

Peter Blom

Prøvemethoder for fasade- systemer med puss på isolasjon

BYGGFORSK

Norges byggforskningsinstitutt

Peter Blom

Prøvemethoder for fasade- systemer med puss på isolasjon

NORDTEST TECHNICAL REPORT 185

Prosjektrapport 113 – 1992

Prosjektrapport 113

Peter Blom

**Prøvemethoder for fasadesystemer
med puss på isolasjon**

NORDTEST TECHNICAL REPORT 185

ISBN 82-536-0403-3

100 eks.

100 g Cyclus offset/200 g Cyclus resirkulert

Trykkeri: Lobo Grafisk AS

© Norges byggforskningsinstitutt 1992

Adr.: Forskningsveien 3B

Postboks 123 Blindern

0314 OSLO

Tlf.: (02) 96 55 00

Fax (02) 69 94 38 og (02) 96 55 42

Forord

Hensikten med rapporten var å komme fram til et prøveprogram for isolasjonssystemer som består av utvendig puss direkte på isolasjon. Aktuelle prøvemethoder diskuteres i lys av praktiske erfaringer med slike isolasjonsmetoder.

Grunnlaget for rapporten er et litteraturstudium, samtaler med norske og tyske leverandører av systemer med puss på isolasjon og resultater fra tidligere laboratorieprøver ved Norges byggforskningsinstitutt (Byggforsk).

Prosjektet er finansiert av NORDTEST Bygg.

Oslo, november 1992

Peter Blom

Innhold

Forord	3	3.7 Frostmotstand	11
1. Generelt om systemer med puss på isolasjon	5	3.8 Prøving av fukttekniske egenskaper	11
1.1 Beskrivelse av vanlige systemer	5	3.9 Isolasjonsmaterialer	12
1.2 Generelle krav til komponenter	6	3.10 Brannegenskaper	12
2. Prøvemethoder og -ordninger i Europa	7	4. Behovet for nye prøveordninger i Norden	13
2.1 Eksisterende prøveordninger i Norden	7	Sammendrag	14
2.2 UEAtc's tekniske veiledninger	7	Litteratur	14
2.3 CEN	7	Vedlegg 1. UEAtc-metode for uttrekk av plugg i isolasjon	15
3. Beskrivelse av aktuelle prøvemethoder	8	Vedlegg 2. UEAtc's metode for mekanisk inntrykksprøving – kuleprøve	16
3.1 Produktidentifikasjon	8	Kravspesifikasjoner	16
3.2 Systemets stabilitet	9	Prøvemethoder	16
3.3 Motstand mot mekaniske påkjenninger	10		
3.4 Aldringsegenskaper	10		
3.5 Hygro-termiske egenskaper	10		
3.6 Motstand mot slagregnsinntrengning	11		

1. Generelt om systemer med puss på isolasjon

1.1 Beskrivelse av vanlige systemer

Et system med puss på isolasjon består av de fem grunnkomponentene klebemasse, isolasjonsmateriale, armert puss-sjikt, mekaniske festemidler og innfestingsdetaljer. I en vegg med puss på isolasjon er det viktig at disse grunnkomponentene er avstemt mot hverandre. Det er årsaken til at man snakker om konstruksjonen som et *system*, der både helheten og grunnkomponentene må vurderes mot egne kriterier. Systemene leveres da også i regelen som *ett* produkt fra en importør/produsent. Det er etter hvert blitt presentert en rekke (10 – 20) ulike systemer på det nordiske markedet.

Oppbygging av to typiske systemer er vist i *fig. 1* og *2*.

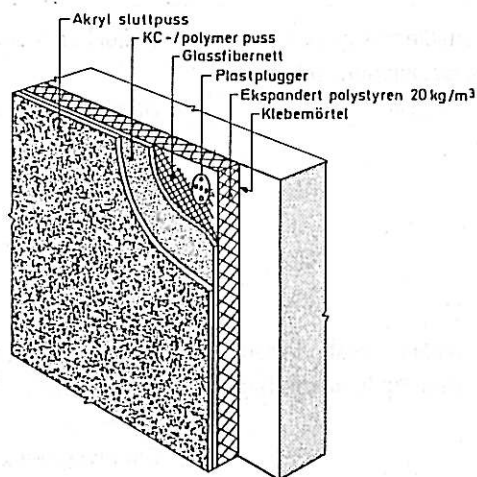


Fig. 1
System med tynn puss (totalt ca. 4 - 6 mm) på polystyren isolasjon

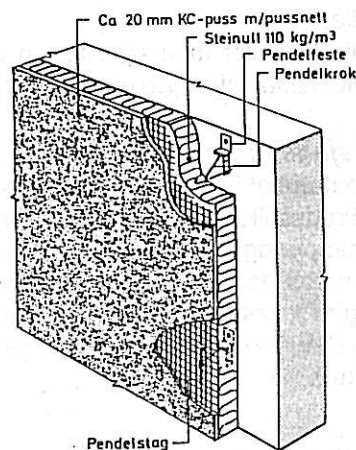


Fig. 2
System med tykk puss (ca. 20 mm) på mineralullisolasjon

Fasadesystemer med puss på isolasjon kan brukes både på nye og eksisterende bygninger. Den underliggende konstruksjonen kan være i mur, betong eller en lettvegg i tre eller stål. Markedspotensialet for produktene ligger imidlertid først og fremst i etterisolering av eldre yttervegger i mur eller betong. Bare i Norge er dette markedspotensialet ca. 17 mill. m² uisolerte mur- og betongvegger. I andre nordiske land er potensialet trolig mye høyere. Denne konstruksjonsmetoden kan således få større betydning og utbredelse enn hva tilfellet er i dag.

