

Fasaderehabilitering

2009

*Mur-, puss- og malerarbeider på
fasader av murverk og betong*



- en håndbok fra Norsk Puss- og Mørtelforening



Fasaderehabilitering

2009

Mur-, puss- og malerarbeider på fasader av murverk og betong

- en håndbok fra Norsk Puss- og Mørtelforening



Fasaderehabilitering 2009

*Mur-, puss- og malerarbeider på fasader av murverk
og betong - en håndbok fra Norsk Puss- og Mørtelforening*

Utgiver:

Norsk Puss- og Mørtelforening

Fagredaktør:

Morten Langvik, Mur-Sentret AS

Redaksjonskomite:

Petter Engø

Alf Ruud

Jonas Jalmerbrandt

Sigurd Borgersen

Opplag:

Layout: Trine Lie/Digital Grafiske AS

Trykk: Digital Grafiske AS, Tønsberg

Norsk Puss- og Mørtelforening

Postadresse:

Norsk Puss- og Mørtelforening,
Postboks 124 Slemdal,
0710 Oslo

www.npmf.no

Organisasjonsnummer: 990 970 971

ISBN 978 - 82 - 998016 - 0 - 7



Forord

De fleste mennesker oppholder seg daglig i bygninger som før eller senere kan ha behov for en fasaderehabilitering. Manglende vedlikehold eller tidens tann kan gjøre dette nødvendig – det kan være ønskelig i forbindelse med eierskifte – men skader kan også gjøre behovet prekært på grunn av faren for ting- og personskaade. Skjemmende og farlige forhold kan påtales etter Plan- og bygningslovens §89 og/eller kan medføre straffeansvar etter straffeloven.

Forvaltning, drift og vedlikehold av bygninger kan være eller medføre en betydelig kostnad for eiere eller leietakere. Arbeidet bør derfor planlegges og gjennomføres riktig. Men riktig er ikke ensbetydende med dyrt, og galt er ikke nødvendigvis billig. Det er viktig å identifisere tilstand, årsak og krav til essensielle produkttegenskaper for rehabiliteringen. Faglig god prosjektering av slike oppgaver er viktig for bestandigheten.

Et vellykket resultat er avhengig av godt håndverk i både murens utforming (pussoppbygging, beslag og avrenning), riktig valg av malingstype/malingssystem og korrekt rengjøring, forbehandling og påføring av overflatebehandlingen. For at murmalingen skal få vedheft må underlaget være fast og ha en fettfri overflate.

Norsk Puss- og Mørtelforening er en medlemsorganisasjon for produsenter og leverandører av produkter som benyttes av murbransjen i Norge. Foreningen ble etablert i 1986, og står bak denne håndboken for fasaderehabilitering. Den omhandler mur-, puss- og malerarbeider på fasader av murverk og betong med behov for rehabilitering, og gir nyttig innføring i egnet prosjektorganisering og aktuelle produkttegenskaper.

Deler av struktur og innhold er en oppdatering av Reparasjonshåndbok for puss- og malingsarbeid som ble utgitt i 1993 i et samarbeid mellom Murbransjens forsknings- og informasjonskontor (der foreningen var medlem) og Maler- og byggtapetsermestrenes Landsforbund. Innholdet er supplert med erfaringer fra nyere prosjekter. Innholdet er oppdatert med hensyn til dagens lovverk, erfaringer og praksis.

Denne samling med råd og tips står uavhengig av den enkelte produktleverandør og utførende entreprenør, og er dekkende for mange av de nyanser man møter i hverdagen.

Boka er ment som et hjelpemiddel for alle seriøse aktører.

Norsk Puss- og Mørtelforening



Innholdsfortegnelse

	INNHold	SIDE
	Forord	5
	1 Prosjektorganisert rehabilitering	9
	1.1 Generelt	9
	1.2 Planlegging	9
	1.3 Kvalitetssikring	10
	1.4 Organisering	10
	1.5 Byggestart	13
	1.6 Gjennomføring	13
	1.7 Overtakelse og reklamasjon	14
	1.8 Vedlikehold	15
	1.9 Prosjektbeskrivelse	15
	2 Tilstandsanalyse av byggverk	18
	2.1 Grov registrering	19
	2.2 Utvidet undersøkelse	20
	2.3 Tilstandsrapport	20
	2.4 Prioritering og tiltak	20
	2.5 Skademønster og -årsaker	21
	2.6 Fuktskader	21
	2.7 Undersøkelse av pusslaget	21
	3 Rengjøring og malingsfjerning	26
	3.1 Tilrettelegging og sikring av arbeidsplassen	26
	3.2 Forarbeid	26
	3.3 Valg av rengjøringsmetode	27
	3.4 Rengjøring av fasader	27
	3.5 Vasking/kjemisk rengjøring	28
	3.6 Kjemisk malingsfjerning	29
	3.7 Mekanisk rengjøring	29
	3.8 Forbehandling av underlaget	30
	4 Mur- og pussarbeider	32
	4.1 Historikk	32
	4.2 Skadeårsaker	35

4.3	Forberedende arbeider	42
4.4	Utbedring av underlaget	43
4.5	Pussreparasjoner	46
4.6	Utsmykninger, gipsornamenter	49
4.7	Etterforankring av murte forblendinger	50
4.8	Grunnmurer	50
4.9	Balkonger	52
	5 Maling og overflatebehandling	56
5.1	Innledning	56
5.2	Utfordringer	56
5.3	Malingens hensikt	56
5.4	Malingens komponenter	57
5.5	Malingens bindemiddel	57
5.6	Uorganiske malingstyper	57
5.7	Organiske malingstyper	58
5.8	Behov for grunning, seis og primer	59
5.9	Behov for impregnering	61
5.10	Egenskaper for maling	62
5.11	Standarder	62
5.12	Overflatebehandling	64
5.13	Verktøy for påføring av maling	65
	6 Teglforglending med korrosjonsskader	68
6.1	Korrodert liggefugearmering	68
6.2	Korroderte forankringsbindere	70
	7 Mekanisk betongrehabilitering	74
7.1	Definisjoner	74
7.2	Almenne regler for bruk	74
7.3	Systemer for overflatebehandling	77
7.4	Reparasjoner for bærende og ikke bærende formål	77
7.5	Lim til konstruktive formål	77
7.6	Injeksjon i betong	78
7.7	Forankring av armeringsstang	78
7.8	Korrosjonsbeskyttelse av armering	78
7.9	Kvalitetssikring og vurdering av samsvar	79
7.10	Bruk av produkter og systemer på byggeplass og kvalitetskontroll av utførelsen	79

◆	8	Puss på isolasjon og plater	80
	8.1	Om pussede løsninger	80
	8.2	Delmaterialer	83
	8.3	Systemløsninger	84
	8.4	Egenskaper og systemkrav	86
	8.5	Bestemmelser om utførelse	90
	8.6	Eksempler	91
◆	9	Ettersyn og vedlikehold	98
	9.1	Generelt	98
	9.2	Organiske vekster	99
	9.3	Smuss, støv og sot	99
	9.4	Graffiti	99
◆	10	Oversikt over aktuelle bestemmelser og standarder	100

1.1 Generelt

Den tekniske tilstanden til murte, pussede eller støpte konstruksjoner kan variere mye. Forfall og nedbrytning kan være forårsaket av flere faktorer; alder, klima, konstruksjonsoppbygging, feil materialbruk eller manglende vedlikehold.

Puss og maling fungerer som fasadens offersjikt og skal beskytte den underliggende konstruksjonen mot vær og vind. Overflatebehandlingen vil slites ned og må planmessig vedlikeholdes og om nødvendig fornyes. Hvis offersjiktet ikke fungerer etter hensikten oppstår det lett dyptgripende og omfattende skader i hovedkonstruksjonen.

Årlig investeres det mer i forvaltning, drift og vedlikehold av eksisterende bygningsmasse enn til nybygg. Tilfeldig og mangelfullt reparasjonsarbeid blir fort kostbart, og kan resultere i større utbedringskostnader på fasadene.

1.1.1 Utfordringer til bransjen

Krav til effektiv rehabilitering forutsetter

- Større vilje og kunnskap til å drive bedre systematisk bygningsvedlikehold.
En oppstått skade blir ikke borte, men vil utvikle seg til omfattende og kostbare følgeskader.
- Evne til å lære av tidligere feil.
Det finnes eksempler på bedrifter som gang på gang gjør samme feil uten å analysere årsak. Erfaringsoverføring bør praktiseres mer effektivt.
- Bedre rutiner for prosjektering og beskrivelser.
Reparasjon og utbedring krever ofte en annen beskrivelsesmetode enn for nybygging. Uklare og lite detaljerte beskrivelser overlater for mye til tilfeldighetene.
- Tilstrekkelig fagkunnskap og erfaring hos håndverkere og prosjekterende.
Puss- og malingsarbeider på eksisterende bygninger krever annen erfaring og kvalifikasjoner enn ved nybygging. Fasadeutbedring avdekker ofte uforutsette forhold. Riktig håndtering og valg av løsning på byggeplass er viktig. Opplæring og etterutdanning i reparasjons- og restaureringsteknikker er viktig både for håndverkerne og for baser og formenn.
- Mange "nye" fasadeprodukter skaper behov for

langtidsdokumentasjon.

Mange produkter mangler langtidsdokumentasjon i vårt klima.

- Bedre kvalitetsbevissthet.

Mange velger billigste løsning uten å vurdere entreprenørens erfaring og kvalifikasjoner. Urealistisk lave anbud resulterer ofte i redusert kvalitet. Et anbud kan være formulert med en rekke forbehold som gjør at "laveste anbud" totalt sett ikke er rimeligst for byggherren.

1.1.2 Viktige momenter for vellykket rehabilitering

Det anbefales at allmenne prinsipper for prosjektledelse legges til grunn ved å organisere rehabiliteringen som et prosjekt. Prosjekter må ha en start og en slutt, en fremdriftsplan og en gitt økonomisk ramme. Mer spesifikt er det nødvendig med:

- Grundig tilstandsregistrering
- Gode prosjekteringsrutiner
- Spesifiserte anbud (konkurransesgrunnlag)
- Klare kontraktsforhold
- Riktig materialvalg
- Håndverkere med dokumentert erfaring
- Oppfølging av arbeidet på byggeplass
- Minimumskrav til vedlikeholdsplan.

1.2 Planlegging

Grunnleggende for alt arbeid med fasader (uansett materialer) er først å klarlegge fasadens og bygningens tilstand. Dermed fastsettes hva utbedringen skal omfatte. De økonomiske forutsetningene er viktig å ha med i vurderingen.

Organisering av gjennomføringen er bestemmende for hvor vellykket resultatet blir. Det er to faktorer som avgjør valget av entrepris- og organisasjonsform, og disse er avgjørende i forhold til hvilket omfang det er nødvendig å engasjere rådgivere:

- Byggherrens egenkompetanse og ressurser
- Arbeidets omfang og kompleksitet

En faglig godt utført og dokumentert tilstandsanalyse er en grunnleggende forutsetning for å lykkes med en

treffende arbeids- og materialbeskrivelse.

Ved utarbeidelse av disse dokumentene er det viktig at man på forhånd har besluttet hvilken organiseringsform som er ønsket. Det har vesentlig betydning for utformingen av administrative bestemmelser, anbudsinnbydelse og kontrakter.

■ 1.3 Kvalitetssikring

Med kvalitetssikring menes her å innfri de forventninger oppdragsgiver har i forhold til investering. Definerings av kvalitetskravene til det ferdige produktet må avstemmes med byggherren, og ses ofte i sammenheng med kostnader. Det viktigste for prosjektet er at kvalitetskravene er forstått og akseptert av byggherren og at disse blir levert.

For å sikre den forventede kvaliteten er det viktig at kvalitetskravet følger alle ledd i prosessen, fra tilstandsanalyse, via beskrivelse/prosjektering, kontrahering, utførelse og frem til fremtidig vedlikehold.

Byggeprosessen er interaktiv ved at det er flere ulike faggrupper som utfører arbeid som er avhengig av kvaliteten på andres bidrag. I tillegg er det stadig nye materialer og metoder å velge mellom. Dette forutsetter at håndverkerne har individuell kunnskap og at prosessen koordineres mellom de ulike håndverkerkategoriene.

Koordinering av byggeprosessen planlegges ved prosjektering og beskrivelse av arbeidene, og er avgjørende for kvaliteten på det ferdige arbeidet. Fasadearbeid krever altså individuell kunnskap og kompetanse innenfor de ulike fag, men også kunnskap om andre fags materialer og metoder som forutsetning for eget arbeid.

Kvalitetssikringsarbeidet er en prosess og løper gjennom hele prosjektet. Det som er planlagt og blitt utført blir hele tiden kontrollert. Det kan oppdages detaljer som må korrigeres og som fører til ny planlegging og utførelse, som igjen korrigeres (jfr. Demingsirkelen).

Økt bevissthet og ansvar, ikke bare for egen innsats i prosessen, men også for det ferdige produktet, er den beste drivkraften for å få til en kvalitetsforbedring. En dårlig beskrivelse kan gi gode resultater med kompetente håndverkere, mens en god beskrivelse kan gi dårlige resultater med uengasjerte håndverkere. Kvalitetssikringstiltak og rutiner er derfor viktig for alle deltagerne i byggeprosessen. Ansvaret i hvert ledd kan ikke skyves over til en annen part ved henvisning til manglende opplysninger – enhver er forpliktet til å innhente og å gi de opplysninger som er nødvendige for at sluttproduktet skal få optimal kvalitet.

Kvalitetssikringsarbeid, -systemer og -rutiner finnes beskrevet i Norsk Standard NS-ISO 9000-9004. Seriøse aktører vil ha supplerende og prosjektspesifikke rutiner for de forskjellige typer rehabilitering.

■ 1.4 Organisering

1.4.1 Prosjektorganisering

Prosjektorganiseringen tilpasses den valgte form for gjennomføring. Byggherren må sørge for å knytte til seg nødvendig kompetanse uavhengig av materialleverandør og utførende entreprenør(er), og kan inngå en avtale med en rådgiver (et firma/en person med den tilstrekkelige kompetanse) om å følge opp entreprenørens arbeid. Forut for dette kan rådgiver bistå med utforming av tilstandsanalyse, beskrivelse, kontrahering og kontraktsinngåelse. Rådgiverens rapporteringsrutiner og honorar skal være skriftlig avtalt.

Det skiller vanligvis mellom tre former for gjennomføring:

Egen regi

Gjennomføring i egen regi innebærer at byggherren selv svarer for nødvendig fremdrifts- og arbeidsmessig koordinering mellom de ulike håndverksgruppene samt at de nødvendige forsynings- og hjelpearbeider blir utført, for eksempel rigg, drift av byggeplass samt ulike miljø- og trafikkmessige tiltak.

Delt entrepris med hovedentreprenør

En av entreprenørene som knyttes til prosjektet har hovedansvaret for byggeplassens rigg, drift og hjelpearbeider samt arbeidsmiljø og trafikkmessige tiltak. Videre svarer denne entreprenøren (hovedentreprenøren) for administrasjon, styring og koordinering av de andre entreprenørenes/håndverkergruppens arbeid (administrerte sideentreprenører).

Hvis entreprenøren er alene som kontaktpart med byggherren og selv engasjerer sine underentreprenører, kalles han generalentreprenør. Hans avtaleform med byggherren kalles da generalentrepris. Dette gjelder hvis byggherren er ansvarlig for prosjekteringstjenestene.

Totalentrepris

Byggherren (oppdragsgiveren) overlater alt ansvaret til én entreprenør – fra tilstandsanalyse til å velge materiell og metode og utarbeide beskrivelser samt avgjøre om

hvilke andre faggrupper som skal engasjeres. Entreprenøren har herved påtatt seg et vesentlig større ansvar gjennom å overta ansvaret for at tilstandsregistrering og metode- og materialvalg er riktige i forhold til byggherrens krav. Denne entrepriseformen setter imidlertid ingen begrensninger for omfanget av de krav som byggherren velger for prosjektet.

1.4.2 Konkurransesgrunnlag

Prosjektering

Før anbudsgrunnlag blir utarbeidet, må byggherren sørge for tilstandsregistrering og arbeidsbeskrivelse. Én person skal ha hovedansvaret for å kontrollere at tilstandsregistrering, tiltaksanbefalinger, beskrivelser, tegninger og anbuds-/avtaledokumenter inneholder nødvendige opplysninger for byggherre og entreprenør. NB! Dette gjelder både anbudsgrunnlag og kontraktsdokumenter.

Tilstandsanalyse

Tilstandsanalysen fastsetter hvilke arbeid som må utføres, type materialer og metoder samt hvilke andre arbeider som direkte eller indirekte har betydning for kvalitet og kostnad. En tilstandsregistrering for konstruksjoner med puss- og overflatebehandling skal bl.a. avklare:

- Eksisterende underlag for puss
- Omfang av skader
- Tidligere reparasjoner
- Eksisterende puss
- Eksisterende overflatebehandling
- Annet nødvendig bygningsmessig arbeid.

Arbeidsbeskrivelse

Med basis i tilstandsregistrering utarbeides en beskrivelse over arbeidet. Beskrivelsen skal omfatte:

- Eksisterende materialer
- Skadetyper, omfang av skader og skadeårsaker
- Kravspesifikasjoner til materialer og arbeider
- Omfang av arbeidet og ulike delarbeider.

Det bør også utarbeides tegninger eller billedokumentasjon som viser aktuelle detaljer i arbeidene.

1.4.3 Tilbudsdokument

Det er vanlig å be om tilbud fra flere forskjellige aktører. For fasadeprosjekter er det vanlig at tilbudsdokumentene inneholder:

Administrative bestemmelser (ofte i egen Bok 0)

- Generelle opplysninger om eiendommen
- Byggeår
- Sist utført fasadebehandling og hva som ble utført
- Eiendommens adresse, Gårdsnummer/bruksnr.
- Byggherrens navn, adresse og organisasjonsnr.
- Kontaktperson i anbudstiden
- Bestemmelser om tilbudsinnhenting og kontrahering (NS 8405/6)
- Tilbudsfrist
- Tid for tilbudsåpning
- Tilbudenes vedståelsesfrist
- Entrepriseform
- Kontraktsformular (Byggblankett)
- Tilbudsskjema/-formular
- Orientering om fremdrifts- og byggemøter
- Krav til fremdriftsplan
- Byggstart og tidspunkt for ferdigstilling
- Kvalitetssikringsrutiner
- Særskilte vilkår for reklamasjonstidens lengde
- Krav til drifts- og vedlikeholdsinstruks fra entreprenør(ene)
- Krav til sikkerhetsstilling
- Bestemmelser om prosjektledelse.

Rigg og drift

- Rigg og drift i samsvar med NS 3420
- Riggplass
- Tilknytning for elektrisitet, vann, kloakk og overvann
- Ansvar for rigg og drift (skifte-, vaske-, spise-plass, lagerplass (låsbar/varme))
- Stillaser, heiser, kraner (værbeskyttelse/oppvarming)
- Ansvar for koordinering av HMS
- Ytre renhold – renovasjon.

Teknisk beskrivelse

- Bygningsdeler NS 3451
- Beskrivelsestekster NS 3420
- Kapittelinnledning mest mulig lik oppdeling i fagentrepriser
- Koordinering av toleranser i forhold til ulikheter mellom kapitler i NS 3420
- Kompatible materialsystemer/-typer
- Alle delarbeider og detaljarbeider er beskrevet
- Orientering om mengder.

Arbeidsbeskrivelse

Med basis i tilstandsregistrering utarbeides en beskrivelse over arbeidet. Beskrivelsen skal omfatte:

- Eksisterende materialer
- Skadetyper, omfang av skader og skadeårsaker
- Kravspesifikasjoner til materialer og arbeidere
- Omfang av arbeidet og ulike delarbeider.

Det bør også utarbeides tegninger eller billedokumentasjon som viser aktuelle detaljer i arbeidene.

1.4.4 Konkurransform

Konkurransen kan gjennomføres etter forskjellige modeller. Forskrift om offentlige anskaffelser angir modeller som også kan benyttes i private prosjekter.

De meste aktuelle er

- Prekvalifisering
- Begrenset konkurranse
- Åpen konkurranse.

Prekvalifisering

Prekvalifisering er en form for å invitere kompetente virksomheter til å konkurrere om arbeidet. Man søker å finne ut hvem/hvilke som er best egnet til å utføre arbeidet. I praksis betyr dette at byggherren innhenter opplysninger om eventuelle samarbeidspartneres kvalifikasjoner, omdømme og soliditet. Dette gjelder så vel rådgivere som entreprenører og materialleverandører.

Flere organisasjoner kan ha regler for prekvalifisering. Disse reglene bør brukes som mal for prekvalifisering/utvelgelse av entreprenør, rådgivere og mulige materialleverandører som skal inviteres til å delta i anbudskonkurranse.

Følgende kriterier kan vurderes ved utvelgelse (prekvalifisering):

- Bedriftens navn, adresse, telefon, telefaks, e-post
- Bedriftens virksomhetsområde
- Etablert år
- Eiere
- Ledelse, navn og organisering
- Finansielle forhold
- Egenkapital/aksjekapital
- Forsikringsselskap
- Bank- og garantiforbindelse
- Kompetanse og ressurser
- Sentral godkjenning
- Referanseprosjekter (adresse, sted, byggherre, år)

- Kvalitetssikringsrutiner (beskrivelse/manual)
- Samarbeidspartnere, leverandører og andre forretningsforbindelser
- Antall ansatte og de ansattes faglige bakgrunn
- Prosjektgjennomføring
- Spesifikk kompetanse for aktuelt prosjekt
- Vedlikehold og garanti
- Vedlikeholdstjenester og service.

Tilbudsrunde

Beskrivelsen med tilhørende tegninger og kravspesifikasjoner danner grunnlag for tilbudsinnhenting og fremtidig utførelse. Det er vanlig å be om tilbud fra 3-5 entreprenører.

Tilbudsinnhenting

Anbudsinnhenting og kontrahering kan forenkles ved å bruke prekvalifisering samt et godt gjennomarbeidet konkurransegrunnlag. Det er viktig å kontrollere at alle ytelser som er forutsatt omfattet av entreprenørens avtaler, er riktig gjengitt i tilbudene og, i tilfelle avvik, at dette ikke innebærer svekkelse av de forventede kvalitetene.

Tilbudsvurdering

Innkommne tilbud skal vurderes i forhold til de krav som er stilt til det ferdige arbeidet som var basis for anbudsinnbydelsen. Totaløkonomien må vurderes som pris i forhold til kvalitet og bestandighet. En metode for å vurdere sammenheng mellom disse er å definere en %-vis grad av viktighet - eksempelvis:

- Pris 50 %
- Kvalitet (referanser) 25 %
- Bestandighet 25 %

Viktige momenter ved vurdering og kontroll av tilbud:

Avvik i forhold til anbudsforutsetninger

- Beskrevne delmaterialer
- Omfang
- Kontrakts-/avtalebestemmelser
- Tid/fremdrift
- Forbehold
- Kontrollregning
- Utelatte poster
- Tilføyelser
- Endringer
- Prismsvurdering
- Annet

Rangering av tilbud

- Pris
- Kvalitet
- Bestandighet
- Annet

1.4.5 Kontrahering – avtaleinngåelse

Skriftlige avtaler

Avtaler mellom byggherre, entreprenør, rådgiver og materialleverandør skal være skriftlige. Det er også viktig at avtalepartene, i felles interesse, kan stille de økonomiske garantier som er nødvendige for å sikre gjennomføringen. Byggherren stiller garanti for full betaling og entreprenørene stiller garanti for at arbeidet blir fullført samt for evt. tiltak i reklamasjonsperioden.

Avtale mellom privatperson og entreprenør går inn under håndverkertjenesteloven og bør tegnes på et standard kontraktsformular som er godkjent av forbrukerombudet. De fleste håndverkere som er tilknyttet en mesterorganisasjon har slike avtaler.

Avtale- og kontraktsinnhold

Avtaler og kontrakter bør ellers være knyttet til regulerte avtaleforhold, for eksempel gjennom byggblankett 3426 for Bustadoppføringslova (privatrettslige forhold) eller NS 8405/8406 (mellom organisasjoner).

Alminnelige kontraktsbestemmelser om utførelse av bygg- og anleggsarbeider, som hoveddokument.

Viktige momenter ved avtaleinngåelser:

Kontraktsforhandling

- Bruk av underentreprenør
- Kvalitetsdokumentasjon av materialer
- Kvalitetssikringsmanual
- Administrative rutiner
- Ansvarsforhold (representanter)
- Sikkerhetsstillelse
- Forsikringer
- Informasjon til beboere
- Byggetillatelse
- Betalingsplan
- Protokoll fra kontraktsforhandlingen
- Annet.

Viktige momenter i kontraktssammenheng:

- NS 3410/Forbrukeravtale
- Anbudsinngivelse

- Anbudsbeskrivelse
- Anbud
- Supplerende opplysninger
- Protokoll fra kontraktsforhandling
- Hver part sitt eksemplar
- Underskrift fra begge parter
- Kontrakt under lakksegl
- Arbeidseksemplar.

1.5 Byggestart

Innen byggestart skal byggherren ha sørget for at alle ytelser som er nevnt i kontrakten er klarlagt. Dette gjelder for eksempel tilknytninger for el, vann og avløp, leie av gategrunn og tilsvarende.

En fremdriftsplan for hele arbeidet, hvor den enkelte entreprenørs arbeider er detaljert gjengitt tidsmessig og i forhold til andre entreprenørers arbeid, skal foreligge før byggestart. Fremdriftsplanen skal være godkjent av byggherren og den enkelte entreprenør.

Byggherre/Entreprenør må sørge for

- Å utveksle signerte kontrakt(er)
- Gjensidig bekreftelse av forsikringer
- Å oppnevne koordineringsansvarlige
- Koordinering av kvalitetssikringsrutiner
- Offentlig godkjenning og tillatelser
- Sikkerhetsstillelse
- Å få fremdriftsplan godkjent av alle parter
- Å informere beboere/naboer
- Rutiner for kvalitetssikring/kontroll
- Rutiner for bygge- og fremdriftsmøter
- Rutine for oppmåling av regulerbare masser
- Rutine for varsling og godkjenning av endrings- og tilleggsarbeid
- Annet.

1.6 Gjennomføring

1.6.1 Koordinering og kontroll

En person/et firma skal stå som hovedansvarlig for at entreprenøren koordinerer sine arbeider tids- og kvalitetsmessig.

Kontroll med arbeidet skal skje etter fastsatte rutiner for kvalitetssikring og skal dokumenteres av den enkelte entreprenør. I tillegg skal byggherren eller den som er bemyndiget kontrollere at arbeidsbeskrivelse og spesifikasjoner blir fulgt. Tidsmessig gjennomføring følges opp

mot en fastsatt fremdriftsplan som skal være godkjent av alle medvirkende parter. Fremdriftsplanen bør være en del av kontraktsdokumentet.

Løpende kvalitetskontroll

Kvaliteten på delarbeid er avgjørende for kvaliteten på det ferdige arbeidet. Det er derfor viktig at følgende kontrolleres:

- Materialsammensetningen og bruk kontrolleres i forhold til beskrivelse
- Temperatur/fuktinnhold
- Tørketid/herdingstid for de ulike materialene
- Detaljkontroll av underlaget og reparasjoner i underlaget
- Mengdekontroll der omfanget på arbeidet måles (hvis kontraktsfestet)
- Ferdigstilte delarbeid kontrolleres av entreprenør før neste delarbeid påbegynnes.

NB: Dette er viktig for arbeid som danner grunnlag for etterfølgende arbeid og som senere vil være skjult.

Entreprenøren, byggherren og hans rådgiver(e) må holde periodiske bygge- og/eller fremdriftsmøter som dokumenteres med referat hvor alt av betydning for fremdrift og utførelse blir notert. Byggherren bør føre dagbok eller pålegge hovedentreprenør å gjøre dette.

Viktige momenter ved gjennomføring og kontroll

- Fast referent/møteleder for bygge- og fremdriftsmøter
- Fast rutine for kontrollrapportering, og oppfølging av egenkontroll
- Nødvendige reklamasjonsbefaringer
- Deltagelse i byggemøter (fullmakt)
- Deltagelse i fremdriftsmøter
- Skriftlig varsel om avvik
- Kontrollrapport
- Endringer og tillegg
- Forsinkelser
- Kontrollrutiner
- Rapportering
- Prøvefelt - referanseobjekter.

1.6.2 Ansvarsfordeling

Byggherrens oppgaver

- Oppfølging av entreprenør(e)s rapporter
- Varsel om avvik.

Entreprenør(e)s oppgaver

- Kontroll og godkjenning av delarbeid
- Kontroll av eget arbeid
- Fremdriftsforutsetninger
- Vær- og klimaforhold.

Koordinering av andre faggrupper

- Egen fremdrift
- Varsling om reklamasjonsbefaring
- Varsling om overtakelse
- Arbeid i forbindelse med nedrigging
- Alle delarbeider avsluttet
- Rengjøring av tilstøtende bygningsdeler
- Utbedring etter stillas
- Generell rengjøring og opprydding
- Dokumentere utgifter til strøm, vann, telefon etc.
- Oppbevaring av restmaterialer.

1.7 Overtakelse og reklamasjon

1.7.1 Ferdigstillelse og overtakelse

Ferdigstillelse skjer formelt når hele arbeidet er avsluttet. Imidlertid vil ulike delarbeider bli ferdigstilt til ulike tider. Det er derfor både i entreprenørens og byggherrens interesse at arbeidene blir kontrollert etter hvert som de ferdigstilles.

Byggherren må sørge for

- varsel om ferdigstillelse mottatt
- innkalling til overtakelsesforretning
- at partenes representanter deltar
- aktsom besiktigelse av hele arbeidet
- protokoll fra forretningen som er underskrevet av alle parter
- at mangler er notert i protokoll (vedlegg)
- å fastsette frist for utbedring
- aksept på overtakelse.

Entreprenøren må sørge for

- varslings om ferdigstillelse
- å bekrefte at innkalling til overtakelsesforretning er mottatt
- at representant med fullmakt deltar i overtakelsesforretningen
- at protokoll godkjennes eller dissens meddeles vedrørende påståtte mangler

- oppstilling over sluttoppgjør
- utbedring av mangler
- overlevering av vedlikeholdsmanualer etc.
- frigivelse av garantier.

1.7.2 Reklamasjon

Ferdigstilt arbeid skal kontrolleres ved overtakelsesforretning. Klare regler for hvordan dette skal foregå fremgår av NS 8405/6. Overtakelsesforretning anbefales også ved avtale som omfattes av håndverkertjenesteloven.

Når et arbeid er overtatt av byggherren, har denne overtatt det fulle ansvar og risiko for arbeidet hvis ikke annet er avtalt. Mangler som oppstår etter overtakelsen, og som ikke skyldes manglende vedlikehold eller skadeverk, plikter entreprenøren å rette. Reklamasjonsretten er i NS 8405/6 begrenset til fem år og i håndverkertjenesteloven til fem år.

Uansett reklamasjonstidens lengde skal mangler meldes straks de er oppdaget for at reklamasjonsretten skal kunne gjøres gjeldene.

1.8 Vedlikehold

Fasader skal etterses og vedlikeholdes slik at arbeidene og materialene gis optimal levetid og kvalitet. Vedlikeholdsmanualer/-instruksjoner fra materialleverandør/entreprenør skal foreligge.

Kostnadene for fremtidig vedlikehold må være en del av de økonomiske vurderinger som legges til grunn ved valg av materialer og utførelse.

Et planmessig vedlikehold med fastlagte rutiner for kontroll, renhold og reparasjoner er lønnsomt og bidrar til å øke levetiden til fasaden.

Regelmessig tilstandskontroll

Byggherren har reklamasjonsrett vedrørende feil og mangler som oppstår etter overtakelsen. Omfanget av reklamasjonsretten er avhengig av den avtale som er inngått mellom byggherren og entreprenørene.

Det er formålstjenelig å avholde en reklamasjonsbehandling innen utløpet på reklamasjonstiden.

En rutinemessig kontroll, gjerne med sakkyndig bistand, er også et godt hjelpemiddel for å planlegge og iverksette vedlikehold. Denne kontrollen kan entreprenøren utføre i egen avtale med byggherren.

Vedlikeholdsrutiner

Materialleverandørene har i de fleste tilfeller anbefalinger

vedrørende vedlikehold. Gjennom å følge disse anbefalingene i en fast rutine, i tilknytning til den regelmessige tilstandskontrollen, vil man til en lav kostnad forlenge levetiden til fasaden.

Ansvarsfordeling

Byggherrens oppgaver

- Forvaltnings-, drifts- og vedlikeholdsrutiner
- Materialspesifikasjoner
- Dokumentasjon
- Produsent
- Produktnavn
- Produksjonsnummer
- Fargenummer (maling/puss)
- Produktdatablad
- Lagerhold
- Vedlikeholdsinstruks
- Ettersyn – intervall
- Krav til renhold
- Krav til vedlikehold
- Vedlikeholdsavtale

Entreprenørens oppgaver

- Materialspesifikasjoner (jfr. Byggherren)
- Vedlikeholdsinstruks (jfr. Byggherren)
- Tilbud på årlig/periodisk vedlikehold og ettersyn

En forutsetning for at en reklamasjon skal kunne gjøres gjeldene, er at en melder mangler straks de oppdages.

1.9 Prosjektbeskrivelse

For å motvirke uoversiktlige byggeprosjekter som lett fører til konflikter og misfornøyde parter, er det utarbeidet en rekke norske standarder:

- Prosjektbeskrivelse NS 3420
- Tilstandsanalyser NS 3424 og NS 3423

1.9.1 Beskrivelser

Beskrivelse for arbeidene deles opp i tre hoveddeler:

1.9.1.1 Administrative bestemmelser

Denne delen av beskrivelsen skal gi alminnelige opplysninger om prosjektet og byggherren. Videre angis valgte entreprisform samt regler for anbudsprosedyre, kontrahering, fremdrift og overtakelse.

Følgende standarder bør brukes:

- NS 8405 Norsk bygge- og anleggskontrakt
- NS 8406 Forenklet norsk bygge- og anleggskontrakt
- NS 8430 Overtakelse av bygg og anlegg
- Lov 1989-06-16 nr. 63: Lov om håndverkertjenester m.v. for forbrukere.

1.9.1.2 Rigg og drift

Av denne beskrivelsen skal det fremgå hvem som skal svare for tilrigging av midlertidige anlegg slik som brakker, trafikksikring, stillaser, elektrisk forsyning, provisoriske vann- og avløpsinstallasjoner m.m. Videre skal denne delen av beskrivelsen klargjøre hvem som svarer for drift av disse anleggene. NS 3420-Del A: "Rigg og drift" gir retningslinjer for hvordan hjelpeytelser skal beskrives.

1.9.1.3 Material- og arbeidsbeskrivelse

I denne delen av beskrivelsen står alle definisjoner, tekniske bestemmelser, beskrivelser av omfang (prisgrunnlag), mengderegler og veiledninger til materialene samt til utførelsen av arbeidene som er nødvendige for å beskrive byggeprosjektet entydig. For denne delen av arbeidene bør NS 3420 – "Beskrivelsestekster for bygg, anlegg og installasjoner" følges.

Alle fellesbestemmelsene er samlet i NS 3420-Del 1.

