



SINTEF

Tegl i SINTEF- nytt fra forskningsfronten

TEGLKIRKESEMINAR 26.mars 2026, Bergen

Lars Gullbrekken, forskningsleder

SINTEF Community



Et av de største uavhengige forskningsinstituttene i Europa

OMSETNING

4,4 mrd. NOK

ANSATTE

2.200

PROSJEKTER

6.300

KUNDER

3.300

OMSETNING INTERNASJONALT

934 mill. NOK

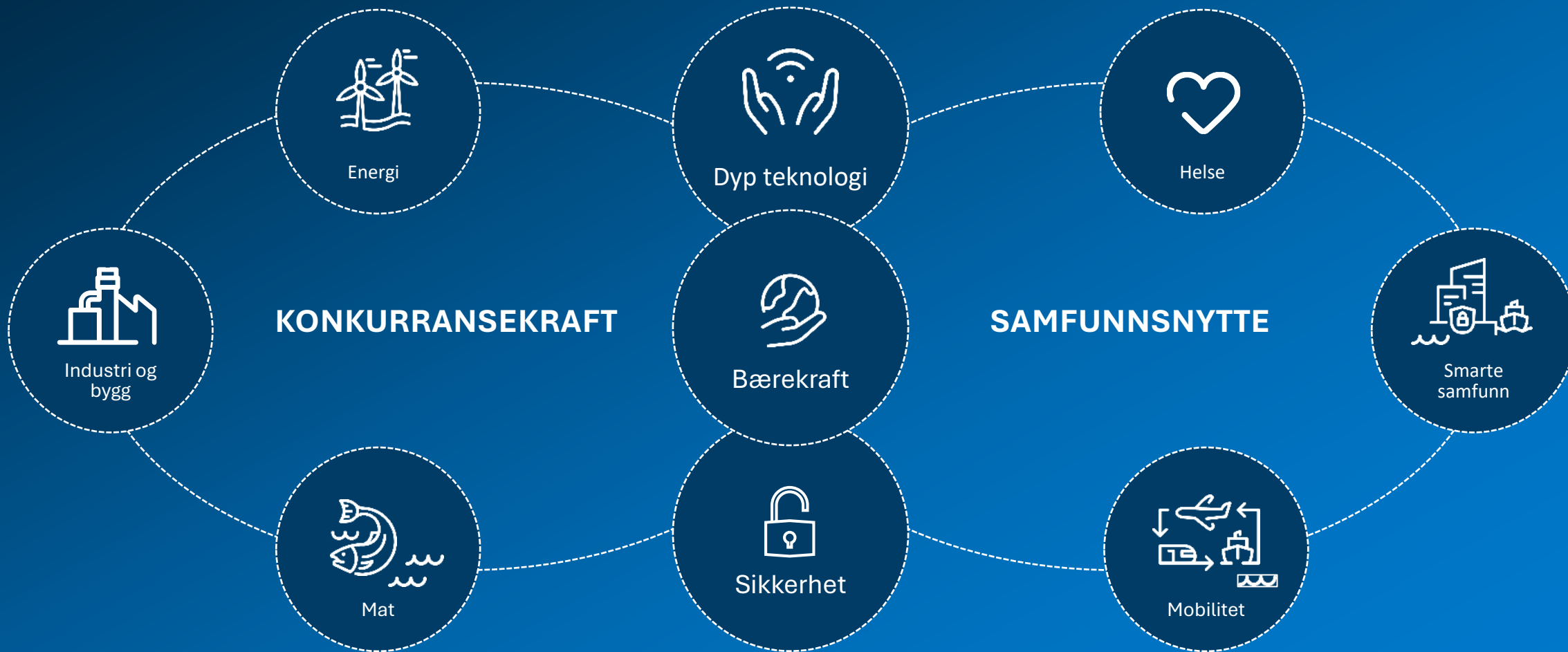
NASJONALITETER

80

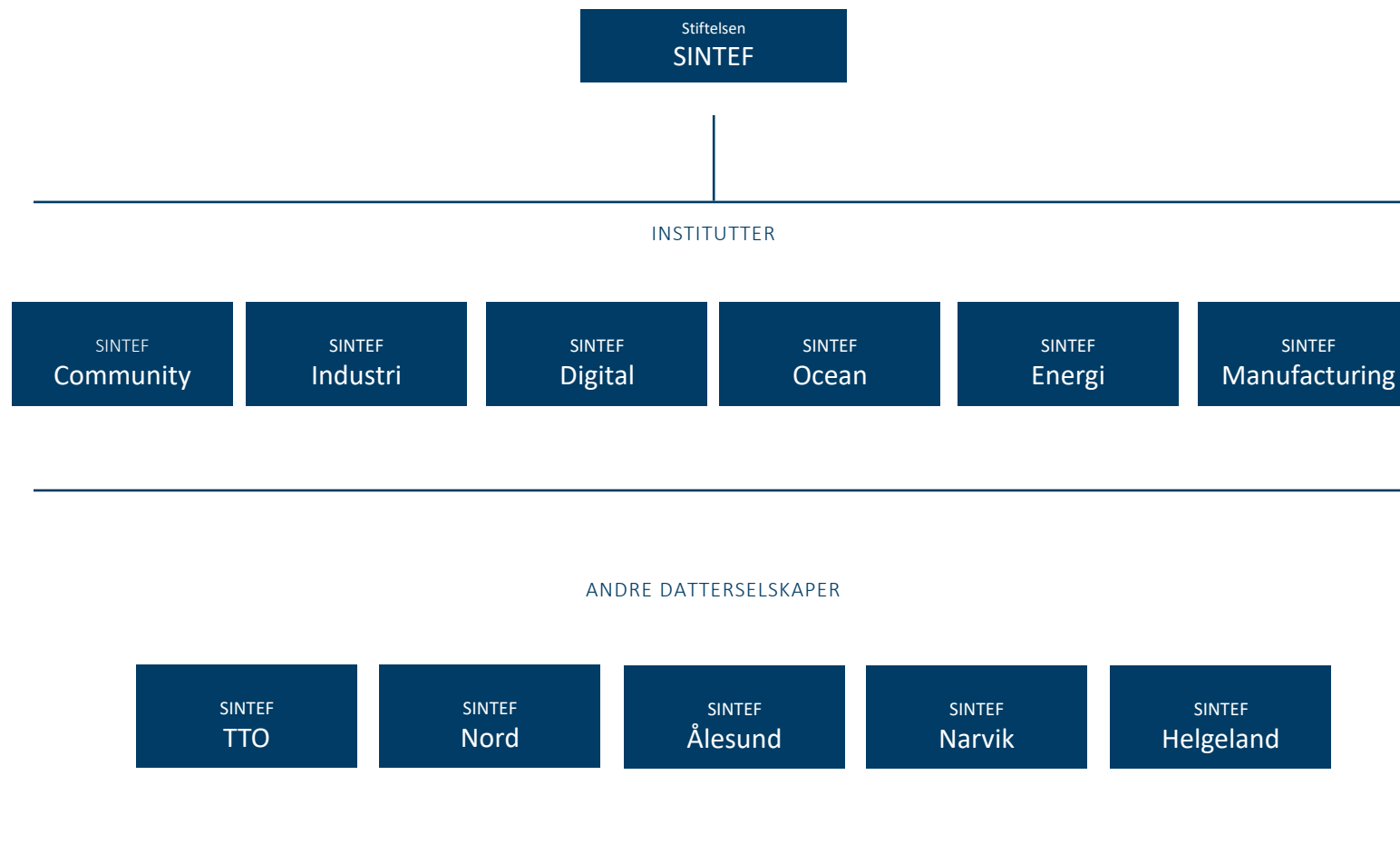
PUBLIKASJONER (INKL.
FORMIDLING)