1.2 Generelle krav til komponenter

1.2.1 Klebemasse

Lim eller klebemasse brukes for å feste isolasjonsplater til underlaget og eventuelt til å sparkle ut ujevnheter. Klebemassen kan leveres i pulver eller pastaform, og den kan både ha organiske og uorganiske bindemidler. Klebemassen gir alltid et midlertidig feste for isolasjonsplatene. I et ferdig montert system kan limet ha forskjellig statisk funksjon:

- eneste feste av systemet
- feste av systemet i kombinasjon med mekaniske festemidler
- midlertidig feste for montasje; lasten tas opp av mekaniske festemidler (Se punkt 1.2.4)

1.2.2 Isolasjonsmateriale

Isolasjonsmaterialet i et system med puss på isolasjon må tilfredsstillende krav til varmeledningsevne, brannegenskaper og formstabilitet. Som isolasjonsmateriale brukes normalt steinull (densitet mellom 65 og 125 kg/m³), ekspandert polystyren (densitet 17 – 35 kg/m³) eller, i mindre grad, polyuretan (densitet 30 – 35 kg/m³).

1.2.3 Pussjikt

Pussjiktet skal gi bygningen en estetisk godt utseende. Pussen skal også beskytte isolasjonen mot klimatiske og mekaniske påkjenninger. Pussen skal også gi et vern mot brannspredning.

Pussjiktet består normalt av en armert hovedpuss (armeringspuss), et eventuelt grunningsjikt og en ytterpuss (se fig. 1 og 2). Hovedpussen skal ivareta de statiske påkjenningene på systemet, mens ytterpussen skal danne en værhud og gi veggen et godt utseende. De to pussjiktene kan ha forskjellige bindemidler og sammensetning.

En puss består av ballastmateriale og bindemidler. Bindemidlet kan være:

- organisk (kunstharpiksjer)
- uorganisk (sement, kalksement, kalk eller silikat)

Det skilles gjerne mellom tykkpussystemer og tynnpussystemer. Tykke puss har i regelen uorganiske (mineralske) bindemidler, mens tynne puss i stor utstrekning benytter kunstharpiksjer som bindemiddel. UEAtc (se kap. 2.2) stiller følgende krav til et mineralsk pussystem:

- Minste total tykkelse på pussjikt (hovedpuss og ytterpuss): 5 mm
- Maksimal tykkelse på hovedpuss: 15 mm

Mineralske pussystemer har normalt også en viss andel organiske bindemidler. UEAtc angir at andelen av organiske bindemidler må være under 5 % for at pussen skal kunne kalles mineralsk. Mineralske og organiske puss har til dels ulike egenskaper.

Prøvemethodene for de to pussystemene er til dels ulike, se kap. 3.

I praksis har mineralske systemer tradisjonelt hatt en total pusstykkelse på 20 – 30 mm, og en flatevekt på 30 – 50 kg/m². Tynnpussene kan ha en tykkelse på 4 – 13 mm og en flatevekt på 5 – 20 kg/m².

Armeringen i hovedpussen skal øke pussens strekkfasthet og fungere som rissfordeler. Det benyttes forsinket stålnett, glassfibernet og løse fibre av glass eller plast som blandes i pussen.

1.2.4 Mekaniske festemidler

Mekaniske festemidler skal feste isolasjonen og/eller pusssystemet til underlaget. Festemidlene finnes i en rekke varianter, fra leddede kroker som festes i armeringsnettet, plugger eller skinneprofiler som ikke føres ut i pussjiktet.

De mekaniske festemidlene kan være utført i plast eller metall, ev. som et plastprofil med en kjerne av plast eller stål.

Avhengig av konstruksjon og montering, har de mekaniske festemidlene forskjellig statisk funksjon. Tabell 1 viser de alternative innfestingsprinsippene.

Tabell 1

Hovedgrupper av innfestingsmetoder for systemer med puss på isolasjon

Festeprikk	Undergrupper
Festemidlene skal primært bære isolasjonen, sekundært pussjiktet	Utelukkende limfeste
	Både lim og mekanisk feste
	Feste med skinneprofiler eller lange plugger
Festemidlene skal primært bære pussjiktet, sekundært	Egentyngden tas opp av leddede kroker
	Egentyngden tas opp av stive plugger eller konsoller
	Pussens egentyngde tas opp av konsoll i sokkelen; vindsug tas opp av tråder som er festet til vegg.