Videre er NS 3420 inndelt i deler (A-Z) etter forskjellige deler av anleggsarbeidet. Hver del har en innledning med normative referanser, termer, definisjoner og litteraturhenvisninger. Delene er videre inndelt i kapitler etter materialtypene med beskrivelser inndelt i:

- Forord
- Orientering
- Omfang
- Normative referanser
- Bestemmelser og spesifikasjoner
- Spesifiserende tekster.

Arbeid på murte og pussete fasader er i hovedsak å finne i følgende deler:

- N Murarbeider
- NB Murverk
- NE Puss
- LY Rehabilitering av betong

- T Maler- og beleggarbeider
- TA Forbehandling arbeider
- TB Malerarbeider
- TY Vedlikeholdsarbeider

Puss- og malerarbeid bør beskrives hver for seg, dvs. som særskilte punkter i beskrivelsen, hvis ikke spesielle forutsetninger tilsier annet. Standarden har flere tabeller som definerer underlag og deler inn pussmaterialene, definerer krav til utførelse og aksepterte avvik for det ferdige arbeidet.

Tillatte overflateavvik for puss fremkommer i tabellen på neste side.

Tabell 1 – Planhetstoleranser i bygg

Type toleranse	Målelengde meter	Toleranseklasse				
		PA	PB	PC	PD	PE
			Normalkrav for parkett og fliser	Normalkrav for innvendig panel, puss og platekledninger ^a	Normalkrav for betong, utvendige fasader og yttertak	
Total planhet	Hele delproduktet	± 5 mm	± 10 mm	± 15 mm	± 25 mm	–
Lokal planhet (svanker og bulninger)	2,0	± 2 mm	± 3 mm	± 5 mm	± 8 mm	± 12 mm
	1,0	± 1 mm	± 2 mm	± 3 mm	± 5 mm	± 8 mm
	0,25	–	± 1 mm	± 2 mm	± 3 mm	± 5 mm

^a Gjelder ikke synlig underside av dekkeelementer

Tabell 2 – Retningstoleranser i bygg

Type toleranse	Målelengde meter	Toleranseklasse				
		RA	RB	RC	RD	RE
			Normalkrav for dekker	Normalkrav for innervegger	Normalkrav for utv. flater	
Helning/loddavvik	> 5,0	5 mm	7,5 mm	15 mm	25 mm	40 mm
	2,0–5,0	1 ‰	1,5 ‰	3 ‰	5 ‰	8 ‰
	< 2,0	2 mm	3 mm	6 mm	10 mm	16 mm

Tabeller fra NS 3420 del 1: Fellesbestemmelser.

2 Tilstandsanalyse av byggverk

Forut for en fasadeutbedring er det normalt foretatt en tilstandsvurdering. Befaring på stedet samt evt. laboratorieundersøkelser er nødvendig for å avklare fasadens tilstand. Registreringen danner grunnlag for hva som skal gjøres med fasaden. Den som foretar registreringen skal selv ha kompetanse til å analysere og vurdere utbedringsbehovet. Kompetansen bør være basert på kunnskaper om bygningsfysikk, materialegenskaper og utførelse.

Tilstandskontrollen må være så grundig at den besvarer grunnleggende spørsmål:

- I hvilken tilstand er den eksisterende konstruksjon / pussbehandling / overflatebehandling?
- Hvor omfattende blir vedlikeholds-/utbedringsarbeidet?
- Hvilken utbedringsløsning skal velges og hvilke materialer skal benyttes?



Ved vanskelig tilgjengelige områder er det en stor fordel å bruke lift.

En tilstandsregistrering skal danne grunnlag for utarbeidelse av utbedringsbeskrivelse og anbuds materiale. Detaljeringsbehov og omfang av registreringen vil variere med størrelse og tilstand på fasaden. Etter hver befaring



Fra lift får man god detaljinformasjon.

skal det utarbeides en skriftlig dokumentasjon som er omfattende nok til å gi grunnlag for beslutninger.

Et vanlig problem vil ofte være å få undersøkt hele fasadeflaten da det i de fleste tilfeller ikke er stillaser eller lifter tilgjengelig for inspeksjon over det høydenivå som nås fra bakken. En visuell inspeksjon fra bakkenivå, fra vinduer og balkonger benyttes som grovregistrering. Kikkert, fotoapparat eller videokamera er nyttige hjelpemidler. Detaljert registrering gjøres først når stillas eller lignende er montert. Den visuelle undersøkelsen suppleres så med grundigere kontroller.

En tilstandsrapport skal inneholde resultatet av befaringer, kontroller, laboratorietester og andre utførte undersøkelser.

Tilstandsrapporten må gjøre rede for:

- Hvem som er oppdragsgiver
- Hvem som har utført tilstandsregistreringen og utarbeidet rapporten
- Formålet med registreringen (generell tilstandsvurdering, skadeanalyse, kostnadsvurdering m.m.)
- Når befaringen er utført og hvem som har deltatt
- Visuelle registreringer, foto m.m.
- Utførte kontroller/undersøkelser og resultater av disse.
- Konklusjoner (skadegrad, utbedringsbehov, utbedringsalternativ, evt. kostnadsoverslag)
- Nødvendige tegninger og skisser
- Ev. anbefalinger om grundigere undersøkelser.

Tilstandsbefering kan gjøres i flere faser. Før befering må flere forhold avklares:

- Hvilket detaljeringsnivå er oppdragsgiveren interessert i?
- Hvem bør delta på beferingen?
- Hvordan er tilgjengeligheten, trengs stiger, lift osv?
- Er all tilgjengelig informasjon studert?
- Er oppmålinger, tegninger av aktuelle fasader som skal beferes kopiert?

Det henvises for øvrig til NS 3424 Tilstandsanalyse for byggverk som angir 3 registreringsnivåer (tabell 2.1):

- Nivå 1 (grovest): Tilstandsregistrering av generell art som består av visuelle observasjoner, om nødvendig kombinert med enkle målinger.
- Nivå 2: Tilstandsregistrering av generell art, men mer dyptgående og detaljert enn nivå 1. Den omfatter gjennomgåelse av underlagsdata som tegninger, beskrivelser og annen dokumentasjon. Eventuelt mer omfattende registreringer eller målinger for å klarlegge objektets oppbygning og tilstand som gjennomføres når symptomer eller formål tilsier dette.
- Nivå 3 (finest): Tilstandsregistrering av spesiell art

som normalt omfatter bare visse objekter (bygningdeler, anleggsdeler, delprodukter) eller spesielle problemstillinger. Slik tilstandsregistrering innebærer særlig nøyaktige måle- eller prøvingsmetoder og også eventuell laboratorieprøving.

I tillegg finnes det forskjellige maler for tilstandsanalyse for eksempel Husbankens mal.

2.1 Grov registrering

Denne type undersøkelser utføres vanligvis av byggt teknisk rådgiver eller entreprenør (mur- eller malermester). I noen tilfeller er det materialprodusenter som foretar forundersøkelser. Som regel foreligger ikke andre inspeksjonsmuligheter av fasaden enn hva man kan nå fra bakken eller ev. balkonger. Kikkert og fotoapparat er effektive hjelpemidler.

Grovregistrering skal avklare følgende forhold:

- Tilstand på den eksisterende konstruksjon/ pussbehandling/ overflatebehandling
- Hvor omfattende blir vedlikeholds-/ utbedringsarbeidene?
- Hvilke utbedringsløsninger skal velges og hvilke materialer bør benyttes?

Kontrollnivå	Metode	Hensikt/formål/kilde
Nivå 1: Grovest	<ul style="list-style-type: none"> • Tegninger/dokumentasjon • Visuell undersøkelse • Registrering av bom • Registrering av sprekker • Kontroll av malingens vedheft • Fasthetskontroll 	<ul style="list-style-type: none"> • Helhetsinntrykk • Pussens kvalitet • Setninger, dyptgående • Sprekker, overflateriss • Malingens kvalitet • Pussens styrke og kvalitet
Nivå 2:	<ul style="list-style-type: none"> • Statisk system • Arkivsøk 	<ul style="list-style-type: none"> • Avklare mulige skadeårsaker • Regnskap • Årsmeldinger • Vedlikeholdsdokumenter
Nivå 3: Finest	<ul style="list-style-type: none"> • Vedheftskontroll – avtrekkstest • Fasthetskontroll slaghammer • Tynnslipanalyse • Korngraderingsanalyse • Kjemiske analyser • Malingsanalyser 	<ul style="list-style-type: none"> • Vedheft til underlaget • Pussens styrke og kvalitet • Analyse av bindemiddel, tilslag og evt. tilsetningsstoffer, blandingsforhold, porøsitet • Tilslagets korngradering • Sjiktoppbygging • Malingstyper, vedheft

Tabell 2.1 Nivåer for tilstandskontroll.

En slik befaring er ofte tilstrekkelig for å kunne orientere oppdragsgiver om hva som i hovedtrekk er tilstanden på fasaden og hva byggherren bør foreta seg. Teknisk tilstandsregistrering på dette detaljnivå er forbundet med noe usikkerhet. Manglende atkomstmuligheter over hele flaten begrenser muligheten for å foreta detaljundersøkelser.

Grovregistrering kan foretas i to trinn:

- Undersøk hvor langt det er mulig å registrere uten stillas. Vurder bruk av lift for undersøkelse av balkonger, gesims, tak etc.
- På bakgrunn av grovregistreringen lages en foreløpig tilstandsrapport. Anbudsmaterialet utarbeides med forbehold om uavdekkede skader i partier som ikke er kontrollert. Når utbedringsarbeidet starter og stillas monteres, kan om nødvendig, en grundigere registrering utføres.

2.2 Utvidet undersøkelse

I de fleste tilfeller er grovregistrering tilstrekkelig grunnlag for nødvendige beslutninger. I noen tilfeller kan det være behov for grundigere testing og kontroll.

2.3 Tilstandsrapport

Undersøkelsene skal oppsummeres i en tilstandsrapport der det må klart fremgå:

- Formålet med registreringen (generell tilstandsvurdering, skadeanalyse, kostnadsvurdering m.m.)
- Entydig identifikasjon av bygningen (adresse, gårdsnummer, bruksnummer)
- Hvem som er oppdragsgiver
- Hvem som har utført tilstandsregistreringen og

utarbeidet rapporten

- Når befaringen er utført og hvem som har deltatt
- Visuelle registreringer, foto m.m.
- Utførte kontroller/undersøkelser og resultater av disse.
- Konklusjoner (skadegrad, utbedringsbehov, utbedringsalternativ, evt. kostnadsoverslag)
- Nødvendige tegninger og skisser
- Ev. anbefalinger om grundigere undersøkelser

2.4 Prioritering og tiltak

Tilstandsregistreringen samt vurdering av annen foreliggende informasjon, danner grunnlaget for konklusjon av utbedringen. Konstruksjonens tilstand samt evt. videre skadeutvikling skal være vurdert.

Det finnes flere metoder for å vurdere tilstand og beskrive tiltak. I tabell 2.4 benyttes fire skadegradsnivåer for å klassifisere tilstander. Symptombeskrivelsen antyder tilstanden og hvor langt skadeutviklingen har gått. Ut fra skadegrad og symptombeskrivelse velges utbedringsalternativ. Økende skadegrad indikerer større og mer kostnadskrevende tiltak. Det er ikke tilstanden på konstruksjonen/fasaden alene som bestemmer valg av utbedringsalternativ. Andre faktorer som er viktige, og som må klargjøres når tiltaksprioriteringen blir foretatt er:

- Byggherrens økonomi, evne og interesse til å holde bygningen ved like
- Bygningens restlevetid
- Eierform og beslutningsprosesser
- Bygningens funksjon og driftsform.

Tilstandsgrad (TG)	Hovedbetydning (NS 3424)	Utbedringsalternativ
TG 0	Ingen symptomer	Ingen tiltak
TG 1	Svake symptomer	Ordinært vedlikeholdsbehov
TG 2	Middels kraftige symptomer	Moderate utbedringer nødvendig
TG 3	Kraftige symptomer*	Store utbedringer nødvendig

*omfatter også sammenbrudd og total funksjonssvikt

Tabell 2.4 Tilstandsgrader iht. NS 3424.

Eksempel:

TG 1: Malingsslitasje, mosedannelse på takstein og enkelte defekte takstein

TG 2: Lokal råteskade i panel og behov for utbedring og delvis utskifting

TG 3: Lekkasje i taket med følgeskader og store råteskader

Tilstandsgrad kan relateres til tilgjengelig litteratur eller bil-demateriale. Referansekilde skal oppgis.

2.5 Skademønster og -årsaker

Alle fasadematerialer brytes noe ned over tid. Puss- og overflatebehandling kan kalles et «offersjikt» som må vedlikeholdes og fornyes. Når skader eller mangler på en bygningsfasade oppdages, kan dette imidlertid ofte tilbakeføres til et eller flere konkrete forhold. Skader og utbedringsbehov kan oppstå som et resultat av forvitring kombinert med manglende systematisk vedlikehold.

Feil materialvalg eller dårlig utført håndverk resulterer også i skader. Slike skader kan opptre kort tid etter at fasaden er ferdig. Fasadeutforming og konstruksjonsoppbygging har stor betydning for bestandigheten. En hovedregel som følger av skaderegistrering, er at selve skadeårsaken må avklares og fjernes før utbedringstiltak iverksettes.

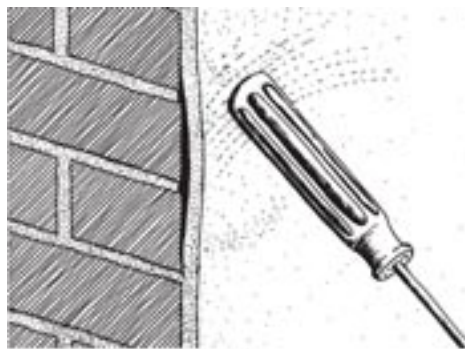
2.6 Fuktskader

En fuktmåler bør benyttes for å undersøke fasaden for å finne områder med mye fukt. Områder som kan være spesielt utsatt er gesims, undertak, bak nedløpsrør, under sålebeinker, horisontale bånd, omramminger og grunnmur. Dersom dette er områder som skal utbedres, bør puss og maling fjernes og området bør få god tid til å tørke ut før utbedring.

2.7 Undersøkelse av pusslaget

2.7.1 Kontroll av «bom»

Dersom det høres en «hul» lyd når en hammer, skrutrekker, eller lignende dras over pussflaten, er det sannsynlig av det er vedheftsbrudd mellom puss og underlag eller mellom de ulike pussjikt. Svake og oppsprukne bompartier må fjernes. Hvis over 25 – 30 % av fasadeflaten inneholder bom, er det normalt teknisk og økonomisk riktig å fjerne all puss, for så å bygge opp en ny enhetlig flate. Antikvariske objekter bør vurderes særskilt. «Fast bom»



Figur 2.7.1 Kontroll av bom.

dvs små partivise vedheftsbrudd (mindre enn 0,5 m²) bak et helt og tykt pusslag kan være like holdbart som resten av pussflaten. Som regel er disse områder uten omkringliggende riss. Hvor mye «fast bom» som kan beholdes er en subjektiv bedømmelse i hvert enkelt tilfelle. Slik bedømmelse har ofte usikre økonomiske konsekvenser. Dette bør derfor baseres på entreprenørens og byggeleders erfaringer og avgjøres i fellesskap. Løs bom er ofte avgrenset av riss. Slike felter bør pusses ned.

2.7.2 Vedhefts- og fasthetsegenskaper

Vedheft

Ønskes en grundigere kontroll av heftegenskaper mellom puss og underlag benyttes et avtrekksapparat.

Strekraften ved brudd registreres og heftfastheten uttrykkes ved avtrekkskraft dividert på areal. Det må registreres hvorvidt bruddet skjer i underlaget, vedheftsonen eller selve pusslaget for å avdekke eventuelle metodefeil. Normalt regnes en verdi på 0,2 N/mm² å indikere godt samvirke mellom puss og underlag. Ligger de registrerte verdier under dette, må pussens påkjenninger og funksjon vurderes spesielt. En svak kalkpuss kan ha lavere verdi, men likevel være akseptabel pga ønskede mekaniske egenskaper.

Fasthet og styrke

Pussens overflatefasthet kan enkelt kontrolleres med en fyrstikk. Kan en fyrstikk «bores» inn i overflaten, er den for svak til å overmales. Andre metoder er riping og skraping i overflaten med en skarp gjenstand. Det er viktig å avklare om pusslaget har samme styrke i alle sjikt, eller om den er løs under en fast, ytre skorpe. Denne testen gir også indikasjon på om pusslaget er egnet til underlag for ny maling.

Prellhammer (Schmidt-hammer) kan benyttes for å



Et stykke puss friskjæres ved kjerneboring inn til underlaget (tegl/betong).



Festebrakett for avtrekksapparat pålimes det isolerte underlaget.



Festebrakett trekkes løs fra underlaget med måleutstyr.

kontrollere overflatens styrke. Ut fra en standardisert slagstyrke som et slikt apparatet gir, kan det utledes en fasthetsverdi for overflaten. Metoden er unøyaktig, men kan brukes for å avklare om det finnes markerte forskjeller på pusskvaliteten fra ett veggfelt til et annet. Fastheten kan bestemmes mer nøyaktig i et laboratorium, for eksempel med et kuleintrykksapparat.

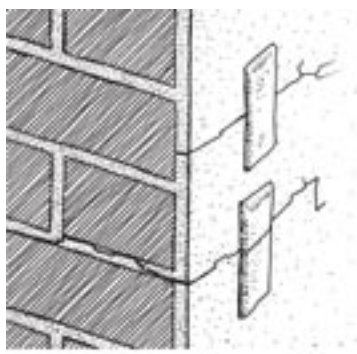
Mørteltype

En kalkrik puss vil være mye lysere og svakere enn en som inneholder mye sement.

En nøyaktig pussanalyse av pussens bestanddeler foretas i et laboratorium. Dette gjøres som oftest gjennom tynnslip eller kjemisk analyse.

2.7.3 Sprekkbevegelser

For å teste om sprekker er i bevegelse eller er «døde», benyttes gipsplomber eller plomber med sementrik mørtel som plasseres over sprekken. Gips og sement er stive materialer som vil spreke opp om underlaget er i bevegelse. Figur 2.7.3 viser metode for kontroll av sprekkbevegelser ved bruk av plomber. Hvis plomberingen står over ett år uten oppsprekking ansees bevegelsene som minimale, og sprekken som «død». Dersom det benyttes gips utvendig må den beskyttes mot fukt.



Figur 2.7.3 Kontroll av sprekkbevegelser.

2.7.4 Undersøkelse av herdningsgrad i puss og karbonatiseringsdybde i betong.

Fenolftalein kan benyttes for å finne betongens karbonatiseringsdybde eller om en kalkbasert puss er gjennomherdet. Fenolftalein er en fargeindikator som forandrer farge ved pH 9-10. Fenolftalein påføres med en spruteflaske på rengjort fersk bruddflate. Væsken er i utgangspunktet fargeløs, men blir rød/fiolett dersom bruddflaten den påføres

har en pH verdi over ca 10, dvs ukarbonisert område. Området forblir farveløst dersom pH-verdien er under 10, dvs karbonisert område.

Kalkmørtler bruker lang tid på å herde. Dersom murverket blir kraftig oppfuktet, uttørket eller at tilgang på CO₂ stoppes, vil kalkens herdeprosess stoppe opp. En gjennomherdet kalkpuss vil etter påføring av fenolftalein forbli fargeløs.

Fenolftalein i riktig oppløsning kan kjøpes hos de fleste kjemikaliefirmaer.

2.7.5 Laborrietester

Det finnes kjemiske laborrietester for grundigere analyser av pussens sammensetning og tilstand. Ved kjemisk analyse bestemmes i hovedsak innholdet av kalk, sement og tilslag.

Kjemisk analyse av puss krever prøveuttak på stedet (ca 100 gram). Prøven legges i plastpose og merkes med navn på byggverk, prøvested og dato for prøveuttaket. Hvis det tas prøver fra forskjellige steder på fasaden må de enkelte prøvene merkes separat. For å lette tolkningen av analysearbeidet bør prøven vedlegges informasjon om byggets art, fotografier eller andre observasjoner som er relevant for analysen.

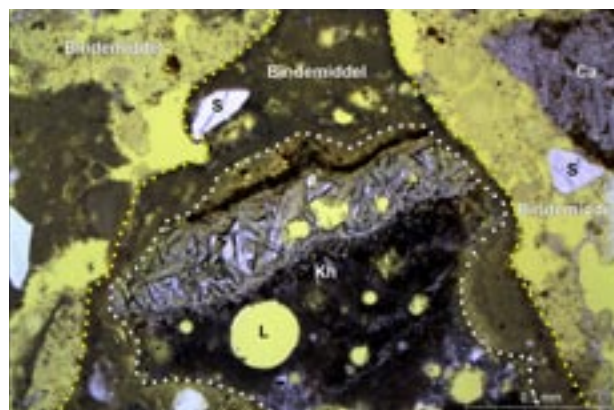
To metoder er vanlig brukt for analyse av mørtelsammensetning:

- Våtkjemisk metode ved titreringsanalyse (fargeanalyse), eller ved gravimetri (veiing av syreuløselige reststoffer). Disse metodene er følsomme for innblanding fra grunnstoffer som har lignende kjemiske egenskaper som de man ønsker å påvise.
- Tynnslipsanalyse. Dette krever at det er en sammenhengende bit av hele pusslaget fra teglstein til overflaten. Tynnslipet lages tvers gjennom alle lagene.

2.7.6 Undersøkelse av malingsjiktet

2.7.6.1 Bestemmelse av malingstype

Det er nødvendig å få avklart om den eksisterende overflatebehandlingen inneholder uorganiske bindemidler eller om det har vært benyttet organisk baserte produkter. Til å avklare overflatens basismateriale finnes noen enkle testmetoder basert på reaksjonsmønster.



Pulverisert mørtel kan også prepareres for tynnslipsanalyse.

Saltsyretesten

Drypp fortynnet saltsyre (10 %) på et prøvestykke, eller legg malingsprøven opp i et glassbeger med syre. Skjer det en kjemisk reaksjon med gassutvikling, brusing, bobling eller koking på overflaten inneholder malingen kalk, sement eller mursement.

Rødsprittesten

Latexmalinger vil mykne ved å la det ligge i rødsprit.

Methylenkloridtesten

Påfør metylenklorid på et prøvestykke. Organiske malinger (plastbaserte) løses opp, mykner og kan tørkes bort fra underlaget. Uorganisk maling og silikatmaling reagerer ikke.

Natriumhydroxid-testen

Påfør lut (10 % kaustisk-soda=100 gram pr liter vann) på et prøvestykke. Uorganisk maling og silikatmaling reagerer ikke. Maling basert på olje/alkyd bindemidler løses opp, mykner og kan tørkes bort fra underlaget.



Figur 2.7.6.1 Bestemmelse av malingstype.

Vanntesten

Prøvestykket legges i vann. Mykner det og blir elastisk, er det en organisk maling. Sugers vann lett opp er malingen av uorganisk type.



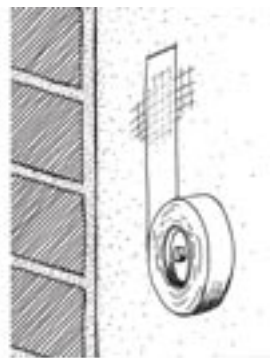
Flammetesten.

Flammetesten

Prøvestykke holdes mot åpen flamme (lighter etc.). Lukt- og røykutvikling indikerer et organisk produkt.

2.7.6.2 Vedheftskontroll

Malingsoverflaten rengjøres og evt. avsmutting tørkes av. Det risses et 20 mm kryssnitt i malingsfilmen. Tapen trykkes fast mot malingsfilmen og rykkes rask av. Det registreres hvorvidt maling eller pussrester sitter igjen på tapen. Det bør foretas 8-10 forsøk på veggflaten for å kunne vurdere



Figur 2.7.6.2 Kontroll av vedheft med tapemetoden

om resultatet er representativt. Følger mye malingsrester med, indikerer det at malingen er lite egnet som underlag for ny maling. Malingens vedheft kan også bestemmes ved å ripe på overflaten med en skrutrekker eller mynt. På svak puss og ved dårlig vedheft skrapes malingen lett av.

2.7.6.3 Registrering av avflassing, sprekker og riss

Kartlegging av sprekke-dannelser både i overflate og i underlag er en viktig del av tilstandsundersøkelsen. Oppsprekingsmønster og rissforløp kan gi indikasjoner på årsaken. Størrelse på sprekker/riss registreres med lupe med mm-skala eller sprekkeviddelinjal. Sprekker og riss oppdages lettest i regnvær på nedsmussede flater. Det er vanskeligere å observere riss i varmt vær da temperaturutvidelse av materialene "lukker" rissene. Ved å spyle vann med hageslange på fasaden kan evt. riss lettere oppdages når vann etter en tid tørker på overflaten, men "henger" igjen i rissene.

2.7.6.4 Vurdering av nedsmussingsgrad

En nedsmusset fasade er uegnet som underlag for ny ommaling. Grunnet manglende rengjøring, opptrer mange malingsskader selv kort tid etter ommaling. Oppsamling av aggressive forurensingsstoffer (SO_2 , NO_x) bryter ned sement og kalkbaserte materialer.

Nedsmussingsgraden vurderes ut fra erfaringer med materialets smussamlende egenskaper, forurensningsstoffer i lufta og tidsintervall fra siste rengjøring. Generelt bør alle fasadeflater rengjøres for smuss og forurensing dersom de skal ommales.

2.7.6.5 Vurdering av overflatens vanntetthet

For bedømmelse av flatens evne til å hindre nedfukning benyttes en metode hvor vann sprutes på veggen med en sprayflaske eller lignende. På fuktabsorberende underlag suges vandrdåpene lett inn. På en tett og vannavvisende maling vil vannet prelle av og renne nedover veggflaten. Metoden er egnet til å gi en subjektiv bedømmelse av underlagets tetthet og vannavvisende evne.

En annen metode er «kitt- og glassplatemetoden» spesielt beregnet for fuget teglmurverk. Denne gjennomføres ved å feste en U-formet kittstreng i en gitt størrelse og form rundt det stedet som ønskes undersøkt, fortrinnsvis et fugekryss. En glassplate trykkes fast mot kittet og danner en lomme mellom vegg og glass. Deretter fylles vann i lommen til en bestemt vannstand. Etter en innledende



Figur 2.7.6.5 Vannpipemetoden

oppfukning av stein og fuge kontrollerer det hvor fort vannet synker. Resultatene vil, via en del korreksjonsfaktorer for målemetodes særtrekk og unøyaktighet, kunne gi et rimelig godt bilde på fasadens åpenhet for slagregngjennomtrengning.

Det finnes ingen regler for hvor stor vanngjennomgang som kan tolereres, men verdier i størrelsesorden 0,15 – 0,30 liter/m²·time anses akseptable. For murte kleddninger med et fungerende bakenforliggende drenerings-system kan lekkasjetallet være vesentlig høyere uten å gi problemer.

En tredje metode for test av fuktopptak/-gjennomgang er vannpipemetoden. Nødvendig utstyr for dette er

en glasskolbe med målerør samt plastilin fugemasse eller annet egnet fugekitt som vist på figur 2.7.6.5.

Representative deler av fasaden velges ut for kontroll. Fugemassen festes i O-form rundt kolbeåpningen. Kolben trykkes mot fugemassen og evt. ettertetting langs kantene foretas. Måleflaten inne i kolben mot veggflaten skal være ca 490 mm² (diameter 25 mm). Vann fylles i glassrøret opp til O-punktet.

Testen foregår ved å registrere senkningen på vannspeilet i målerøret, etterhvert som vann trenger inn i underlaget. Når vannet har sunket ned til 2 ml-merket, skal det etterfylles til O-punktet for å ivareta jevnt vanntrykk i måleperioden. Prøvemethoden baseres på et konstant vanntrykk mot materialflaten på 100 mm vannsøyle. Dette tilsvarer slagregn med høy vindstyrke.

På ubehandlet og pusset murverk uten svinriss avleses måleresultatet etter 20 minutter. Et gjennomsnitt av fire til fem målinger regnes for å gi et representativt bilde av vann tettheten på overflaten.

Tabell 2.7.6.5 antyder erfaringsmessige normalverdier for vannopptak i ulike pusstyper og 0,1 mm tykke malings-sjikt. Fuktvandring i porøse materialer er i stor grad avhengig av poretype, poremetning og fukttilstand.

Underlag	Vannopptak
Ubehandlet KC-puss	<1,30 ml/20 min.
Ubehandlet M-puss	<0,50 ml/20 min.
Mineralsk malings-sjikt	<2,00 ml/20 min.
Åpent organisk malings-sjikt	<0,20 ml/20 min.
Tett malings-sjikt	<0,05 ml/20 min.

Tabell 2.7.6.5: Erfaringstall med vannpipemetoden. Verdiene i tabellen må bare betraktes som orienterende. Store forskjeller vil kunne registreres.

Kilde: Murkatalogen P6: 2003

3.1 Tilrettelegging og sikring av arbeidsplassen

God planlegging i oppstartfasen er grunnlaget for et vellykket resultat. For å få en rasjonell byggeplassdrift er entreprenøren avhengig av å få adgang til blant annet lagerplass, hvilerom og andre fasiliteter. Omfanget av dette er avhengig av hvor stort og komplisert prosjektet er.

Helt nødvendig er tilknytningspunkter for elektrisk kraft, vann og avløp. Stillasforskriftene innebærer at stillas må være godkjent før håndverkere og andre gis oppgaver og tilgang til stillas.

3.1.1 Hensyn til brukerne

Flere tiltak er nødvendige for å sikre en smidig gjennomføring av arbeidene.

- Informasjonsmøter og/eller skriv til brukere om hva som skal gjøres, når og hvorfor.
- Informasjon om ulemper, støy, støv, tildekking av vinduer og ventiler, blokkering av områder, demontering av løse deler m.m.
- Ved større utbedringsarbeider skal det finnes en navngitt kontaktperson som er bindeledd mellom brukerne og entreprenøren.

3.2 Forarbeid

Byggeplassen må organiseres og sikres slik at verken beboere, brukere, forbipasserende eller lekende barn m.m. blir utsatt for fare eller ulempe.

Det må også foretas tildekking slik at biler, nabobygninger og lignende ikke blir nedsmusset eller skadet på annen måte. Terrenget rundt må skånes så godt som mulig. Noe vegetasjon bør kanskje fjernes for å gi bedre oversikt og adkomst for arbeidene.

3.2.1 Praktiske tiltak:

- Bruk av gategrunn må være klarert med kommunen.
- Området rundt stillaset sperres av eller avskjermes.
- Områder hvor uvedkommende ikke bør oppholde seg må skiltes.
- Alt utstyr, maling/mørtel/kjemikalier m.m. skal være innelåst/avstengt etter arbeidstids slutt.
- Plass for søppelcontainer skal være avtalt.

- Avklar med oppdragsgiver hvem som har ansvar for beplantning og ev. demontering av utstyr, armaturer, ledninger etc. på og langs fasadene.
- Avklar hvordan brukte kjemikalier blir samlet opp og resirkulert.

Nødvendige beskyttelsestiltak skal klarlegges og være tatt med som egne poster i beskrivelsen. Mangler slike beskrivelser skal det tas opp ved kontraktsforhandling.

Fasadens tilstand bør være avgjørende og bestemmende for omfanget av utbedringen. Flere deloperasjoner kan være nødvendig for å bringe fasaden opp på det tekniske nivå som ønskes og kreves.

Forundersøkelsen skal klarlegge om og eventuelt hvor mye av den eksisterende puss og overflatebehandlingen som må fjernes. Hvis mer enn 25 – 30 % av flaten er i dårlig forfatning, bør puss fjernes helt, fremfor å repareres flekkvis. Dette gjelder ikke områder med kvaderpuss, dekorpus eller utsmykninger som kanskje bør bevares av tekniske eller økonomiske grunner. I slike områder spares referansefelt slik at det kan gjenskapes med samme profiler etc. Ved fjerning av «bom» skjæres området med en vinkelsliper slik at bruddflatene avskjæres i rektangelformer. Løs puss pigges ned. Bruddkantene kan med fordel forsegles ved pensling med vannglass/fiksativ.

På steder hvor puss er dekket med flere lag gammel maling er det ofte aktuelt eller nødvendig å fjerne malingen først, for å få oversikt over underliggende skader i puss. Det bør i den forbindelse vurderes om det først skal foretas nedhugging av puss, slik at det unngås å bruke penger på å fjerne maling på puss som man vet med sikkerhet må hugges ned. For å unngå unødvendig oppsug av kjemikalier og renseveske i underlaget, bør malingsfjerning først utføres på de begrensede pusspartier man i utgangspunktet ikke skal hugge.

Fasaderengjøring, enten alene eller kombinert med malingsfjerning, er nødvendig ved de fleste fasadearbeider. Forurensing kan være sammensatt av flere ting; sot, olje, asfalt, sand, støv, nedslitte puss- og malings-

partikler, korrosjonsprodukter (rust), salt- og kalkutfellinger, alger og mose eller graffiti. Skitten kan være ujevnt fordelt på fasaden. Ofte gjenspeiler dette hvordan fasaden er eksponert for fuktighet. På noen underlag vil skitten følge med nedbør og avsettes. Andre underlag vil bli vasket rene av nedbør og ellers være utsatt for støv og sot.

Hvite saltutblomstringer tyder på fuktighet. Saltene kan komme med nedbøren eller være vasket ut av betongen eller pussen. Dette kan være en rekke forskjellige lett oppløselige salter (sulfater, klorider eller nitrater), eller tungtoppløselige salter som ofte er et overskudd av karbonater. Vannløslige saltforbindelser transporteres med fuktighet i porøse fasadematerialer. Ved nedfukning transporteres saltene inn i materialet, ved uttørking trekkes de ut mot overflaten. Områder langs sokkelen er ofte utsatt for oppadstigende grunnfuktighet. Pussen kan her være helt pulverisert av gjentatte saltkrystalliseringer ved stadig oppfukning/opptørking.

3.3 Valg av rengjøringsmetode

Tilstandsregistreringen skal avklare behovet for rengjøring/malingsfjerning. Maling og forskjellig avsetninger i overflaten kan fjernes kjemisk, vaskes med eller uten tilsatte kjemikalier, eller fysisk (mekanisk). Det kan også være nødvendig med en kombinasjon av disse metodene. Rengjøringsmetoden må velges ut fra hva som er mest skånsomt for fasadematerialene. Samtidig må metoden være så effektiv at skitten og forurensningen blir fjernet.

Det beste er å lage prøvefelt der forskjellige rengjøringsmetoder prøves ut. Lag også et prøvefelt der ønsket rengjøringsgrad vises. Rengjøringsgrad skal godkjennes av byggeleder. Referansefeltet skal stå til arbeidet er avsluttet.

De fleste metodene innebærer bruk av vann og krever lift eller stillas og tildekking/innpakking av overflatene for å hindre søl på omgivelsene og nabobygninger. Ved rengjøring og malingsfjerning skal nødvendig verneutstyr benyttes (ansiktsmaske, hansker, egnet klær og fotteøy). Arbeidstilsynets forskrifter om tekniske innretninger skal følges for bruk av høytrykk og sandblåsing.