5.900

Visjon: Teknologi for et bedre samfunn



Vår organisasjon – et flerfaglig forskningskonsern



Våre fire forretningsområder



**Forskning
og utvikling**



**Forskningsbasert
rådgivning**



**Kunnskaps-
formidling**



**Produktdokumentasjon
og sertifisering**

Klimalaboratoriet – fullskala



Teknologi for et bedre samfunn



SINTEF

Lufttetthet

Regntetthet



Foto: Einar Bergheim SINTEF



SINTEF

Klimasimulator

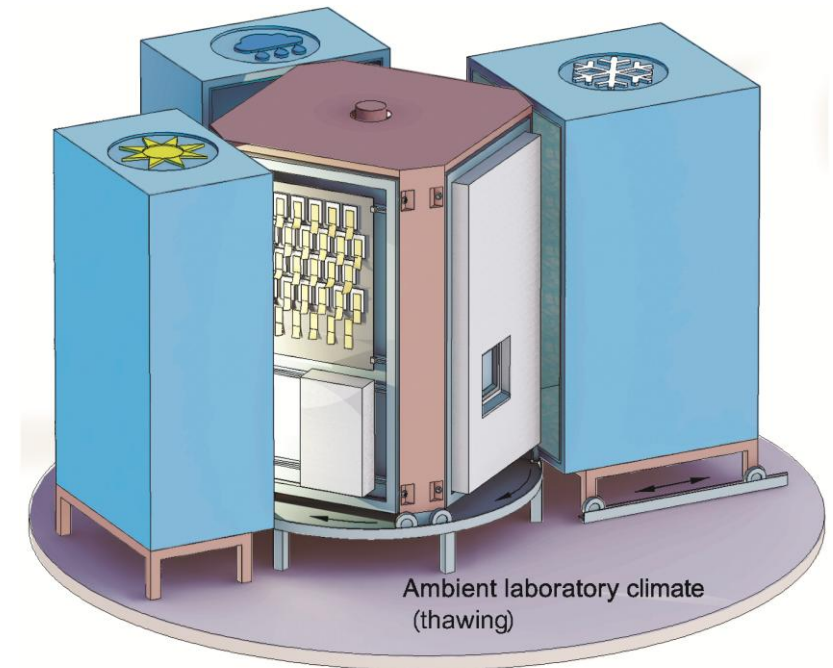



Klimakarusell


Fullskala bestandighetsprøving




Foto:
SINTEF



 **UV/IR-radiation**
(black panel
temp. of 63°C)

 **Water spray**
(15 dm³/(m²·h))

 **Freezing**
(-20 °C)

Bestandighet – fullskala

- Simulering av klimalaster og eksponering i naturlig klima
- Hvor godt egnet er materialer og komponenter/systemer for nordisk klima.

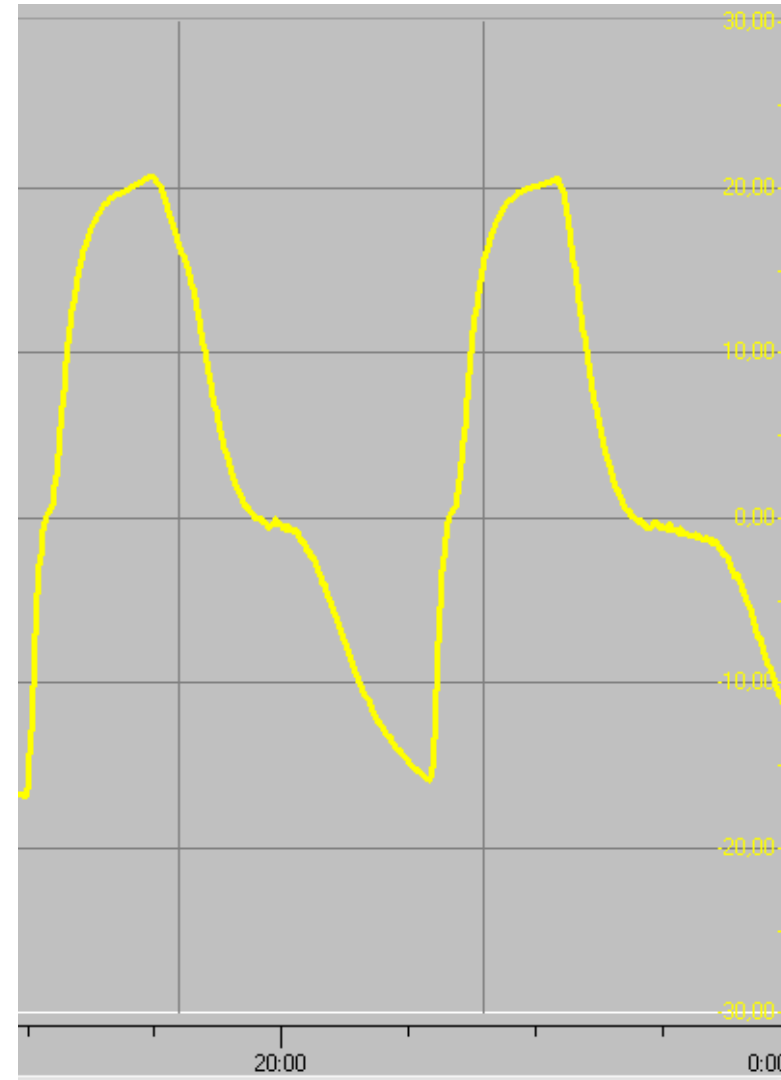


Produktegenskaper



Foto: Fredrik Slapø

Frostmotstandsevne





Byggforskserien

Planlegging

Byggdetaljer

Byggforvaltning

Byggteknisk forskrift

DWG-figurer

Fagområde

U-verdier

Min side

Mine anvisninger



Byggebransjens våtromsnorm

Murkatalogen

SINTEF Certification

SINTEF Store

Byggforskserien

Dokumenterte løsninger for deg som bygger, prosjekterer og forvalter bygninger

[Les mer om Byggforskserien](#)

Anvisninger Figurer Arkiv KI-søk

Søk i anvisninger...



Etterisolering av bygninger - Nettkurs

Få en innføring i anbefalte prinsipløsninger for etterisolering av bygninger.

• [Les mer og kjøp kurset](#)



Tilbud til nyetablerte bedrifter

Er bedriften din etablert i løpet av de tre siste årene? SINTEF ønsker å støtte nyetablerte bedrifter ved å gi 50 % rabatt på Byggforskserien.

• [Les mer og kjøp abonnement](#)

Aktuelt Siste oppdateringer i Byggforskserien

Prosjektering av glasstak i norsk klima

Et glasstak består av komplekse systemer med profiler, isolerruter og drenering, og krever derfor helhetlig planlegging fra tidlig prosjektfase.

Hvordan bestemme betongens trykkfasthet i eksisterende konstruksjoner?

Byggforskserien viser framgangsmåten for å bestemme betongens trykkfasthet i en eksisterende konstruksjon eller konstruksjonsdel i henhold til NS-EN 13791.

KI-søk med tekstbaserte sammendrag

Nå får du tekstbaserte sammendrag i det KI-assisterte søket, samt en bedre treffliste.

Nye råd om forankring av murverk

Byggforskserien gir råd om prosjektering og utførelse av forankring og bevegelsesfuger i murt forblending og skallmurvegger.

Bygging med naturen som premiss: Slik planlegger vi for værharde strøk

Bygging i værharde strøk krever mer enn solide konstruksjoner – det krever klimakunnskap, vernetiltak og god plassering. Byggforskserien gir verktøyene du trenger.

Byggforskserien og Våtromsnormen flyttes til ny digital plattform

I en periode vil det publiseres mange begrensede revisjoner.