1.2.5 Tilbehør

En viktig del av systemet er tilbehør som sokkelbeslag, hjørnebeslag, fugemasser/fugebånd og andre produkter som brukes for å skape jevne overganger og tette avslutninger mot vinduer osv.

2. Prøvemethoder og -ordninger i Europa

2.1 Eksisterende prøveordninger i Norden

Det har ikke vært noen systematisk prøving av fasadesystemer med puss på isolasjon i Norden. I Sverige finnes en offentlig godkjenning av systemene, basert på en vurdering av systemets brannegenskaper og stabilitet (vind/egenlast). Det kreves ingen prøving av de enkelte systemene.

I Norge har Norges byggforskningsinstitutt (Byggforsk) en frivillig ordning for dokumentasjon av egenskaper (NBI Byggeanvisning). Byggeanvisningen omfatter prøving av tre sentrale egenskaper: motstand mot mekaniske påkjenninger, prøving av aldrings-egenskaper og prøving av stabilitet mot avblåsing. Prøvingen foregår i henhold til UEAtc's retningslinjer.

2.2 UEAtc's tekniske veiledninger

UEAtc (Union Europeenne pour l'Agreement Technique dans la Construction) er en sammenslutning av europeiske institusjoner som utarbeider tekniske godkjenninger innen byggebransjen. Fire nordiske land er med i UEAtc (Byggforsk i Norge, Statens Byggeforskningsinstitutt i Danmark, Boverket i Sverige og VTT i Finland). UEAtc utarbeider felles tekniske retningslinjer (technical guides) for vurdering av ulike konstruksjoner og byggemetoder. For dette området har UEAtc utarbeidet følgende veiledninger:

- UEAtc Directives for the assessment of External Insulation Systems for Walls (Expanded Polystyrene Systems Faced with a thin Rendering (M.O.A.T. No 22:1988)
- UEAtc technical Guide for the Assessment of external wall insulation systems faced with mineral render. 5th draft, October 1991.

UEAtc's stilling ble endret i og med EFs byggevaredirektiv, som bare refererer til to fora for tekniske godkjenninger: CEN for standardisering av enkeltprodukter og EOTA (European Organisation for Technical Approvals), som skal utforme tekniske godkjenninger innen EF. UEAtc's framtidige stilling er derfor noe uklar.

2.3 CEN

CEN (European Committee for Standardization) har dokumenter og arbeidsgrupper for flere av materialene som går inn i et system med puss på isolasjon. Dette gjelder blant annet:

Termisk isolasjon	TC89
Vanntett puss	TC125
Generelle spesifikasjoner pussmaterialer	WG2

3. Beskrivelse av aktuelle prøvemetoder

Kapitlet beskriver aktuelle prøvemetoder for systemer med puss på isolasjon. Det tas i hovedsak utgangspunkt i prøvemetodene som er beskrevet i UEAtc's to veiledninger. Dessuten diskuteres praktiske erfaringer ved bruk av en del av disse metodene.

UEAtc skiller mellom prøver for produktidentifikasjon, prøving av komponenters bruksegenskaper og prøving av hele systemets bruksegenskaper. I denne oversikten skilles det ikke skarpt mellom de to siste typene prøver.

3.1 Produktidentifikasjon

UEAtc's retningslinjer beskriver en rekke prøvemetoder for å bestemme egenskapene til de enkelte produktene som inngår i et isolasjonssystem. Se *tabell 2*.

Tabell 2

Produktidentifikasjonsprøving spesifisert av UEAtc for systemer med puss på isolasjon

Det vises til *kap. 3.1* i [1] og [2].

Puss/klebmasse	Tetthet (tilsynelatende tetthet for pulverprodukter) Andel tørrestoffer (pastaprodukter) Ph-verdi (pulverprodukter uten sement) Glødetap Siktekurve Absorpsjonsspektrum (IR) (pastaprodukter) Vanntap ved vakuumpøver (pulverprodukter) Avbindingstid utrørt pulver (pulverprodukter)
Herdet puss	Densitet Dynamisk og statisk elastisitetmodul Strekkestyrke
Isolasjonsmaterialer	Densitet Praktisk varmeledningsevne Dimensjoner
Armeringsnett	Flatevekt i g/m ² Glødetap glassmasse (flatevekt) (glassfibernet) Antall tråder i ulike retninger (ikke metallnett) Maskevidde Bruddfasthet og bruddtøyning ved strekk Fiberlengde
Festeplugg	Mål-, vekt- og materialangivelse

Det kan diskuteres om ikke den herdede pussens strekkstyrke og elastisitetsmodul kan karakteriseres som bruksegenskaper. Per i dag er det imidlertid vanskelig å finne noen praktisk anvendelse av slike data om pussens. Det er heller ikke mulig i dag å fastsette noen fornuftige krav til elastisitetsmodul og strekkstyrke. Man har også et måleteknisk problem: Måling av elastisitetsmodul og strekkstyrke hos pussjikt har vist seg å være følsomme for prøveutstyr og -metode, med lite reproduserbare resultater.