3.4 Rengjøring av fasader

En fasaderengjøring kan kombineres med en malingsfjerning eller utføres for kun å fjerne skitt og forvitningsprodukter



Prøvefelt, rengjøring av granitt. Kilde: Murkatalogen P6: 2003.

fra overflaten. Pussede flater, som er overflatebehandlet med en maling eller slemming, trenger normalt rengjøring og/eller malingsfjerning før ny maling påføres. Rengjøring og malingsfjerning er viktig av flere årsaker. En nedsmusset overflate er et dårlig grunnlag for en ny overflatebehandling. Sot, støv og skitt hindrer at maling får godt feste til underlaget. Males det på en ikke rengjort flate, blir resultatet at malingen sitter dårlig fast og lett flasser av.

De ulike kjemiske stoffene i forurensningen kan inngå i reaksjoner både med underlaget og med malingen. Dette gir fargeforskjeller og akselerert nedbryting av overflaten. Det finnes mange metoder for vasking og rengjøring av overflater. Noen av disse er definert i tabell 3.4.

På eldre fasader der fastheten i pussene kan være lav er det viktig å velge rengjøringsmetode som ikke ødelegger pussens overflate. Prøvefelt bør etableres. Ved kjemisk malingsfjerning/rengjøring skal det ikke brukes stoffer som kan skade underlaget, tilgrensende/tilstøtende konstruksjoner og bygningsdeler eller det omkringliggende miljøet. I beskrivelsen kan det stilles materialkrav som:

- Miljøvennlighet
- PH-verdi
- Kjemikalieinnhold.

Metode	Utførelse
Høytrykksvasking:	Rengjøring med vann under høyt trykk (regulerbart < 500 bar)
Høytrykksvasking m/sandtilsetning:	Rengjøring med vann under høyt trykk og sandtilsetning
Kjemisk rensing:	Rensing ved at en overflate påføres en kjemisk rensesvæske som skylles av, etter en variabel virketid
Lavtrykksvasking (slurryvasking):	Rengjøring med en blanding av vann, luft og slipemiddel under regulerbart trykk (2–7 bar)
Trykkluftrensing:	Rensing med luft under trykk
Tørrisblåsing:	Rensing med luft og knust tørris under trykk
Tørrsandblåsing/Blastring:	Rensing med sand under trykk
Vakuumsandblåsing:	Rensing med sand under høyt trykk og resirkulering av sanden i vakuumsystem slik at sandspredning unngås
Vannmeisling (vannjet):	Meisling med vann under høyt trykk, 500–1200 bar og vannmengde mellom 100 og 200 l/min.
Vannskylning:	Rensing av fasader ved skylning med vann fra perforerte slanger (vanligvis montert ved takfot)
Varmtvannsrensing:	Rensing med oppvarmet vann (30–90 grader Celsius), eventuelt under høyt trykk inntil 320 bar
Våtsandblåsing:	Rensing med sand under trykk tilsatt vann for støvreduksjon

Tabell 3.4: Definisjon av rengjøringsmetoder. Kilde: Murkatalogen P6: 2003.

Avhengig av type nedsmussing og underlag kan det benyttes kjemiske rensedmidler i vanlig væskeform eller som en rensesepasta. Produkter i væskeform påføres med sprøyte. Etter anbefalt virketid rengjøres det med varmt vann ved høytrykksspyling. En rensesepasta kan sprøytes på flaten med en malesprøyte og virke på smussen over en definert virketid. Den effektive virketiden blir derfor en kritiske del av rensesprosessen. Milde rensedmidler kan benyttes. Ved bruk av kjemikalier bør dette gjøres i samråd med leverandør.

Vann kan benyttes for fjerning av ordinær smuss på fasader. Ofte benyttes utstyr for høytrykksspyling. Rengjøring med vann bør foregå om våren/sommeren slik at konstruksjonen får god mulighet til å tørke før kuldeperioden starter. Det må utvises stor forsiktighet slik at det ikke benyttes for sterkt trykk da dette kan ødelegge svake pusstyper og medføre utvasking av mørtelfuger.

3.5 Vasking/kjemisk rengjøring

Høytrykksvasking kan være en effektiv og skånsom rengjøringsmetode. Men vanntrykk, vannmengde og temperatur må tilpasses fasadematerialene. For høyt trykk

kan resultere i skader i gamle og porøse underlag. For mye vann, kombinert med høyt trykk, presser mye vann inn i materialene. Det gir problemer både med at det genererer ny transport av salter ut fra bygningsmaterialene i veggen ut mot overflaten, og fare for frostsprengninger dersom det ikke oppnår tilstrekkelig opptørking. Skitten sitter i overflaten og trenger å svulle og løsne, ikke presses inn i materialenes porer. Ømfintlige underlag som gammel teglstein, forvitret naturstein og gammel kalkpuss bør ikke utsettes for høyt trykk med store vannmengder. Høyt trykk kan lett skade teglsteinens overflate, blåse i stykker pussoverflater eller andre forvitrede overflater.

En mer skånsom metode er den gamle vannspraymetoden. Det består av monterte vannslanger med dyser som dusjer i faste intervaller over et visst tidsforløp, for å holde overflaten konstant fuktig. Skitten får dermed tid til å svulle opp og løsne. Vannsprayen beveger seg nedfra og opp. Overflaten blir så skylt ren (ovenfra og ned) med varmt vann under lavt trykk.

Dersom vaskemidler og kjemikalier brukes, bør de påføres med lavt trykk og moderate vannmengder nedefra og

oppover. Ulike vaskemidler har forskjellig virketider, avhengig av konsentrasjon og temperatur (følg produsentenes anvisning). All våt rengjøring bør unngås når det er fare for frost. Bearbeid flaten med vann nedenfra og oppover, skyll tilslutt ovenfra og nedover. Varmt vann øker rengjørings-effekten og bidrar til en raskere opptørring. Overdreven bruk av vann med høy temperatur kan gi overflatespenninger med utvidelser av materialer, og bør unngås.

Opptørringen er viktig. All fuktighet drar med seg salter som vil krystalliseres ved/på overflaten. Rengjøringsprosessen bør konsentrere seg om overflatesonen, og å få skylt vekk de oppløste partiklene. Det er derfor viktig at det ikke presses på for mye vann som igjen vil kunne trekke ut salter fra veggen. Tørker ikke veggen ut før den ev. blir overflatebehandlet med en diffusjonstett maling, kan det oppstå frostsprengning, malingsflassing eller andre fuktskader. Porøse fasadematerialer bør ikke vaskes i perioder det er fare for frost.

■ 3.6 Kjemisk malingsfjerning

På flater som tidligere er malt med flere strøk organisk maling kan ytterligere malingsbehandling forstyrre veggens fuktbalanse med avflassing, salt- eller frostsprenging som resultat. I slike tilfeller anbefales det å fjerne eksisterende maling før ny maling påføres.

Når maling skal fjernes er det viktig at ikke underliggende puss-struktur og utsmykninger skades. Dette er spesielt viktig på gamle fasader med bevaringsverdig puss, detaljer og ornamenter.

Kjemikalievalg gjøres ut fra hvilke stoffer som skal fjernes fra fasaden, samt grad av nedsmussing. På flatene kan det være flere ulike lag med malinger/oljer/seiser. Det kan derfor være aktuelt med flere forskjellige typer malingsfjernere for å få fjernet de ulike lag med maling. Syrer vil kunne skade mineralske forbindelser i overflaten (kalk, sement og kalkholdige bergarter). Ofte vil blandinger av forskjellige syrer brukes. Alkaliske midler (lut) løser opp smuss som ikke har reagert med fasadematerialet. De løser opp organisk baserte malingslag slik at malingen kan spyles eller skrapes bort. Alkaliske midler etser ikke på mineralske underlag, men kan etse på glass og diverse metaller.

Materialleverandør bør kontaktes slik at de nødvendige prøver kan utføres for å finne en rasjonell løsning. Det bør etableres et referansefelt som er representativt for den ønskede rengjøringsgraden. Resten av flaten skal så rengjøres i henhold til det godkjente referansefeltet.

Feltet skal stå beskyttet til det øvrige arbeidet er godkjent og avsluttet.

Bruk av kjemikalier krever spesielle sikkerhetstiltak. Produsent/importør er pålagt å informere om hvilke stoffer produktene inneholder, risiko og nødvendige vernetiltak. Produktdatablad med helse- og miljømerking skal foreligge.

Kjemisk malingsfjerning, utført riktig, er en skånsom metode for å fjerne maling.

For å samle opp malingsrester etter en kjemisk malingsfjerning bør det legges ut en fiberduk langs fasaden før stillaset monteres. Fiberduken dekkes med sand for filtrering av skyllevannet og oppsamling av malingsrester.

For å fjerne malingsgjikt med oljebasert maling kan det benyttes kjemiske midler på basis av kaliumhydroksid KOH.

For å fjerne plastmalinger basert på akryl og lateks benyttes et løsningsmiddelbasert produkt, vesentlig basert på dibasiske estere.

Etter at malingsfjerningsproduktet har fått sin nødvendige virketid, vaskes eller skrapes malingen av flatene med kontrollert høytrykksspyling. Høytrykksspyling med varmt vann, 80 °C er mer effektivt enn bruk av kaldt vann.

Det er viktig å ha riktig dyse på høytrykksspyleutstyret. Vannstrålen kan være vifteformet, tynn, bred og skarp.

■ 3.7 Mekanisk rengjøring

For å fjerne uorganiske malingslag som sement, kalk eller silikat må det benyttes blåserensning. Ved blåserensning er det svært viktig å benytte så svakt trykk som mulig. Trykk på 2-4 bar kan bidra til å forhindre at underlaget blir ødelagt. Dette må prøves i hvert enkelt tilfelle.

Det bør også her etableres et referansefelt som skal stå beskyttet til arbeidet er avsluttet.

Materialleverandørens anvisninger må følges når det gjelder bruk, og av hensynene til helse, miljø og sikkerhet. Det må avklares metoder for egnet tildekking for å forhindre ødeleggelse av vinduer, biler etc.

Følgende metoder er egnet for å vasker vekk skitt, og kan brukes for å fjerne løs maling:

- Blastring
- Kalkblåsing
- JOS = Sandblåsing
- Vannoverisling
- Tørrisblåsing



Test av malingstype. Kilde: Murkatalogen P6: 2003.



Tykkere malingslag kan fjernes med sparkelspade. Kilde: Murkatalogen P6: 2003.



Påføring. Kilde: Murkatalogen P6: 2003.



Demonstrasjon i bruk av malingsfjerner. Kilde: Murkatalogen P6: 2003.



Effekten av rensestoffet gjør at eksisterende maling krøller seg. Kilde: Murkatalogen P6: 2003.

■ 3.8 Forbehandling av underlaget

Det kreves rengjorte flater uten støv og smuss eller løse rester etter tidligere puss-/malingsbehandlinger. Om pussrester sitter igjen må disse ha styrke og vedheft nok til underlaget, slik at de ikke svekker den nye pussbehandlingen. De ulike underlagene krever sin spesielle måte for forbehandling. De forskjellige leverandører og produsenter kan videre forutsette generelle krav til underlaget for "sine" produkter.

Det kan med fordel utarbeides en skjematisk oversikt over underlag/tiltak/tilstand. På side 31 følger et eksempel på et slikt skjema som kan benyttes ved avkryssing for aktuelle tiltak for de forskjellige underlag.

Underlag	Tiltak							Tilstand
	Kjemisk malingsfjerning	Kjemisk rensing	Hugging	Sandblåsing	JOS	Vask	Ingen tiltak	
Organisk maling		○				●		Skitten
		●						Graffiti
		●				○	○	Salt-/kalkutfellinger
		●					○	Sopp/alger
	●			●	●			Malingsfjerning
				●	●	○		Løs puss/underlag
Mineralk maling		○				●		Skitten
		●						Graffiti
		●				○	○	Salt-/kalkutfellinger
		●					○	sopp/alger
				○	●	●		Sorte skorper
				●	●	○		Løs puss/underlag
Mur/puss maling						●		Skitten
		●						Graffiti
		●				○	○	Salt-/kalkutfellinger
		●					○	sopp/alger
							●	Sorte skorper
				●	●	●		Løs puss/underlag

Tabell 3.8. Eksempel på egnet rengjøringsmetode og malingsfjerningsteknikk relatert til underlaget.

● = Metoden er egnet ○ = Metoden kan benyttes, men effekten varierer.

4.1 Historikk

Bygningstype og byggeår er ofte avgjørende for hvilke problemstillinger man står ovenfor ved fasadeutbedring. Ettersom tiden går vil våre krav til bygningers bruk endre seg, og ofte er det ønskelig og nødvendig å foreta større eller mindre inngrep i bygningene. En ombygging av gamle hus krever kunnskap om bygningens konstruksjon så vel som byggematerialene. Dette kapittelet gir et epokemessig sammendrag av vanlige ytterveggskonstruksjoner som av forskjellige årsaker krever rehabilitering og vedlikehold.

4.1.1 Teglsteinsgården (1870–1940)

Ytterveggene er bærende hulmur- eller massive murkonstruksjoner. Bygningene er sjelden over 4 etasjer høye. Frontfasadene karakteriseres ved utsmykninger i form av vindus- og dørørramminger, friser og ornamenter, rosetter mm. Utsmykningene er ofte utført i opprinnelige gips-, kalk- eller sementmaterialer. Bakgårdsfasadene ble sjelden påkostet noen utsmykninger og består som regel av plane flater. De eldste byggene fra perioden var overflatebehandlet med kalkpuss eller kalk-sementpuss. Pussen som ble malt eller kalket, fungerte som beskyttelse av teglstein med varierende kvalitet. Etter ca 1920 kom gjennomfarget mineralittpuss i bruk, og sement ble mer vanlig som bindemiddel i pussblandningene.

Mesteparten av byggene i denne kategorien er i god teknisk stand under forutsetning av at de er regelmessig vedlikeholdt. Det finnes en rekke bevaringsverdige bygninger hvor det kreves at fasadene holdes i den opprinnelige stil. Bildet viser en bygning der fasaden er sikret i forbindelse med bygging på tomta.

4.1.2 Teglsteinhuset (1940–)

Fasadene består av skallmurvegger i tegl eller en bærekonstruksjon i betong kledd med teglstein og ble ofte benyttet på blokkbebyggelsen med høyder opptil seks etasjer. Varmeisolasjon ble vanlig fra 1950-tallet. Samtidig ble ubehandlede teglsteinsfasader mer vanlig. Der puss ble benyttet, var flatene vanligvis plane uten utsmykninger.

De opprinnelige pustypene er kalk-/sementbaserte, men mange av konstruksjonene er senere pussutbedret



Fasaden bevarer.

med andre materialer. Tidsepokens bygninger har fungert teknisk godt selv om dagens fasadetilstand henger nøye sammen med vedlikeholdet på de enkelte bygg.

4.1.3 Betongfasader (1920–)

Betongfasader finnes både som bærende og ikkebærende konstruksjoner. Betong ble benyttet i kombinasjoner med en rekke andre materialer som fungerte som isolasjonssjikt. Isolasjonen kunne for eksempel være porebetong, treullsement eller kork. Puss ble anvendt som avretting av betongflatene, og for å gi beskyttelse og farge. Det ble hovedsaklig benyttet sementbaserte mørtelkvaliteter. Tynnsjiktbehandling besto som regel av uorganiske eller organiske male- og slemmeprodukter.

Grunnet fukt- og temperaturbevegelser, langtidsdeformasjoner, armeringskorrosjon samt mangelfull utførelse, finnes det nå betongfasader med svært varierende estetisk og teknisk kvalitet. Etterkrigstidens blokkbebyggelse er en bygningsmasse hvor større utbedringer kan være nødvendig pga armeringskorrosjon.

4.1.4 Porebetongfasader (1950–1970) (1990–)

Porebetong, tidligere kalt gassbetong, gikk under fabrikknavnene Siporex eller Ytong. Det finnes flere porebetongkvaliteter der styrke, densitet og bestandighet varierer.

Konstruksjonene ble bygget opp av blokker eller elementer. Porebetong ble også brukt som faststøpt utvendig isolasjon på vanlig betong. Flatene var vanligvis plane uten sprang og utsmykninger. Yttervegger i porebetong ble vesentlig benyttet på Østlandet. Utvendig porebetong ble pusset, vanligvis med KC-mørtler, og sluttbehandlet med mineralske eller organiske malinger. Mange av disse fasadene har fått så store skader at de i dag er platekledd eller utvendig etterisolert med andre metoder.

Det finnes nå spesialutviklede pusstyper for porebetong i nytt og gammelt murverk, til innvendig og utvendig bruk.

4.1.5 Betongblokkfasader (1930–) (1980–)

Betongstein eller -blokker kom i bruk i mellomkrigstiden. De ble vesentlig benyttet i grunnmurer og lave bygg.

I de senere år har betongprodukter blitt benyttet som forblending og bærende del av yttervegg.

4.1.6 Lettklinkerblokkkonstruksjoner (1955–)

Lettklinkerblokk ble først introdusert midt på 1950-tallet, og fikk en dominerende posisjon på grunnmursmarkedet. Fra 1975 kom de varmeisolererte sandwichblokkene (Iso-blokkene). Puss/slemming er nødvendig på disse fasadene på grunn av den åpne strukturen. KC-puss, mursementpuss (etter 1965) og spesialpuss var vanlig. Som sluttbehandling ble det benyttet både uorganiske og organiske malingstyper. I dag anbefales ofte fiberpuss og silikatmaling.

4.1.7 Historikk puss og maling

Utvendige og innvendige vegger gis ofte en puss- og overflatebehandling for å bedre konstruksjonens fukttekniske og bestandighetsmessige egenskaper samt for å gi overflaten farge og struktur. Underlagets kva-

litet og samvirke mellom underlag og puss har vært vesentlig for sluttresultatet og dets levetid. Pussoppbygging på ulike underlag har endret seg etterhvert som nye produkter og påføringsmetoder har kommet på markedet. En oversikt over vanlige materialtyper benyttet i de ulike tidsepoker er gitt i tabell 4.1.7.

En komplett oversikt over alle de mørtelvarianter som finnes i eksisterende bygg kan vanskelig utarbeides. Dette skyldes at mørtelvalg, blandingsforhold og pussteknikk varierer fra sted til sted i landet. Eksempelvis har det i slagregnrrike kyststrøk vært tradisjon for mer sementrike mørtler enn hva som er brukt i beskyttet innlandsklima. Tilgang på sandkvaliteter og kalkforekomster har bidratt til store lokale forskjeller i materialvalg og kvaliteter.

Materialer skal velges slik at det tas hensyn til deres innbyrdes egenskaper og samhörighet med det underlag det legges på. Det skal velges materialer som tilfredsstillende spesifiserte kravene. Fra gammelt av ble pussene stående ubehandlet eller påført kalkmaling.

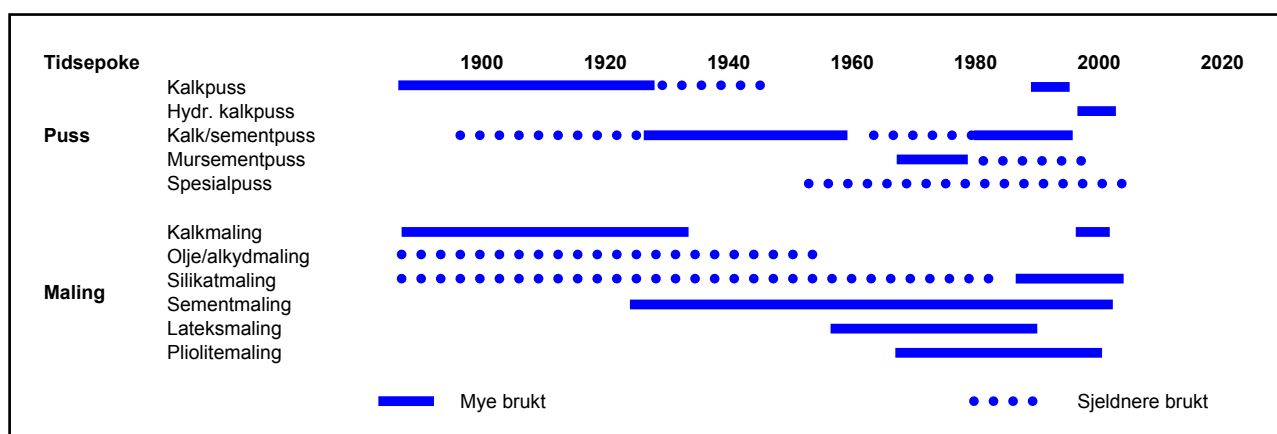
4.1.7.1 Pussmørtel

Mørtelens egenskaper bestemmes av mengde og type delmaterialer som benyttes. Som tilslag til pussmørtler benyttes vanligvis sand og nedknuste mineraler. De ulike bindemiddeltypene beskrives kort under.

Kalk

Fra tidlig middelalder til først på 1900-tallet ble nesten all muring og pussing utført med kalkmørtel. I kalkmørtel (K-mørtel) var kalk eneste bindemiddel, blandet med tilslag og vann og ev. andre tilsetninger for forbedring av heft og styrke.

Hydratkalk (luftkalk) er fellesbetegnelse på våt- og



Tabell 4.1.7: Puss- og malingstyper anvendt i ulike tidsepoker.

tørresket kalk, som er helt avhengig av luft og fuktighet for å herde (karbonatisering). Prosessen er svært langsom.

Våtlesket kalk (kulekalk) fremstilles ved lesking av brent kalk med et overskudd av vann.

Tørresket kalk er brent kalk som kun tilsettes så mye vann under lesking at sluttproduktet blir et fint pulver.

Dagens industrielt fremstilte kalkmørtler er renere enn i gamle dager og vil derved ofte være svakere pga mindre andel av naturlige "forurensinger" som ellers ville gjort disse mørtlene sterkere.

Kalk-sement (ca 1900–)

Etter århundreskiftet begynte man enkelte steder, som f.eks. i Ålesund, å blande sammen kalk og sement som bindemiddel i både mur- og pussmørtler. Kalk, sement og tilslag ble satt sammen i forskjellige blandingsforhold. Når en KC-mørtel herder, foregår det to parallelle herdeprosesser:

- Karbonatisering av kalken.
- Hydratisering av sementen.

Den første prosessen går langsomt, den andre raskere. Iblending av sement i de tradisjonelle kalkmørtlene gjorde at pussmørtelen ikke lenger ble så avhengig av gunstig uttørking. Sementen og dermed også pusslaget herdet selv om mørtelens vanninnhold var for høyt til at kalken karboniserte.

Hydratkalk har høyere vanntapsmotstand enn sement, og dette medvirker til at KC-mørtler er mindre utsatt for rask uttørking enn rene sementtyper. Blandingsforholdet mellom de to bindemiddeltypene bestemmer egenskapene. Pussens styrke øker med økende sementandel.

Sement (1920–)

Sement er et hydraulisk bindemiddel som herder ved reaksjon med vann.

Sementmørtler finnes med mange blandingsforhold av sement, tilslag og tilsetningsstoffer. Pusstyper med ren portlandsement som eneste bindemiddel har vært benyttet som grunningsmørtel og på betong. Mørtelfabrikantene har de senere år benyttet forskjellige sementtyper i kombinasjon med andre bindemidler og tilsetningsstoffer for fremstilling av moderne pussmørtel.

Mursement (ca 1965–)

Mursement fremstilles av portlandsementklinker iblandet kalksteinfiller. Det er tilsatt konsistensregulerende og luftporedannende tilsetningsstoffer for å bedre mørtelens bearbeidingsegenskaper og frostmotstandsevne.

Hydraulisk kalkmørtel (ca. 2000-)

I de senere år er det igjen blitt mer vanlig å benytte hydraulisk kalkmørtel. Produktkravene for denne er gitt i NS-EN 459. Det skiller ofte mellom naturlig hydraulisk kalkmørtel NHL (fri for sementer) og hydraulisk kalkmørtel med hydraulisk virkende tilsetningsstoffer NHL-Z (inneholdende sementer og pozzolaner).

Hydraulisk kalk fremstilles ved brenning av leirholdig kalksten. Vanlig kalkmørtel kan også gjøres hydraulisk ved å tilsette knust, brent leire. Hydraulisk kalk herder ved reaksjon med vann og er avhengig av luft for videre utherdning.

4.1.7.2 Maling

Tidligere var kalkmaling den mest vanlige overflatebehandlingen på eldre bebyggelse ved siden av ubehandlet puss. Hovedfasaden, mot gaten, var ofte fargesatt, mens gavler og bakgård var ubehandlet. Silikatmalinger kom i kommersiell bruk i Tyskland i annen halvdel av 1800-tallet, da som et såkalt 2-komponent produkt der pigment og bindemiddel/vannglass ble blandet på byggeplassen. Eldste, kjente og bevarte silikatmalte fasade i Norge er fra 1895. En videreutvikling av silikatmaling, i form av 1-komponent silikatmaling, kom på markedet på 1960-tallet. Det ble også anvendt forskjellige former for oljebehandling av puss, først som forsterkningsmiddel til de lett nedbrytbare kalkmalingene, deretter som fullverdig malingssystem i form av oljemalinger. Fasader fargesatt med oljemalinger finnes i hovedsak på Vestlandet og i Nord-Norge, der det tradisjonelt finnes mer sementholdige pusstyper enn i landet for øvrig. Fra 1960 tallet ble KC-maling (pigmentert blanding av kalk (K) og sement (C), samt fint tilslagsmateriale) mye benyttet.

Lateksmaling ble introdusert på 1950-tallet og ble senere etterfulgt av akryl, pliolite og silikonhartsmalinger. Disse malinger er alle å regne som organiske malinger.

I de senere år er fabrikkprodusert kalkmaling blitt mer vanlig på antikvariske bygninger.

4.2 Skadeårsaker

Tabell 4.2 gir noen typiske skadeeksempler og ulike skadeforløp. Skadebildet kan fortelle mye om årsak gi grunnlag for å beskrive utbedringstiltak.

Bilde	Skadetype	Årsak	Utbedringstiltak
	Markerte gjennomgående sprekker, gjerne på skrå ut fra åpninger eller hjørner	<ul style="list-style-type: none"> • Setninger i bygget • Trafikkrystelser 	<ul style="list-style-type: none"> • Sprekkreparasjon
	Fugemønsteret synes gjennom pussen. Skjolder og fargeavvik	<ul style="list-style-type: none"> • Ujevnt sug i underlaget • Manglende forbehandling • For tynn pussbehandling 	<ul style="list-style-type: none"> • Nytt pusslag • Overmaling
	Pussen smuldrer opp i overflaten	<ul style="list-style-type: none"> • Frost i fersk mørtel • Gammel kalkmørtel smuldrer bak en hard og tett overflatebehandling 	<ul style="list-style-type: none"> • Fjerne ødelagt puss før ny puss påføres
	Bom og pussnedfall på porebetongunderlag	<ul style="list-style-type: none"> • Mangelfull forbehandling, rengjøring, grunning • Gal pussoppbygging • Tett overflatebehandling forårsaker frostsprenging 	<ul style="list-style-type: none"> • Fjerne dårlig puss og maling • Pussreparasjon / ny puss
	Riss og krakelering i puss	<ul style="list-style-type: none"> • Svinn i puss grunnet hurtig uttørking, uheldig mørtelvalg eller mangelfull bearbeiding 	<ul style="list-style-type: none"> • Flaten rengjøres, overflatebehandles med egnet produkt som fyller rissene

Tabell 4.2

4.2.1 Fukt

Fukt i form av vann, damp eller kondens er den vanligste årsaken til skader på puss og murverk. Det er avgjørende å fjerne årsaken til fuktilgangen og la skadestedet tørke før eventuelle skader utbedres.

Et optimalt produkt til overflatebehandling på mur og betong er diffusjonsåpent nok til å slippe fuktighet ut av veggen, samtidig som det er tett nok til å hindre at regnvann i skadelige mengder trenger inn.

En ubeskyttet åpen overflate vil nedfuktes av regn eller tåke. Et tykt pusslag vil fungere som en buffer. Det akkumuleres vann i de åpne porene når det regner. I uttørkingsperioder fordampes så fuktigheten igjen. En puss som er overflatebehandlet med en vanntett film- eller slemme-/malingslag, fungerer fuktteknisk på en annen måte. Vannet blir avvist og renner nedover fasaden. I overflaten finnes det nesten alltid mindre sprekker og riss hvor fukt kan trenge inn. Fukten spres i puss og underlag, og malingsfilmen reduserer eller hindrer uttørring. Figur 4.2.1 viser hvordan en åpen porøs flate vil fungere i forhold til en som er tett og mer vannavvisende.

Det stedlige klimaet, arbeidsutførelsen, underlagets porøsitet, antall malingsjikt og ytre miljø (forurensing) gjør at en overflatebehandling som har fungert bra på ett sted, kan være mislykket på samme type underlag et annet sted. Grensen for hva materialkombinasjonen tåler blir overskre-

det og skade oppstår. Gamle, porøse, forvitrede underlag er «problemunderlag» og det anbefales å bruke diffusjons-åpne overflatebehandlinger på disse konstruksjonene.

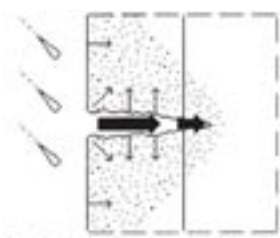
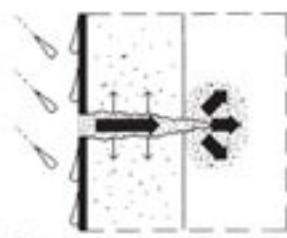
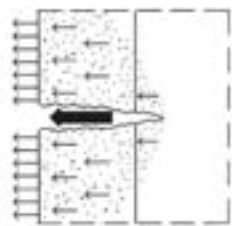
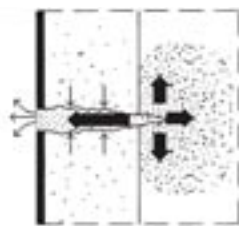
Ren kalkpuss er spesielt utsatt for fuktskader. Dersom slik puss nedfuktes bak et tett malingsjikt som hindrer tilgang på karbondioksid, mister den over tid sin fasthet og forvitrer ved frost. Det kan være mer økonomisk med hyppigere malingsstrøk enn med kostbare reparasjoner.

4.2.1.1 Kondens

Menneskelige aktiviteter tilfører innemiljøet fuktighet. Det blir høyere lufttrykk inne i et bygg enn utenfor fordi temperaturen store deler av året er høyere inne enn ute. Luften blir presset ut gjennom gulv, vegger og tak. Det er derfor viktig at konstruksjonen kan puste og slippe ut den fuktige luften ved hjelp av tilstrekkelig ventilasjon og diffusjonsåpent murverk. Dersom murverket påføres en for tett overflatebehandling vil fukten samle seg bak det tette sjiktet. Dette kan føre til avskalling og evt. frostsprengning i underliggende murverk.

4.2.1.2 Vannskader

Defekte takrenner og nedløp som er tette medfører store skader. Det omkringliggende murverk blir tilført store fukt-påkjenninger som resulterer i avskalling av maling og puss. Når det porøse murverket ikke får anledning til å tørke, kan

Fuktforhold	Åpen porøs overflate med sprekke	Tett overflate med sprekke
Nedfuktingsfase	 <p><i>Overflaten absorberer fuktighet, noe trenger inn i underlaget</i></p>	 <p><i>Fukt renner ned langs flaten og trenger inn via sprekker og riss</i></p>
Uttørkingsfase	 <p><i>Hele overflaten bidrar til uttørkingen</i></p>	 <p><i>Den tette overflaten hindrer fukt i å diffundere ut. Fukt akkumuleres i underlaget</i></p>

Figur 4.2.1: Illustrasjon av fuktvandring i veggoverflaten

frostsprenning bli resultatet når vannet fryser til is. Nedfuktet murverk må få tid til å tørke ut, etter at evt. puss og maling er fjernet. Det er viktig at alt overflatevann rundt bygningen ledes vekk fra konstruksjonen slik at ikke vann suges opp i murverket.

4.2.1.3 Frostskader på teglstein

I Norge er det dessverre mange eksempler på frostskader i teglsteinsmurverk. Den dominerende årsaken er at selve produktet ikke er motstandsdyktig mot de generelle stedlige klimaforhold, men frostskader kan også skyldes lokale bygningstekniske forhold knyttet til eksempelvis manglende fuktsikring av murkrone.

4.2.1.4 Frostskader ved etterisolering

Innvendig etterisolering av eldre murbygninger kan føre til frostsprenning av utvendig tegl og puss. Ved etterisolering, flyttes 0-punktet i veggen lengre ut og utvendig konstruksjon blir mer utsatt for frost. Dersom etterisolering er ønskelig er det best å etterisolere utvendig. Dersom dette ikke er mulig, bør teglsteinen undersøkes med hensyn på frostbestandighet og det bør velges så liten isolasjonstykkelse som mulig. Innblåsning av mineralull i veggens hulrom frarådes. Dette fordi veggens pustende og drenerende egenskaper forandres og en kan risikere at store mengder fukt samles i isolasjonsmassene. Dette kan føre til økt frostpåkjenning, inntrengning av fukt på veggens innside og saltutslag.

4.2.1.5 Saltutslag

Murverk og pussoverflater kan være dekket med hvite utblomstringer. Dette er enten vannløselige salter eller ikke-vannløselige karbonatforbindelser. De vannløselige saltene kan være sulfater, klorider eller nitrater. Tungt oppløselige salter dannes som karbonater (kalsium- eller natriumkarbonater). Vannløselige saltforbindelser transporteres med fuktighet i porøse fasadematerialer. Ved nedfukting (regn og tåke) transporteres saltene inn i materialet og ved uttørring trekkes de ut mot overflaten.

Når vannet fordampes, på eller rett under materialets overflate, går saltet over fra oppløst form til krystallinsk form. Dette resulterer i en rask volumøkning. Dannes krystallene på overflaten, sees de som et hvitt belegg. Danner de seg under overflaten, f.eks. under et tettende malingsjikt, oppstår et trykk på materialets porevegger. Trykket kan forårsake utsprengning av det tette maling eller pus-sjiktet. Salter er hygroskopiske, dvs. de binder fuktighet fra



Skader i puss som følge av lekkasje i nedløpsrør blir ofte lokalt begrenset, men betydelige.



Ved overgang mot sokkel og terreng er det viktig å detaljere retningsendringer på nedløp og ev. utstyre overgangen mot terreng med en løvrisk.

luften slik at veggens fuktinnhold øker i regnperioder og uttørkingen går sent i tørkeperioder. Når fukttilgangen er tilstrekkelig vil utblomstringen fortsette så lenge det finnes vannløslige salter igjen i murverket. Erfaringene tyder på at problemet er størst for ferskt murverk, fordi innholdet av vannløslige salter da er størst.



Eksempel på et brystningsbånd med frostskaadet teglstein.

Når murverket har tørket ut etter oppmuring fjernes løst-sittende utblomstringer ved tørrbørsting (evt. med trykkluft). Deretter spyles fasaden med rent vann. Prosessen gjentas etter at murverket igjen har fått tørke ut. Arbeidet bør utføres i perioder med gode uttørkingsbetingelser, dvs. i sommerhalvåret.

Vannløselige salter i overflaten kan forsvinne av seg selv pga vær og vind.

Når årsaksforholdet til utblomstringer på murverk først er kjent er det mulig å trekke nødvendige forholdsregler for å redusere problemet:

- Velg riktig mørtel, ikke sterkere (mer sementrik) enn nødvendig.
- Unngå kloridholdige tilsetninger, eksempelvis antifrostmidler.
- Mur med godt fylte og komprimerte fuger.
- Beskytt murverket/murkronen mot nedfukting under oppmuring.
- Mur «rent» - unngå syrevasking.
- Vær nøye med detaljene.