Eldre yttervegger av mur og betong. Metoder og materialer

Generelt



Fig. 0
Fra oppføringen av Øvre gate 21 i Ålesund i 1916
Foto: Aalesunds Museums glassplatesamling

01 Innhold

Denne anvisningen beskriver hvordan yttervegger av mur og betong ble utført i perioden 1850–1980. Byggemåten er først og fremst brukt i våre større byer. Det fins relativt få murbygninger i Norge som er eldre enn 200–250 år. Så gamle murbygninger bør behandles som særtilfeller. Anvisningen er ment som et hjelpemiddel for alle som arbeider med bevaring, vedlikehold og utbedring av eldre mur- og betongbygninger. Utbedring av eldre mur- og betongvegger er vist i Byggforvaltning [723.235 Murte fasader. Skader og utbedringsalternativer](#), mens utbedring av fasadepuss er behandlet i Byggforvaltning [742.864 Fasadepuss. Skader og utbedringsalternativer](#).

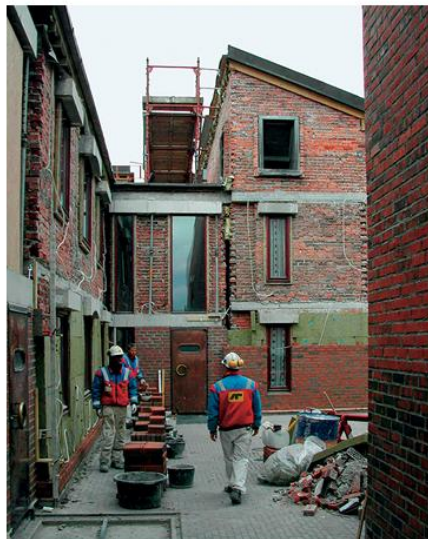
02 Lover og forskrifter

I motsetning til det som er tilfelle for trehusarkitekturen, har byggebestemmelser hatt stor innflytelse på utformingen av murhus. Før bygningeloven av 1924 hadde de større byene egne lover, som etter hvert ble supplert med tillegg og endringer, se Byggforvaltning [614.014](#).

På tross av de mange forskjellige lovene og forskriftene, har murbebyggelsen i byene svært mange fellestrekk når det gjelder bærende konstruksjoner, brann-, varme- og lydtekniske forhold.

Murte fasader. Skader og utbedringsalternativer

Generelt



Hele ytre vange i skallmurvegger må mures om på grunn av omfattende oppsprekking kombinert med fukt-, frost- og korrosjonsskader [9.51](#). Bygningene ble oppført i perioden 1981–1985. Foto: SINTEF Byggforsk

01 Innhold

Denne anvisningen behandler skader og utbedringsmetoder for murte fasader av teglstein eller murblokker. Fokus er rettet mot skader knyttet til vann tetthet og bestandighet. Skader i tilknytning til beslag mot nedbør er behandlet i Byggforvaltning [720.415 Skader i tilknytning til beslag mot nedbør. Årsaker og utbedring](#) og skader i tilknytning til puss i Byggforvaltning [742.864 Fasadepuss. Skader og utbedringsalternativer](#).

1 Bakgrunn og forutsetninger

Eldre murgårder – planlegging av rehabilitering og oppgradering

Innhold

Denne anvisningen omhandler rehabilitering og oppgradering av murgårder fra perioden 1870–1940. Anvisningen gir en oversikt over aktuelle tiltak og henviser til anvisninger hvor man finner løsninger.

Anvisningen gir råd om:

- planlegging
- typiske byggskaider
- oppbygning av konstruksjoner og bygningsdeler fra ulike tidsperioder
- nødvendige tiltak og viktige forhold ved rehabilitering av tak, yttervegger, vinduer, balkonger, etasjeskillere og innervegger

Målgruppen er boligeiere, prosjekterende og utførende.



Ved rehabilitering eller oppgradering må man først gjøre seg kjent med bygningens oppbygning, vemestatus og hvilke regelverk som gjelder. Foto: SINTEF

1 Forutsetninger og krav

11 Viktige hensyn ved planlegging

111 Generelt

Fasadepuss. Skader og utbedringsalternativer

Generelt



Fig. 0
Eksempel på resultat av for sterk puss på svakt underlag. Frostskafer på teglmurverket har oppstått etter at pussen har løsnet.
Foto: SINTEF Byggforsk

01 Innhold

Denne anvisningen omhandler de vanligste skadene på utvendig puss på fasader av teglstein eller murblokker. Anvisningen beskriver skadeårsaker og utbedringsmåter for pussforvitring, lokale overflateskader, løs puss, sprekker og skader på utsmykninger/ornamenter. I tillegg er farge- og strukturvariasjoner og saltutslag omtalt.

Skader på puss på isolasjon er ikke behandlet i anvisningen. Utbedring av pusskader på denne typen fasadesystemer bør planlegges i dialog med systemleverandøren.

Overflatebehandling av puss og utbedring av puss med rene kalkmørtler er beskrevet i Byggforvaltning [742.663](#), *Maling av pussede fasader på eksisterende bygninger* og [770.111](#), *Mørtler for utbedring og reparasjon av eldre murbygninger*.

Skader og utbedringsmåter for murte fasader av teglstein eller murblokker er behandlet i Byggforvaltning [723.235](#), *Murte fasader. Skader og utbedringsalternativer*.

Etterisolering av murvegger

Generelt



Fig. 0
Eksempel på etterisolering med utvendig isolasjon og murt forblending. Foto: SINTEF Byggforsk

01 Innhold

Denne anvisningen omhandler etterisolering av murvegger. Anvisningen tar for seg planlegging og tilstandskontroll som grunnlag for valg av etteriseringsmetode, og beskriver prinsipp-løsninger for utvendig og innvendig etterisolering.

1 Planlegging

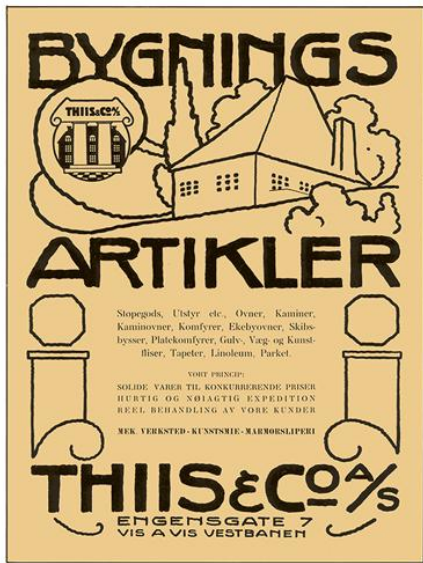
11 Generelt

Utvendig og/eller innvendig etterisolering av vegger murte med teglstein eller blokker av lettklinkerbetong, porebetong eller betonghullblokk kan redusere varmetap gjennom veggene betydelig. Utvendig etterisolering er særlig aktuelt når utvendig fasade uansett trenger oppussing og det er mulig å isolere veggene utvendig.

Etterisolering av yttervegger er ett av flere mulige energisparende tiltak. Se også Byggforvaltning [701.266](#) om energisparende tiltak i boliger og Byggforvaltning [622.018](#) om beslutningsprosesser for oppgradering. Etterisolering bør være et ledd i en samlet plan for energi- og miljømessig oppgradering av hele bygningen. Ofte er det ønskelig å beholde bygningens arkitektur og derfor velge en metode som gir et utseende mest mulig likt det opprinnelige.

Eldre byggevarer. Sement, betong, betongprodukter, mørtler, naturstein og keramiske produkter

Generelt



01 Innhold

Denne anvisningen gir oversikt over sement, betong, betongprodukter, mørtler, naturstein og keramiske produkter som ble brukt i Norge fram til 1960-årene. Anvisningen opplyser om produktene ble produsert i Norge eller om de ble importert, når de kom på markedet, vanlige dimensjoner og kvalitet, samt bruksområder.