3.2 Systemets stabilitet

Festet av isolasjonssystemene må i prinsippet dimensjoneres for lasttilfellene egenvekt og vindsug. I tillegg må mekaniske festemidler dimensjoneres for ta opp belastninger ved temperatur- og fuktbetingede bevegelser i systemet. UEA_{tc} beskriver tre typer prøver for å prøve systemenes stabilitet:

- Heftprøve
- Vindprøve
- Uttreksprøve

Heftprøvene utføres dels på de enkelte komponentene, dels på systemet som helhet. Klebemasser og pussmørtler i systemet skal prøves mot følgende underlag:

- Aktuell isolasjon
- Betongplate (gjelder klebemasser)
- Et porøst grunnlag spesifisert av systemprodusent (gjelder sementfri klebemasse)

Prøvene gjennomføres både i tørr og våt tilstand. Kravet til heftkapasitet har UEA_{tc} satt til 0,1 N/mm² (0,3 N/mm² for klebemasse mot betong). UEA_{tc} beskriver også kohesjonskapasitet i isolasjonen (0,1 N/mm² for polystyren, 0,0075 N/mm² for mineralull, se tabell 4).

Tabell 3 viser bruksområdet for de tre aktuelle metodene for prøving av stabiliteten for systemet som helhet. Heftprøven gjennomføres på samme måte som prøvingen av de enkelte komponentene. Utformingen av vindprøven er foreløpig ikke beskrevet i detalj. Uttreksprøven består i at plugg med skive trekkes gjennom isolasjonen (gjennomlokking). Se VEDLEGG 1.

Tabell 3

Bruksområde for ulike stabilitetsprøver på isolasjonssystemer

Festesystem	Isolasjonsmateriale	
	Ekspandert polystyren	Mineralull
Limte systemer	Heftprøve	Vindprøve
Feste med plugg	Uttrekk-/vindprøve	Uttrekk-/vindprøve
Festet med profiler	Vindprøve	Vindprøve

I Norge brukes ikke rene limte systemer, blant annet fordi man ikke har stolt på heftfastheten til underlaget. Man regner normalt med at pluggene skal kunne bære systemet alene. Av økonomiske årsaker er det imidlertid en viss interesse for å kunne ta i bruk limte systemer. I Tyskland kan man i følge retningslinjene til IfBt¹ unnlåte å bruke mekaniske festemidler når egenlasten (flatevekt) for systemet er under 0,1 kN/m². Flere tynnpussystemer på polystyren har egenlast som ligger like over denne verdien.

Stabiliteten for mekanisk festede pussisolasjonssystemer i Norge er i mange tilfeller et spørsmål om gjennomlokking av plugg i isolasjonen. Spesielt for mineralullplater med relativt lav densitet (< 100 kg/m³) kan gjennomlokkingen være dimensjonerende.

Motstanden mot gjennomlokking må prøves for hvert enkelt system. Utformingen av pluggene m/hode har svært mye å si for når gjennomlokking skjer. I noen systemer festes pluggene i pussjiktets armeringsnett. Da øker motstanden mot gjennomlokking dramatisk, og behovet for uttreksprøve reduseres.

I systemer med tykk isolasjon og tykk puss kan belastningene på festeplugg på grunn av pussens egenvekt, og på grunn av temperatur- og fuktbevegelser i pussens, bli relativt store. For disse lasttilfellene kreves normalt ingen prøving, men kapasiteten til pluggene må beregnes ut fra oppgaver over pussens densitet, elastisitetsmodul, temperaturutvidelseskoeffisient og svinnkoeffisient.

Stabiliteten av systemer med puss på isolasjon har ikke vært registrert som noe problem i Norden. Det kan skyldes at systemene festes både med klebing og med mekaniske festemidler, slik at systemene får en stor sikkerhetsmargin stabilitetsmessig. Derfor har man heller ikke lagt vekt på noen nøye dimensjonering av systemenes stabilitet. Dette kan endre seg, etter hvert som det stilles krav om rimeligere produksjonsmetoder. Stabilitetsprøver og krav til stabilitet kan bli en viktigere del av prøveprogrammer for systemer med puss på isolasjon.

¹ Mitteilungen IfBt 21 (1990) Nr. 4

3.3 Motstand mot mekaniske påkjenninger

Motstand mot mekaniske påkjenninger er en viktig egenskap hos systemer med puss på isolasjon, i hvert fall i nedre deler av fasaden. UEAtc beskriver to typer prøver for mekaniske påkjenninger (slag og støt):

- **Inntrykksprøving med stålkuler**
En stålkule slippes ned på ferdig herdet pussflate fra gitte høyder. Inntrykk, rissdannelse og eventuelt brudd registreres. Alternativt kan prøven utføres med en pendel. Se *VEDLEGG 2*.
- **Perforeringsprøve**
For systemer med total pusstykkelse mindre enn 6 mm gjennomføres perforeringsprøve med eget perforeringsapparat. En indentor med varierende diameter slippes ned på pussflaten. Største diameter på indentoren som perforerer pussene, registreres.

UEAtc deler kravene til systemene opp i tre klasser, avhengig av hvilke påkjenninger de kan forventes å bli utsatt for, se *VEDLEGG 2*.