Eksempel på saltutfelling

4.2.2 Sprekker

Sprekkdannelse i murverk kan forårsakes av flere forhold som for eksempel setninger i bygget, svekket fundamentering, trafikkrystelser, manglende bevegelsesfuger eller overbelastning. Ved mye fukt i murverket kan innmurte stålbjelker ruste eller trebjelker svulle over åpninger, noe som over tid gir sprekker og avskallinger.

Andre typiske årsaker til riss og sprekker kan være:

- Ujevnt sug i underlaget
- Manglende forbehandling
- Manglende tildekning
- For rask uttørkning
- Feil mørtelvalg
- Manglende dilatasjonsfuger
- Overpussede dilatasjonsfuger
- Korrosjon i fugearmering
- Fastlåste konstruksjonselementer
- Rotasjonsdeformasjoner fra innstøpte dekker.

Oppsprekking på murverk av lettklinkerbetong kan i tillegg skyldes:

- For høy fuktighet i lettklinkerblokkene før pussing.
- Bevegelser i murverk av sandwichblokker grunnet store variasjoner mellom innvendig og utvendig temperatur.

4.2.3 Feil materialbruk

4.2.3.1 Puss

Feil valg av mørtel og utførelse kan forårsake skader som sprekker, riss og bom.

Et pussjikt skal som oftest bestå av grunning, grovpuss og finpuss. Det enkelte pussjikt må ikke påføres tykkere enn det som leverandøren anbefaler.

I et pusssystem med flere sjikt skal mørtelstyrken avta ut mot utvendig overflate. Svake underlag krever tilsvarende svakere pussmørtler. Samme mørteltype i 2. og 3. sjikt kan imidlertid benyttes. Det er en fordel å benytte mindre kornstørrelse i tredje sjikt slik at porestrukturen blir finere. Siste pussjikt kan erstattes av to strøk silikatmaling. Forskningsprosjektet Klima 2000 har dokumentert dette. Slagregnskartet for Norge gir en inndeling i klimasoner etter slagregnpåkjønning, og kan benyttes som en indikator på forventet klimapåkjønning. Innenfor de enkelte landsdeler kan imidlertid påkjønningen variere, og de lokale forhold bør derfor vurderes i den enkelte sak.

Slagregnskartet for Norge (ref. Sintef Byggforsk rapport 2/2007) viser dominerende vindretning og slagregnedeks i mm nedbør pr år. Det foreligger i rapporten også en klimasoneinndeling etter slagregnpåkjønning:

Klimasone	Slagregnpåkjønning	Geografiske steder, eksempler *
Liten slagregnpåkjønning	<200 mm slagregn pr år	Typisk for innlandsklima i Hedmark, Oppland, Buskerud, indre del av Telemark samt Finnmarksvidda
Moderat slagregnpåkjønning	200-400 mm slagregn pr år	Typisk for kystklima ved Oslofjorden, ytre del av Telemark, indre fjordstrøk på Vestlandet og Midt-Norge samt deler av Nordland, Troms og Finnmark
Stor slagregnpåkjønning	>400 mm slagregn pr år	Typisk for kystklima i ytre del av Sørlandet, Vestlandet, Midt-Norge, Nordland og Troms

*) Omfatter ikke bygninger i høyfjellsklima

For å oppnå et godt samvirke mellom eksisterende og ny puss er det viktig at sammensetningen er mest mulig lik. Ved utbedring av puss skal det ikke brukes sterkere mørtel enn pussen som repareres. For å redusere faren for svinnriss, bør det ikke benyttes sterkere (mer bindemiddelrike) mørtler enn det som er nødvendig ut fra hensynet til bestandighet, styrke og underlag.

Et eksempel på feil valg av mørtel er sterk, sementrik mørtel som benyttes til reparasjon av kalkrik puss. Kalk- og sementmørtel har svært ulike egenskaper og fungerer dårlig sammen. En sementmørtel er mye sterkere, tettere og stivere enn tradisjonell kalkmørtel. I tillegg har sementmørtler større svinn, som kan medføre at pussene løsner fra det svakere underlaget og/eller at det oppstår riss mellom ny og gammel puss. Resultatet kan bli nye sprekker, riss og bom.

Kalkrik mørtel har følgende egenskaper:

- God deformerbarhet
- Gunstig fukttransport
- Samvirker godt med eldre puss og svake underlag som lettbrent tegl murt med kalkmørtel
- Trenger tilgang på karbondioksid for å herde og beholde fastheten
- Langsom herding
- Klimafølsom under utførelse.

Sementrik mørtel har følgende egenskaper:

- Herder raskt
- Høy bestandighet
- Høy fasthet
- Høyere svinn enn kalkmørtel
- Langsom fukttransport
- Uegnet for svak tegl og kalkmurte, kalkpussede konstruksjoner.

4.2.3.2 Maling

Valg av feil malingstype i forhold til underlaget er ofte årsak til avskallinger og skader i overflate og underlag. Dette gjelder både ubehandlede og tidligere malte flater. Tykke malingsgjikt, f.eks. etter gjentatte overmalinger, kan i tillegg til dårlig diffusjonsåpenhet gi store indre spenninger i malingsfilmen, noe som ødelegger heften til underlaget.

Forholdet mellom vandamp tetthet og vanntetthet for puss og overflatebehandling har stor betydning for fuktbalansen i en yttervegg. Fasaden blir tilført fuktighet ved at nedbør suges opp av overflaten, ved lekkasjer, fukt



Sprekker i puss synes godt og gir avskallinger på tette malinger.

fra grunnen, fuktvandring innenfra osv. For å oppnå et godt og varig resultat må underlag, puss og fargesetting ha egenskaper som harmonerer, og overflatebehandlingen må ha mulighet til å tørke ut etter nedfuktning. Det betyr i praksis at den skal være minst like vandampdiffusjonsåpen som underlaget, slik at ikke vandamp blir innestengt bak tette sjikt.

Generelt anbefales ikke organiske malinger basert på akryl, lateks eller Pliolite (reg. varemerke) på pusset murverk. Dette fordi vann i væskefase ikke kan transporteres gjennom slike malingsfilmer i tillegg til at de er mer damp-tette enn mineralske malinger. Organiske malinger skiller seg fra de mineralske bl.a. ved at de danner film/belegg på overflaten. Organiske malinger er relativt diffusjonstette sammenlignet med mineralsk puss.

Bruk av diffusjonstette malinger øker faren for fuktakkumulering i pussene. De er karbonatiseringsbremsende og hindrer naturlig karbonatisering/ rekarbonatisering i kalkholdig puss. Det er viktig å være klar over at en overflatebehandling aldri kan «reparere» et dårlig underlag. Har underlaget skader, må disse utbedres først.

Når underlaget er fast, rent og tørt påføres som regel en grunning.

Det finnes en rekke ulike grunninger på markedet hvor de fleste er tilpasset det aktuelle produkt for overflatebehandling.

Grunningen skal sikre god vedheft samt skape et ensartet underlag for overflatebehandlingen. Det finnes også grunninger som trenger inn i, og forsterker mineralsk underlag.

Sprekker og riss i en fasade vil kunne suge store vannmengder inn i underlaget ved slagregn. Et tett malingsjikt hindrer uttørkning og fører til økt frostpåkjenning på svake underlag.

Det skilles mellom organiske og mineralske malinger på tre hovedfelt:

- Mineralske malinger reagerer kjemisk med puss-materialet og beveger seg samsvarende med pussene ved riktig materialvalg og utførelse. Organiske malinger er å anse som et utenpåliggende belegg/film.
- Mineralske malinger tørker gjennom kapillære egenskaper og får en kraftig økning i opptørkingshastighet f.eks. ved vind. Organiske malinger har ingen kapillær opptørkingseffekt. Opptørkingshastigheten er minimalt påvirket av vind. Organiske malinger tørker i hovedsak som funksjon av avdampning pga. soloppvarming.

- Mineralske malinger sørger for gode levevilkår for kalkbasert puss ved at den gir rikelig tilgang på luftens karbondioksid. En organisk maling, og spesielt i kombinasjon med høy fukt, stenger luftens karbondioksid ute fra underlaget.

4.2.4 Dårlige detaljer

Byggdetaljene må utformes slik at de ikke medfører ekstraordinær fukt påkjenning på puss og underlag. Sålebenker og andre horisontale partier utvendig utføres normalt med beslag eller naturstein. Alle overganger og evt. skjøter i beslaget eller natursteinen må være tette, og detaljen bør sikres med en membran eller underliggende beslag. Ved innpussing av beslag skal de alltid være utformet med falset pusskant. Dette vil hindre at pussene sprekker ved temperaturbevegelser slik man her ser på bilde under.

Ved horisontale avslutninger og oppmonterte enheter bør det alltid etableres avdryping for å hindre uønsket oppfuktning og skjemmende tilsmussing av konstruksjonen. Beslag mot nedbør skal monteres med god nedbrett, dryppkant og tilstrekkelig (30 mm) avstand inn til vegg, og nødvendig festebeslag.



Innpusset sinkbeslag med løsrevet puss

Det er viktig at konstruksjonen har bevegelingsfuger for å forhindre uønsket oppsprekking. Alle beslag og renner bør undersøkes av blikkenslager og utbedres i god tid (gjærne 1 år) før en fasaderehabilitering påbegynnes. Årsaken til dette er at nedfuktede områder bør få mulighet til å tørke før en utbedring påbegynnes.

4.3 Forberedende arbeider

Nedenfor er listet opp en del momenter som er viktig å beskrive ved pussarbeider på fasader.

4.3.1 Stillas

Stillaset skal settes opp med egnet avstand fra fasade for å gjøre arbeider på veggflater enklere. Stillaset skal dekket utvendig med åpen duk eller presenning for å sikre gode



Eksempel på organisk begroing som følge av manglende dryppkant fra taksteinsbelagt murkroner.



Ved overgang til terreng er det viktig at pussene ikke kommer i kontakt med terrengmassene, fordi fuktighet vil kunne trekke opp i veggen og bl.a. føre til frostskafer og misfarging.

arbeids- og herdeforhold for puss og maling. Pussarbeider skal beskyttes mot direkte sol, og publikum skal beskyttes mot tilsøling. Det er viktig å dekke toppen av stillaset slik at vann fra tak, stillaser, renner o.l. ikke blir ledet inn mot den behandlede flaten. Utilsiktet vann på fasaden kan gi misfarging og mulig frostsprengning. For at utbedringsarbeidene etter stillasets innfestningsbolter skal bli mest mulig usynlig, bør bolteøyet stå langt nok fra veggen slik at det kun er hullet fra selve bolten som må repareres. Ved demontering av stillaser skal hull/skader etter innfestningsbolter utbedres fagmessig med materialer tilpasset formålet.



Her er grunnmuren utbedret med innslisset beslag.

4.3.2 Herdebetingelser, klimabeskyttelse

I herdetiden skal pussene beskyttes mot uheldige klimapåkjenninger. NS 3420 om Herdebetingelser for puss angir at:

«Det skal settes i verk nødvendige tiltak for å sikre gunstige klimaforhold under utførelse og herding. Minimumstemperaturen i underlag og omgivende luft skal ikke komme under +5 °C. Nypusset flate skal holdes fuktig ved nødvendig ettervanning.

MERKNAD: Ettervanning bør skje over minst tre døgn. Ved fasadepuss anses det påkrevd med full innkledning av stillas til det oppnås tilstrekkelig herding (minst to uker, avhengig av

type pussmørtel og herdeforløp). Ved eventuell oppvarming bør varmekilden plasseres slik at det ikke foreligger risiko for skadelig lokal uttørring. Valg av type innkledning tilpasses aktuelle krav til slutt puss og aktuelle klimapåkjenninger»

Den relative luftfuktigheten ved pussarbeider bør være på 60-80%. For å kontrollere dette bør det benyttes et hygrometer, som kan festes på stillaset. Ved svært tørt vær kan vanning være aktuelt for å sikre et fuktig miljø.

Dersom det benyttes ren luftherdende kalk skal minste temperatur være +10 °C. Denne temperaturen holdes under arbeidsutførelsen og til mørtelen har nådd tilstrekkelig fasthet. Ved pussarbeider anbefales fyring med gass. Propan produserer karbondioksid og vann som pussene trenger for å herde og et optimalt herdemiljø oppnås. Bruk av "kokoverk" (for oppvarming) fungerer som et «avfuktningsanlegg», luften blir for tørr til at pussene får herdet tilfredsstillende. Resultatet kan bli en porøs puss. I tørre og varme perioder kan det derfor være nødvendig å ettervanne flere ganger om dagen.

4.3.3 Beskyttelse av bygningsdeler

Vindusglass og annet som kan ta skade som følge av malingsfjerning og andre arbeider, skal beskyttes med egnet plast som festes forsvarlig. Etter at evt. malingsfjerning er utført, må plasttildekninger over vinduer etc. ettersees og evt. fornyes, da alkalier (bl.a. silikatmaling) gir etseskader på blant annet vindusglass.

4.3.4 Dokumentasjon

Entreprenøren skal systematisere og ferdigstille FDV-dokumentasjon, slik at type forbehandling, type puss, type maling, fargenummer m.m. er lett tilgjengelig ved senere arbeider.

4.4 Utbedring av underlaget

Fasadens tilstand bør være avgjørende og bestemmende for omfanget av utbedringen. Flere deloperasjoner kan være nødvendig for å bringe fasaden opp på det tekniske nivå som ønskes og kreves.

4.4.1 Fjerning av løs puss og maling

Forundersøkelsen skal klarlegge om, og eventuelt, hvor mye av den eksisterende puss og overflatebehandlingen som må fjernes. Hvis mer enn 25–30 % av flaten er i dårlig forfatning, bør pussene fjernes helt, fremfor å reparere

res flekkvis. Dette gjelder ikke for områder med kvaderpuss, dekorpuss eller utsmykninger. På slike pussdetaljer anbefales kun nødvendige utbedringer av hensyn til pris og vanskelighetsgrad.

Ved nedslåing av «bom» skal bruddkantene avsluttes vinkelrett på underlaget. Det er viktig å renskjære med vinkelsliper inn til områder som ønskes beholdt, slik at ikke huggingen forplanter skadene og i verste fall fører til at store pussfelt som ønskes beholdt raser ned.

På steder hvor pussene er dekket med flere lag gammel maling kan det være nødvendig å fjerne malingen først, for å få oversikt over underliggende skader i pussene.

En arbeidsprosess kan være som følger:

- Kartlegg bom, avmerk områder som skal fjernes med for eksempel sprittusj eller merkespray.
- Skjær med vinkelsliper rundt pussarealene som skal fjernes.
- Fjern maling fra de områder som skal stå igjen.



Det kan være vanskelig å avgjøre om underlaget er tilstrekkelig rengjort. Ny finpuss utenpå dårlig rengjort malingsflate fungerte ikke i dette tilfelle.

- Fjern løs og skadet puss.
- Kost alle flater.
- Alle sårkanter rengjøres og evt. forsterkes med vannglass/fiksativ
- Trekninger repareres.
- Evt. sår og hull repareres.
- Ny puss påføres.

4.4.2 Utbedring av riss og sprekker

Årsaken til at riss og sprekker har oppstått må kartlegges før reparasjon igangsettes.

Det er vanlig å skille mellom tre typer av riss/sprekker

- Ubevegelige riss/sprekker
- Bevegelige riss/sprekker
- Betente riss/sprekker

NS 3420 skiller dimensjonsmessig mellom riss og sprekker på følgende måte:

- Mikroriss:
Brudd i pussoverflaten med spaltebredde mindre enn 0,15 mm
- Riss:
Brudd i pussoverflaten med spaltebredde 0,15 - 0,30 mm
- Mindre sprekke:
Brudd i pussoverflaten med spaltebredde 0,3 – 1,0 mm
- Sprekk:
Brudd i pussoverflaten med spaltebredde større enn 1,0 mm

Ubevegelige riss/sprekker opptil 1,0 mm

Mindre riss/sprekker opptil 1,0 mm kan utbedres med materialer og påføringsteknikk som armerer og fyller rissene slik at vannopptak forhindres. Materialer med stiv konsistens, som sparkel og mørtel, er som regel uegnet til reparasjon av mindre riss, da de ikke kan arbeides tilstrekkelig dypt inn. Tyntflytende materialer i form av malinger tilsatt gradert fyllstoff gir en bedre og dypere gjenfylling når disse materialene slemmes og «villstrykes» på flatene. Stampet kalk kan også benyttes. Påføring med malerrull gir ingen innarbeiding av materialet i rissene. Fyllstoff i grunningsprodukter må være fordelt over en størrelsesskala fra 0,1–1 mm, avhengig av rissets størrelse. For best mulig resultat anbefales det at påføring av maling utsettes til evt. rissutvikling har stoppet. Dette kan medføre at konstruksjoner der en rissutvikling forventes, bør stå ubehandlet gjennom en full årssyklus.

Ubevegelige sprekker større enn 1,0 mm

Ubevegelige sprekker kan ha oppstått pga overbelastning, setninger, svinn, feil materialvalg. Det ansees at en sprekke er ubevegelig etter at spenningene er utløst og/eller årsaken er fjernet. Sprekker som er ubevegelige hugges opp og repareres med reparasjonsmaterialer som har tilsvarende egenskaper som omkringliggende materiale. Ved utbedring av større sprekker kan et finmasket, korrosjonsbeskyttet armeringsnett legges over sprekken og festes mekanisk på de rengjorte sidefeltene. Det kan evt. benyttes et alkalieresistent glassfibernet.

Bevegelige riss/sprekker

Bevegelige riss/sprekker åpner og lukker seg pga temperaturbevegelser eller ytre belastninger. Denne type riss/sprekker kan være vanskelig å utbedre og må i mange tilfeller betraktes som fuger og repareres deretter. Det er viktig å vite hvor mye risset/sprekken beveger seg før utbedring foretas. Fugen må utformes slik at den, med den fugemassen som er valgt, er i stand til å ta opp bevegelsene som forekommer. Type fugemasse er derfor bestemmende for fugebredden. Det etableres fuger ved at det skjæres ut et spor med vinkelsliper. Sidekantene på risset/sprekken påføres en primer for å få god heft. For å kunne ta opp den nødvendige bevegelse skal fugemassen bare hefte på sidekantene. Det legges en heftbryter eller bunnlist i bunnen av sporet og fugemassen påføres.

Betente riss/sprekker

Betente riss/sprekker skyldes en underliggende aktivitet, for eksempel armeringskorrosjon.

Årsaken til skadene må fjernes. Dersom skadeårsaken er underliggende jern som korroderer må jernet rengjøres og påføres korrosjonsbeskyttelse, evt. fjernes og erstattes med ny.

Dersom årsaken til skaden er innstøpt treverk som sveller må dette fjernes og erstattes. Rengjort område utbedres deretter med reparasjonsprodukter som har tilsvarende egenskaper som omkringliggende materiale.

4.4.3 Overdekninger

Sprekker i puss over åpninger i murverket kan være tegn på rustangrep på innmurte overdekningsbjelker i stål. Overdekningsbjelkene kan også være av treverk som vil svulle ved tilgang på fukt. Alternative utbedringsmetoder er kort oppsummert som følger:

- Frilegging av stålbejken. Dersom rustangrepet er beskjedent, sandblåses stålet til finhetsgrad SA2,5 og rustbeskyttes før ny innmuring.
- Utskifting av bejke. Ny bejke som skal innmures bør være korrosjonsbeskyttet.
- Innmurte overdekningsbejker er normalt lagt inn for å bære tyngden av overliggende murverk og/eller etasjeskiller og tak. Bejken kan erstattes med armert murverk dersom det kan dokumenteres at dette er tilstrekkelig.

4.4.4 Sårkanter

Skårne og huggede sårkanter i områder med pussreparasjoner kan stort sett alltid styrkes med kaliumvannglass. Kantene har ingen tettende overflatebehandlinger eller skurehinner, og vil derfor absorbere jevnt og tilstrekkelig dypt. Kantene koster godt med for eksempel en piassavakost før påføring. Leverandørens tynningsanvisning på produktet må følges.

4.4.5 Utbedring av skadet tegl og fuger

Etter at puss er fjernet må det tas en grundig befarings for å se om det er skadet tegl som skal fjernes og erstattes. Sugende teglstein skal neddykkes i vann før muring. Tegl som er porøs og evt. dårlig brent kan inneholde hygroskopiske salter, dvs. salter som holder på vann.

Dersom slik tegl ikke fjernes kan det føre til saltutfelling gjennom den nye puss. Ulikt sug i underlaget vil vises etter grunning, pussing og maling.

Ved å benytte en fuktmåler vil en raskt kunne registrere områder som har mye fukt, slik at nødvendige tiltak kan utføres.

Ved kontroll av fuger må etterspekking og reparasjon vurderes for sterkt forvitret fugemørtel. Støv og smuss fjernes med forsiktig skraping/kosting samt nedskylling. Veggens vannsugeegenskaper kontrolleres for å bestemme forvanningsbehovet.

4.4.6 Forbehandling av underlaget

Underlaget som puss skal sitte på, må være i så god forfatning av det fungerer tilfredsstillende som pussbærer. Ulike underlag krever forskjellig forbehandling, se tabell 4.4.6.



Eksempel på sprekk i puss pga. rustangrep på innmurt stålbejke over vindu.

Underlag	Forbehandling
Lettklinkerbetong	Murverket bør være tørt. Sår og dårlig fylte fuger repareres. Støv og smuss fjernes. Underlaget behøver ikke å forvannes. La murverket tørke i 1 - 2 mnd etter oppmuring før det pusses.
Teglstein	Fasaden kontrolleres for dårlig fugefylling og etterspekkes hvis nødvendig. Støv og smuss fjernes. Sterkt sugende teglflater forvannes til underlaget blir svakt sugende.
Betong	Forskalte flater med glatt støpehud, sementslam og formolje må vurderes etset, sandblåst eller tilsvarende. Underlaget grunnes eller forvannes i henhold til leverandørens anvisninger.
Porebetong	Fasaden kontrolleres mot dårlig fugefylling og om nødvendig etterspekkes. Støv og smuss fjernes. Underlaget grunnes eller forvannes i henhold til leverandørens anvisninger.

Tabell 4.4.6: Forbehandling av ulike underlag før pussing.

4.5 Pussreparasjoner

4.5.1 Valg av pusstype og mørtelkvalitet

På en kalkmurt og pusset fasade fra før 1940 bør det velges en kalkrik mørtel.

På reparasjonsprosjekter hvor all opprinnelig puss/overflatebehandling er fjernet, står man relativt fritt med hensyn til valg av ny pussbehandling. På flater hvor partier av eksisterende puss er i så god forfatning at den bør beholdes, bør det tilstrebes å velge en reparasjonsmørtel mest mulig lik den eksisterende.

For pussoppbygging gjelder at det aldri brukes en sterkere mørtel på utsiden av en svakere og at valg av grunning og hovedpuss velges ut fra underlagets styrke. Ofte blir det valgt pussblandinger med unødvendig høyt sementinnhold. Sprekker og svinnriss oppstår da lett med fuktlekkasjer som følge. Det anbefales å benytte de standardmørtler som finnes på markedet.

Eksempler på mulige mørtler til pussoppbygging på ulike underlag er gitt i tabell 4.6.

For verneverdige bygg må anbefalinger fra antikvariske myndigheter følges.

4.5.2 Arbeidsutførelse

Forvanning

Sugende underlag forvannes. På eldre teglfasader der underlaget er sterkt sugende foretas forvanningen gjentatte ganger.

1. pussjikt (grunning)

Grunningen skal sikre god heft mellom puss og underlag,

utjevne forskjeller i underlagets sugeevne og forsterke svake underlags overflatestyrke. Grunningen er videre viktig for hele pusskonstruksjonens slagregntetthet.

Sjiktets tykkelse er vanligvis 2– 5 mm. Grunningen kastes på og skal ikke bearbeides videre med verktøy. For å oppnå optimal heftfasthet må neste pusslag påføres etter 1 – 3 døgn.

2. pussjikt (grovpuss)

Grovpussen skal fylle mindre ugjevnheter i underlaget, gi flatene den planhet som er beskrevet, og gi pusslaget nødvendig mekanisk styrke og funksjonsdyktighet med hensyn til andre aktuelle krav (brann, lyd m.m)

Sjiktet skal sammen med grunningssjiktet regulere



Grunning ved påkast

sugeevnen slik at sluttbehandlingen får jevn farge og struktur, og samtidig virke som en fuktbuffer i forhold til underliggende murverk.

Tykkelsen på sjiktet er vanligvis 5–15 mm. Kalkpuss skal legges på i maksimal tykkelse 10 mm pr. påkast pr. dag. Maksimal kornstørrelse (D100) for tilslaget er normalt 2–4 mm. Mørtelen i det enkelte pusslag skal påføres slik at hvert lag får god kontakt med underlaget. Tykkelsen av et påslag skal normalt være 2,5–3 x maksimal kornstørrelse. Ved behov for større tykkelser må mørtelen legges på i flere omganger.

Tiden mellom 2. og 3. pussjikt er avhengig av type sluttbehandling.

3. sjikt (sluttbehandling)

Sluttpussen skal tilfredsstillende alle de krav som er stilt til ferdig overflate i form av jevnhet, farge, glans og struktur samt bestandighet. Sluttbehandlingen kan være finpuss, slemming eller egnet maling.



Sluttbehandling.

Det kan være vanskelig å få «fikkreparasjoner» til å gå i ett med eksisterende puss. Skrå bruddkanter som «filses ut til null» er utsatte for skader og bør unngås. Ved overgang mellom gammel og ny puss er det lokal fare for svinriss. For å hindre at slike riss oppstår anbefales derfor mørtler med egenskaper mest mulig lik eksisterende puss. Hvis det stilles strenge krav til planhet og enhetlig struktur kan hele flaten finpusses etter at stedvise reparasjoner er utført. Andre sluttbehandlinger kan også velges, alt etter hvilken uttrykksform som ønskes på fasaden.

4.5.3 Pussreparasjon på lettklinkerbetong

Blokker av lettklinkerbetong er gode pussbærere og det er sjelden at det er nødvendig å fjerne all gammel puss. Som regel er det svært vanskelig å fjerne puss fra et slikt underlag uten å skade underlaget.

På steder hvor partivise utbedringer skal utføres, fjernes den puss som lett lar seg løsne, området rengjøres og repareres med tilsvarende puss som er benyttet tidligere. (Ofte sementholdige pussmørtler eller slemmemørtler). Hull og sårreparasjon av selve blokkveggen gjøres med blokkbiter som mures inn i en egen arbeidsoperasjon før grunning.

En oppsprukket eller opprisset fasade kan rehabiliteres ved å påføre fiberarmert puss utenpå den gamle puss. Legg inn ekstra biter av glassfiberarmering i sterkt oppsprukne områder. Større sprekker hugges og fylles først. Det bør forvannes før påføring av puss. Som sluttbehandling påføres en gjennomfarget puss, evt. finpuss basert på silikat eller silikatmaling. Slemmemørtel kan også benyttes. Hjørner som er utsatt for fysiske påkjenninger bør forsterkes med egnede hjørneprofiler.

4.5.4 Pussreparasjon på porebetong

Det anbefales fiberarmering eller armeringsnett i pussjiktet på porebetong for å forhindre utilsiktet opprissing. Det finnes pussystemer spesielt tilpasset murverk av porebetong på markedet hvor aktuell grunning, modifisert og fiberarmert K/C-puss, alkaliebestandig armeringsnett og overflatebehandling leveres som ett system.

Et slikt armert pussystem anbefales benyttet på nytt murverk av porebetong og til rehabilitering av eksisterende fasader hvor oppsprekking rundt murblokker kan være et problem.

Uansett nybygg eller rehabilitering kreves et fast, bærekraftig underlag.

4.5.5 Pussreparasjon på betong

Betong har, historisk sett, vært pusset med hele spekteret av pusstyper, fra ren luftherdende kalkpuss til ren sementpuss. Ved pussutbedring må all løs og skadet puss fjernes. Eventuelle skader i betongunderlaget repareres med en sementbasert reparasjonsmørtel som har tilsvarende egenskaper som den eksisterende betong. Skader forårsaket av armeringskorrosjon utbedres i henhold til NS

3420, kapittel L. Betongunderlaget må rengjøres slik at det blir tilfredsstillende heft mellom ny puss og gammelt betongunderlag. Dersom betongunderlaget har glatt støpehud, sementslam og rester etter formolje må flaten rengjøres med for eksempel sandblåsing eller etsing:

- Sandblåsing/sandvasking river opp flaten, fjerner slamlag og formolje. Dette gir en ren og absorberende flate, med gode vedheftsegenskaper.
- Kjemisk etsing med kiselsyrebasert produkt. Metoden bryter ned spenninger i betongens sintersjikt, reduserer overskudd av finmasser, fjerner formolje/slippmiddel og gir en flate med jevnere og økt absorpsjon. Etsing kan utføres som en del av nødvendig rengjøring før videre arbeider.

Ved pussutbedring må det velges en puss med tilsvarende egenskaper som den omkringliggende puss. Dersom all gammel puss fjernes, står en noe friere i valg av ny puss.

For mekanisk rehabilitering av betong vises til kapittel 7.

4.5.6 Pussreparasjoner på eldre murverk

På eldre murverk murt og pusset med kalkmørtel bør reparasjonsmørtelens sammensetning være mest mulig lik det som har vært benyttet tidligere. For verneverdige bygg har Riksantikvaren utarbeidet egne retningslinjer og krav til materialer. Mørtler som består av en blanding av hydrat kalk og hydraulisk kalk (KKh) kan benyttets på eldre bygg som ikke har status som verneverdige. Disse er ikke så temperaturømfintlige som de rene hydratkalk mørtlene. I enkelte tilfeller kan en svak KC-mørtel vurderes istedenfor ren kalkmørtel særlig på utsatte fasadedetaljer samt ved vanskelige klimaforhold.

Frostbestandigheten til teglstein er avhengig av leirtypen som er brukt, brenntemperatur og evt. tilsetninger. Tidligere ble steinen sortert slik at den mest frostbestandige steinen kom ytterst i konstruksjonen. Fasader ut mot gaten hadde generelt en bedre stein enn fasader mot bakgården. Teglfasader som har stått umalt og upusset kan få frostskafer ved påføring av maling eller tynnsjiksbehandling som slemming eller sekkeskuring. Dersom slik behandling ønskes, bør det tas prøver av teglsteinen for å undersøke frostbestandigheten. Dette gjelder også ved ønske om innvendig etterisolering.

Ved pussutbedring må all løs og dårlig puss fjernes. Støv og smuss fjernes med kosting og/eller støvsuging samt nedskylling med vann fra vannslange. Veggens



Innmuring av teglsteinsbiter. Kilde: Murkatalogen P6: 2003.

vannsugeegenskaper kontrolleres for å bestemme forvanningsbehovet.

Dype sår i underlaget utbedres for eksempel ved innmuring av teglsteinsbiter for å unngå ujevn tykkelse på pusslaget. Dette utføres noen dager før selve pussarbeidet slik at mørtelen får anledning til en viss herding før grunningsmørtel, grovpuss og finpuss påføres.

Et godt resultat av reparasjonen forutsetter:

- At skadeårsaken(e) må være fastslått og fjernet
- Bruk av riktige materialer
- Korrekt utførelse og etterbehandling

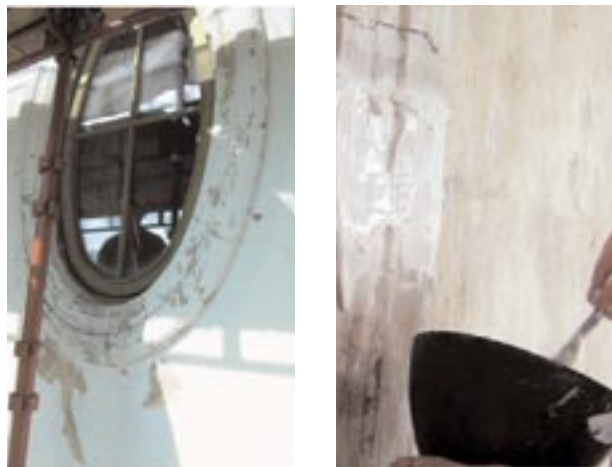
Mange av skadene og problemene med tidligere reparasjoner skyldes feil materialvalg til utbedring og vedlikehold.

Tidligere pussreparasjoner, der det er benyttet for sterke materialer, må derfor fjernes før nye pussarbeider påbegynnes.

All gammel og svak puss kan i prinsippet tilføres nytt bindemiddel og styrkes ved at det påføres kaliumvannglass. Behandlingen gir både økt trykkfasthet og forbedret porestruktur, og derav bedre naturlig vannavvisning. Leverandørens tynningsanvisning må følges. Etter en slik preparering er det kun 1-komponent silikatmaling som kan påføres flaten. 2-komponent silikatmaling og helt rene mineralske malinger er lite egnet på en slik flate.

4.6 Utsmykninger, gipsornamenter

Bygningsmassen fra 1600-tallet og frem til ca 1920 ble utsmykket både ut- og innvendig med gipsornamenter og trekninger. Fremgangsmåtene ved stukkaturarbeid var flere. I tidligere tider ble grunnformen modellert direkte på stedet av kalkmørtel eventuelt iblandet gips. Selve overflaten kunne bli utført i gips. Etter hvert begynte man å støpe gipslister, rosetter m.m. i former, fortrinnsvis for innvendige arbeider. På fasader ble listverk/tekninger utført i kalkmørtel. Ornamentikk som ble plassert relativt beskyttet ble prefabrikkert i gips eller annen egnet støpemasse. Gips er godt egnet til å forme skarpe kanter, plane flater og nøyaktige detaljer, men må beskyttes mot fukt.



Påføring av gips. Kilde: Murkatalogen P6: 2003.



Eksempel på gipsavstøpning av trekning. Kilde: Murkatalogen P6: 2003.



Avtegning av profil over på sink eller messingplate. Kilde: Murkatalogen P6: 2003.



Metallplate montert på slede. Kilde: Murkatalogen P6: 2003.

Typiske skader

- Monterte elementer sitter løst pga. korrosjon i forankringen.
- Utsmykningene har forvitringsskader forårsaket av frost og vann.
- Utsmykningen har sprekker pga. bevegelser i underlaget.
- Utsmykningene er nærmest skjult av mange lag maling som kan være vanskelig å få fjernet uten å ødelegge ornamentene.
- Det er tidligere gjort forsøk på reparasjoner som ikke er teknisk eller utseendemessig tilfredsstillende.

Utbedringsalternativ

Det kan ofte velges mellom flere utbedringsalternativer:

- Demontere de opprinnelige utsmykningene. Ta avstøpninger og lage nye modellformer. Støpe kopier av ornamentene i for eksempel betong som monteres opp og festes med rustfrie skruer eller bolter.
- Beholde deler av utsmykningene. Ta avstøpninger der utskiftning er nødvendig. Støpe og skjøte inn erstatningsdeler.
- Utsmykningene utbedres på stedet.

Trekninger

Trekninger og vindusomramninger utbedres ved å bruke sjablonger lik de opprinnelige profilene. Dersom gamle sjablonger ikke finnes på loft eller kjeller må det lages nye etter nøye oppmåling av uskadet profil.