Produktbetegnelse i anvisningen er mest mulig generelle. Handels- og firmanavn benyttes der det har spesiell interesse eller er nødvendig for å skille produktene.

Tore Kvande, Kim Robert Lisø og Alf M. Waldum

Rehabilitering av tak og teglfasader

HM Kongens Garde Huseby Leir



116 Rapport 2003

Fuktsikker innvendig etter- isolering av mur- og betongvegger

AMBISIØS ENERGIOPPGRADERING NÅR FASADEN SKAL BEVARES



Nytt fra forskningsfronten

FRA EKSPERTENE: NTNU

Innvendig etterisolering av en murvegg kan endre fuktkorholdene i vegg, noe som kan gi opphav til flere fuktkrelaterte problemer.

Innvendig etterisolering av murvegger med fenol-skum

Med stadig skarpere fokus på å få ned energibruken i bygg vil innvendig etterisolering av historiske murbygninger spille en viktig rolle i årene fremover. Da er det viktig at løsningene som velges ikke reduserer levetiden til byggene. Vi har sett på om fenolskum kan være et alternativ til tradisjonell mineralull ved etterisolering.

Kari Postmyr Jystad og Tore Kvande
Institutt for bygg- og miljøteknikk

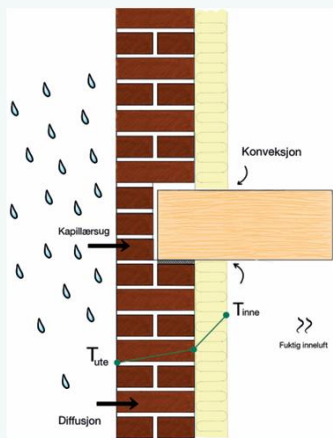
Innvendig etterisolering av murvegger kan være kildet til en rekke fuktkrelaterte problemer. Ved temperaturreduksjon i ytre del av vegg, minskes murens uttøringsmuligheter, og det kan oppstå kondens og mugvekst bak trebjelkeleg og i sjiktet mellom mur og varmesolisasjon. For bygg med restriksjoner på fasaendring er likevel innvendig etterisolering eneste løsning ved energioptimering av yttreveggene.

Fenolskum
Fenolskum er et skumbasert varmesolisasjonsmateriale som de siste årene har fått økt oppmerksomhet grunnet særlig gode termiske og branntekniske egenskaper. Lav varmekonduktivitet er nyttig ved innvendig isolering, da det varmesoliserer like godt på mindre plass, og som dermed minimerer innvendig arealapp. Det er imidlertid få studier som har studert materialet med tanke på innvendig etterisolering i kalde klima. En masteroppgave ved NTNU

har nå undersøkt hvorvidt fenolskum kan være et godt isolasjonsmateriale for murbygninger norsk klima. Oppgaven tar utgangspunkt i tilgjengelige laboratoriedata og 3-årsmodellering i WUFI 2D. Studien viser at fenolskum generelt presterer dårligere enn tradisjonell mineralull ved innvendig isolering av murverk, men studien viser også at fuktkorholdene først og fremst påvirkes av andre forhold enn type varmesolisasjon.

Varmesolisasjon
Fenolskum har høyere diffusivitet enn mineralull. Uttøringsperioden er derfor noe lengre og døgnvariasjonene mindre. Likevel er fuktkorholdene generelt noe lavere for mineralull. De samme tendensene vises også når en tar høyde for forskjell i U-verdi. Dårligere uttøringsforhold gjør fenolskummet mindre egnet ved høy fuktbelastning.

Klima og orientering
Utvendig klima har stor påvirkning på fuktkorholdene i vegg. Verst er forholdene for kystklima med høy slagregnsbelastning som Trondheim, Bergen og Tromsø,



FRA EKSPERTENE: NTNU

Smart dampsperre for innvendig isolert murverk

Innvendig etterisolering av eldre murverk kan gi opphav til fuktutfordringer som behøver tiltak for bedring av uttøringsforhold. Ny forskning underbygger at smart dampsperre er et tiltak som kan gi uttørring mot innvendig side av bygningskroppen.

Jon Ivar Knarud
Institutt for bygg- og miljøteknikk

En smart dampsperre, også ofte omtalt som fuktadaptiv dampsperre, er relativt damplett ved lave luftfuktigheter og dampslip ved høye luftfuktigheter. På grunn av forskjeller i temperatur- og damptrykkgradientene over tverrsnittet av bygningskroppen vil en smart dampsperre hindre dampgjennomgang vinterstid og åpne for gjennomgang sommerstid. Dermed kan den fremme noe uttørring innover når utendørs temperatur er høy nok.

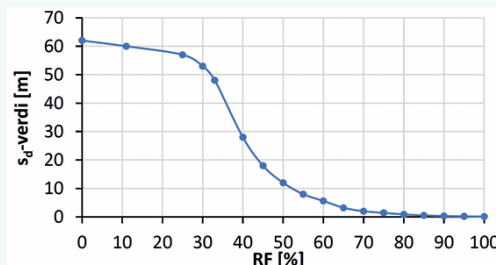
Benyttelse for murverk

Innvendig etterisolering av murte yttrevegger har kjente utfordringer med tanke på fukt. Slike vegger kan være veldig utsatte for fuktproblematikk grunnet redusert uttøringspotensial etter isoleringstiltak, forårsaket av redusert varmestrom ut gjennom vegg, samt av økt innvendig dampmotstand. Her kan imidlertid smart dampsperre være et hjelpende tiltak.

Et PhD-prosjekt utført av underleggende har sett på effekten av smart dampsperre på innvendig etterisolert yttrevegg av teglmurverk. Et laboratorieforsøk og en simuleringstudie viste at smart dampsperre gir en positiv effekt på uttørring av innvendig side av murverket ved 20 °C utetemperatur. Studien ble gjennomført på sterkt oppfuktet murverk fra ytre regnbekstråling. Varierende årstemperatur har dessverre ikke vært testet. For å belyse effekten av tre innsett i murverket var imidlertid effekten av smart dampsperre marginal, og andre tiltak vil i tillegg være nødvendige for å sikre disse.

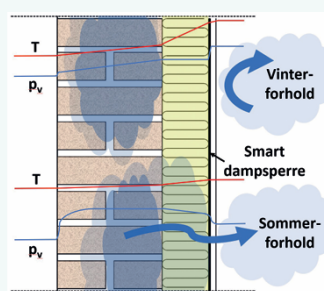
Simulering med smart dampsperre
For å analysere hvorvidt en innvendig isolering blir akseptabelt designet er det viktig å benytte simuleringer. En utfordring er at simulering med smart dampsperre kan være komplisert. Egenskapene til dampspennen endrer seg avhengig av forholdene den befinner seg

for. Derfor er det viktig å benytte dokumenterte dampmotstander som funksjon av luftfuktigheter. Det er spesielt viktig med godt dokumenterte verdier i det luftfuktighetsintervallet som opplever store endringer i dampmotstand. Det er derfor ønskelig om produsenter av smarte dampsperrer søker grundig testing og dokumentering av egenskapene, slik at dampmotstanden er lettere å implementere for byggeningene i analysen.



Eksempel på dampmotstandskurve (ekvivalent luftfuktigkelses sd) for konstant 50 % relativ luftfuktighet (RF) på innvendig side og variabel RF på utvendig side av en smart dampsperre.