Hvorvidt systemene klarer å absorbere energien ved støtet, avhenger av mange faktorer, som stivhet i isolasjonen, armering og elastisitet og styrke i pussene. Resultater fra prøvinger ved Byggforsk [3] gir ikke noe entydig bilde av systemenes oppførsel. Generelt kan man si at systemer med relativt stiv isolasjon og tykke pussene klarer prøvene godt. Men det samme gjelder tynnere pussene, så lenge elastisiteten er god, og puss-sjiktet er godt armert.

Det er også en generell erfaring at tynnere pussene med organisk bindemiddel ikke så lett får riss og sprekker på grunn av sin høye elastisitet. På den annen side skal det mer til før tykkere pussene perforeres.

UEAtc's krav til inntrykksmotstand er relativt strenge. Spesielt perforeringsprøven skiller mellom akseptable og ikke akseptable systemer. Systemer med svært tynne pussene (ned til 3 mm) består som regel ikke perforeringsprøven.

På grunn av inhomogen overflate (tilslagskorn) er resultatet av perforeringsprøven avhengig av hvor indentoren/kula treffer. Prøven bør derfor gjentas et antall ganger.

Som et alternativ til UEAtc's "hard-impact"-prøver, er det utviklet en "soft-impact" inntrykksprøve. Prøven utføres ved at en sandsekk slippes som en pendel mot pussoverflaten. Skader registreres på samme måte som for vanlige inntrykksprøver. "Soft-impact"-prøver gir en mer realistisk etterlikning av belastninger som ballspill. "Soft-impact"-prøven er imidlertid ikke nok utviklet til å kunne bli standardisert.

3.4 Aldringsegenskaper

Byggforsk har prøvd aldringsegenskapene for flere isolasjonssystemer. Prøvene foregår i et klimakammer som syklisk utsetter et prøvefelt for fire "årstider", sol, regn, kulde og vanlig innetemperatur. Aldringsfaktoren er anslått til 12 – 15, og prøvestykkenes størrelse kan være opp til ca. 2 m². Hver prøve har blitt kjørt i tre måneder. Prøvemethoden [11] er utviklet av Byggforsk. Fram til i dag er det ingen isolasjonssystemer som har fått synlige skader av betydning i klimakammeret.

Generelt er aldringsegenskaper et uavklart spørsmål. Spesielt for pussystemer med stor andel organisk bindemiddel er det en viss usikkerhet om pussens egenskaper på lang sikt. Samtidig begynner man i Tyskland å få en viss langtidserfaring med systemer med puss på isolasjon. De eldste systemene med dagens form for puss på isolasjon er nå over 30 år gamle, og mange står uten synlige tegn på aldrings-skader.

3.5 Hygro-termiske egenskaper

UEAtc beskriver egentlig ingen prøve for aksellerert aldring. Derimot beskrives to prøver som utsetter isolasjonssystemet for henholdsvis varme/regn-sykluser og fryse/tørke-sykluser. Prøvene utføres på et prøvestykke med en overflate > 6 m², bredde > 3 m og høyde > 1,5 m, og med en åpning (vindu) plassert i et hjørne av prøveveggen. For systemer med organisk bindemiddel på polystyren er hovedtrekkene i prøvemethoden som følger:

- **Varme/regn:**
Veggen utsettes først for 140 sykluser med vekselvis oppvarming (70 °C i tre timer) og spraying med vann i 1 time og drenering i 2 timer.
- **Frysing/smelting:**
Samme prøvestykke utsettes så for tjue 24-timers sykluser med 30 °C i 8 timer og - 20 °C i 16 timer. Etterpå skal det ikke være sprekker i hovedpartiene.

Etter disse prøvene skal det ikke være sprekker eller blærer i grunnpussen. Ytterpussen skal ikke være knust, og den må ha god heft til grunnpussen.

Prøvemethoden som beskrevet ovenfor, gir en relativt hard påkjenning på systemene. Videre har det har vist seg at sementbaserte pusssystemer klarer denne typen prøve dårligere enn organiske pussene. Prøveprogrammet for systemer med sementbasert puss er derfor litt annerledes. Disse systemene skal utsettes for færre sykluser og mindre temperaturvariasjoner.

Denne forskjellen mellom de to typene systemer avspeiler et problem ved prøvemethoden: I praksis er det ikke påvist at sementbaserte pusssystemer har

noen større risiko for hygrotermisk oppsprekking. Det hevdes derfor at [5] prøvemethoden slik den er beskrevet i [2], ikke er realistisk. Spesielt er det kombinasjonen av regn og umiddelbart påfølgende sterk oppvarming som påfører urimelige belastninger på mineralske pussystemer. Årsaken til oppsprekkingen ligger i tre forhold:

- Den sterke oppvarmingen fører til at mye fuktighet diffunderer inn i veggen
- Brå tørking av en våt overflate skaper et diffusjonstett overflatesjikt
- Svinn og høy elastisitetsmodul i ytterpussen gir sprekker

3.6 Motstand mot slagregnsinntrengning

Tetthet mot inntrengning av slagregn i fuger og overganger mot andre bygningsdeler er i praksis en viktig egenskap ved isolasjonssystemene. Det er spesielt systemets avslutning mot vinduer som er avgjørende. Tradisjonelt har man lagt større vekt på god slagregnstetting av bygningsdeler i Norge og Sverige enn i Europa for øvrig. For eksempel er to-trinnstetting i fuger rundt vinduer en innarbeidet bygningsteknisk detalj i Norge. I Tyskland og Italia, som har de største produsentene av systemer med puss på isolasjon, brukes to-trinnstetting lite.