Sjablonger kan lages fra gipsavstøpninger som tas direkte på bygget. Gipsen påføres kontinuerlig over profilen i flere lag, forsterket med biter av sekkestrie. Før arbeidene begynner, rengjøres overflaten godt, før den påføres et slipemiddel som letter avformingen, for eksempel vanlig oppvaskmiddel. Når gipsen har herdet, (kjennetegnes ved at den er fast og varm), løsnes avstøpningen. Avstøpningen renskjæres og profilen tegnes av på for eksempel en tynn messingplate med tykkelse 1-2 mm. Sjablongen skjæres og files til fra messingplaten, og festes igjen til en kryssfinerplate. Før trekningsarbeidene starter, kan det ved grove dimensjoner være fornuftig å mure inn biter av teglstein. Sjablongen kan festes til et skinnesystem for å sikre rette linjer.

Når det monteres større ornamentene og profiler, gjøres dette ved en kombinasjon mellom liming og mekanisk innfestning. Mekanisk festing gjøres enten med korrosjonsbestandige bolter eller ved festeanordninger som er innstøpt

i elementet. Ved rehabilitering av ornamentene bør innfestingen kontrolleres mht. korrosjon og gjenværende bæreevne.

Eldre bygårder kan ha dekordetaljer produsert i gips, spesielt i takgesims, rundt vinduer og åpninger. Gips skal i motsetning til kalkholdig puss ha en overflatebehandling som er tettende, både mht. luft og vann.

4.7 Etterforankring av murte forblendinger

Korroderte murbindere fører til redusert fastholdelse av forblendingen. Korroderte murbindere skal erstattes med nye bindere i rustfritt stål. I enkelte tilfeller kan murbindere monteres ved innboring igjennom en stein eller liggefuge. I andre tilfeller må en teglstein tas ut for hver binder som skal ettermonteres og deretter settes inn igjen. Etterforankring skal beregnes nøye, der antall murbindere, dimensjon og forankring vurderes.

4.8 Grunnmurer

Konstruksjoner i murverk som står i direkte kontakt med vann i grunnen, utsettes for stor fuktbelastning. Det kan resultere i kapillær oppsuging. Fukt transporteres opp gjennom materialene og kan forårsake følgende skadetyper:

- Frostskader i overflaten
- Saltutslag kan oppstå både ut- og innvendig
- Puss og maling smuldrer opp eller flasser av
- Skjolder og fargeavvik i overflaten
- Innvendige rom er rå og fuktige
- Mugglukst registreres og det kan oppstå råte/sopp i omkringliggende treverk.

Fuktoppsug forårsaket av overflatevann som renner inn mot muren, kan reduseres ved å besørge fall bort fra veggen. Alle nedløpsrør bør ha utstikk slik at ikke vannet trefker konstruksjonen. Fuktvandring fra grunnen kan være vanskelig å stanse uten å gjøre inngrep under bakkenivå. Utbedringsmetode må velges ut fra tekniske, økonomiske og praktiske forhold.

4.8.1 Utvendige tiltak under bakkenivå

Utbedring av grunnmurens/fundamentets drenering:

- Grave opp rundt bygningen
- Utbedre eller skifte drenasjeledningen
- Montere grunnmursplast på muren under bakkenivå og etterfylle med god drenerende masse

- I leirholdig jord omsluttet de drenerende masser av filtduk. Filtduken skal også ligge under drensledningen.

Fordel

Utbedringsmetoden hindrer fremtidig sideveis fuktopp-sug under terrengnivå.

Ulempe

Metoden er arbeidskrevende. Det gjøres inngrep i be-plantning og opparbeidelse rundt bygningen.

4.8.2 Innslissing av tettesjikt

Fysisk fuktsperre slisses inn i form av beslag, folie eller fuktavvisende papp. Tettesjiktet monteres ca. 50 mm over innvendig gulvnivå.

Fordel:

Metoden kan utføres uten å grave opp rundt grunnmur/sokkel.

Ulempe:

Metoden er best egnet der en kan slisse inn i mørtel-fugene. Metoden er mindre egnet på armert betong eller ujevnt stablede natursteinmurer.

4.8.3 Injeksjonssperre

Flere steder i Europa benyttes en injeksjonssperre i grunnmur. Porene i murverket isoleres med en spesiell væske, slik at den kapillære sugeevnen nøytraliseres.

4.8.4 Fuktjerning ved elektro-osmose

Fuktighet i kjellerveggkonstruksjon er elektrisk ledende fordi vann består av positive og negative ioner. Ved å etablere et spenningsfelt i og omkring veggen kan det etableres en vandring av de negative ionene. Vannmolekylene kommer i bevegelse og kan ledes ut av veggen.

Fordel:

I forhold til andre metoder er det bare nødvendig med moderate inngrep i konstruksjonen.

Ulempe:

Metoden vil ikke kunne tette større lekkasjer i form av sprekker og riss. På konstruksjoner der det er betydelig mengde salt som suges opp kapillært, har metoden vist seg å ha noe varierende effekt.



Oppgraving for fuktsikring av kjellermur



Muren ferdig fuktsikret og isolert utvendig. Isolasjonsleverandøren kan gi råd om knotteplast bør plasseres utenfor isolasjon eller mellom isolasjon og vegg.



Toppen av fuktsikringen bør sikres med et kronebeslag. Her er det i tillegg plassert store steiner i bakken langs muren for å unngå vilkårlig utplassering av klatreplanter.

4.8.5 Pussreparasjoner over bakkenivå, offerpuss

Mur med permanent oppstigende fukt og pusset med tradisjonelle mørtler vil med stor sannsynlighet bli skadet av frost og salter, både i puss og i malingsjikt. Hvis ikke fukt-kilden kan elimineres kan slike konstruksjoner pusses med spesialmørtler, såkalt offerpuss eller saltsaneringsmørtel.

Ved bruk av offerpuss kan fasadens høyereliggende deler skånes fordi oppstigende fukt ikke kan passere offersjiktssonen når denne er riktig dimensjonert. Offerpuss er spesielt sammensatte produkter, som må kjøpes fabrikkfremstilt og behandles i samsvar med leverandørens anvisninger for at de ønskede egenskaper skal oppnås. Ved bruk av offerpuss settes det spesielle krav til både tillaging, utførelse og herdetider.

4.9 Balkonger

Dårlig og mangelfullt vedlikeholdte balkonger kan representere et stort faremoment. Balkonger som har mistet sin bæreevne vil ved overbelastning kunne falle ned.

Nedfall av løs betong kan føre til personskade eller skade på gjenstander som befinner seg under balkongen. Utbedring av skader på et tidlig tidspunkt og forebyggende vedlikehold er viktige tiltak for å redusere vedlikeholdskostnadene og forebygge faren for at kritiske skader og ulykker kan oppstå.



Eksempel på arbeid med offerpuss.



Korroderte bærebjelker i balkonggulv.



Korrodert armering i utkraget balkonggulv.

Balkonger bygd før 1940 er stort sett utført av utkragete stålbjelker helt eller delvis innstøpt i betong. Slike balkonger kan ha omfattende korrosjonsskader med betydelig reduksjon av bæreevnen, spesielt i det kritiske innspenningsnittet ved veggliv. Balkongplater i støpt betong kan ha kraftige sprekke-dannelser og avskallingskader langs stålbjelkene.

Balkonger bygd etter 1940 er i hovedsak utført med bærende balkongplater i armert betong. Skadebildet for disse balkongene består i avskallingskader samt frilagt og korrodert armering.

4.9.1 Tilstandsvurdering av balkonger

En tilstandsvurdering av balkonger i armert betong omfatter kontroll av skader, sprekker, bruk av covermeter for å finne armeringens overdekning, bruk av fenolftalein for å kartlegge karboniseringsdybde, kontroll av betongen for å finne evt. kloridinnhold og potensialmålinger for å undersøke om armeringen korroderer. Bæreevnen til balkongen bør kontrolleres. Rekkverksinnfestninger bør kontrolleres.

Dersom balkongens overflate er dekket med beslag må dette fjernes slik at tilstanden kan kartlegges. Ut i fra resultatene fra en tilstandsvurdering bør det vurderes om det er økonomisk å rive balkongen og sette opp ny, i stedet for å rehabilitere den eksisterende.

4.9.2 Balkonger i armert betong

Korrosjon

Betongskader som følge av armeringskorrosjon er den

mest dominerende skadeårsak på balkonger i armert betong. Når stål ruster dannes det korrosjonsprodukter som har et atskillig større volum enn det opprinnelige stålet. Volumøkningen kan føre til at betongen som dekker armeringen sprenses løs. Armeringen kan begynne å korrodere dersom betongen er karbonatisert eller kloridinfisert.

Karbonatisering

Fersk betong er alkalisk og har en pH-verdi på ca 13. Det basiske miljøet gjør at det dannes et beskyttende oksidlag på armeringens overflate. Karbonatisering skjer ved at karbondioksyd fra luften trenger inn i betongen og inngår i kjemisk reaksjon med sementens kalsiumhydroksyd. Ved tilstedeværelse av vann dannes kalsiumkarbonat. Karbonatisert betong vil ha en pH-verdi på ca 9. Armeringsjern i betong med så lavt pH-nivå er ikke alkalisk beskyttet og vil kunne korrodere om den blir utsatt for fukt. Korrosjonen skjer på hele armeringens overflate, og sprekker oppstår pga volumøkningen. Armeringens overdekning og betongens v/c-tall har stor betydning for hvor raskt armeringen begynner å korrodere.

Kloridinitert korrosjon

Betong kan inneholde klorider fordi tilslagsmaterialene har vært kloridholdige eller fordi det er trengt klorider inn i betongen fra omgivelsene. Tidligere ble det benyttet akselererende tilsetningsstoffer på kloridbasis, dette er i dag ikke lov. Korrosjon forårsaket av klorider er spesielt farlig

fordi den passiverende oksidfilmen på armeringen kan nedbrytes på et lite område slik at det dannes groptæring. Korrosjonen foregår lokalt og armeringstverrsnittet kan bli sterkt redusert.

Utbedringer kan gjøres i samråd med NS 3420-L og etter allmenne prinsipper i RIF-norm for betongrehabilitering. Det er imidlertid påkrevet å benytte produkter som tilfredsstillende NS-EN 1504 om produkter og systemer for beskyttelse og reparasjon av betongkonstruksjoner.

Følgende deloperasjoner er aktuelle:

- Fjerne løs og dårlig betong. Betongflater rengjøres med for eksempel sandblåsing. Rengjøringen skal fjerne sementslam, gammelt belegg og maling og betongens porer skal åpnes.
- Langs korrodert armering skal betongen fjernes til 50 mm inn på ikke korrodert armering. Bak korrodert armering skal betongen frilegges i en dybde på minimum 2 cm.
- Korrodert armering rengjøres med for eksempel sandblåsing fra SA grad 2,5, dvs. metallisk rent.
- Armering med redusert bæreevne fjernes og erstattes med ny armering.
- Egnede korrosjonsbeskyttelse påføres den rengjorte armeringen.
- Forskaling av større sår og hjørneskader
- Forvanning/heftbro mellom rengjort betong og ny reparasjonsmørtel påføres
- Utbedringer foretas med reparasjonsmørtel med tilsvarende fasthet og egenskaper som den eksisterende betongen.

4.9.3 Stålomrammede betongbalkonger

Balkonger fra tidlige perioder har vanligvis ikke armering, men holdes oppe av en omramming formet av en stålprofil, ofte med ytterligere stålprofiler festet mellom vegg og ytterkant som lastfordeler. Denne stålrammen er ofte sterkt korrodert, og bør som regel skiftes ut helt eller delvis. Er stålet tilsynelatende i tilfredsstillende stand langs ytterkantene, må tilstanden i vegglivet likevel kontrolleres. Stålbjelkene frilegges i vegglivet ca. 100-150 mm inn i veggen. (Husk understøttelse før arbeidene begynner.) Ståltverrsnittet måles. Dersom tverrsnittet er korrodert, må tverrsnittets bæreevne kalkuleres. Dersom tverrsnittet er tilfredsstillende og stålet velges beholdt, må omrammingen sandblåses og påføres korrosjonsbeskyttelse før nytt

balkongdekke støpes.

Dersom ståltverrsnittet ikke lenger er tilfredsstillende eller omrammingen for øvrig er for redusert, finnes følgende alternative løsninger, dersom det er ønskelig å opprettholde form og dimensjon på balkongen:

- Fjern murverket rundt stålprofilen tilstrekkelig inn i veggen slik at en ny stålramme kan sveises på eksisterende innspente stålprofil. Kontroller først at det gamle stålet er sveisbart.
- Langsgående armering tres gjennom steget i stålprofilene, og nytt betongdekke støpes.
- Bytt ut eksisterende stålprofil med nytt, varme-forsinket stål. Dette kan innebære at man må inn i bakenforliggende bjelkelag. La stålbjelkene krage ut i balkongens bredde uten å lage en komplett stålramme og tre armering gjennom hull i bjelke-stegene. Konstruksjonen må dimensjoneres av kvalifisert person.

Balkongdekket forskales etter mål fra eksisterende balkonger. Dryppnese må etableres. Betongen som velges bør være en C45-kvalitet.

4.9.4 Membran på balkongens overside

På balkongens rengjorte og reparerte overflate påføres en tett membran, for eksempel basert på epoksy eller polyuretan. Arbeidene må ikke starte før betongen er ferdig herdet. Det innebærer vanligvis minimum 5-6 uker, avhengig av temperatur. Før membranen legges, skal ny betongoverflate slipes for å oppnå tilstrekkelig renhet og glatthet.

Membranen skal dekke balkongens overflate, forkant og føres over dryppnesen. Membranen skal være tett for å hindre inntrenging av fukt. På større balkonger som er utsatt for temperaturbevegelse bør det velges fleksible membraner som kan oppta de beregnede bevegelser. Riss og sprekker utbedres før membranlegging. Mindre riss kan tettes med for eksempel lettflytende epoksy som pensles/helles på gjentatte ganger til risset er fullt. Større riss og sprekker utbedres med egnet reparasjonsmørtel. Materialleverandørens anbefalinger må følges.

4.9.5 Maling på balkongens underside

På balkongens rengjorte og reparerte underside påføres en egnet maling for eksempel en karbonatiseringsbremsende, men diffusjonsåpen maling. Det kan være aktuelt å porefylle flatene før maling. Materialleverandørens anbefalinger må følges.

4.9.6 Generelt

Balkongens avløpsrør kontrolleres og gjøres eventuelt større etter behov. Avløpsrør som går igjennom balkongplaten skal skrånkes og føres et stykke ned under plata slik at vannet blir ledet vekk fra konstruksjonen. Dersom det mangler dryppnese bør dette ettermonteres.

Hulkil inn mot veggen kontrolleres og evt. Utbedres. Dersom hulkil ikke er anlagt fra tidligere, skjæres pussjiktet ca. 40-50 mm fra overkant balkongdekke og fjernes, slik at hulkil kan bygges opp i membransjiktet.

4.10 Spesielle hensyn ved nedrigging av stillas

Ved puss- og malingsarbeid fra stillas er det viktig å gjøre tiltak for å unngå at stillasnivåene blir "synlige" på fasaden. Ved avsluttende pussarbeid og spesielt ifbm. finpussing, bør arbeidene planlegges og bemannes slik at man unngår struktureforskjeller og tørre skjøter i overganger mellom stillasnivåer. Det er viktig med god avstand mellom stillas og vegg for å gi gode arbeidsvilkår for murerne.

Det er således også viktig at innfestingsstag rengjøres for mørtelsøl før finpussing påbegynnes og at øyeskruer har god avstand til pussoverflaten. Ved nedrigging av stillas er det spesielt viktig at hullene etter stillasstagene forsegles og overflatebehandles på en måte som gjør at resultatet blir lite synlig.



God bemanning er et godt virkemiddel mot synlige pusskjøter



Renskjæring av sårsted etter stillasfeste.



Fylling av hulrom kan utføres med fugemasse, alternativt med propper.



Overflaten dekkes med en slurry basert på en blanding av finpusmørtel og maling.



Overflaten bearbeides slik at strukturen blir mest mulig lik omkringliggende pussflate.

5 Maling og overflatebehandling

5.1 Innledning

Det mangler en nøytral oversikt og sammenlikning over murmalinger. Norsk Puss- og Mørtelforening har derfor gruppert forskjellige malingstyper basert på tilgjengelige datablader.

Det finnes ingen malingsystemer som kan reparere et dårlig underlag. Det er derfor viktig at pusslagene utbedres med ønsket struktur før maling påføres. Ofte må tidligere malingslag fjernes.

Variierende underlag finnes på de fleste eldre murbygninger, og de er ofte satt sammen av flere materialer som jern, støpt gips, gipsmørtel eller Portland sement, for å fremheve arkitektoniske og dekorative detaljer.

5.2 utfordringer

Den største årsaken til forvitring og oppløsning av veggens materialer er fukt. Fuktens negative egenskaper er at den fryser og utvider seg, den løser opp salter som har forskjellige relativ likevektsfuktighet, og kan dermed gi problemer med saltutfellinger og akkumulering av fuktighet p.g.a. hygroskopiske salter. Fukten gir dessuten næring til forskjellige biologiske vekster.

En annen trussel for luftherdende kalkpuss er mangel på lufttilgang. Karbonatiseringsprosessen er avhengig av tilgang på CO₂ for å hindre at pussene forringes og taper styrke (pulveriseres). Dersom lufttilgangen hindres samtidig med at det akkumuleres fuktighet og oppløste salter under en tett maling vil fuktigheten løse opp CaCO₃ til CaO og gi kalkskorper og pulverisert puss. Saltene vil også bidra til å pulverisere det ytterste laget av pussene. En kalkpuss tåler derfor ikke å være dekket av en tett filmdannende maling.

For armert betong er det annerledes. Det er vesentlig å hindre at armeringen korroderer. Fersk betong har en høy nok pH som gir jernet korrosjonsbeskyttelse. Karbonatiseringen av betongen vil starte i de ytterste sonene og arbeide seg innover. I de karbonatiserte sonene vil pH synke og jernet utsettes for fare for korrosjon. Det er derfor viktig å bremse tilgangen av CO₂ for å forhindre armeringskorrosjon.

I forbindelse med overmaling av gamle fasader er det viktig å kjenne underlagets materialegenskaper. Forhold som kan påvirke disse egenskapene er:

Fukt:

- Den fryser og utvider seg
- Løser opp salter med forskjellige relativ likevektsfuktighet
- Gir næring til biologisk vekst
- Karbonatiseringsprosessen
- Fuktighet med oppløste salter vil løse opp CaCO₃ til CaO

Tett maling på kalkpuss (luftkalk) vil føre til:

- Kalkskorper og pulverisert puss

Åpen maling på armert betong:

- Vil ikke bremse tilgangen av CO₂ for å forhindre armeringskorrosjon

5.3 Malingens hensikt

5.3.1 Vellykket resultat

Et vellykket resultat er avhengig av godt håndverk i både murens utforming (pussoppbygging, beslag og avrenning), riktig valg av malingstype/malingsystem og korrekt rengjøring, forbehandling og påføring av overflatebehandlingen. For at murmalingen skal få vedheft må underlaget være fast og ha en fettfri overflate som har sug.

Et vellykket resultat krever:

Korrekt utbedring av underlaget:

- Fjerne tidligere skadelig maling
- Fjerne løst materiale (puss, maling)

Korrekt forarbeid:

- Rengjøring
- Forbedre styrken, konsolider smittende overflater

Korrekt malingsvalg

- Valg av egenskaper. Ulikt underlag krever ulik maling.

Korrekt påføring

- Overflatebehandlingen kan bestå av et system av flere produkter

5.3.2 Valg av malingstype/malingssystem

Valg av maling må sees i sammenheng med følgende punkter:

- Veggens materialer og oppbygning
- Sekundære reparasjoner
- Tidligere maling(er)
- Overflatelagets tilstand
- Bygningens omgivelser, miljø og eksponering for fuktighet
- Ønsket vedlikeholdsintervall

5.3.3 Estetiske forhold ved en malt vegg

Valg av gal type maling og påføringsmetode, uheldig utformede detaljer og manglende vedlikehold kan føre til:

- Skjolder
- Partiell tilsmussing
- Utfelling
- Materialbortfall
- Tilgroing

5.3.4 Beskyttelse

Veggen skal beskyttes mot:

- Fuktighet
- Kjemisk nedbrytning
- Fysisk/mekanisk belastning
- Biologisk vekst

5.4 Malingens komponenter

Bindemidlene holder pigmentkornene og fyllstoffene sammen og gir feste til underlaget. Bindemiddelet er som regel fortynnet med et løsemiddel. Det er ikke kun bindemiddeltypen som er avgjørende for malingens egenskaper. Mengde bindemiddel og andre tilsetninger er også vesentlig.

I tillegg til bindemiddel, pigment og løsemiddel inneholder de fleste malinger fyllstoffer (ekstendere) som gjerne er pulveriserte hvite mineraler som blir fargeløse i olje (f. eks. sinkoksid, dolomitt, kalksteinsfiller, PCC og GCC) og skal gi malingen riktig konsistens, økt styrke og påvirke glansen.

Andre hjelpestoffer som tilsettes for å bedre malingens egenskaper kan være biocider og stoffer som hindrer pigmentene i å bunnfelle.

Generelt inneholder de fleste malinger:

- Bindemiddel (holder pigmentkornene og fyllstoffene sammen og gir feste til underlaget)
- Fortynningsmiddel/løsemiddel
- Pigmenter

- Fyllstoffer/ekstendere (pulveriserte hvite mineraler)
- Hjelpestoffer (biocider, koaguleringshindrende stoffer). Bruk av biocider bør begrenses.

En maling kan også inneholde:

- Hydrofobere midler
- Karbonatiseringshemmende midler

5.5 Malingens bindemiddel

Det finnes standarder for klassifisering av murmalinger, men tradisjonelt deles disse inn i uorganiske (mineralske) og organiske etter type bindemiddel og innhold av tilsetningsstoffer.

Uorganiske forbindelser er blant annet:

- Kalsiumkarbonat, kalsiumoksid, sement eller kaliumsilikat (vannglass).

Organiske forbindelser er blant annet:

- Harpikser av akrylater (polyakrylat eller akrylat), alkyder, epoksy, silikon eller vinyl (polyvinylacetat eller PVA)
- Oljer, animalsk lim, methylcellulose og kasein
- Bitumen, polyester, polyuretan, klorinerte gummiforbindelser.

Bindemidlene kan inndeles i:

- Vannløslige, som i emulsjonsmalinger (der emulsjonen er emulgert i vandige dispersjoner), akrylatdispersjonsmalinger
- Løsemiddelbaserte er først og fremst ren linolje og alkydoljemalinger (vegetabilsk terpentin eller petroleumproduktet white spirit).

Av miljømessige hensyn skal det ikke brukes løsemidler i maling. Det vil derfor bli mer fokus på vannløslige (akrylat)dispersjoner.

5.6 Uorganiske malingstyper

Den tradisjonelle inndeling av malingstyper for fasade-rehabilitering omfatter uorganiske/ mineralske basert på kalk, kalksement (KC), sement eller kaliumsilikat (silikatmaling).

5.6.1 Kalkmaling

En kalkhvitning/kalkmaling lages av lesket kalk og ble

tradisjonelt laget på stedet. Malingen herder ved karbonisering. Den kan tilsettes uorganiske pigmenter. Det kan være vanskelig å pigmentere kalkmalinger, da mange pigmenter ikke er kalkekte. Det er for eksempel vanskelig å få sterke farger, f.eks. blå og grønn. Det finnes også fabrikkfremstilte kalkmalinger av tørrlesket kalk tilsatt dolomitt, methylcellulose og tensider som emulgator. Malingen finnes både som pulver og våtblandet, med eller uten pigment.

5.6.2 Silikatmaling

En silikatmaling kan være en-komponent eller to-komponent og består av uorganiske pigmenter, kaliumsilikat, fyllstoff og forskjellige additiver. Malingen herder ved at vannet fordampes og vannglasset (kaliumsilikatet) reagerer med CO₂ fra luften og danner en gel av kiseltsyre. Vannglasset reagerer også med pussen og konsoliderer og binder seg til denne.

Den tyske DIN-norm nr. 18 363 pkt. 2.4.1 definerer at det ikke skal være mer enn til sammen 4,5 % organiske tilsetninger i malingen for at det skal kunne kalles en ren silikatmaling. Dette kan være polymerdispersjon (som akrylater) eller andre hjelpestoffer som organiske stabilisatorer for å gjøre det mulig å lage en en-komponent silikatmaling (silikat dispersjonsmaling), i tillegg til biocider eller hydrofoberende midler.

5.6.3 Kalksement-/sementmaling

Disse malinger fås som pulver og blandes på stedet. Herdningen (hydratiseringen) skjer raskt og malingen har relativt kort brukstid. Malingen inneholder hvit portlandssement, hydratkalk, dolomitt, uorganiske pigmenter og kan være tilsatt ca. 5 % lateks for å forbedre vedheften og gi en viss hydrofoberende effekt.

5.7 Organiske malingstyper

Siden 1950 har det kommet en del nye malingstyper:

- Organiske malinger basert på oljer eller akrylater, PVA og forskjellige blandinger av forskjellige løsemidler
- Oljemaling/ oljeemulsjonsmaling
- Silikonemulsjons-/silikonharpiksmaling
- Akrylatdispersjonsmaling (lateks)
- Pliolite maling

Tradisjonelt har det vært brukt oljemaling på påkostede murfasader. Undersøkelser av gamle fasader viser at det under oljemalingen ofte er ett/flere lag med kalkmaling. Deretter en oljeseis som isolasjon og for å forhindre forsåping. Tradisjonell oljemaling er en linoljemaling, en blanding av kokt linolje og pigmenter. Linoljen har lav viskositet og trenger dermed minimalt med tilsetning av løsemiddel for å gi de ønskede egenskapene som bindemiddel. Etter rundt 1960 ble den fortrent av alkyd-oljemaling. Alkyd er viskøs polyester som trenger rundt 50 % løsemiddel for å bli tyntflytende nok til å være et bindemiddel. Alkydoljen blir gjerne kombinert med ulike oljer samt løsemiddel for å få de ønskede egenskaper. En alkydoljemaling kan inneholde en del linolje, men vil likevel ha andre egenskaper enn en ren linoljemaling. En oljeemulsjonsmaling er en maling der en harpiks av oljer (oljeemulsjon) er dispergert med polyakrylat. Den kan også kalles en oljeforsterket lateksmaling.

En kuriositet er en annen oljeemulsjonsmaling, Komposjonsmaling. Det er en tradisjonell maling primært brukt på uhøvlete trebygninger (Faluröd slamfärg) men som var et alternativ på kalkpussete bygninger istedenfor kalkmaling. Den er en meget åpen helmatt maling som tradisjonelt bestod av rugmelsklister, pigmenter og vann,

Kalkmaling i pulver	En-komponent silikatmaling	Silikonhartsmaling
Additiver Filler Pigmenter Vann		
Bindemiddel kan bestå av tørrlesket kalk og 2,5 vekt-% akryler. Ingen regler for maks andel organiske bindemiddel.	Bindemiddel består av vannglass og inntil 4,5 vekt-% akryler	Bindemiddelandel kan variere fra 14/60/40 (dvs 14 vekt-% bestående av 60% silikon og 40 % akryl), til 10/50/50 og 6/37/70

Tabell 5.6 Vanlige malingers hovedbestanddeler.

og ble kommersielt produsert med methylcelluloseklistre, linolje, pigmenter, biocider og vann.

Akrylatmalinger inneholder det plastiske bindemiddele polyakrylester, vinylester eller PVA (polyvinylacetat) og pigmentene er brutt ned til små partikler og løst i vann (dispergert). En fellesbetegnelse på dette er lateksmaling eller plastmaling. Malingen vil være tilsatt en emulgator som stabiliserer malingen og hindrer at den skiller seg (koagulerer). Når malingen er påført vil vannet fordampe og bindemiddelet polymeriseres til en film. Malingen ble introdusert på tidlig 1950-tallet og Jotun produserte akryldispersjonsmalingen Fenom fra 1956.

En samlet murbransje har gått ut mot organiske malinger, og da tenker vi oftest på tette filmdannende plastmalinger. Et nyere og omdiskutert produkt er silikon/silikonharpiksmalingene.

Silikonharpiksmaling minner om en silikatmaling, men den kalles en "hybridmaling" fordi den er en kombinasjon av et organisk og et uorganisk material. Silanmolekylet polymeriseres til silikonharpiks som er utgangspunktet. En silikonharpiksmaling må ha et tillegg av polymerdispersjon (akrylater). Den kan derfor ikke kalles en uorganisk maling. De ulike malingene er tilsatt ulike mengder som gir bestemte egenskaper til malingene. Generelt kan det sies at en silikonharpiksmaling inneholder en blanding av:

- Silikonharpiksemulsjon
- Vann
- Polymerdispersjon
- Fyllstoffer
- Pigmenter
- Hjelpetoffer.

I mangel av en klar standard har de i Tyskland definert en ekte silikonharpiksmaling til at den minst skal inneholde 50 % silikonharpiks (eller ikke overstige 50 % av andre tilsetninger). Dersom det kun står silikonemulsjonsmaling kan det med andre ord være en ren akrylatdispersjonsmaling som er tilsatt litt silikonharpiks p.g.a. harpiksens gode egenskaper.

Pliolite malinger er en termoplast oppløst i et løsemiddel med en pliolite-harpiks som enten er basert på syntetisk gummi som styren-butaden eller vinyl toluen-akrylat samt pigmenter. Malingen er mye brukt som fasademaling

spesielt i Frankrike (tidligere Goodyear, nå produseres av Eliokem). I Norge hadde Nordsjø en variant fra tidlig 1960-tallet. I dag selges den under navnet Glamur helårsmaling.

For å illustrere åpenhet og porestruktur på forskjellige typer maling er her medtatt tre mikroskopibilder av malingstyper, illustrert fra en produsent. (Se neste side)

■ 5.8 Behov for grunning, seis og primer

Tilstanden på underlagets overflate er ofte avgjørende for om det er nødvendig med en forbehandling i form av grunning, seis eller impregnering. For et svært porøst og sugende underlag kan det være en fordel å binde partiklene. Selv om mange malinger krever et sugende underlag, er det best at det er et jevnt sug for å forhindre skjolder. En forbehandling kan også være en filler/grunning tilsatt et fint tilslag for å jevne/fylle sprekker og riss. Behovet kan begrunnes med:

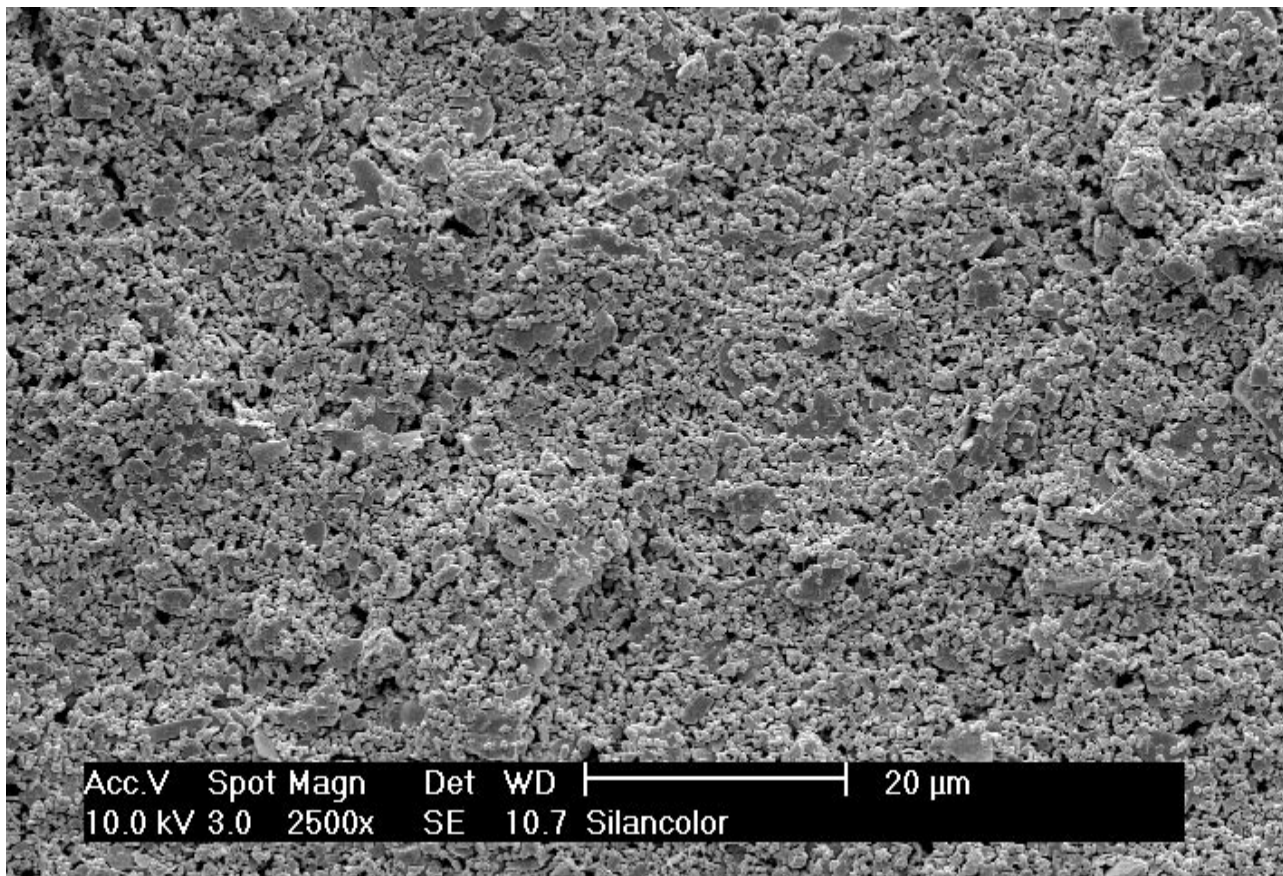
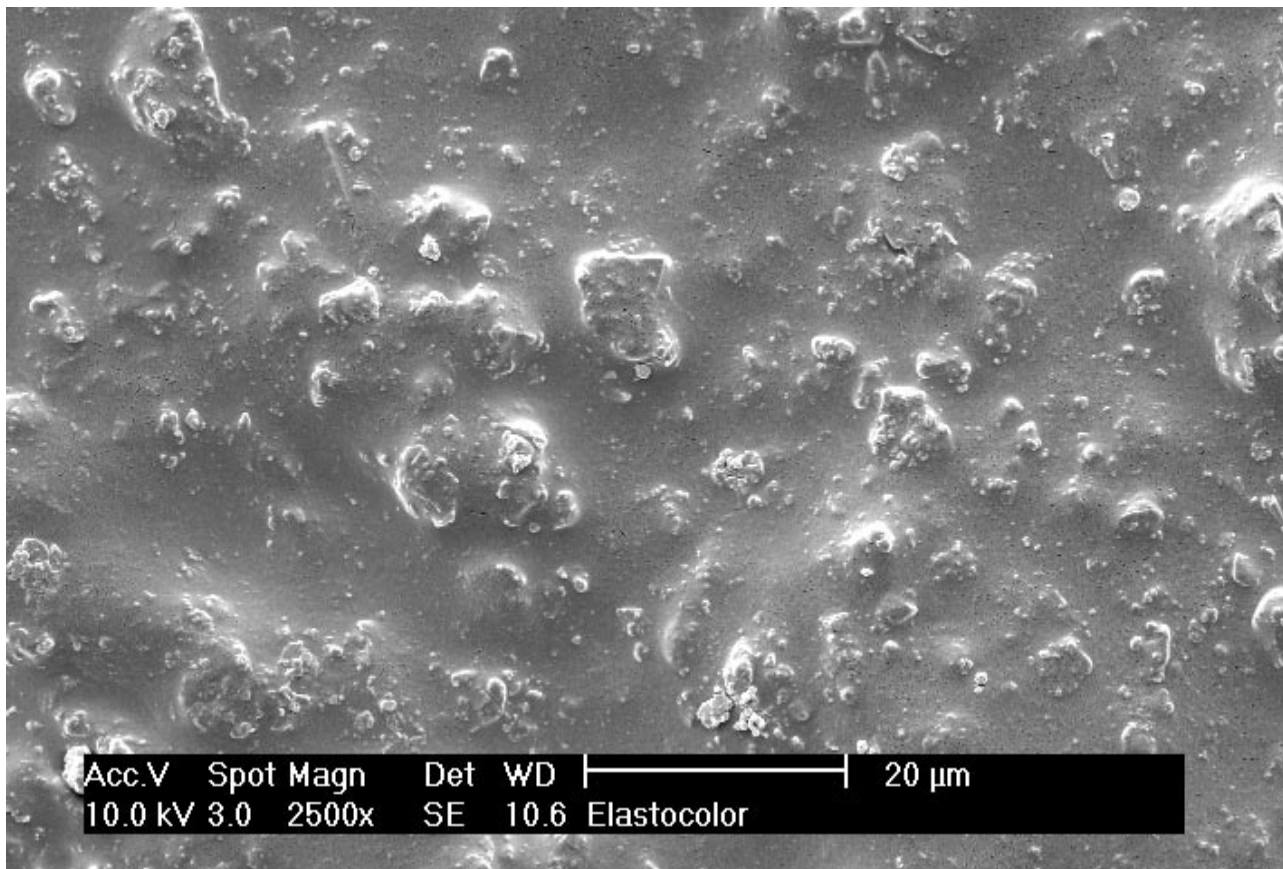
- Overflaten gir bedre vedheft for malingen
- Gir et jevnere resultat
- Reduserer malingsforbruket
- Hindre uheldige kjemiske reaksjoner