I Det er i utgangspunktet to måter å modellere dampspennen på, enten som en grensesjikt-overgangsmotstand eller som et fysisk materiale med utstrekning. Dersom den modelleres som en overgangsmotstand må den ta høyde for luftfuktigheten på begge sider av grensesjiktet. Det holder ikke å bruke gjennomsnittlig luftfuktighet, da dampmotstanden også har en avhengighet til støvelsen på forskjellen i luftfuktighet på de to sidene. Dersom dampspennen modelleres som et fysisk sjikt kan den enten gis en enkelt variabel dampmotstandsverdi som representerer hele tykkelsen, lignende overgangsmotstandsmodetoden, eller verdier som varierer over tverrsnittet. Dampmotstandskurve for sistnevnte bør imidlertid bli justert ut fra en metodikk hvor harmonisk middelværdi sammenlignes med eksperimentelle dampmotstandsresultater for å gi riktig dampmotstand i hvert enkelt punkt over tverrsnittet.



Funksjonen til smart dampsperre. Endringer i gradientene av damptrykk (p_v) og temperatur (T) over murveggens tverrsnitt resulterer i forskjellig oppførsel sommer- og vinterstid. Figur: Jan Ivar Knarud

lumenterte dampmotstander som funksjon av luftfuktigheter. Det er spesielt viktig med godt dokumenterte verdier i det luftfuktighetsintervallet som opplever store endringer i dampmotstand. Det er derfor ønskelig om produsenter av smarte dampsperrer søker grundig testing og dokumentering av egenskapene, slik at dampmotstanden er lettere å implementere for byggeningene i analysen.

Doctoral thesis

Doctoral theses at NTNU, 2024:43

Jon Ivar Belghaug Knarud

Hygrothermal Modeling of Masonry with Interior Insulation Retrofit

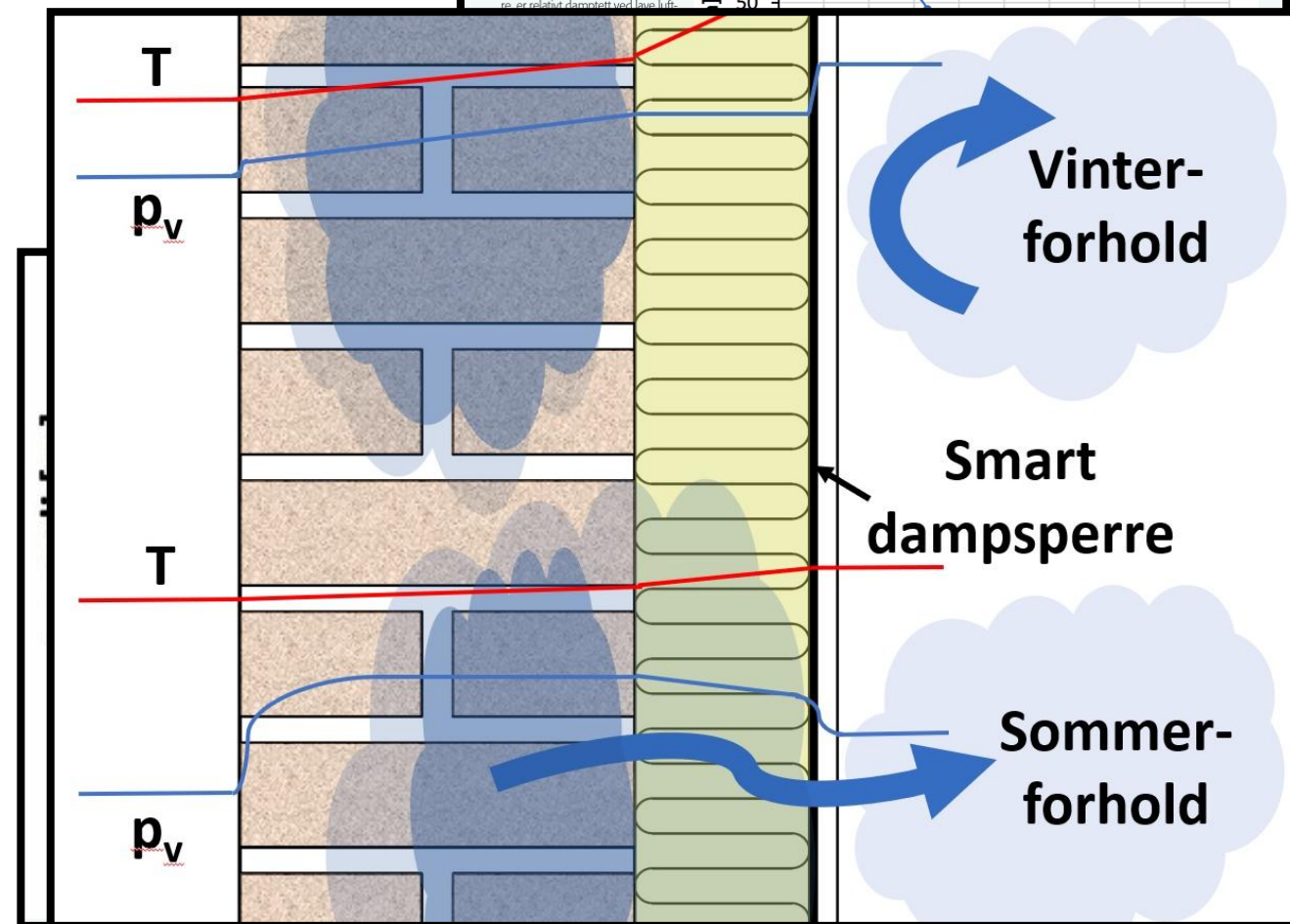
Perspectives on hygrothermal performance and modeling-uncertainty

NTNU
Norwegian University of Science and Technology
Thesis for the Degree of Philosophiae Doctor
Faculty of Engineering
Department of Civil and Environmental Engineering

NTNU
Norwegian University of Science and Technology

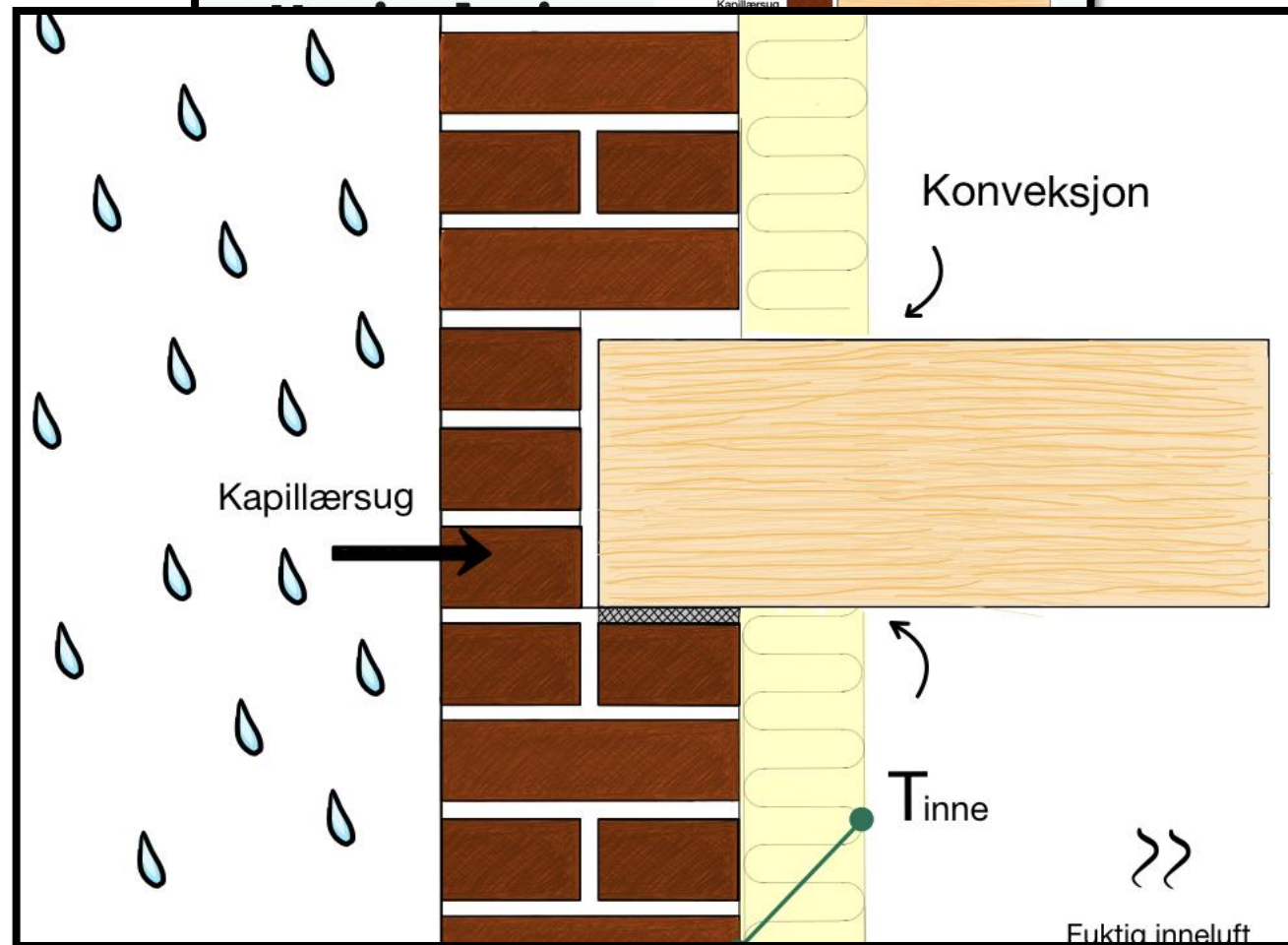
Effekten av fuktadaptiv dampsperre på innvendig etterisolering