UEAtc beskriver ingen prøve for systemenes slagregnstetting. I den grad det introduseres systemer med tvilsomme eller usikre detaljer (ett-trinns tetting) på nybyggsektoren på det nordiske markedet, bør det gjennomføres prøver. Dette kan enkelt gjøres i slagregnseskap, etter prøvemethoder angitt i [11].

3.7 Frostmotstand

UEAtc beskriver en enkel prøve på pussens frostbestandighet. Naturlig nok har denne egenskapen vært mest fokusert i de nordiske landene. Fram til i dag har Byggforsk vurdert frostbestandigheten ut fra enkle prøver av pussens vannabsorpsjon og trykkmetning. Prøven består i at prøvestykket først tørkes ved 105°C til likevekt er nådd, og tørrvekt kan måles. Deretter måles vannabsorpsjon først i neddykket tilstand og så ved trykkmetning. Frostbestandigheten vurderes så ut fra forholdet mellom vannabsorpsjonen ved suging og trykkmetning (< 80%).

Varianter av denne prøvemethoden har i lang tid vært brukt innen betongsektoren. Metoden er ikke skreddersydd for puss, og bør derfor egentlig ikke brukes. Framover bør en derfor heller ta utgangspunkt i det arbeidet som gjøres i et pågående NORDTEST-prosjekt [10].

Samtidig kan det diskuteres hvor viktig frostprøving er. Europeiske fagmiljøer mener frostprøving av pussen er unødvendig, og at det ikke representerer noe praktisk problem. Det kan også synes som utviklingen i den senere tid er gått mot pusstyper med liten vannabsorpsjon og høy elastisitet. På den andre siden viser erfaringer fra Island, som har svært mange frysepunktpasseringer og mye nedbør, at frostskafer i systemer med puss på isolasjon har vært vanlig.

3.8 Prøving av fukttekniske egenskaper

Isolasjonssystemets fukttekniske egenskaper blir til en viss grad beskrevet av prøvene for hygrotermiske egenskaper (risiko for oppsprekking) og frostbestandighet. UEAtc beskriver imidlertid flere fukttekniske prøver:

Puss med organisk bindemiddel:

- Grunnpuessens permeabilitet for vandndamp. Diffusjonsekvivalent luftsjikt (s_d) skal ikke være høyere enn 2 m. Det henvises til DIN 52615, Del 1.
- Pussjiktets tetthet mot vanngjennomtrengning. Vanngjennomtrengning i vannbad skal skje tidligst etter 2 timer.
- Pussjiktets vannabsorpsjon. Vannabsorpsjonen skal maksimalt være 20 %.

Mineralsk puss:

- Forholdet mellom grunnpuessens og hele pussjiktets vannabsorpsjon

Organiske pussers permeabilitet for vandndamp kan ses på som en prøve for å forebygge blæredannelse, litt i likhet med skader man ofte ser på malte murvegger. I følge [6,7] er slike skader mer utbredt blant systemer med organisk enn uorganisk bindemiddel. Det framheves flere årsaker til flere fuktskader blant pussere med organisk bindemiddel:

- høy damp tetthet (opp mot 9 m diffusjonsekvivalent luftsjikt)
- stor utvidelseskoeffisient på grunn av fukt
- heft mellom pussjiktene reduseres ved befuktning
- fukt kan komme inn i sprekker i pussjiktet
- stor forskjell i permeabilitet mellom tørt og fuktig materiale

Det må understrekes at det er store variasjoner i materialeegenskapene for organiske pussere. Det finnes pussmørtler i dag som er svært permeable for vandndamp.

Grunnlaget for absorpsjonsprøven for mineralske pussere er at de fysikalske forskjellene mellom to pussjikt ikke bør være for store. For å unngå at fukt hopper seg opp i pussjiktet, er det viktig at grunnpuess og ytterpuess har noenlunde lik fuktabsorpsjon.

3.9 Isolasjonsmaterialer

UEAtc beskriver prøvemeter for isolasjonsmaterialets dimensjoner og utseende. Tabell 4 viser UEAtc's krav til isolasjonsmaterialet. UEAtc beskriver bare prøver for rettinkelhet, kurvatur og planhet. Når det gjelder dimensjoner og tykkelsestoleranser og fysikalske egenskaper, vises det til henholdsvis ISO Standard 1923 og nasjonale prøvemeter, eventuelt til CEN/TC 88.