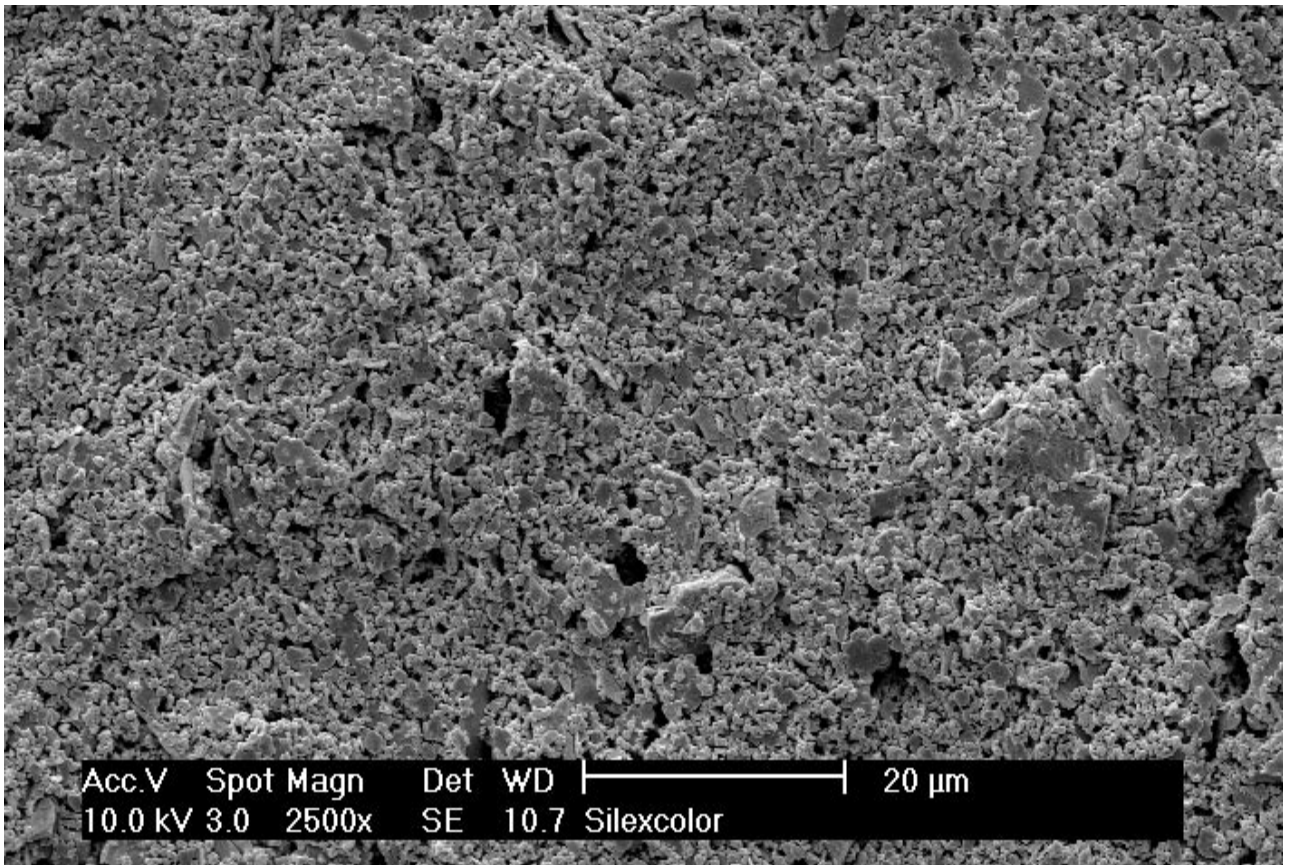
Kalkmaling, KC-maling og sementmaling skal ikke påføres noen grunning da malingen krever et sugende underlag og underlaget skal forvannes godt før påføring med kost. Ved bruk av silikatmaling blir underlaget først mettet med en fortyntet vannglassoppløsning for å forhindre for sterkt sug.

Ved bruk av moderne dispersjonsmalinger av forskjellige harpikser, anbefales det stort sett å bruke en grunner/primer for å gi en bedre vedheft for malingen. Disse malingene reagerer ikke med underlaget, men danner en film på overflaten som ofte trenger et "lim" for å sikre vedheft.

Oljemaling har historisk vært brukt på bekostede kalkpussete gatefasader. Oljemaling på ny kalkpuss er kjemisk vanskelig, da det vil gi forsåpingsreaksjoner. Men pussens alkalitet reduseres etter noen år med karbonatisering. Ofte ble fasadene først kalket. Før oljemaling, ble fasaden grunnet med en mettet såpeoppløsning.

Tradisjonelt var en seis gjerne en fortyntet olje. En moderne grunning/seis eller primer er ofte et fortyntet løsemiddel som er tilpasset de forskjellige malingsproduktene.





5.9 Behov for impregnering

Enkelte materialer må impregneres/isoleres før overflatebehandlingen påføres. Dette gjelder gips, som er hygroskopisk og ikke tåler for mye fukt uten å gå i oppløsning. Uorganiske malinger som kalkmaling blir fiksert med påsprayet kalkvann, og silikatmaling blir fiksert med en påføring av fortynnet vannglass (1:1) for å gi en konsoliderende effekt.

Andre impregneringer gir en ren vannavstøtende effekt, en hydrofobering, uten å gjøre overflaten diffusjonstett.

Formålet med ev. impregnering kan være:

Isolering:

- Enkelte materialer må impregneres f.eks. gips, som er hygroskopisk

Fiksering:

- Kalkmaling blir fiksert med kalkvann
- Silikatmaling blir fiksert med fortynnet vannglass (1:1)
- Smittende rå betong kan fikseres for å binde støv

Hydrofobering:

- En vannavstøtende effekt uten å gjøre overflaten diffusjonstett
- Reduserer den kapillære sugeevnen

Optiske egenskaper på impregneringen:

- En klar UV-beständig væske som gjør overflaten noe mørkere

Kjemisk sammensetning av impregneringen:

- Silaner, siloksaner eller silikonharpikser oppløst i organiske løsningsmidler
- Ikke filmdannende, legger seg oppå overflatene også i sprekker og riss
- Evt. kjemikalierester blir forseglet og kan gi reaksjoner med fukt i veggen

Impregneringen er en klar væske som påføres hele fasader eller kun utsatte steder og reduserer den kapillære sugesevnen i den sonen den er påført og så langt inn som den trenger inn. De er ofte basert på forskjellige silisiumforbindelser som silaner, siloxaner eller silikonharpikser oppløst/fortynnet med organiske løsningsmidler.

Impregneringen er ikke filmdannende, men legger

seg på alle overflatene også i sprekker og riss. Overflatens porer tettes ikke, men avsatte kjemikalierester og salter på overflaten vil bli forseglest og kan gi problemer p.g.a. reaksjoner med fuktighet i veggen.

5.10 Egenskaper for maling

Diffusjonsåpenhet henspeiler på porøsiteten i malingslaget, og dermed muligheten til å "puste". Her må det vurderes hva som er ønskelig, om muren er kalkpusset og dermed avhengig av å få tilført CO₂ fra luften eller om den trenger beskyttelse mot CO₂ inntrengning. Uansett er muren avhengig av at fuktighet (damp) må få slippe ut. Manglende diffusjonsåpenhet gir som konsekvens problemer med manglende vedheft, biologisk vekst under maling og oppløsning av puss i overflatesjiktet. Definisjoner av dampåpenhet/dampmotstand er uklar. Terminologien er upresis: Meget åpen, Åpen, Tett, Tilstrekkelig tett osv. Malinger klassifiseres i NS-EN 1062-1 avhengig av om bindemiddelet er løselig i vann eller i løsemiddel.

- Diffusjonsåpenhet/ dampmotstand
- Fuktegenskaper
- Oppløselighet
- Styrke
- Glans
- Dekkevne

Malingen skal ikke være for sterk, være elastisk eller filmdannende. Forholdet mellom tørrstoff (pigment og fyll-

stoffer) og det flytende bindemiddelet er avgjørende for malingens smidighet, dekkevne og glans. Dette forholdet kalles pigment-volumkonsentrasjon, forkortet PVK. Jo mer pigment og fyllstoff, desto mer viskøs og mindre smidig blir malingen. Etter opptørking vil malingen dekke godt, men overflaten vil være porøs, matt og kanskje smittende. En "fetere" maling d.v.s. et lavt innhold av tørrstoff i forhold til bindemiddel, gjør at malingen flyter bedre, malingslaget blir tettere, men mindre dekkende, og får en blakkere overflate.

5.11 Standarder

DIN 18 363 pkt. 2.4.1 definerer ren silikatmaling som er begrenset av maksimalt 4,5% organiske tilsetninger. For ekte silikonharpiksmaling anbefaler foreningen en minimumsandel med 50 % silikonharpiks.

NS-EN 1062-1 klassifiserer malinger i følgende grupper:

- Vannløslig
- Løsemiddelbasert

Standarden omfatter et generelt system for beskrivelse av beleggsmaterialer og -systemer for bevaring, dekor og beskyttelse av utvendig ny og gammel, malt eller umalt murverk og betong.

Standarden omfatter også et klassifikasjonssystem basert på visse fysiske egenskaper. I følgende underpunkter angis klassifisering av egenskaper.

5.11.1 Gjennomtrengelighet av vanndamp

NS-EN ISO 7783-2 Bestemmelse og klassifisering av graden av gjennomtrenging av vanndamp, angir følgende klassifisering:

Tabell 4 - Classes for water vapour transmission rate (V)

Klasse		Krav	
		g/(m ² · d)	m ^a
V ₀		ingen krav	
V ₁	High	> 150	< 0,14
V ₂	Medium	≤ 150 > 15	≥ 0,14 < 1,4
V ₃	Low	≤ 15	≥ 1,4

a - Values in diffusion equivalent air thickness (S_d) in accordance with EN ISO 7783-2

5.11.2 Vanngjennomtrengningsgrad (fritt vann)

NS-EN 1062-3 Bestemmelse av vanngjennomtrengningsgrad (fritt vann), angir følgende klassifisering:

Tabell 5 - Classes for liquid water permeability (W)

Klasse		Krav kg/(m ² · h ^{0,5})
W ₀		ingen krav
W ₁	High	> 0,5
W ₂	Medium	≤ 0,5 > 0,1
W ₃	Low	≤ 0,1

5.11.3 Karbondioksidpermiabilitet

NS-EN 1062-6 Bestemmelse av karbondioksidpermiabilitet, angir følgende klassifisering:

Tabell 7 - Classes for carbon dioxide permeability (C)

Klasse	Krav	
	g/(m ² · d)	m ^a
C ₀	ingen krav	
C ₁	< 5	> 50

a - Values in diffusion equivalent air thickness (S_a) in accordance with EN 1062-6

5.11.4 Egenskaper for sprekkeoverbygging

NS-EN 1062-7 Bestemmelse av egenskaper for sprekkeoverbygging, angir følgende klassifisering:

Tabell 6 - Classes for crack-bridging (A)

Klasse	Krav	
	µm	at a speed mm/min
A ₀	ingen krav	
A ₁	> 100	-
A ₂	> 250	0,05
A ₃	> 500	0,05
A ₄	> 1250	0,5
A ₅	> 2500	0,5

5.12 Overflatebehandling

Det bør velges malingskvaliteter som best mulig samvirker med den opprinnelige benyttede pusstypen, se tabell 4.6.

På pusset murverk anbefales det bruk av mineralske malingstyper. Generelt anbefales ikke organiske malinger basert på akryl, lateks eller Pliolite på pusset murverk. Dette er nærmere begrunnet i kapittel om maling.

Kalkmaling

Kalkmaling består av hydratkalk (våt- eller tørrlesket) tilsatt pigmenter og fyllstoffer. Den gir fasaden en fullstendig diffusjonsåpen, matt flate med rikt fargespill.

Silikatmaling

Den opprinnelige silikatmalingen, det som i dag omtales som tokomponent silikatmaling, består av flytende kaliumsilikat og mineralsk, tørt pigment som plass-

blandes umiddelbart før bruk. Dispersjonssilikat, eller 1-komponent silikatmaling, er utviklet fra den opprinnelige 2-komponentmalingen, og leveres i spann klar til bruk.

Silikatmaling kan benyttes på de fleste mineralsk pussunderlag. Silikatmaling har lang levetid ved riktig utførelse.

KC-maling

Malingen er sterk og relativt spenningsrik. Dermed kreves en viss styrke også i underliggende puss.

Sementmaling

Sementmaling består av sement, pigment, fyllstoffer og evt. tilsetningsstoffer. Den er svært diffusjonsåpen og gir en matt overflate med fargespill.

Silikonhartsmaling

Malingstypen inneholder bindemidler av silikonhartsemløsning (silaner, siloksaner, silikoner) og plasttilsetning. Kvaliteten på de forskjellige silikonhartsmalingene er svært variabel, da det ikke er regler for hvor mye plasttilsetning malingen får inneholde. Informasjon om produktets egenskaper bør innhentes før bruk.

5.12.1 Påføring av maling

Pussen skal være tilstrekkelig herdet før den overflatebehandles. Herdetiden vil imidlertid variere med årstid (klima), pusstykkel og mørteltype. Kalkrike mørtler bør herde minst 28 dager under gunstige betingelser før flaten overflatebehandles. Dette gjelder ikke for kalkmaling som med fordel kan påføres umiddelbart. Sementbaserte mørtler bør herde minst 7 dager før overflatebehandling. Det er meget viktig at de generelle krav som stilles til rengjøring av underlag og forbehandling overholdes og ikke minst at produsentens anvisninger følges. Krav til forbehandling, tørketid mm. varierer fra produkt til produkt.

Mindre ujevnheter i underlaget og mellom gammel og ny puss vil jevnes ut noe ved å benytte malinger med gradert fyllstoff.

5.12.2 Gjennomfarget slutt puss

Ønskes det struktur på overflaten, kan det i stedet for maling benyttes gjennomfarget slutt puss. De ulike produktene kan ha forskjellige kornstørrelser som avhengig av påføringsmetoden gir ulike strukturer. Bindemidlene kan blant annet være kalk, sement, silikat eller silikonharts.

Fargen kan påvirkes av mengde tilsatt vann, underlagets sugsevne og herdebetingelser. Fargespill i flaten må påregnes. For å unngå for store fargeforskjeller er følgende

	Lufth. kalkpuss	Hydr. kalkpuss	KC 50/50	KC 35/65	KC 20/80	M-puss
Kalkmaling	Egnet	Egnet	Mindre egnet	Uegnet	Uegnet	Uegnet
Silikatmaling	Egnet	Egnet	Egnet	Egnet	Egnet	Egnet
KC maling	Uegnet	Mindre egnet	Mindre egnet	Egnet	Egnet	Egnet
Sementmaling	Uegnet	Mindre egnet	Uegnet	Mindre egnet	Egnet	Egnet
Silikonhartsmaling	Mindre egnet	Mindre egnet	Egnet	Egnet	Egnet	Egnet

Organiske malinger basert på akryl, lateks eller Pliolite er ikke egnet på pusset murverk (unntatt for betong).

Tabell 5.12 Anbefalinger for bruk av produkter på forskjellige underlag.

faktorer viktige:

- Underlaget bør ha likt sug over hele flaten
- Hele fasaden må behandles uten opphold
- Skjøter legges på planlagte steder som hjørner, fuger, bak takrenner etc.
- Regnbeskyttelse
- I herdefasen må fasaden beskyttes eller tildekkes slik at temperatur og fuktighet er mest mulig lik over hele flaten. Solavskjerming er viktig.
- Sterkt pigmenterte farger vil ha større risiko for uønskede skjolder.

5.12.3 Overflatebehandling av fuktutsatte detaljer

Bygninger med fuktutsatte detaljer, vindussmyg pusset ned i skiferplater/beslag, sålbenker, avtrappet sokkel osv., bør gis en ekstra fuktbeskyttelse for eksempel en forbehandling med en monosilan i kombinasjon med et 1-komponent silikatsystem. Dersom det dannes salt, kan en silangrunning redusere eller helt eliminere skader ved at den forhindrer saltene i å krystallisere i eller umiddelbart under malingsfilmen. Dersom disse løsningene skal brukes bør det kun anvendes et system som er utprøvd og beskrevet i system av leverandør. Underliggende silanbehandling kan ikke benyttes i kombinasjon med tokomponent silikatmaling og pigmenterte kalk/segmentmalinger.

Området under, for eksempel en fuktpåkjent sålebank, må få tilstrekkelig tid til å tørke ut før utbedring og maling slutføres. Dersom området under sålebanken ikke får tørket tilstrekkelig ut før utbedring vil salter komme til overflaten etter kort tid. Dette kan blant annet føre til avflassing av maling og økt frostpåkjennning.

■ 5.13 Verktøy for påføring av maling

Maling med mineralske malinger blir som oftest utført med pensel. De forskjellige typer pensler kan ha forskjellige navn i forskjellige deler av landet. Nedenfor vises en oversikt over forskjellige pensler og koster. Fra et maler-teknisk ståsted vil pensler være noe man påfører malingen med, mens koster er noe man feier bort med.

Det kan skilles mellom hvitning og kalkhvitning:

- Hvitning er en malingsteknikk hvor man benytter limfarge av svakere eller sterkere konsentrasjon. Man kan ha så mye lim i limfargen at den kan brukes til

malingsfjerning da den vil trekke seg sammen og dra av underlaget. Limfarge oksyderer i herdingen (opptørkingen). For å avklare om veggen er hvittet kan man undersøke om malingen blir "deigete"/myk ved påføring av for eksempel spytt som gnis med en finger.

- Kalkhvitning er en kalkfarge som lages av våtlesket kalk eller kulekalk og herder ved karbonatisering.



18 Gresskost. Egnert til slemming, forvanning og ettervanning.



20 Beispensel. Godt egnert til å kalke med.



22 Radiatortpensel. Godt egnert til kalkarbeider og fasadearbeider innimellom ornamentene og på andre utsmykninger.



25 Beispensel. Godt egnert til kalkarbeider og fasadearbeider.



23 Mindre radiatortpensel. Godt egnert til kalkarbeider og fasadearbeider innimellom ornamentene og på andre utsmykninger.



26 Stor kalk-/hvittepensel. Egnert til store flater.



24 Vaskepensel. Ikke egnet til å male med.



27 Vaskepensel/kalkpensel. Egnet til store flater.



28 Gresskoster. Gode til slemmearbeider.



31 God kalkpensel med god spenst i busta.



29 Kalkpensel. Godt egnet til kalking.



30 Nylon vaskepensel. Ikke så godt egnet til kalking.

6

Teglforblending med korrosjonsskader

6.1 Korrodert liggefugearming

Fasademurverk fra ca 1980 og nyere ble i enkelte tilfeller armert med liggefugearming i forbindelse med overdekninger over vinduer og dører. Ofte ble det benyttet en eller to armeringsstenger av 6 eller 8 mm vanlig kamstål

i liggefugene. Det finnes også eksempler på at veggpartier ble armert med liggefugearming i hvert 8 skift i hele høyden. Erttertiden har vist at slik armering kan være svært utsatt for korrosjon. Bildet under viser en overdekning der murverket falt ned, til tross for at teglfugene med armering var forsøkt reparert en gang tidligere.



Det kan synes som armeringen er forholdsvis inntakt, men ekspansjonen pga rustdannelse og forvitring av fugemørtel medvirker til at faren for nedfall øker med tiden.



På bildet kan man se at fugene er forsøkt reparert tidligere med ny fugemørtel uten å fjerne armeringen. Dette vil ikke være en bestandig reparasjon. Som oftest anbefales det å skifte/fjerne begge armeringsstengene. Som alternativ til å montere prefabrickerte bjelker kan det være mulig å plassere ny overdekning med mekanisk forankring til overliggende murverk.



Armeringen over vindu er fjernet og en prefabrikkert teglbejelke (innrammet) er montert.

I enkelte tilfeller kan det være aktuelt å plukke ned overdekningen for å erstatte den med en ny prefabrikkert overdekning. Her er det lagt inn en to-skifts bjelke med en-steinens anlegg på eksisterende murverk. De håndverksmessige utfordringene ved slike arbeider er særlig knyttet til lengde og høydetilpassing av så vel fuger som stein, likhet når det gjelder selve stein samt farge på fugemørtel. I enkelte tilfeller kan det være rasjonelt å gjenbruke den gamle steinen.

I tillegg til de estetiske likheter er det meget viktig å sørge for fortsatt bæredyktighet og kraftoverføring i så vel rivingsfase, montering og evt. utbedring av tiliggende murverk etter montering av nye bjelker. Bildet over viser at arbeidet nær en bevegelsesfuge kan være nødvendig å prosjektere i detalj da det ellers kan gå galt. Fjerning av gammel fugearmering og montering av nye bjelker kan være særlig utfordrende og kompliserte ved smale pilarer eller pilarer som er delt med bevegelsesfuge.



En uheldig sammenføring av prefabrikkert bjelke og det gamle murverket.



6.2 Korroderte forankringsbindere

6.2.1 Skadetyper

Det finnes også mange eksempler på korrosjon av forblendingsveggen forankring til bakvegg eller av såkalte Z-bindere mellom vangene i en skallmur. Konsekvensene av slik korrosjon kan være svært alvorlig fordi en langt kommende korrosjon kan føre til kollaps av veggen eller deler av veggen pga. vindkrefter.

Utpressingen av fugene her ble først antatt å være et resultat av korrodert armering. Nærmere undersøkelser viste at utpressingen var et resultat av forvitring av Z-bindere.



Bildet viser hvordan ytre del av Z-binderen har "ekspandert" som følge av korrosjon. Dette kan da medføre riss i liggefugemørtelen og utpressing av ytre del av løs fugemørtel.



Ved åpning av vegg ble det stedvis registrert at binderne var helt avrustet på innvendig side av ytre vange til høyre. Dette er et område som er spesielt fuktutsatt fordi drivregn og nedbør som trenger igjennom teglvangen vil renne nedover på innsiden og derved forårsake korrosjon på bindere som ikke er korrosjonsbestandige.



Her sees at korrosjonen har ført til en oppsplintring av binderen rett på innsiden av yttervange.

6.2.2 Skadeutbedring

Den enkleste, mest vanlige metoden for etterforankring er å bore korresponderende hull i yttervange og bakenforliggende hovedkonstruksjon for montering av dobbeltanker,



Gjenstående bindere ligner "strikkepinner" der de står som spyd ut fra bakvegg.

som består av en ankerstang med et anker i begge ender. Ankrene er tilpasset forskjellige materialer og materialkombinasjoner. Etterforankring må som oftest utføres med spesialverktøy.

Festeleddet i den murte yttervangen er som oftest et ekspansjonsanker av metall, gummi eller limanker. Festeleddet i bakenforliggende hovedkonstruksjon kan være av tilsvarende utførelse eller med skrufeste.

Etterforankring med tradisjonelle trådbindere forutsetter at det tas lokale hull i forblendingen, enten ved å fjerne fugemørtel i tilstrekkelig bredde eller ved å fjerne en hel murstein. Trådbenden som skal festes i selve forblendingen, bøyes i rett vinkel og mures inn ved å fylle igjen mørtelfugen eller ved å mure inn mursteinen. I bakveggen festes trådbinderen med ekspansjonsfeste eller med skrufeste.

NB: Det er meget viktig å ta hensyn til de termiske bevegelser en yttervange kan bli utsatt for. Det kan derfor være nødvendig med bevegelige ledd i forankringen. De forskjellige leverandørene vil kunne oppgi produktens evne til å oppta bevegelser.

Det enkleste og absolutt vanligste metoden for etterforankring er å bruke BI-fix-systemet - en spiralstang i ulike dimensjoner og lengder.



På dette prosjektet ble yttervangen plukket ned som følge av frostskaadet teglstein. Bildet viser at samtlige Z-bindere i en rad var rustet helt av eller var så dårlige at de knakk i forbindelse med riving av ytre vange. Nye korrosjonsbestandige bindere ble her montert fast i bakveggen ved hjelp av slaganker og bøyd til Z-form på vanlig måte etter hvert som oppmuringen av yttervangen skred fremover.

Bildene under viser metoden i 4 steg. Det forutsettes at bakveggen er av kjent materiale.



Forboring



Innskruing



Spesialutstyr



Ferdig og avkuttet

7 Mekanisk betongrehabilitering

Betong er et sterkt og bestandig fasademateriale. Produktet må imidlertid behandles riktig, og man må bruke egnede kvaliteter tilpasset de klimabetingelsene som konstruksjonen blir utsatt for. Reparasjoner av bærende betongkonstruksjoner har siden 1990-tallet utviklet seg til et spesialfelt. NS 3420 omhandler dette i noen grad, men kravene er også i endring gjennom de ulike deler av den nye produktstandarden NS-EN 1504.

Nedbrytningsmekanismene i betong er forskjellige fra hva som opptrer i for eksempel murte konstruksjoner. Skader i betong på fasader registreres som:

- Kantavskallinger
- Riss og sprekker
- Konstruktive svekkelser
- Misfarging og overflateskader
- Korrosjon i stålprofiler og armering.

Den europeiske standardiseringsorganisasjonen CEN har utviklet nye standarder for produkter og systemer for beskyttelse og reparasjon av betong, som Norge gjennom EØS-avtalen er forpliktet til å implementere som norsk standard. Arbeidet har materialisert seg gjennom en rekke delstandarder som vil være obligatoriske fra 2009.

For den mørtelproduserende industri vil implementering av disse standardene få stor produksjonsteknisk betydning. Mørtler for betongreparasjon er i hovedsak klassifisert i kontrollklasse 2+, noe som innebærer krav om tredjepartskontroll av produsentens egen internkontroll.

7.1 Definisjoner

NS-EN 1504-1 om produkter og systemer for beskyttelse og reparasjon av betongkonstruksjoner ble utgitt som norsk standard i engelsk språk allerede i 1998. Formålet med denne definisjonsdelen er å legge felles forståelse og føringer for de øvrige kravene i 1504-serien. Standarden angir på en kortfattet måte:

- Generelle definisjoner av: Ytelse, produkter, systemer og teknologi.
- Hovedkategorier for produkter og systemer hva gjelder: Overflatebeskyttelse, geometri og utseende, konstruksjonstverrsnitt, vedheft, injeksjon, forankring og armeringsbeskyttelse.
- Viktigste kjemiske typer og bestanddeler, eksempelvis: Hydrofobere, porefyllende og filmdannende

stoffer, hydrauliske og polymere bindemidler, tilsetningsstoffer og aktiv filler.

Når det gjelder beskyttelse av armering vil det være konsulentens oppgave å definere om tverrsnittet og armeringens formål fortsatt skal være av konstruktiv art. Dersom det legges til grunn at tverrsnittet er statisk nødvendig og at armeringen skal fungere som minimumsarmering eller annen nødvendig armering, skal dette være avgjørende for de produktkrav som settes til reparasjonsmørtlene.

7.2 Almene regler for bruk

NS-EN 1504-9 gir regler for beskyttelse og reparasjon av betongkonstruksjoner som har vært eller kan bli utsatt for skader eller forvitring. Standarden gir rettleiding for valg av produkter og systemer som er aktuelle for den tiltenkte bruk (engelsk: intended use).

Standarden definerer følgende nøkkelstadier i en reparasjonsprosess:

- Tilstandsvurdering
- Identifisering av skadeårsak
- Definerings av mål for beskyttelse og reparasjon
- Valg av relevante prinsipper for beskyttelse og reparasjon
- Valg av metoder
- Definerings av egenskaper for produkter og systemer
- Spesifisering av krav til vedlikehold etter utbedring.

7.2.1 Formål

Standarden nedfeller grunnleggende krav ved beskrivelse av beskyttelse og reparasjon av uarmerte og armerte betongkonstruksjoner, for de definerte produkttyper og systemer, og omfatter:

- a) Behovet for inspeksjon, testing og vurdering før, under og etter reparasjon
- b) Beskyttelse mot og reparasjon av skader som følger av definerte miljøpåvirkninger
- c) Reparasjon etter mekanisk skade
- d) Beskyttelse og reparasjon med henblikk på å redusere utviklingen av alkali-silica reaksjoner
- e) Kapasitet i reparasjon på eksisterende betong

- f) Kapasitet i reparasjon på nyttilført betong
- g) Beskyttelse mot vanninntrengning
- h) Beskyttelse og reparasjon av fortau, rullebaner, fundamenter og gulv, som en integrert del av generell beskyttelse og reparasjon
- i) Metodevalg, herunder:
 - behandling av sprekke-dannelser
 - tilbakeføring av passivitet for armering
 - reduksjon av korrosjonshastighet på armering ved å begrense vanntilgang
 - reduksjon av korrosjonshastighet på armering ved elektrokjemisk behandling
 - kontrollere armeringskorrosjon ved overflatebehandling

Standarden omfatter ikke

- j) Reparasjon av brannskadet betong
- k) Produkter eller systemer som har andre reparasjons-hensikter enn betongutbedring
- l) Etterspente systemer

ei heller selve utførelsen og forholdet til

- m) Forarbeid forut for
- n) Reparasjon
- o) Lagring.

Kvalitetskontroll ved utførelse dekkes av delstandardens NS-EN 1504-10.

7.2.2 Minimumskrav

Standarden fastlegger at det skal gjennomføres en vurdering av skader på betongen; årsaken til skadene (for eksempel mekanisk, kjemisk eller fysisk) og konsekvensene for evnen til å tilfredsstille sin opprinnelige funksjon. Foruten HMS-forhold ved gjennomføring skal vurderingen inkludere, men ikke være begrenset av, følgende:

- a) Tilstandsvurdering av eksisterende betongkonstruksjon, herunder ikke-synlige og potensielle skader
- b) Opprinnelige prosjekteringsforutsetninger
- c) Miljøforhold
- d) Forhold under konstruksjonsperioden (utførelse)
- e) Historikk
- f) Forhold ved bruk, for eksempel belastning
- g) Krav til fremtidig bruk.

7.2.3 Målsetting

Standarden gir konstruktøren veiledning i hvilke parametre som er viktig for fortsatt bruk, herunder levetidsvurderinger, driftskostnader, vedlikehold og omfang av fremtidig reparasjon. Følgende forhold kan bidra til optimalisering av systemvalg og produktanvendelse:

- a) Ikke gjøre noen ting (for en tidfestet periode)
- b) Revurdere kapasitet, evt. degradere opprinnelig kapasitet
- c) Skadebegrensing uten reparasjon
- d) Utbedring, styrking og rehabilitering av konstruksjonen
- e) Rekonstruksjon av deler eller hele konstruksjonen
- f) Riving av hele eller deler av konstruksjonen

Det kanskje mest kompliserte forhold i standarden er den relativt omfattende matrise for prinsipper og metoder for betongreparasjon. Se tabell 7.2.3 prinsipper og metoder. For konstruktøren så vel som materialprodusenten øver disse definerte relasjoner stort press på evne til overblikk og rasjonalitet; både i prosjektering og mørtelproduksjon. I det følgende vil de aktuelle (les: definerte) produkter og systemer blir presentert i kortform. Disposisjonen er stort sett i samsvar med de respektive delstandarder.

Prinsipp	Eksempel på metode for de aktuelle prinsipper	Relevant del av NS-EN 1504 (hvor aktuelt)
Prinsipper og metoder relatert til skader i selve betong		
1. Protection against ingress	1.1 Hydrophobic impregnation	2
	1.2 Impregnation	2
	1.3 Coating	2
	1.4 Surface bandaging of cracks	
	1.5 Filling of cracks	5
	1.6 Transferring cracks into joints	
	1.7 Erecting external panels a	
	1.8 Applying membranes a	
2. Moisture control	2.1 Hydrophobic impregnation	2
	2.2 Impregnation	2
	2.3 Coating	2
	2.4 Erecting external panels	
	2.5 Electrochemical treatment	
3. Concrete restoration	3.1 Hand-applied mortar	3
	3.2 Recasting with concrete or mortar	3
	3.3 Spraying concrete or mortar	3
	3.4 Replacing elements	
4. Structural strengthening	4.1 Adding or replacing embedded or external reinforcing bars	
	4.2 Adding reinforcement anchored in pre-formed or drilled holes	6
	4.3 Bonding plate reinforcement	4
	4.4 Adding mortar or concrete	3, 4
	4.5 Injecting cracks, voids or interstices	5
	4.6 Filling cracks, voids or interstices	5
	4.7 Prestressing – (post tensioning)	
5. Increasing physical resistance	5.1 Coating	2
	5.2 Impregnation	2
	5.3 Adding mortar or concrete	3
6. Resistance to chemicals	6.1 Coating	2
	6.2 Impregnation	2
	6.3 Adding mortar or concrete	3
Prinsipper og metoder relatert til skader pga armeringskorrosjon		
7. Preserving or restoring passivity	7.1 Increasing cover with additional mortar or concrete	3
	7.2 Replacing contaminated or carbonated concrete	3
	7.3 Electrochemical realkalisation of carbonated concrete	
	7.4 Realkalisation of carbonated concrete by diffusion	
	7.5 Electrochemical chloride extraction	
8. Increasing resistivity	8.1 Hydrophobic impregnation	2
	8.2 Impregnation	2
	8.3 Coating	2
9. Cathodic control	9.1 Limiting oxygen content (at the cathode) by saturation or surface coating	
10. Cathodic protection	10.1 Applying an electrical potential	
11. Control of anodic areas	11.1 Active coating of the reinforcement	7
	11.2 Barrier coating of the reinforcement	7
	11.3 Applying corrosion inhibitors in or to the concrete	
a These methods may also be applicable to other principles		

Tabell 7.2.3 Prinsipper og metoder for beskyttelse og reparasjon av betongkonstruksjoner

7.3 Systemer for overflatebehandling

NS-EN 1504-2 angir at overflatebehandling kan utføres ved:

1. Hydrofobering
2. Impregnering
3. Belegg

Nedenfor angis de prinsipielle forskjeller mellom disse systemene.



