Decay potential in wood structures using climate data. Building Research & Information, 34(6): 546-551.

Mattsson J, Flyen AC, Nunez M (2010). Wood decaying fungi in protected buildings and structures in Svalbard. Agarica, 29: 5-14.

Rüther P og Jelle BP (2013). Color changes of wood and wood based

materials due to natural and artificial weathering. *Wood Material Science & Engineering*, 8(1): 13-25.

Rüther P (2011). Wood weathering from a service life perspective. Doctoral thesis, NTNU.

Schnabel T, Zimmer B, Petutschnigg AJ (2009). On the modeling of color changes of wood surfaces. *European Journal of Wood Products*, 67(2): 114-149.

Sivertsen MS og Vestøl GI (2010). Liquid water absorption in uncoated Norway spruce (*Picea abies*) claddings as affected by origin and wood properties. *Wood Material Science & Engineering*, 5(3-4): 181-193.

Thiis TK, Burud I, Kraniotis D, Gobakken LR (2015) Simple surface climate models for modelling mould growth on wooden façades Proceedings of 14th Conference of International Building Performance Simulation Association, Hyderabad, India, Dec. 7-9., 767-772

Rapporter, veileder og brosjyrer

Arkitektbedriftene i Norge og Trefokus (2013). En reise i norsk trearkitektur. pp. 64.

Davis I, Watt G (2005). Making the grade - A guide to appearance grading UK grown hardwood timber, Arcamedia, pp. 48

Evans FG og Flæte PO (2009). Treslag og holdbarhet. *Treteknisk, Fokus på tre 2*.

Flæte PO og Alfredsen G (2004). Gran som ubehandlet kledning. *Glimt fra skogforskningen*, 2004:8.

Flatland R (2007). Tradisjonsbaserte byggemetoder. *Treteknisk, Fokus på tre 42*.

Gobakken LR, Alfredsen G, Brischke C., og Flæte PO (2014). Levetid for tre i utendørs konstruksjoner i Norge: Klimatre-prosjektet. Rapport fra Skog og landskap 16/2014.

Granus A, von Lüpke N, Eriksen R, Søggaard G, Tomter S, Antón-Fernández C og Astrup R (2014). Tilgang på hogstmoden skog fram mot 2035. Ressursoversikt fra Skog og landskap 3/2014.

Larsen KE og Mattson J (2009). Ubehandlede trefasader. *Treteknisk, Fokus på tre 30*.

Øvrum A (2002). Utvendig kledning. *Treteknisk, Fokus på tre 22*.

Plessner TSW, Kristjansdóttir T, Tellnes L, Flæte PO, Gobakken LR og Alfredsen G (2013). Miljøanalyse av trefasader, SINTEF akademisk forlag. pp 57.

Pousette A, Sandberg K, Ekstedt J (2007) *Handbok om Träfasader, SP Trätek 2007:9*.

Ross RG, White RH, Pellerin RF, Wang X, Brashaw BK (2004). Wood and timber condition assessment manual. Forest Products Society. pp.73.

Treu A (red), Gobakken LG, Larnøy E, Alfredsen G (2014). Trebehandling - innovasjon, metoder og trender. Brosjyre fra Skog og landskap. pp. 38.

Standarder og byggeforskrifter

EN 1001-1 (2005). Durability of wood and wood-based products – Terminology - Part 1: List of equivalent terms. European Committee for Standardization (CEN), Brussels, Belgia.

EN 1001-2 (2005). Durability of wood and wood-based products – Terminology - Part 2: Vocabulary. European Committee for Standardization (CEN), Brussels, Belgia.

EN 14915 (2013) + NA (2016). Solid wood panelling and cladding - Characteristics, evaluation of conformity and marking. European Committee

for Standardization (CEN), Brussels, Belgia.

EN 335 (2013). Durability of wood and wood-based products - Use classes: definitions, application to solid wood and wood-based products. European Committee for Standardization (CEN), Brussels, Belgia.

EN 350 (2016). Durability of wood and wood-based products - Testing and classification of the durability to biological agents of wood and wood-based materials. European Committee for Standardization (CEN), Brussels, Belgia.

EN 460 (1994). Durability of wood and wood-based products - Natural durability of solid wood - Guide to the durability requirements for wood to be used in hazard classes. European Committee for Standardization (CEN), Brussels, Belgia.

ISO 15686-1 (2011). Buildings and constructed assets – Service life planning - Part 1: General principles and framework. International Standardization Organization.

SINTEF (2008). Byggforskserien 542.645. Kledninger av ubehandlet tre. SINTEF Byggforsk. SINTEF (2011). Byggforskserien 542.101. Stående trekledning. SINTEF Byggforsk.

SINTEF (2011). Byggforskserien 742.301. Vedlikehold av utvendig trekledning. SINTEF Byggforsk.

SINTEF (2012). Byggforskserien 542.102. Liggende trekledning. SINTEF Byggforsk.

SINTEF (2016). Byggforskserien 742.111. Eldre, utvendig bordkledning. Profiler og utførelse. SINTEF Byggforsk.

Standarder Reglementering/strategier

Forskrift om bærekraftig skogbruk (2006), <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2006-06-07-593>

Innovasjon Norge og Norges Forskningsrådet (2015). SKOG22 – Nasjonal strategi for skog- og trenæringen

Lov om skogbruk (skogbrukslova) (2005), <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2005-05-27-31>

Denne veilederen er basert på informasjon hentet fra litteraturkildene over og fra praktisk erfaring.

Utarbeidet av:



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI



Arkitektur- og designhøgskolen i Oslo
The Oslo School of Architecture and Design