Tabell 4

UEAtc's krav til prøver for isolasjonsmaterialer i pussystemer

	Tillatt avvik fra nominell verdi	
	Polystyren	Mineralull
Lengde	± 2 mm	± 5 mm
Bredde	± 1/± 2 mm	± 2 mm
Tykkelse - d ≥ 0,2 m - d > 0,2 m	± 1,5 mm ± 1 %	+ 2/ - 1 mm ± 1 %
Rettvinklethet	2 mm/m	4 mm/m
Kurvatur	3 mm	3 mm
Planhet	1 mm/0,2 m	2 mm/0,2 m
Kohesjon	≥ 0,1 N/mm ²	≥ 0,0075 N/mm ²
Irreversibel lengdeendring	≤ 0,15 %	≤ 0,15 %
Termisk konduktivitet (DIN 4108)	≤ 0,040 W/(mK)	≤ 0,050 W/(mK)

Isolasjonsmaterialenes dimensjonstoleranser er en viktig egenskap ved systemer med puss på isolasjon. Mange skader i pussjktet har sammenheng med nivåforskjeller mellom isolasjonsplatene. Sprangene mellom platene gir tykkelsesvariasjoner i pussene, ofte med oppsprekking til følge. Det er spesielt for mineralullisolasjon hvor nivåforskjeller mellom platene har vært et problem. Mange mineralullprodusenter har da også hatt problemer med å oppfylle kravene til toleranser i tabell 4.

Tykke, sementbaserte pusser kan lettere bygge over sprang i underlaget. I Europa har man derfor i hovedsak benyttet tympusser med organisk binde-middel på polystyren, mens tykke, sementbaserte pusser blir brukt sammen med mineralull. På grunn av tympussenes gode egenskaper og popularitet, er det imidlertid blitt mer og mer vanlig å bruke disse også på mineralull.

3.10 Brannegenskaper

UEAtc beskriver ingen prøver for systemenes brann-tekniske egenskaper. I de fleste land gjelder det begrensninger for bruk av brennbar polystyren i høye hus, f.eks. i form av forbud mot bruk i hus over fire etasjer.

Det er flere problemstillinger innen brannområdet som er uavklart, som for eksempel konsekvensene av å bruke festemidler i plast uten stålkjerne.

Generelt er det i dag lite hensiktsmessig å standardisere brannprøving av systemer med puss på isolasjon.

4. Behovet for nye prøveordninger i Norden

UEAtc's prøveprogram er omfattende. Én av grunn-tankene ved programmet er at et system som er utprøvd etter disse retningslinjene i et land, ikke skal prøves i et annet land. Dette har ikke fungert helt etter forutsetningene. Flere av de toneangivende landene i Europa krever ny prøving, uansett tidligere dokumentasjon.

I prinsippet kan NORDTEST vise til alle prøvemethodene som er utarbeidet av UEAtc. Prøvemethodene er relativt grundig behandlet av de delta-kende prøveinstitusjonene. På den andre siden er metodene dårligere dokumentert enn hva som er vanlig praksis for NORDTEST-metoder. Før de kan adopteres som NORDTEST-metoder, bør de beskrives grundigere. *VEDLEGG 2* gir eksempel på hvordan UEAtc beskriver en prøvemethode, her for inntrykksprøving med kule.

Ulempen ved UEAtc's prøveprogram er det at det er stort og kostnadskrevenende. Vurdert ut fra kostnader, prøvemethodenes relevans og reproduserbarhet, prioriteres følgende prøver:

- Inntrykksprøve med kule
- Perforeringsprøve
- Uttrekk av festeplugg (gjennomlokking)

I tillegg bør NORDTEST vise til UEAtc's retningslinjer for preparering og herding av isolasjonssystemet.

For øvrig kan følgende UEAtc-prøver være aktuelle:

- Heftprøver
- Hygrotermisk prøving av veggfelt
- Diffusjonstetthet av organiske pusser
- Prøvemethoder for identifisering av komponenter (elastisitetsmoduler etc.)

Av de sistnevnte bør metoden for hygrotermisk prøving (se *kap. 3.5*) utvikles videre.

Rapporten gjennomgår eksisterende prøvemetoder for fasadesystemer med puss på isolasjon. Anvendbarheten av prøvemetodene diskuteres i lys av praktiske erfaringer med systemene. Det tas i hovedsak utgangspunkt i UEAtc's prøvemetoder for systemer med puss på isolasjon.

Det konkluderes med at NORDTEST i prinsippet kan vise til hele UEAtc's prøveprogram for systemer med puss på isolasjon. Samtidig pekes det på at dette prøveprogrammet er for omfattende for praktisk bruk i Norden. Videre er en del av prøvemetodene mangelfullt utviklet pr. i dag. Generelt har heller ikke beskrivelsen av metodene det detaljeringsnivået som er vanlig praksis for NORDTEST-metoder.

Vurdert ut fra kostnader, prøvemetodenes relevans og reproduserbarhet prioriteres følgende av UEAtc's prøvemetoder:

- Inntrykksprøve med kule
- Perforeringsprøve
- Uttrekk plugger

I tillegg bør NORDTEST vise til UEAtc's retningslinjer for preparering og herding av isolasjonssystemet.