Hydrofobering gir en vannavstøtende overflate. Overflateporene i betongen er impregneringsvæske. Aktive komponenter kan eksempelvis være basert på silaner eller siloxaner.



Impregnering reduserer overflatens porøsitet og styrker overflaten. Porene blir helt eller delvis fylt.



Belegg med tykkelse fra 0,1-5,0 mm gir et heldekkende og beskyttende lag på betongoverflaten. Belegget kan være basert på organisk polymer ev. med sement som filler, eller hydraulisk sement modifisert med polymer dispersjon. Gulvavrettingmasser som skal overføre mekaniske laster, skal i tillegg tilfredsstille kravene i EN 13813 for avrettingsmasser.

Valg av system for overflatebehandling skal baseres på en aktuell eller potensiell skadeutvikling. Prosessen som leder frem til systemvalget kan beskrives slik:

- a) Vurdering og klassifisering av påkjenninger og skader, samt fastleggelse av årsak.
- b) Valg av system for beskyttelse og utbedring
- c) Valg av metode (i form av hydrofobering, impregnering eller belegg) vurderes mot de enkelte produkters egenskaper. Tabell 1 nedenfor lister opp 25

relevante egenskaper som skal dokumenteres.

Standarden angir spesifikke krav og relevante prøvemethoder for de respektive behandlingsformer og produkter.

- d) Produsenten skal gjennomføre bestemte prøver og dokumentere innholdet og avvik i innhold, ved nye produkter, endring i produktsammensetning og/eller forandring i råmaterialer.

7.4 Reparasjoner for bærende og ikke bærende formål

NS-EN 1504-3 for reparasjon av konstruktive og ikke-bærende betongtverrsnitt definerer tre prinsipper for reparasjon:

Nr 3. Erstatning av skadet tverrsnitt

Nr 4. Styrket tverrsnitt ved tilføring av mer mørtel/betong

Nr 7. Beskyttelse av armering, ved økt overdekning eller utskifting av ødelagt betong.

Standarden angir spesifikke tabellerte krav for henholdsvis konstruktiv og ikke-bærende betong, samt hvilke testmetoder som skal benyttes. Blant hovedpunktene er trykkfasthet på minimum 35 MPa for bærende betong samt vedheft til underlaget på ikke mindre enn 1,5 MPa. Slike krav gjelder ikke for utførelse på byggeplass. Dette gjelder laboratorieframstilte prøver med underlag av definert betong MC (0,45) i henhold til EN 1542. Annex ZA beskriver dessuten et meget omfattende krav til dokumentasjon og kontroll av produksjon.

7.5 Lim til konstruktive formål

NS-EN 1504-4 definerer krav til produkter og systemer som skal brukes for å øke betongens kapasitet gjennom samvirke (vedheft), herunder:

1. Festing av plate av stål eller annet materiale til betongoverflaten (ved lim)
2. Festing av prefabrikkerte elementer av herdet betong til eksisterende betongoverflate (ved lim)
3. Støping av ny betong til eksisterende betong slik at dette danner en sammenhengende konstruksjon (vått-i-vått).

Standarden definerer hvilke krav som skal deklareres eksempelvis for vedheft mellom gammel betong og ny betong, og hvilke testmetoder som skal legges til grunn for de deklarete verdier. Produsentene skal dokumentere et system for produksjonskontroll som løpende sikrer at egenskapskravene for de markedsførte produktene blir ivaretatt.

Item N ^o	Performance characteristics	Testmetode	Krav
(1)	Pull-out	prEN 1881	Displacement $\leq 0,6$ mm at load of 75 KN
(2)	Chloride ion content	EN 1015-17	$\leq 0,05$ %
(3)	Glass transition temperature ^a	EN 12614	≥ 45 °C or 20 °C above the maximum ambient temperature of the structure in service, whichever is the higher
(4)	Creep under tensile load ^a	prEN 1544	Displacement $\leq 0,6$ mm after continuous loading of 50 KN after 3 months

^a For PC products only

Tabell 7.7: Generelle krav til forankringsprodukter

7.6 Injeksjon i betong

NS-EN 1504-5 definerer krav til produkter og systemer som skal brukes for å øke betongens kapasitet gjennom injeksjon i sprekker, hulrom og skjøter. Produkter kan være basert på reaktiv polymer eller hydrauliske binde- midler. Injeksjonsproduktene er delt i tre klasser:

- F) Produkter som hefter til betongoverflatene og overfører krefter mellom dem (F=Force transmitting of cracks)
- D) Produkter som kan oppta den aktuelle relative bevegelse mellom flatene (D=Ductile filling of cracks)
- S) Produkter som ekspanderer og binder vann som den dominerende tettende effekt (S=Swelling fitted filling of cracks)

Sprekker som vurderes for injeksjon inndeles i forskjellige klasser (0,1-0,2-0,3-0,5 og 0,8 mm), med angivelse av krav til minimum sprekkevidde, så vel som etter sprekkenes fuktighetsnivå karakterisert etter følgende forhold: tørr, fuktig, våt og vannfylt.

Blant de viktigste egenskapene angis krav til injeksjonsbarhet, vedheft, kryp, volumforandring og ikke-korroderende reaksjon i kontakt med armering.

Brukarbarhet for sprekker med bevegelse under herding klassifiseres med brukbarhet over eller under 10 % bevegelse (eller 0,03 mm.)

En typisk kravspesifikasjon for injeksjonsmasse iflg. Annex A kan være:

- Kraftoverførende injeksjonsmasse
- For tørre eller fuktige sprekker ned til 0,1 millimeter

- For bruk i temperaturer mellom 5 og 30 grader
- Kan brukes i sprekker med daglig bevegelse på opp til 0,03 millimeter under herding.

7.7 Forankring av armeringsstang

NS-EN 1504-6 setter krav til produkter som skal benyttes til forankring av armeringsstål, i den hensikt å forsterke betongkonstruksjonen. Det er forutsatt at de konstruksjonsmessige forholdene for bruk av gysemasse til forankring blir ivaretatt ved forutgående dimensjonering.

Standarden setter i tabell 3 generelle krav til alle produkter, men gir ingen klassifisering og setter ingen numeriske krav. For som de fleste andre standardene i serien er en rekke av hovedbruksområdene klassifisert som system 2+, og følgelig har krav om uavhengig produksjonskontroll.

7.8 Korrosjonsbeskyttelse av armering

NS-EN 1504-7 inndeler overflatebehandling av stål for korrosjonsbeskyttelse i eksisterende konstruksjoner etter to prinsipper:

- Aktive belegg som gir elektrokjemisk eller lokal katodisk beskyttelse
- Beskyttende belegg som isolerer armeringsstålet fra porevannet i omkringliggende mørtel og betong.

Beskyttelse måles blant annet etter:

- evne for korrosjonsbeskyttelse
- skjærvedheft mellom behandlet stål og betong.

■ 7.9 Kvalitetssikring og vurdering av samsvar

NS-EN 1504-8 fastsetter prosedyrer for kvalitetskontroll og samsvarserklæring inkl. merking.

Prøvetaking skal utføres slik at prøven blir homogen og representativ for de egenskaper som skal kontrolleres og dokumenteres. Prøven skal være entydig merket inkl. navn på den som tok prøven, og stor nok til å kunne brukes på alle relevante tester for de forskjellige testmetoder.

Produsentens system for produksjonskontroll skal dokumentere at identifikasjonstester og relevante egenskapstester blir gjennomført og dokumentert. EN ISO 9001 og 9002 ansees tilstrekkelig som systemdokumentasjon, forutsatt at dette inngår i produsentens eget kvalitetssikringssystem.

Produksjonskontrollen skal bestå av:

- Systemkontroll: Inspeksjon, frekvens for prøvetaking, testing av råvarer, uttak fra produksjon, kontroll av produksjonsutstyr og prosess.
- Produktkontroll: Inspeksjon, frekvens for prøvetaking og test av ferdig produkt.

Dersom kontrollen avdekker undermålere skal den fortløpende merking av produktene gjøre det mulig å gjenfinne varen, og merke denne mot bruk til det forutsatte formål.

■ 7.10 Bruk av produkter og systemer på byggeplass og kvalitetskontroll av utførelsen

NS-EN 1504-10 er en meget omfattende del som definerer krav til underlag, utførelse og kvalitetskontroll. Selve utførelsen ansees som meget kritisk for et godt resultat.

Produktenes forutsatte egenskaper ansees ivaretatt dersom metodevalget er entydig fundert (i tråd med delstandard 2-7) og utførelsen i tråd med denne delstandardens krav til underlag, utførelse og kvalitetskontroll.

Dette kapittel er i stor grad en gjentakelse av Murkatalogens anvisning P5: 2005, ref. ISBN-14: 978-82-92756-05-8. Anvisningen ble utarbeidet av Mur-Sentret i samarbeid med systemleverandører.

8.1 Om pussede løsninger

8.1.1 Bakgrunn

De aller fleste boligbygg og andre oppvarmede bygninger som ble oppført før 1960 har mangelfull isolering i forhold til dagens krav. Økte krav til bokomfort og bedre materialegenskaper har i mange tilfeller gjort etterisolering av slike bygg til en nødvendig og lønnsom investering.

Aktuell bygningsmasse for etterisolering er den som i utgangspunktet er mangelfullt isolert og har et stort energibehov og/eller som har fasader som behøver reparasjoner og omfattende vedlikehold. Kostnadene med samtidig etterisolering i forbindelse med oppussing kan forsvares med redusert energiforbruk og reduserte vedlikeholdskostnader i fremtiden.

Pussbaserte isoleringssystemer er brukt i Norge de siste 25 årene, mens andre europeiske land har betydelig lengre erfaring med slike systemer. Det har tidligere rådet usikkerhet om denne teknikken gir bygget en ytterkledning som er bestandig under norske klimaforhold. I Norge har det foregått en erfaringsbasert utvikling og utvelgelse som har ført til at de gjenværende systemer på markedet nå er bedre tilpasset norsk klima. Prinsippet for systemer med puss på isolasjon er som følger:

- Det monteres isolasjon på en eksisterende vegg.
- Isolasjonen påføres puss i flere sjikt i samlet tykkelse 7–25 mm.
- Pussjiktet armeres med armeringsnett av glassfiber (monteres i forbindelse med pussing), eller metall (monteres før pussing).

Det er en økende bruk av pussbasert isolering også i nybygg. Der monteres isolasjonsplatene utenpå bæresystemet. Systemet fungerer som en del av fasadens isolasjon og som fasadekledning. De grunnleggende krav om en stabil og bæredyktig bakvegg gjelder både for etterisolering av eksisterende bygg og for klimabeskyttelse og isolering av nybygg.

Flere leverandører tar forbehold om bruk av systemene i enkelte klimasoner. Sintef Byggforsk har publisert en klimasoneinndeling basert på slagsregnskartet for Norge, se kap. 4.2.

8.1.2 Luftet kledning

Siden midt på 1990-tallet er tradisjonelle systemer med luftet kledning videreutviklet også for pussede fasader i Norge. Systemene kan benyttes som rehabiliteringsalternativ til pussbasert etterisolering, og som fasadeløsning på nybygg. For bæring av systemene forutsettes en stabil isolert bakkonstruksjon. På denne monteres vertikale lekter med luftespalter i sokkel, ved utsparinger og åpninger i fasaden, som for eksempel vinduer og dører, samt ved gesims og parapet. Utenpå utlektingen monteres plater i forband. På disse platene kan det så påføres spesialtilpasset puss. Fordelen med denne type kledning er at evt. fuktighet som trenger gjennom puss-sjiktet får fri avrenning i luftspalten mellom plater og isolert tverrsnitt.

8.1.3 Utvendig eller innvendig etterisolering

8.1.3.1 Generelt

Etterisolering bør alltid ses i sammenheng med andre aktuelle utbedringstiltak; generell oppussing og utbedring av utvendige og innvendige overflater, vindusutskiftning, utbedring av takteking, takrenner og nedløpsrør etc.

Hvis man ønsker å redusere energitapet gjennom ytterveggene på eldre bygg, har man valget mellom utvendig eller innvendig etterisolering. Ved valg av utvendig etterisolering bør man tilstrebe at den nye fasadekledningen tilpasses omliggende bygningsmiljø. Ved utbedring som får preg av fasadeendring bør man rådføre seg både med byggets arkitekt og med offentlige myndigheter.

Det er fordeler og ulemper ved valg av utvendig og innvendig etterisolering med puss på isolasjon. Systemene har relativt liten egenlast slik at tilleggslast på eksisterende bygg blir liten i forhold til andre systemer som f.eks. teglforblendet isolasjon. Systemene har også stor fleksibilitet og små begrensninger mht. fasadeutforming.

8.1.3.2 Utvendig etterisolering

Det primære mål med utvendig etterisolering med puss, er som regel redusert energitap, generell oppussing og forbedret klimabeskyttelse.

Muligheten for å gjenskape og bevare en puss- eller betongfasades originale utseende er vesentlig for valg av denne løsningen. Funkisbygninger og bygninger oppført etter 1950 har ofte enkle puss- og betongfasader hvor utvendig etterisolering med puss vil være en velegnet løsning.

Fordeler:

- Kuldebroproblemer ved etasjeskillere elimineres ved at isolasjonssjiktet går kontinuerlig fra grunnmur til tak.
- Fasaden får ny klimabeskyttelse med gode bestandighetsegenskaper.
- Evt. armeringskorrosjon i betongfasader vil stanse opp.
- Arbeidet kan gjøres uten at beboerne/brukerne må flytte ut.

Ulemper:

- Arbeidet krever stillaser.
- Utvendig pussing eller maling i den kalde årstiden må skje ved innkledning og oppvarming.
- Byggets arkitektoniske uttrykk kan bli endret.
- Vinduene kan bli liggende dypt i fasaden og det kan også være nødvendig å forlenge takutstikket.
- Fasaden kan få preg av «påheng» (avhengig av løsning på detaljer v/bakkenivå).

8.1.3.3 Innvendig etterisolering

På mange eldre murbygg derimot, særlig i byer og tettsteder, finner man rikt utsmykkede og ornamenterte tegl- og pussfasader som ikke egner seg for utvendig etterisolering. Her må man derfor se på muligheter for innvendig etterisolering kombinert med generell oppussing av fasadene.

Fordeler:

- Arbeidet er forholdsvis enkelt å utføre, og man slipper stillaskostnader.
- Arbeidet kan utføres uavhengig av årstid og uteklime.
- Metoden medfører ikke fasadeendringer.

Ulemper:

- Man beholder kuldebroene ved etasjeskillerne, og derav kalde gulv og stort varmetap.
- Større klimapåkjenning og dermed økt risiko for fukt- og frostskafer på eksisterende yttervegg.
- Tap av innvendig areal i leiligheter som fra før ofte er relativt små.
- Beboerne/brukerne må enten flytte ut av leiligheten, eller «bo på byggeplassen».
- Mange rom gir behov for mange avslutninger mot innvendige vegger.

8.1.4 Vedlikehold

Selv om utvendige etterisolasjonssystemer med puss

på isolasjon er relativt nye på det norske markedet, har erfaringene vist at vedlikeholdsbehovet ikke skiller seg nevneverdig fra ordinære pussede løsninger på fastere underlag. De fleste systemene på markedet i dag opererer med en stipulert vedlikeholdsfrekvens på 15–30 år, forutsatt god håndverksmessig utførelse, riktig materialkombinasjon og riktig detaljering. I mellomperioder kan det være aktuelt med lettere fasadevask og mindre reparasjonsarbeider.

8.1.5 Energisparing og lønnsomhet

Teknisk forskrift til plan- og bygningsloven setter krav om at effektbruk og energibehov skal være slik at krav til forsvarelig innemiljø sikres. Bygningsdelenes teoretiske U-verdier kan beregnes etter reglene i NS-EN ISO 6946.

Energibesparelsen ved etterisolering avhenger bl.a. av den gamle veggens konstruksjon. Besparelsen kan uttrykkes som funksjon av graddagstallet for en gitt geografisk beliggenhet og reduksjonen i ytterveggenes U-verdi (varmeisolasjonsbetraktning):

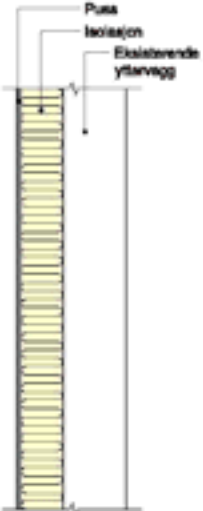









$$\begin{aligned} E &= 24 \cdot G \cdot \Delta U \cdot A \cdot 10^{-3} \text{ (kWh/år) hvor} \\ E &= \text{besparelsen i energiforbruk (kWh/år)} \\ 24 \cdot G &= \text{stedets graddagstall i timer (h} \cdot \text{K/år)} \\ \Delta U \cdot A &= \text{reduksjon i U-verdi multiplisert med areal av} \\ &\text{etterisolert vegg. (W/K)} \end{aligned}$$

Ved lønnsomhetsvurdering av etterisolering vil behov for generell fasadeoppussing ofte være av avgjørende betydning. Etterisolering alene vil sjelden svare seg rent økonomisk, men kombinert med behov for generell fasadeoppussing vil merkostnadene til selve etterisoleringen kunne innspares i løpet av få år. I enkelte tilfeller kan puss på isolasjon faktisk være et rimeligere alternativ enn andre utbedringsløsninger, eksempelvis for betongfasader med store korrosjonsproblemer og problemer med kuldebroer og risskader. Det kan dog være aktuelt å gjennomføre betongreparasjoner selv om man etterisolerer fasaden utvendig.

Lønnsomheten av en etterisolering kan vurderes ved å sammenligne investeringer med nåverdien av fremtidige besparelser beregnet etter følgende uttrykk:

$$\begin{aligned} B &= b \cdot f_{bn} \text{ hvor} \\ B &= \text{nåverdien av fremtidige besparelser (kr/år)} \\ b &= \text{besparelsene i energiutgifter (kr/år)} \\ f_{bn} &= \text{nåverdifaktor avhengig av kalkulasjonsrente} \\ &\text{og levetid.} \end{aligned}$$

Tabell 8.1.5 viser reduksjon av U-verdi gjennom forskjellige typer yttervegger etter isolering med forskjellige isolasjonstykkelser.

Utvendig isolering	Eksisterende veggkonstruksjon		U-verdi (W/(m ² K)) ¹⁾				
			Øverste tall λ=0,034. Nederste tall λ=0,037				
			Isolasjonstykkelse (mm)				
			50	70	100	120	150
		150 mm betong U = 3,13 W/(m ² K)	0,56	0,43	0,31	0,26	0,22
			0,60	0,46	0,34	0,29	0,23
		200 mm betong U = 2,94 W/(m ² K)	0,56	0,42	0,31	0,26	0,22
			0,60	0,45	0,33	0,28	0,23
		150 mm betong+ 100 mm treullsementplate innvendig U = 0,66 W/(m ² K)	0,34	0,28	0,23	0,20	0,17
			0,35	0,30	0,24	0,22	0,18
		150 mm betong+ 100 mm porebetong + puss utvendig U = 0,96 W/(m ² K)	0,40	0,33	0,26	0,22	0,19
			0,42	0,35	0,27	0,24	0,20
		250 mm porebetong (500 kg/m ³) puss begge sider U = 0,50 W/(m ² K)	0,29	0,25	0,21	0,19	0,16
		0,30	0,26	0,22	0,20	0,17	
	250 mm lettklinkerbetong (770 kg/m ³) puss begge sider U = 0,84 W/(m ² K)	0,38	0,31	0,25	0,22	0,18	
		0,40	0,33	0,26	0,23	0,20	
	1-stens teglvegg (2000 kg/m ³) puss begge sider U = 1,95 W/(m ² K)	0,51	0,39	0,29	0,25	0,21	
		0,54	0,42	0,32	0,27	0,22	
	1 ½-stens Bergenshulmur (2000 kg/m ³) puss begge sider U = 1,45 W/(m ² K)	0,47	0,37	0,28	0,24	0,20	
		0,49	0,39	0,30	0,26	0,22	
	1 ¾-stens Trondhjemshulmur (2000 kg/m ³) puss begge sider U = 1,15 W/(m ² K)	0,43	0,35	0,27	0,23	0,19	
		0,46	0,37	0,28	0,25	0,21	

1) Medregnet 4 stk ø4 mm stålbindere pr m². Innvirkingen av andre kuldebroer er ikke medregnet i angitte U-verdier
Tabell 8.1.5 Reduksjon av U-verdi gjennom yttervegger etter isolering

8.2 Delmaterialer

8.2.1 Isolasjon

Isolasjonen består av stive trykkfaste plater av mineralull eller polystyrén (EPS). Isolasjonen leveres i forskjellige tykkelser, vanligvis mellom 40–150 mm. De mest brukte isolasjonsplatene er 50 og 100 mm. Tykkelsen avgjøres som regel av ønsket isolasjonsevne, men også av den praktiske tilpassing til tak, gesimser og andre fysiske forhold ved bygningen. Krav til dimensjonerende varmekonduktivitet λ iht. NS-EN ISO 6946 må oppgis. Krav til festeplugg er gitt i ETAG-014.

8.2.2 Plater (luftet kledning)

Som alternativ til den tradisjonelle luftede kledning av stående eller liggende trepanel, er det i de senere år utviklet andre løsninger med puss på luftet platekledning. Plater bestående av for eksempel sement med lett mineralisk tilslag, kaliumsilikat med cellulosefiberarmering eller resirkulert, ekspandert glassgranulat, lektes ut fra et vanlig isolert bindingsverk. Platene har gode vedheftegenskaper for puss. De forskjellige systemleverandørene har utviklet egen pussmørtel for de respektive plateløsninger. Luftet kledning gir lite dokumenterbar isolerende effekt.

8.2.3 Trematerialer

Trematerialer til forsterking ved innfestingsdetaljer og til utlekting for luftet kledning skal normalt være av heltre. Krav til fasthets-/sorteringsklasse kan være en av følgende klasser:

- C18/T1
- C24/T2
- C30/T3

Systemleverandøren må definere kravene for sitt system, og evt. også krav til impregnering.

8.2.4 Mørtel

Pussmørtel og mørtel til oppklebing av isolasjonsplater skal gi tilstrekkelig vedheft til respektive underlag. Heftfasthet mellom puss og isolasjon skal alltid være større enn isolasjonens strekkfasthet. Dette innebærer at isolasjonen skal være det svake ledd ved uttrekkspøving, slik at brudd eksempelvis oppstår som de-laminering av isolasjonen. Mørtel leveres som tørrmørtel med mineralske eller organiske bindemidler, ferdig til bruk ved tilsetning av vann. Det leveres også våtmørtel som pasta på spann.

Pussmørtel for isolasjon og plater må være testet med

hensyn til frostmotstandsevne. Denne kan uttrykkes som forholdet mellom materialets fuktopptak ved kapillært oppsug, dvs. materialets vannabsorpsjon, og det totale porevolum bestemt ved trykkmetning. Lavt forholdstall betyr at det er mange porer som ikke fylles ved vanlig vannpåkjenning. Man har således reservekapasitet med ufylte porer som vann under utvidelse (frost) kan fylle. Pussen regnes å ha tilfredsstillende frostmotstand når forholdet vannabsorpsjon/totalt porevolum er mindre enn 65 %. Puss kan også klassifiseres ut fra diffusjonsåpenhet og vannopptakskoeffisient.

8.2.5 Armering

8.2.5.1 Generelt

Armering er vesentlig for puss-sjiktets strekkfasthet og rissfordelende evne ved svinn-, temperatur- og fuktbevegelser. Internasjonale regler tallfester krav til slike armeringsnett. Disse kravene vil bli omtalt i følgende underpunkter.

8.2.5.2 Armeringsnett av glassfiber

I dag er armeringsnett av glassfiber mest brukt til forsterking i tynnpuss-systemer. Blant de krav som bør stilles til glassfiber-nett er at de er flettet og har nødvendig motstand mot alkalisk nedbrytning ved bruk av mineralisk grunnpuss. Armeringsnett av glassfiber blir ofte belagt med et plastbelegg som beskyttelse mot alkalisk nedbrytning. Mineralisk puss kan ha dårlig vedheft til slike belegg, og det er derfor viktig at maskevidden ikke er mindre enn at puss kan «bakes inn» i nettet. Tilstrekkelig stor maskevidde sikrer at armeringen ikke blir liggende som en heftbryter, med potensiale for de-laminering av pusslaget. Maskevidden bør ut fra dette ikke være mindre enn 4 mm. Glassfiber er kapillært sugende, og kutting og tilpassing av armeringsnettet kan svekke materialet pga. alkalisk nedbrytning. For å kompensere for dette må man ha tilstrekkelig omlegg i nettskjøtene.

8.2.5.3 Armeringsnett av stål

Det finnes også tykkpuss-systemer med nett i galvanisert eller rustfritt stål. Anbefalt maskevidde er 9–19 mm.

Sinkbeleggets minimumstykkelse bør være 20 μm (>275 g/m²). Galvanisering skal foretas etter fletting eller sveising av nettet. For andre krav om korrosjonsbestandighet vises det til NS 3420.

Ved bruk av andre materialer bør det forlanges resultater fra anerkjente tester tilpasset det aktuelle materiale.

8.2.6 Beslag

Mangler ved prosjektering og/eller utførelse av beslagdetaljer er en ganske vanlig årsak til skader på pussystemer. Utettheter samt sprekker og riss ved feil innpussing av beslag kan gi lekkasjer inn i isolasjonssjiktet og følgeskader på både fasadepuss og bakvegg.

Systemleverandørens anbefalinger skal alltid følges, med mindre det foreligger andre godt dokumenterte løsninger. Beslag som innpusses bør ha like lang forventet levetid som tilstøtende pusskonstruksjon eller den detalj beslaget er ment å beskytte. Både beslagmaterialet og beslagets overflatebehandling har betydning for levetiden.

8.3 Systemløsninger

8.3.1 Generelt

En bygningsfasade utsettes for store og vekslende påkjenninger. Fysisk påvirkes fasaden av vindtrykk, vindsug og egenlast. Termisk påvirkes fasaden av sol, skygge og kulde, ofte i hurtige og vekslende kombinasjoner. Nedbør og fukt øker påkjenningene ytterligere. Ved tilleggisolering av en eksisterende fasade, er det spesielt viktig å ta hensyn til alle disse forholdene for å sikre at den nye fasadeoverflaten får så lang levetid som mulig. Også fargevalg kan ha betydning for levetid, som følge av temperatursvingninger over dagen. Mørke farger gir større temperatursvingninger enn lyse. Systemløsninger med puss på isolasjon kan deles inn i to kategorier etter hvordan kraftoverføringen skjer mellom pussjiktet og den opprinnelige veggen.

8.3.2 Tykkpuss-systemer

Bruken av tykkpuss-systemer har avtatt sterkt de senere år og er nå nesten fraværende fra det europeiske markedet, men brukes fortsatt i enkelte nordiske land. Som tykkpuss-system regnes systemer med pusstykkelser på 15 mm eller mer. Mineralsk puss på 20 mm var vanlig, og mineralull er det mest brukte isolasjonsmaterialet. Figur 8.3.2 viser systemoppbygging. Pussjiktet er tungt og har betydelig styrke mot mekanisk påkjenning.

Isolasjon og armering er mekanisk festet til bærekonstruksjon/bakvegg ved hjelp av metallbraketter, noe som i praksis låser pussen til underlaget i vertikal retning. Innfestingsmetoden nødvendiggjør oppdeling av store pussflater med både vertikale og horisontale fuger pga. relative fukt- og temperaturbevegelser mellom underlag og puss. Bevegelsesfugene plasseres med 12–15 meters mellomrom både vertikalt og horisontalt. Det bør etableres ver-

tikale bevegelsesfuger ved alle hjørner i fasaden. Fugene etableres etter at grovpussen har herdet og utføres ved hjelp av vinkelkutter eller lignende verktøy som kutter gjennom grovpuss og armeringsnett. Vertikale fuger kan stå åpne, selv om det er en fordel at de tettes med egnet fugemasse, mens horisontale fuger alltid må tettes med egnet fugemasse. Puss-skiven må også frigjøres ved alle gjennomgående bygningskomponenter som vinduer og balkonger.

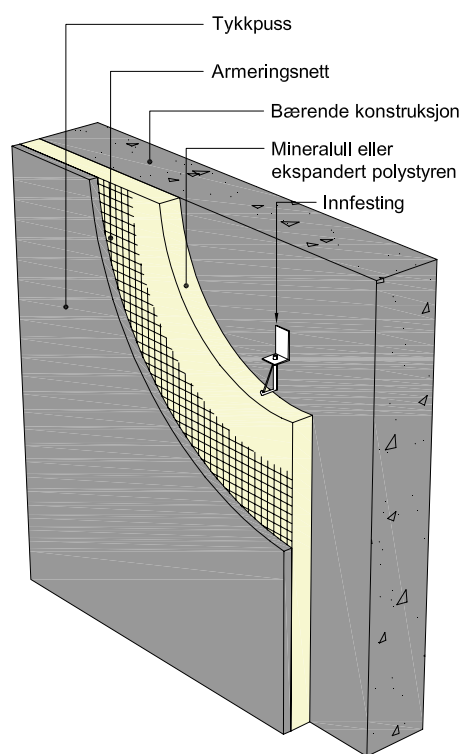


Fig. 8.3.2 Oppbygging av tykkpuss-system

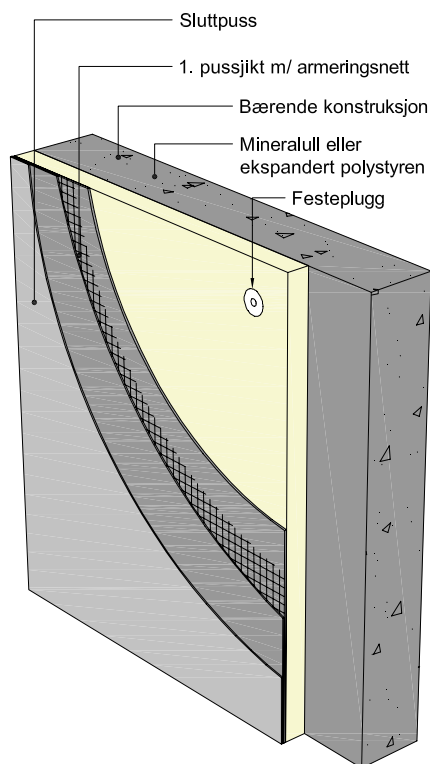
8.3.3 Tynnpuss-systemer

8.3.3.1 Generelt

Som tynnpuss-system regnes systemer med pusstykkelser 5–15 mm. De erfaringer som er opparbeidet med bruk av tynnpuss-systemer i vårt klima, tilsier at det ikke bør benyttes pusstykkelser under 6 mm i mer utsatte klimastrøk (slik det er definert av systemleverandøren). Det benyttes både plastmodifiserte kalksementmørtler og rene plastrørtler. De tynneste puss-systemene muliggjør derfor å bygge opp en «sømløs» fasade uten bevegelsesfuger. Både mineralull og polystyrén benyttes som pussbærende isolasjon i slike systemer. Isolasjonsplatene monteres som regel til bakvegg med egnet klebemasse og festes deretter meka-

nisk med spesielle festeplugger i utborete hull i bakvegg av mur eller betong. Festepluggene er som regel av plast og låses med ekspansjonstapp. Systemene kan også monteres på stenderverk på nybygg.

Nedenfor gis en kort beskrivelse av tynnpussystemer ved bruk av henholdsvis mineralull og polystyrén.



Figur 8.3.3 Oppbygging av tynnpuss-system

8.3.3.2 Puss på mineralull

Tynnpuss-systemer på mineralull er vanligvis bygget opp med en plastmodifisert, mineralsk pussmørtel på kalksementbasis i to sjikt og med total pusstykkelse 7–12 mm. Pusslaget beveger seg relativt uavhengig av bakenforliggende vegg, og det kan bygge seg opp relativt store spenninger i pussjiktet. Det er derfor viktig at pussjiktet ikke fastholdes ved vindusåpninger, gjennomgående balkonger og annet, da dette medfører tvangsspenninger og mulig sprekkdannelser i puss. Mineralsk tynnpuss på mineralull bør i enkelte tilfeller oppdeles med bevegesfuger som for tykkpuss-systemer, men avstanden mellom fugene kan økes til 15–20 m. I utgangspunktet bør systemleverandørens anbefalinger vedr. behov for bevegesfuger følges.

Mineralullplatene monteres til bakvegg med lim eller

klebemasse og festes i henhold til systemleverandørens anvisning. Plastmodifisert pussmørtel på kalksementbasis benyttes ofte som klebemasse. Dette påføres på baksiden av isolasjonen med tannsparkel på samme måte som for flislim. Tykkelsen på klebemassen bestemmes av underlagets jevnhet, tykkere sjikt på ujevnt underlag og tynnere sjikt på jevnt nederlag. Mineralullplatene monteres liggende og i forband. God planlegging reduserer materialtap på grunn av kapp. Vanlig platedimensjon er 1,2 x 0,6 m.

8.3.3.3 Puss på polystyrén

Tynnpuss-systemer på polystyrén er vanligvis bygget opp med en ren plastmørtel eller plastmodifisert, mineralsk pussmørtel på kalksementbasis i to sjikt, og med total pusstykkelse 7–12 mm. Systemer med polystyrén som isolasjon er basert på god vedheft og samvirke mellom puss, isolasjon og underlag. Svinn-, fukt- og temperaturbevegelser som oppstår i pussjiktet overføres til isolasjonen. Konstruksjonsoppbyggingen og det elastiske, tynne pusslaget muliggjør å bygge opp en pussfasade uten bevegesfuger.

Ved jevne fasadeunderlag helklebes isolasjonsplatene til underlaget. Platenes bakside påføres lim med tannbrett. Limet kan være en kalksementbasert mørtel tilsatt plastdispersjon. Ved ujevn fasade bør platene påføres lim som mørtelpølser langs ytterkantene av platen samt punktvis på platene. Festeplugger må i så fall monteres gjennom punktklebingen. Platene presses hardt mot underlaget og monteres i forband. Forbandet skal følges rundt hjørner.