- ✓ Laboratorieforsøk og simuleringsstudie
- ✓ Positiv effekt på uttørking av murverket ved 20 °C utetemperatur.
- ✓ Statiske temperaturforhold
- ✓ For bjelkeender av tre innsatt i murverket – marginal effekt, andre tiltak vil være nødvendig for å sikre disse.

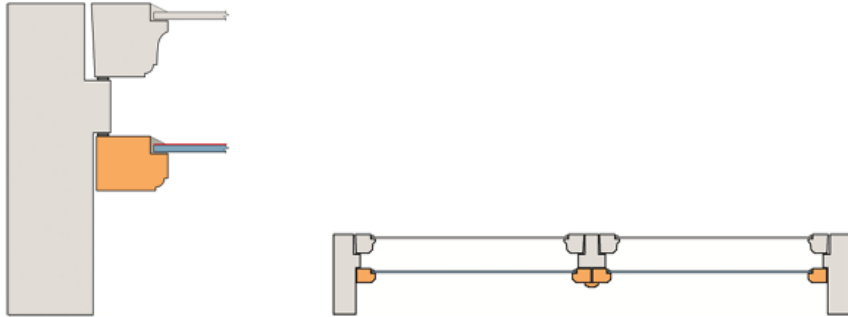


Fenolskum som alternativ til tradisjonell mineralull

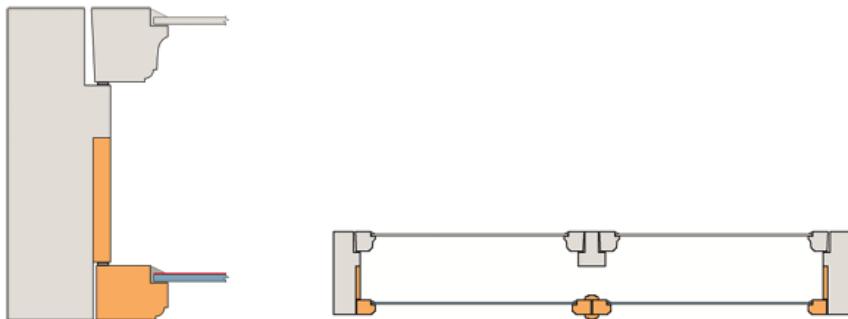
- ✓ Fenolskum har høyere diffusjons tetthet enn mineralull.
- ✓ **Utvendig klima** – kystklima og høy slagregnsbelastning er ugunstig
- ✓ **Innvendig fuktbelastning** – høy innvendig fuktbelastning er ugunstig
- ✓ **Teglsteintype** – absorpsjon og kappilærsug



Oppgradering av vinduer



Figur 3.2a
 Horizontalsnitt av forbedret vindu med vareramme 1 i midtre posisjon.
 Glasset i varerammen har et lavemisjonsbelegg, hardbelegg, her markert med rød strek på utvendig side.
 Profilet i vareramme 1 er 31 mm dypt og 44 mm bredt. Hulrommet mellom glassene er 74 mm tykt.



Figur 3.2b
 Horizontalsnitt av forbedret vindu med vareramme 1 i indre posisjon.
 Glasset i varerammen har et lavemisjonsbelegg, hardbelegg, her markert med rød strek på utvendig side.
 Hulrommet mellom glassene er 146 mm tykt.

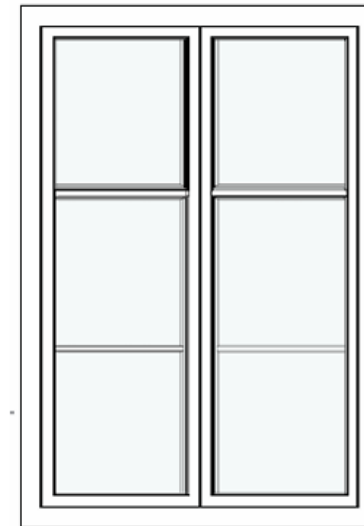
3D1110 - Åpen

Rapport

Energieffektive bevaringsverdige vinduer

Målinger og beregninger

Forfatter(e)
 Anders Homb, Sivert Livsløkk



Oppdragsgivere:

Enova

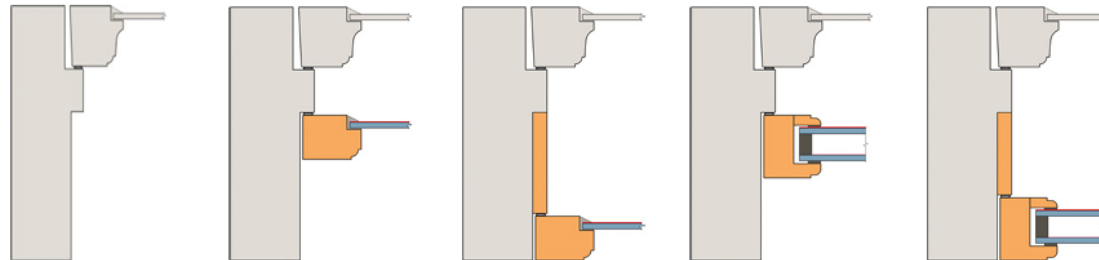
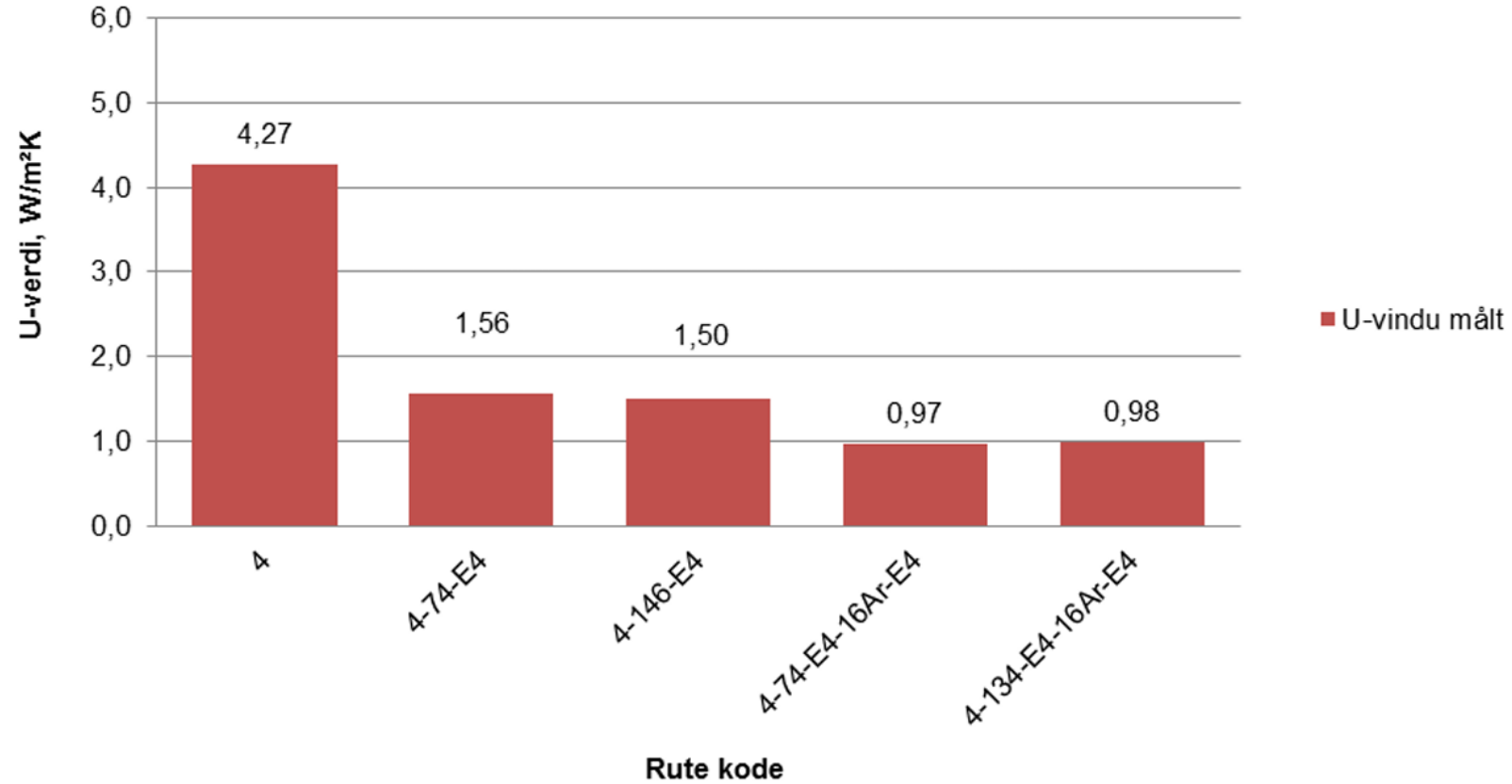


Riksantikvaren



Utført av
SINTEF Byggeforsk
 Byggematerialer og konstruksjoner

Målte U-verdier, hele vinduet

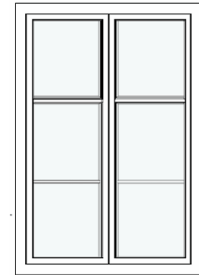


Rapport

Energieffektive bevaringsverdige vinduer

Målinger og beregninger

Forfatter(e)
Anders Homb, Svert Ursliakk



Oppdragsgiver:

Enova



Riksantikvaren



Utført av
SINTEF Byggeforsk
Byggematerialer og konstruksjoner

Våre erfaringer fra studie av SINTEF sitt byggskadearkiv

Utviklinga av murskadar i SINTEF sitt Byggskadearkiv.

- Slutt på svinnsprekker
- Meir bestandig teglstein
- Effekt av klimaendring

Skadeårsak	Forklaring	1983–2002 [% av total]	2003–2022 [% av total]
Svinn- og temperaturbevegelsar	Manglande elastiske fuger, manglande glidesjikt mellom murverk og fundament, spenningskonsentrasjonar, låsing av murverket mot andre konstruksjonar.	20	7
Mangelfulle beslag mot nedbør	Mangelfulle dør-, vindus- og gesimsbeslag, manglar med nedløpsrør og takrenner, manglar ved dør-/vindusinnsetting.	15	14
Manglar med regnskjermen	Utette mørtelfuger, manglar med pussbehandlinga.	15	12
Manglar med malingssystemet	Uheldig malingsval, for damptett maling	11	7
Låg bestandigheit teglstein/blokk	Låg frostmotstandsevne til tegl eller mørtel, sulfatskadar i lettklinkerblokk.	10	5
Mangelfull drenering av veggen	For smal luftespalte, mørtelbruer mellom mura vange og bakvegg, manglande drensåpningar i botn av veggen.	7	4
Utilstrekkeleg samvirke	Mangelfullt samvirke puss/underlag, svak heft mørtelfuger/stein.	6	6
Armeringskorrosjon	Korrosjon på fugearmering eller trådbindar	5	3
Underdimensjonering	Manglande forankring til bakvegg, låg bereevne, jordtrykk og overlast.	5	4
Setningar	Setningsskadar, grunnforhold.	4	2
Fuktopptrekk frå grunnen	Kapillæropppsuging, mangelfull drenering rundt bygget.	4	8
Estetiske problem	Organisk vekst, utilfredsstillande farge- og strukturvariasjonar, saltutfellingar utan skadar på sjølvve murverket	2	5
Saltsprenging	Saltutfelling har gitt avskalningar av puss eller stein/blokk	2	1
Kuldebruer	Varmetap, kondensering, sverting, misfarging	2	3

Hva ser vi behov for fremover?

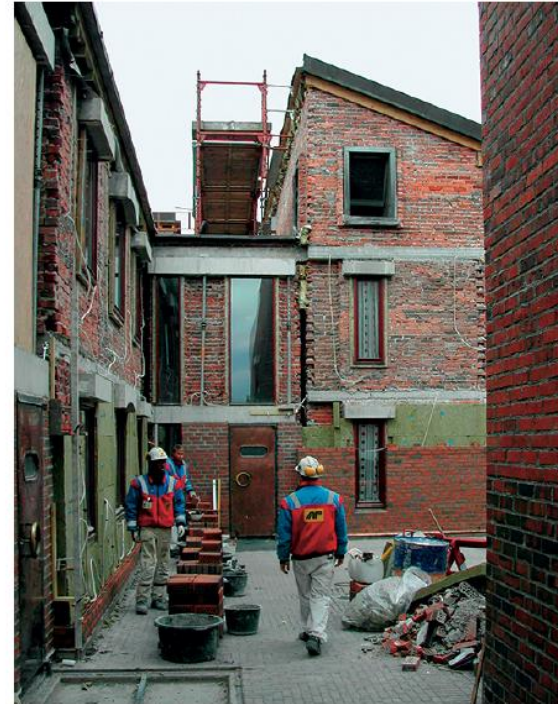
Markfukt

Undersøke effekten av ulike reoperasjonsmetoder

- ✓ Innpressing av korrugert metallplate i en liggefuge ved sokkel.
- ✓ Injisering av vannavvisende eller tettende materialer.
- ✓ Etablering av et elektrisk felt (elektroosmose).

Murte fasader. Skader og utbedringsalternativer

Generelt



Løst ved av Lars Gulbrekken, SINTEF Community 20.03.2026 © SINTEF. Eierskykk forbud.