1. UEAtc Directives for the assessment of External Insulation Systems for Walls (Expanded Polystyrene Systems Faced with a thin Rendering (M.O.A.T. No 22:1988)
2. UEAtc technical Guide for the Assessment of external wall insulation systems faced with mineral render. 5th draft, October 1991
3. Blom, P. Utvendig etterisolering av mur- og betongvegger. Rapport nr. 99, Norges byggforskningsinstitutt. Oslo 1986
4. Mitteilungen IfBt 21 (1990) Nr. 4
5. Bagda, E. Hygrothermische Erfahrungen mit der Prüfwand nach UEAtc. Bauphysik no. 10/88, Berlin
6. Künzel, H. Die hygrothermische Beanspruchung von Außenputzen als Schadenursache bei Wärmedämmverbundsystemen. Bauphysik no. 12/90, Berlin
7. Böhm, H., Künzel, H. Feuchtigkeitsabhängige Sperrwirkung von Kunstharzputzen. Bauphysik no. 11/89, Berlin
8. Gertis, K., Kiel, K. et al. Wärmespannungen in Thermohaut-Systemen. Die Bautechnik 5/1983
9. Schäfer, H. Zum Standsicherheitsnachweis von Wärmedämmverbundsystemen mit Klebung und Verdübelung. Bauphysik no. 12/90, Berlin
10. Kalmar, G. Fältstationer för studier av frostbestandighet. NORDTEST-prosjekt. Avsluttes i 1992
11. NBI Prøvetoder. Prøvetode nr. 83. Building materials and components for exterior walls etc. Weather resistance, cyclic short time test. Norges byggforskningsinstitutt, 1983

Vedlegg 1

UEAtc-metode for uttrekk av plugger i isolasjon

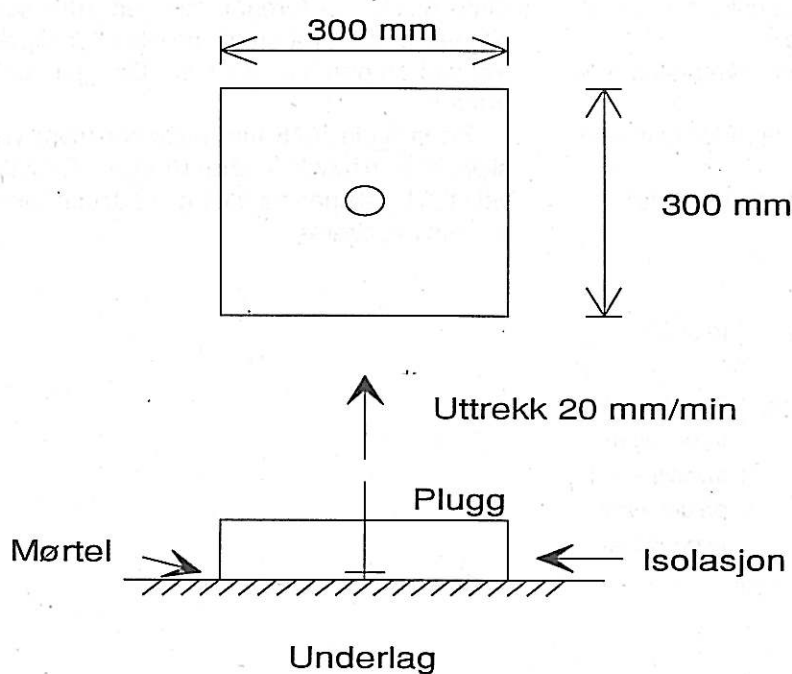


Fig. 1
Prøveoppstilling for uttrekk av plugger i fasadeisolasjonssystem etter UEAtc. Pluggens hode må ikke klebes til underlaget. For polystyren isolasjon gjennomføres 5 prøver, mot 10 prøver for mineralullisolasjon.

Vedlegg 2

UEAtc's metode for mekanisk inntrykksprøving – kuleprøve

Kravspesifikasjoner:

Systemet må kunne tåle mekaniske påkjenninger under bruk. Det er opprettet 3 klasser:

- Klasse 1: fasader som ikke eller i svært liten grad eksponeres for støt
- Klasse 2: fasader som eksponeres for støt, men som er under lite stress
- Klasse 3: fasader som spesielt utsatt for støt

Nedenstående tabell gir kravene:

	Klasse 3	Klasse 2	Klasse 1
10 Joule	-	Ikke brudd	Bare lite inntrykk, ingen alvorlig effekt på det armerete pussjktet
3 Joule	Ikke brudd	Ingen sprekkdannelse	

Prøvemethode

Inntrykksmåling foregår med en kule som enten slippes loddrett fra en gitt høyde eller slippes vannrett ved en pendelbevegelse. Det gjennomføres to prøver:

En stålkule (625 mm diameter) som veier 1 kg slippes fra en høyde 0,02 m (10 Joule). En stålkule med vekt 0,5 kg slippes fra 0,61 m. (3 Joule). Skadene på pussen registreres.