Hele ytre vange i skallmurvegger må mures om på grunn av omfattende oppsprekking kombinert med fukt-, frost- og korrosjonsskader [951]. Bygningene ble oppført i perioden 1981–1985. Foto: SINTEF Byggforsk

01 Innhold

Denne anvisningen behandler skader og utbedringsmetoder for murte fasader av teglstein eller murblokker. Fokus er rettet mot skader knyttet til vanntetthet og bestandighet. Skader i tilknytning til beslag mot nedbør er behandlet i Byggforvaltning [720.415 Skader i tilknytning til beslag mot nedbør. Årsaker og utbedring](#) og skader i tilknytning til puss i Byggforvaltning [742.864 Fasadepuss. Skader og utbedringsalternativer](#).

1 Bakgrunn og forutsetninger

Nye vurderingskriterier åpner for mer ombruk og etterisolering av teglfasader



SINTEF har utviklet vurderingsmetoden for frostmotstand, NBI 134. Ti av ti stein skal tåle 84 frysetinesykluser uten betydelig skader eller vekttap. Da er de bevist egnet til bruk i fasader i værhardt norsk klima. Foto: Håvard Hyndøy

Blogg - 26. februar 2024

Fredrik Slapp
Forsker

å bygge nytt. Når byggene ikke kan lenger ser vi nå på muligheter for å vingsprosjekter.



Foto: Fredrik Slapp

stein kan gjenvinnes til flere formål. I juli 2020 ble avfallsforskriften og TEK endret slik at det er lettere å gjenvinne tegl og betong som fyllmasse, fremfor å måtte deponere det. Bruk av knust tegl som fyllmasse i jord til grønne tak er et annet spennende område. I likhet med brennt leire for øvrig, forventes det at finmalt tegl er en pozzolan som delvis kan erstatte sement i betong, men man må påregne en fargeendring. Rød teglstein kan dermed også brukes som pigment i betong der en rød/terrakotta farge er ønsket.

For å virkelig kartlegge hele gjenbrukspotensialet til tegl, trengs det mer forskning, og SINTEF er godt i gang i prosjektet Ombruk av tegl.

Prioritering for bruk av tegl i murbygninger



Avfall/deponi

Bortkastet impregnering mot slagregn

Ulike impregneringsmidler benyttes for å bedre regnmotstandsevnen til teglmurverk, men effekten er sårbar med tanke på riss og andre svakheter i murverket. Forsøk utført i SINTEF sitt slagregnskap viser at ingen av de undersøkte impregneringene fungerte godt selv for rissfritt murverk.

Fredrik Slapo og Tore Kvande
 Institutt for bygg- og miljøteknikk
Noralf Bakken
 SINTEF Byggforsk

Teglmurte forblendinger er robuste vegger, men helt regntette er de ikke. Når det regner på en teglfasade vil mesteparten av vannet renne nedover veggen, mens noe vil bli sugd opp av murverket. Avhengig av sugeegenskapene til teglet og den håndverksmessige utførelsen, vil noe vann komme inn gjennom selve teglsteinene, litt mer gjennom mørtelfugene og mest via heftsonene tegl/mørtel. For murverk utført etter Byggforsknens anvisninger er dette fuktopptaket uproblematisk for veggen.

Impregneringsbehov

Riktig utført murverk har i utgangspunktet ikke behov for impregnering for å redusere det kapillære vannopptaket. I spesielle tilfeller kan det forekomme behov for impregnering for de mest sugende tegltypene, spesielt for fasader som er utsatt for slagregn. I slike tilfeller bruker man fargeløse impregneringer med hydrofobere (vannavstøtende) effekt. Vår erfaring er at også murverk av normalsugende teglstein utsettes for impregnering. Impregneringsproduktene på det norske markedet omfatter silikonater, silaner, siloksaner og vannbaserte nanostrukturerte løsninger.

Slagregnpøving

Slagregnpøving av 1 m x 1 m store murte teglfelt er gjennomført først uten, deretter med impregnering. Tørketid mellom første regnpøving og impregnering var elleve uker. I alt er fire ulike teglfelt og fire ulike impregneringsprodukter undersøkt. Teglfeltene er murte med teglstein Wienerberger Haga ru rød (minuttsug 1,0 kg/(m²·min)) og murtørtel Weber M5 i tre ulike konsistenser (tørr, middels og våt). Pøving er utført i tilknytning til SFI Klima 2050. Tabell 1 viser forskjellene mellom prøvefeldene og resultater fra slagregnpøvingen.

Utfordrende heftsoner mørtel/teglstein

Under oppmuring av teglmurverk vil teglsteinen suge mørtelvann ut av den ferske mørtelen. Mursteinens evne til å oppta vann er derfor en viktig parameter siden grunnlaget for heftfastheten i det herdede murverket etableres i løpet av de første minuttene kontakt mellom stein og fersk mørtel. Figur 1 viser mikroskopifoto av heftsoner i teglfelt C. Vi ser her konsentrasjon



Slagregnpøving av teglfelt før og etter impregnering viser liten effekt av impregneringen på regnmotstandsevnen. Foto: Geir Mogen.

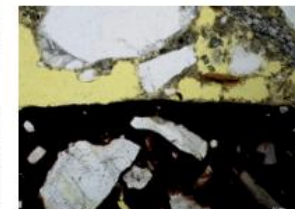
Egenskap	Prøvestandard	Måleenhet	Teglfelt			
			A Tørr	B Middels	C Våt	D ¹ Våt
Fersk mørtelkonsistens (rystebord)	NS-EN 1015-3	mm	135	174	186	186
Impregneringsmiddel	-	-	Silikon	Silan	Siloksan	Nano
Andel av baksiden som fremdeles er tørr etter 15 min. med slagregn	NBI 29/1983	% tørr	90	90	95	80
- Impregnerte felt			90	90	100	95
Regngjennomtrengning:	NBI 29/1983	l/(h·m ²)	1,14	0,97	0,14	0,67
- Impregnerte felt			1,13	1,38	0,06	0,50

TABELL 1. Murtørtelkonsistens ved oppmuring, type impregneringsmiddel og regnmotstandsevne uttrykt ved fuktgjennomtrengning. Felt D er murte ved å skyve stussfugen i motsetning til de øvrige feltene som er murte ved å slå stuss (å legge mørtel på enden av steinen før muring).

av store luftporer i heftsonen mellom teglstein og murtørtel. Den grove porestrukturen viser seg å være utfordrende for impregneringsmidlenes evne til å gjøre murverket vannavvisende.

Anbefalinger

Vår pøving viser at vi skal være skeptiske til impregneringenes effekt til å stanse regninntrengning i teglmurverk. Impregneringen vil bremse fuktopptaket for korte regnbyger, men den beskytter ikke mot langvarig slagregn. Det ble også observert skjæmmende rustbrune utførelser på feltene med flere av impregneringsmidlene. Vi ønsker å gjennomføre supplerende forsøk for å se effekten av mindre tøffe regnhendelser enn den vi har studert.



FIGUR 1. Tynnslianalyse av heftsoner mellom teglstein (nedre mørke del) og murtørtel. Gule felt markerer luftporer. Analyse og foto: Marit Haugen, SINTEF Byggforsk.

Oppsummering

- ✓ Vi i SINTEF har sammen med NTNU jobbet mye med tegl og mur.
- ✓ Det finnes mye informasjon i Byggforskserien og i åpne rapporter
- ✓ Vi ønsker å jobbe mer med tegl og mur
 - Ombruk
 - Innvendig etterisolering
 - Rehabilitering av klimarelaterte utfordringer som markfukt
- ✓ Vi gjennomfører befaring, vi kan teste konstruktive og byggetekniske egenskaper av murverk.
- ✓ Ta kontakt med Lars Gullbrekken lars.gullbrekken@sintef.no eller Fredrik Slapø fredrik.slapo@sintef.no





Teknologi for et bedre samfunn