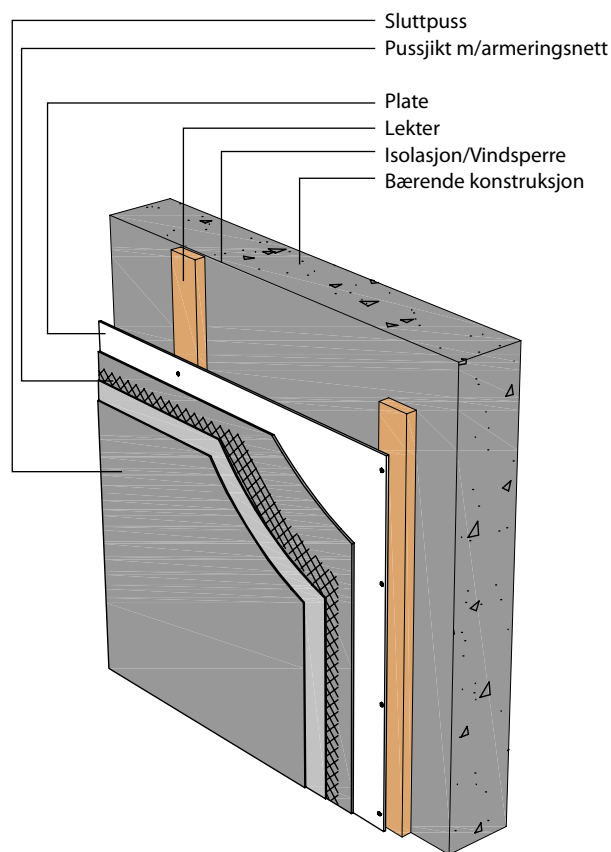
8.3.4 Luftet kledning

Systemer med puss på en luftet plateløsning utgjør en to-trinns tetting av fasaden og sikrer god utlufting og drenering. Luftet kledning benyttes i forbindelse med etterisolering og fasaderehabilitering så vel som på nybygg.

En luftet, pusset fasade med et luftsjikt mellom puss/værhud og vindtetting/isolasjon. Med denne løsningen flyttes fuktproblemene ut og vekk fra veggens utsatte partier (isolasjon og bærekonstruksjon).

Prinsippet innebærer å montere plater på vertikale lektene (ev. metallskinner). Lektene må ha en bredde som gir rom for innskruing av plater som skjøtes over en lekt. Platene monteres i forband og skrues fast til lektene. Lektene må derfor være festet til underliggende bærevegg av mur eller betong eller mot en bindingsverksvegg som er sikret med en vindsperre.

Det stilles store krav til nøyaktighet i platemontasje, for å unngå at glipper mellom plater fylles med pussmørtel, som derved kan gi spenningsriss i pussen.



Figur 8.3.4 viser systemoppbygging av puss på luftet kledning.

8.4 Egenskaper og systemkrav

8.4.1 Teknisk godkjenning

Tekniske forskrifter til plan og bygningsloven 1997 setter krav om at enhver byggevarer skal tilfredsstille de grunnleggende krav til ferdige byggverk. Disse er definert i byggeveredirektivet og inntatt i byggeforskriften § 5-11. Det er her satt krav om at produsenten skal sikre at produktene egenskaper er dokumentert før de omsettes eller brukes i et byggverk. Slik dokumentasjon skal gjøre det mulig å identifisere varens egenskaper og opprinnelse.

Ifølge EØS-avtalen er Norge forpliktet til å implementere Byggeveredirektivet 89/106 og alle bestemmelser i medhold av dette. Iht. vedtak i EU-kommisjonen skal systemer for puss på isolasjon, såkalte ETICS (=External thermal insulation composite systems) verifiseres iht. system 2+. Dette innebærer blant annet typetesting med

tredjepartskontroll, og krav til CE-merke for omsetning og bruk. Godkjenning etter ETAG 004 gir grunnlag for CE-merke. For leverandører av systemer for puss på isolasjon er det imidlertid vanlig å tilfredsstille forskriftens krav på dette punkt ved å søke om typegodkjenning fra en akkreditert prøvningsinstitusjon. For systemer med puss på plater er det foreløpig ikke utviklet tilsvarende bestemmelser.

8.4.2 Krav og dokumentasjon

Lov om tekniske kontrollorgan gir departementet myndighet til å utpeke tekniske kontrollorgan som skal drive samsvarsvurderinger for å sikre at varer og produkter er i overensstemmelse med den gitte tekniske spesifikasjonen. Systemleverandørene pålegges å dokumentere systemenes egnethet og fremlegge systemgodkjenning fra et akkreditert kontrollorgan.

Dokumentasjon for systemenes egnethet kan normalt tilfredstilles ved godkjenning etter en av tre følgende spesifikasjoner:

- ETAG 004. EOTAs retningslinjer for teknisk godkjenning for ETICS (CE-merking)
- NS-EN 13499. Krav til isolasjonssystemer basert på ekspandert polystyren
- NS-EN 13500. Krav til isolasjonssystemer basert på mineralull

Tabell 8.4.2 gir en orientering om egenskaper det kan være relevant å vurdere ved valg av system, og tilhørende metoder for testing av disse egenskapene.

Nr	Egenskap	Testmetode
1	Varmemotstand	NS-EN ISO 10456 og 6946
2	Heftfasthet mellom puss og isolasjonen	NS-EN 13494
3	Heftfasthet mellom lim og isolasjon (system uten plugger)	NS-EN 13494
4	Avrivningsmotstand for fastpluggert system	NS-EN 13495
5	Brannmotstand	NS-EN 13501-1
6	Armeringens strekkfasthet	NS-EN 13496
7	Permeabilitet	NS-EN 1062-3
8	Motstand mot slag	NS-EN 13497
9	Vanndampgjennomgang	NS-EN ISO 7783-2

Tabell 8.4.2 Metoder for testing av relevante egenskaper for pussystemer

8.4.3 Mekanisk styrke

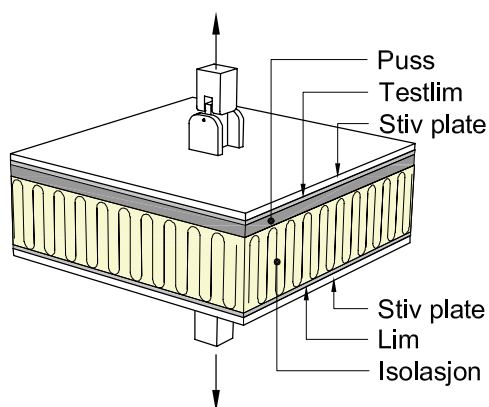
8.4.3.1 Generelt

Systemer for puss på isolasjon må tilfredsstillende de aktuelle funksjonskrav til mekanisk styrke og bestandighet. Kravene er vist i avsnittene under. Pussen må ha tilstrekkelig heft til isolasjonen/ platene for å kunne overføre vertikale og horisontale krefter. Etterfølgende krav til bl.a. mekanisk styrke er medtatt som orientering ved valg av system. Alle kravene er minimumskrav. For systemer med puss på plater kan kravene eventuelt gjøres gjeldende så langt de er relevante.

8.4.3.2 Heftfasthet

NS-EN 13494 angir testmetode for beregning av limets og pussens heftfasthet til isolasjonsmaterialet. Figur 8.4.3.2 angir prinsippet for testen. Følgende minimumskrav er hentet fra produktstandardene.

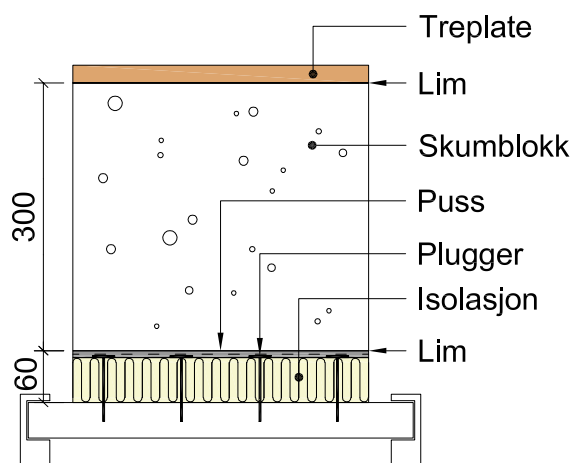
Fasthet i kPa mellom	Lim/ isolasjon	Isolasjon/ puss
Ekspandert polystyrén	80	80
Mineralull	60	6



Figur 8.4.3.2 Testmetode for heftfasthet.

8.4.3.3 Avrivningsmotstand

NS-EN 13495 angir testmetode for beregning av avrivningsmotstand for et komplett fastplugget isolasjonssystem. Figur 8.4.3.3 angir prinsippet for testen. Den deklarerte motstanden skal være større enn opptredende vindkrefter. Beregning av antall festeplugger pr. flateenhet følger av dette.



Figur 8.4.3.3 Testmetode for avrivningsmotstand.

8.4.3.4 Egenskaper for glassfibernet

NS-EN 13496 angir testmetode for bestemmelse av de mekaniske egenskapene til glassfibernet. For karakterisering av glassfibernetts kvalitet benyttes en prøvemethode hvor nettets strekkstyrke i begge retninger bestemmes før og etter kunstig aldring. Ti prøvestykker som måler 50x300 mm utsettes i testen for strekk i lengderetning med tøyningshastighet på 50 mm pr. minutt. Testen gjøres på nye nett samt etter en kjemisk aldringsprosess som innebærer nedsenking i et alkalisk bad i 24 timer. Etter aldringstesten skal nettet ha minimum 50 % av sin opprinnelige styrke og gjennomsnittlig restkapasitet > 40 N/mm nettbredde.

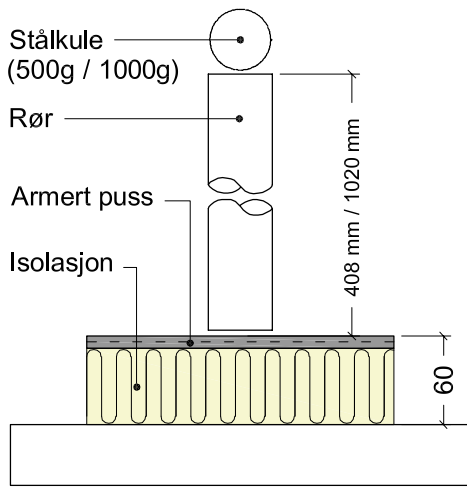
8.4.3.5 Motstand mot slag

NS-EN 13497 angir testmetode for vurdering av motstand mot slag. Figur 8.4.3.5 angir prinsippet for testen. En stålkule slippes vertikalt (a) eller i pendel (b) mot pussoverflaten. Motstanden mot slag vurderes etter en beskrivelse av den skade pussens påføres. Følgende resultatet skal vurderes som skade:

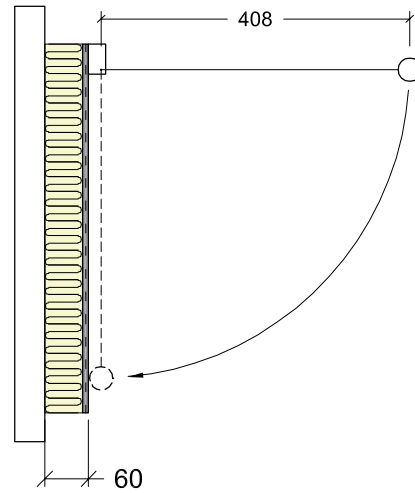
- Armeringen ble synlig
- Slutt puss eller grovpuss de-laminerte
- Gjennomhulling av armert grunnpuss.

Motstanden mot slag skal klassifiseres som følger:

Klasse	Krav
I 2	Ingen skade ved 2 J
I 10	Ingen skade ved 10 J



a)
Figur 8.4.3.5 Alternative testmetoder for vurdering av motstand mot slag

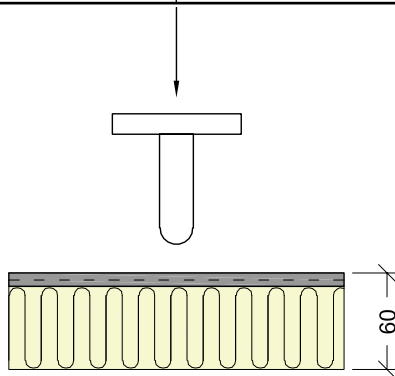


b)

8.4.3.6 Motstand mot gjennomtrengning

NS-EN 13498 angir testmetode for beregning av motstand mot gjennomtrengning. Figur 8.4.3.6 angir prinsippet for testen. Motstanden mot gjennomtrengning måles ved å påføre en vertikal last til gjennomtrengning av pussen oppstår.

Klasse	Krav
PE 200	> 200 N
PE 500	> 500 N



Figur 8.4.3.6 Testmetode for gjennomtrengning

8.4.4 Fukt

8.4.4.1 Generelt

Tilleggsisolering vil normalt kunne endre fuktforholdene i eksisterende yttervegg. Innvendig tilleggsisolering vil forsterke fukt- og klimapåkjenningene i yttervegg og fasade.

Ved utvendig tilleggsisolering vil fuktnivået i eksisterende yttervegg normalt bli vesentlig redusert, se punkt 8.4.4.2, men den nye fasadekledningen vil utsettes for store fukt- og klimapåkjenninger. Pusslaget og tilhørende komponenter og detaljer må ikke skades av de fuktpåkjenninger de blir utsatt for.

8.4.4.2 Kondens

Utvendig tilleggsisolering vil heve temperaturen i den opprinnelige vegg slik at faren for eventuelle fuktproblemer og kondens i denne vil være minimal. Kondens kan imidlertid oppstå i overgangen mellom gammel fasade og tilleggsisolering avhengig av tilleggsisoleringens og pussens damptetthet, og av innvendig fuktbelastning i bygget.

I betongbygg med normale bruksbetingelser vil det være små fuktmengder som diffunderer ut gjennom yttervegg, og erfaringer fra praksis viser at veggene tørker ut og stabiliserer seg på et lavere fuktnivå enn før den utvendige etterisoleringen. Det er således konstatert at faren for korrosjon av innstøpt armering i praksis kan regnes som eliminert. I spesielle bygg med høy fuktbelastning, eksempelvis svømmehaller, offentlige bad, dusj- og garderobe-anlegg, bør det imidlertid velges dampåpne materialer ved utvendig etterisolering, dvs. mineralsk puss på mineralull. Ved evt. tett maling på eksisterende fasade bør man vurdere å fjerne denne.

8.4.4.3 Slagregn

Ved langvarig nedbør og store slagregnmengder kan pussjiktet få et meget høyt fuktinnhold. Under slike

bruksbetingelser vil en mineralsk puss være å foretrekke. Mineralske puss er kapillærsugende og dampåpne slik at uttørkingen foregår både ved fordampning i overflaten og ved kapillær fuktvandring ut til overflaten. Organiske puss er mindre dampåpne og har begrenset kapillær sugesevne. Uttørkingen vil hovedsaklig skje ved fordampning i overflaten, og dette er en langsom prosess. Valg av pussløsning bør derfor ses i forhold til de opptredende klimapåkjenninger.

8.4.4.4 Vanntetthet for systemets overflate

NS-EN 1062-3 angir testmetode for permeabilitet. Pussen anses for å ha tilstrekkelig tetthet mot vanngjennomtrengning hvis alle tester viser verdier under $0,5 \text{ kg}/(\text{m}^2 \text{ h}^{0,5})$. Hvis grunnpussen tilfredsstillende dette kravet er det ikke nødvendig å dokumentere slutt pussens tetthet. Ofte brukes også nordiske klimatester ved Sintef som ekstremtesting for norsk klima.

8.4.4.5 Vanndamp permeabilitet

NS-EN ISO 7783-2 angir testmetode for vanndamp permeabilitet i puss. Testen skal anvendes i tilfeller der gjennomsnittlig daglig relativ fuktighet innendørs er mindre enn 60%, og temperaturforskjellen mellom inne og ute er mindre enn 30K. I slike tilfeller skal vanndamp permeabilitet ikke være mindre enn $20 \text{ g}/(\text{m}^2 \text{ d})$ for puss på polystyrén eller $40 \text{ g}/(\text{m}^2 \text{ d})$ for puss på mineralull. For andre klimaforhold skal beregning skje iht. EN ISO 13788.

8.4.5 Bestandighet

Systemene skal ha begrenset vedlikeholdsbehov og være bestandige over tid da det kan være meget vanskelig å utbedre skader lokalt med tilfredsstillende estetisk resultat. Systemene må tåle temperaturvariasjoner mellom $-20 \text{ }^\circ\text{C}$ og $+80 \text{ }^\circ\text{C}$ og plutselige temperatursprang på $50 \text{ }^\circ\text{C}$, eksempelvis ved soloppheting etterfulgt av regnskurer. Systemene forventes å ha en teknisk levetid på 60 år eller mer ved riktig utførelse og normalt vedlikehold. Vedlikeholdet bør omfatte periodisk rengjøring ved spyling med normalt vanntrykk, avhengig av fasadenes eksponering og nedsmussingsgrad og evt. ny overflatebehandling.

Overflatebehandlingens bestandighet og vedheft kan testes etter følgende kriterier:

Klasse	Krav
Grad av blæring Iht. NS-EN ISO 4628-2	Ingen
Grad av krakelering Iht. NS-EN ISO 4628-4	Moderat antall sprekker 0,2 mm bredde
Grad av avflaking Iht. NS-EN ISO 4628-5	Areal $\leq 1\%$

8.4.6 Isolasjon mot utendørs støy

Utvendig etterisolering med puss på isolasjon vil gi en viss forbedring av ytterveggen isolasjon mot utendørs støy. 8 mm puss på 60 mm tung mineralull ($110 \text{ kg}/\text{m}^3$) vil eksempelvis gi en teoretisk forbedring på 4 dB for tunge yttervegger. Ved samme etterisolering på lette bindingsverksvegger vil forbedringen kunne komme opp i 6-7 dB. Den effektive lydisolasjonen vil begrenses av vinduer i fasadene, som vil ha dårligere lydisolasjon enn selve ytterveggen. Harde isolasjonsplater av polystyrén har generelt dårligere lydisolerende egenskaper enn mykere plater av mineralull.

8.4.7 Brannmotstand

Tekniske forskrifter setter som krav at systemer for utvendig isolering av yttervegger i bygninger må være dokumentert ved prøving. Systemer med ubrennbare isolasjonsmaterialer av mineralull har brannteknisk godkjenning uten begrensning i antall etasjer eller fasadehøyde. Systemer med brennbar overflate/isolasjon er behandlet i veiledning til teknisk forskrift § 7-24, og er blant annet regulert av brannklasse og risikoklasse.

Pussens evt. bidrag til brannspredning kan gi begrensninger for bruk av EPS i fasadeisoleringssystemer, basert på en vurdering av brannforløp og -spredning. Grunnlaget for evt. systemgodkjenninger kan ligge i vurdering av konsekvenser av brannspredning via isolasjonssjiktet etter spredning fra nabobygg, eller på grunn av flammer som slår ut av en branncelle i det aktuelle bygget og sprer seg videre på fasaden.

Som sikring mot nedfall av bygningsdeler på grunn av brann, anbefaler forskriften videre at fasadeplater (herunder også utvendig puss på isolasjon) bør festes.

8.5 Bestemmelser om utførelse

8.5.1 Generelt

De etterfølgende anvisninger er basert på tekniske bestemmelser gitt i norske og europeiske standarder og anvisninger. I tillegg er det hentet inn opplysninger fra systemleverandørene. Det anbefales på det sterkeste å benytte komplette puss-systemer med dokumentert godkjenning fra et anerkjent kontrollorgan. Hybride løsninger sammensatt av delkomponenter fra flere systemleverandører frarådes.

8.5.2 Underlag

Følgende kontroller og forarbeider skal utføres før montering av puss-systemet:

- Toleransekrav til underlaget må relateres til NS 3420-N.
- Eksisterende vegger må kontrolleres med hensyn til overflateavvik, og evt. opprettinger må foretas i tråd med systemleverandørens krav til underlag.
- Det må kontrolleres at underlaget har tilstrekkelig fasthet og stabilitet til å bære puss-systemet.
- Eksisterende overflatebehandling skal fjernes dersom det er fare for at den kan hindre nødvendig uttørring av veggen etter montering av etterisoleringen.
- Løse mur- og pussbiter skal fjernes eller sikres. Det skal være angitt om fjernet puss skal erstattes med ny og om sprekker og riss skal utbedres.
- Det må angis hvilke delprodukter som for eksempel taknedløp, markiser etc., som skal demonteres eller rives, og hvilke midlertidige arrangementer som må etableres. Fasadeutsmykninger og ornamenter skal demonteres hvis ikke annet er angitt.
- Underlaget skal være helt tørt og beskyttet mot nedbør.
- Entreprenøren skal normalt dokumentere hvilke forarbeider som faktisk er utført.

8.5.3 Innfesting

Underlaget skal være i slik stand og ha tilstrekkelig fasthet og stabilitet til at systemet kan bygges direkte på dette:

- Isolasjon, lekter og plater skal monteres og festes i henhold til foreliggende teknisk godkjenning og leverandørens forutsetninger.
- Nødvendige beskyttelsestiltak må iverksettes for å sikre gunstige klimaforhold under arbeidsutførelse

og etterfølgende herding av pussene.

- Platene skal monteres i forband. Øvre grense for glipper i skjøtene er satt til 2 mm. Ved større glipper må platene skiftes ut da slike glipper ellers kan gi luftstrømmer som vil forverre veggens U-verdi.
- Større ujevnheter enn 2 mm i plateskjøtenes overflate skjæres av eller slipes ned. Dette er viktig for å unngå spenningsriss på grunn av tverrsnittsendring i pussene, spesielt for tynnpuss-systemer med liten samlet pustestykkelse (3–4 mm).
- Antall innfestingspunkter må beregnes ut fra de angitte dimensjonerende laster og fordeles over fasaden iht. fordeling av prosjektert belastning.
- Krav til vedheft mellom isolasjonsplater/lekter og bakvegg, eller til uttrekkskapasitet for mekaniske festemidler, må dokumenteres før pussarbeidet igangsettes.

8.5.4 Detaljløsninger (sokkel, åpninger, gesims)

Detaljløsninger skal foreligge som del av entreprisen:

- Pussystemet må beskyttes mot skadelig fuktopptak fra bakken, eller sprut fra andre bygningsdeler.
- Puss ved grunnmur skal forsterkes med ekstra armeringsnett.
- Pussystemet bør avsluttes i nedkant med et perforert sokkelprofil av rustfritt stål eller tilsvarende korrosjonsbestandig materiale. Enkelte systemleverandører har sokkelprofil uten perforering.
- Alle innpussede metallbeslag skal være av rustfritt stål eller tilsvarende korrosjonsbestandig materiale.
- Sålbenkbeslag skal avsluttes mot pussene med fugeløsning som anbefalt av systemleverandør, og stikke minst 30 mm ut fra vegglivet.
- Avslutning mot vinduskarm skal sikres med nødvendig tetting.
- Ventilene og gjennomføringer skal ha tette sidevegger og festes enten i pussjukt eller underlag.
- Avslutninger mot tak utformes slik at man oppnår god sikring mot skadelig fuktinntrengning og skadelig fastholding. Falsing av beslag må utføres slik at avrenning ikke misfarger pusset flate.
- Systemleverandørens standardløsninger er sjelden dekkende for ethvert prosjekt.

8.5.5 Bevegelsesfuger

Fasadens utforming samt pussens evne til å oppta og overføre bevegelser er bestemmende for fugebehovet:

- Ved tykkpuss-systemer etableres bevegelsesfuger med 12–15 meters mellomrom både vertikalt og horisontalt. Bevegelsesfuger bør legges ved alle fasadehjørner. Pussen skal frigjøres fra gjennomgående bygningskomponenter som vinduer og balkonger, med elastiske fuger.
- Ved mineralske tynnpuss-systemer på mineralull foreslås det å etablere bevegelsesfuger med 15–20 meters mellomrom både vertikalt og horisontalt. Bevegelsesfuger bør legges ved alle fasadehjørner. Pussen skal frigjøres fra gjennomgående bygningskomponenter som vinduer og balkonger med elastiske fuger.
- Ved luftet kledning plasseres fuger etter systemleverandørens forutsetninger.
- Bevegelsesfuger plasseres på steder hvor de er best beskyttet mot ytre påkjenninger, som for eksempel bak nedløpsrør. Dette gir også en estetisk gevinst.
- Elastisk fuge eller tettebånd skal alltid plasseres i materialoverganger.
- Der hvor det er bevegelsesfuger/dilatasjonsfuger i eksisterende underlagskonstruksjon skal det etableres korresponderende bevegelsesfuger i pusslaget.

8.5.6 Kontroll og dokumentasjon

Arbeidene skal ledes av en ansvarlig anleggsleder med de nødvendige forutsetninger for å bedømme arbeidenes kvalitet. Øvrige håndverkere skal ha erfaring fra tilsvarende arbeider og ha gjennomført opplæring med det valgte puss-systemet:

- Entreprenøren skal utarbeide prosedyrer som sikrer at utførelsen av arbeidene blir som beskrevet, og kontrollplan til bruk ved egenkontroll.
- Entreprenøren skal føre kontrolljournal og dagbok. Kontrolljournalen skal minimum inneholde opplysninger om kontrollør, tidspunkt for arbeidsutførelse, sted, kontrollområde og resultater/merknader til kontrollen. Dagboken skal inneholde opplysninger om temperatur og værforhold, tid, mannskap og fremdrift.
- Entreprenøren skal kontrollere at arbeidene utføres fagmessig og at materialer/produkter overensstemmer med spesifiserte krav i forskrifter og systemgodkjenninger.
- Entreprenøren skal kunne fremlegge dokumentasjon som viser at det valgte isolasjonssystemet tilfredsstillende oppfyller de gitte spesifiserte krav. Tekniske god-

kjenninger kan være aktuell dokumentasjonsform.

- Senest ved byggherrens overtakelse skal entreprenøren overlevere informasjon om de utførte arbeider. Slik informasjon skal foreligge i form av en plan for forvaltning, drift og vedlikehold (FDV), med beskrivelse av de utførte arbeider, oversikt over underleverandører, materialspesifikasjon, dokumentasjon, prøveresultater og vedlikeholdsinstruks.

8.5.7 Vedlikehold

Pussystemenes bestandighet og levetid er avhengig av at det utføres nødvendig vedlikehold. Dette gjelder periodisk reparasjon av eventuelle punktskader, og tiltak på pussoverflaten som for eksempel vasking eller påføring av ny maling. Vedlikeholdsarbeider skal ikke medføre vesentlige endringer i utseende og skal ikke være påkrevet ved intervaller kortere enn hvert femte år. En vanlig forutsetning om vedlikehold som her omtales, vil ha intervaller på 10 år eller mer.

8.6 Eksempler

8.6.1 Beskrivelse

Det kan være vanskelig å utarbeide dekkende entydige beskrivelser for pussbaserte isoleringssystemer og puss på plater. NS 3420 åpner for komplett beskrivelse for puss på isolasjon, men det kan være mange viktige detaljer som ikke dekkes i slike samleposter. En teknisk beskrivelse for systemløsninger kan gjerne deles i fire deler:

- Rigg og drift
- Forarbeider / klargjøring av underlag
- (Etter-)isoleringsarbeider, eventuelt utlekting og platearbeider
- Pussarbeider.

Beskrivelsen bør omfatte redegjørelse for hvilke arbeidsoperasjoner som skal utføres og hvilke krav som stilles til delresultat, som for eksempel toleransekrav til underlag og til ferdig pusset flate. I tillegg bør det angis nødvendige kontrollrutiner.

8.6.2 Kontrollplan

De forskjellige leverandørene har forslag til kontrollskjema for systemløsninger med puss på isolasjon eller plater. Figur 8.6.2.1-8.6.2.5 viser eksempler på forutsetninger for montering av pussede løsninger. De etterfølgende punkter bør inngå som viktige kontrollpunkter i kvalitetssikringen.

8.6.2.1 Kontroll av underlag/bæresystem

Underlaget må være avrettet for den forutsatte bruk, rengjort og evt. skader må være utbedret. Kontrollen skal dessuten verifisere at underlaget er dimensjonert for å oppta belastninger som systemløsningen vil overføre fra vindkrefter og egenvekt.

8.6.2.2 Kontroll av isolasjonen

Mineralull

Kontrollen skal verifisere at den bestilte kvaliteten er benyttet, samt at platens eventuelle frontside vender ut og er plassert med riktig fiberorientering. Før montering skal det kontrolleres om det er mangler på platene i form av skadde kanter, partier med løstsittende fibre eller lignende. Defekte plater skal ikke benyttes. Sprang ved kantavslutninger og plateskjøter over 2 mm skjæres av eller slipes ned. Ved unøyaktig platetilpassing med skjøteglipper over 2 mm skal plater skiftes ut.

Polystyrén

Kontrollen skal verifisere at den bestilte kvaliteten er benyttet samt at platene har tilstrekkelig lagringstid for å ivareta initialsvinn (konferer leverandør). Platene skal ha en overflateruhet som sikrer at underpussen oppnår tilstrekkelig vedheft til platene. Sprang ved kantavslutninger og plateskjøter over 2 mm slipes ned. Ved platetilpassing med skjøteglipper over 2 mm skal plater skiftes ut.

8.6.2.3 Kontroll av innfesting

Kontrollen skal verifisere at det benyttes lim og plugg som er tilpasset underlag og isolasjonstykkelse. Når uttreksmålinger er påkrevet, skal måleresultatene fremlegges i egen rapport før armeringsarbeidene iverksettes.

For luftet kledning må det sikres at utlektingen er tilstrekkelig festet til bærekonstruksjonen. Krav til sikkerhet mot nedfall ved en ev. brann må tilfredsstille TEK.

8.6.2.4 Kontroll av armeringsarbeider

Kontrollen skal verifisere at overlapp er i henhold til forutsetningene og at armeringsnett ligger i angitt avstand fra underlaget. Ekstra armering må benyttes der dette er beskrevet, og armering må utføres i henhold til systemleverandørens anvisninger ved vindusfalsler og kantavslutninger.

8.6.2.5 Kontroll av underpuss

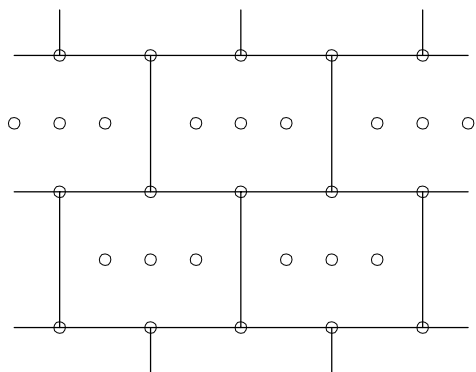
Kontrollen skal verifisere at armeringen er godt tildekket og omhyllet med mørtel. Eventuelle avvik fra minimum tykkelse må utbedres med ekstra påtrekk før slutt puss. Behovet for tilleggsarmering må da vurderes. Flaten skal være rissfri og egnet for videre sluttbehandling. Overflatetoleransene skal kontrolleres mot de spesifiserte krav.

8.6.2.6 Kontroll av detaljløsninger

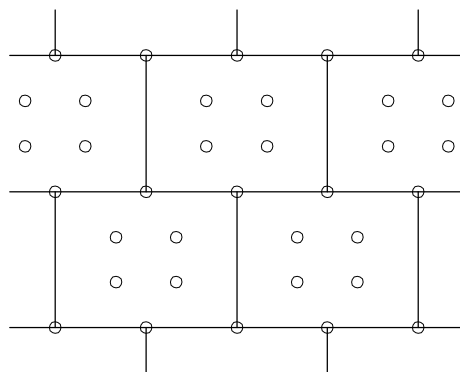
Kontrollen skal verifisere at de benyttede detaljløsninger er i henhold til beskrivelsen og leverandørens anvisninger. Eventuelle avvik må godkjennes av byggherren eller hans representant. Følgende detaljer må vies spesiell oppmerksomhet:

- Fugeplassering og utforming
- Sokkelbeslag
- Innfestingsdetaljer og utsmykninger
- Vindusdetaljer og sålebensløsninger
- Ventil og rørgjennomføringer.

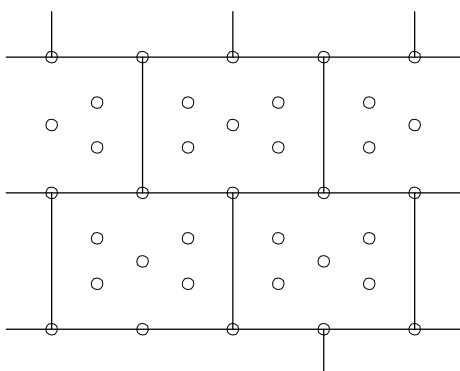
Listen er ikke uttømmende.



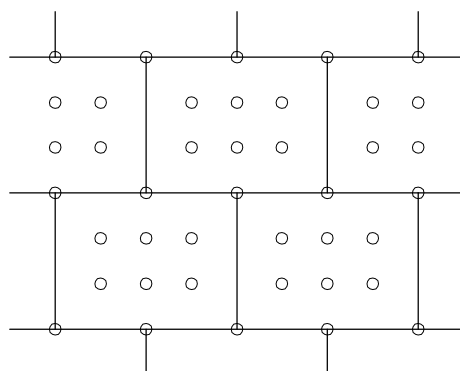
5 stk. / plate
4,63 stk. / m²



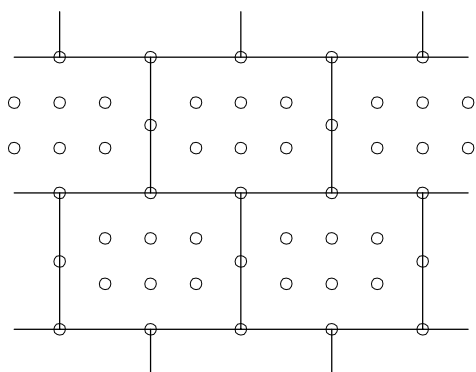
6 stk. / plate
5,55 stk. / m²



7 stk. / plate
6,48 stk. / m²

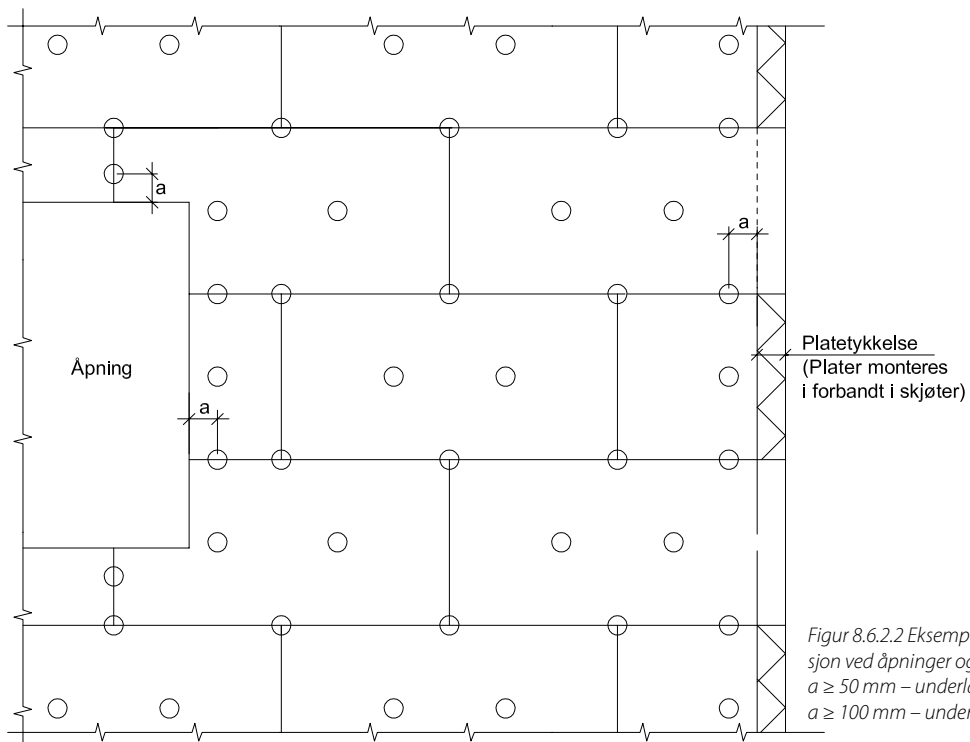


8 stk. / plate
7,41 stk. / m²

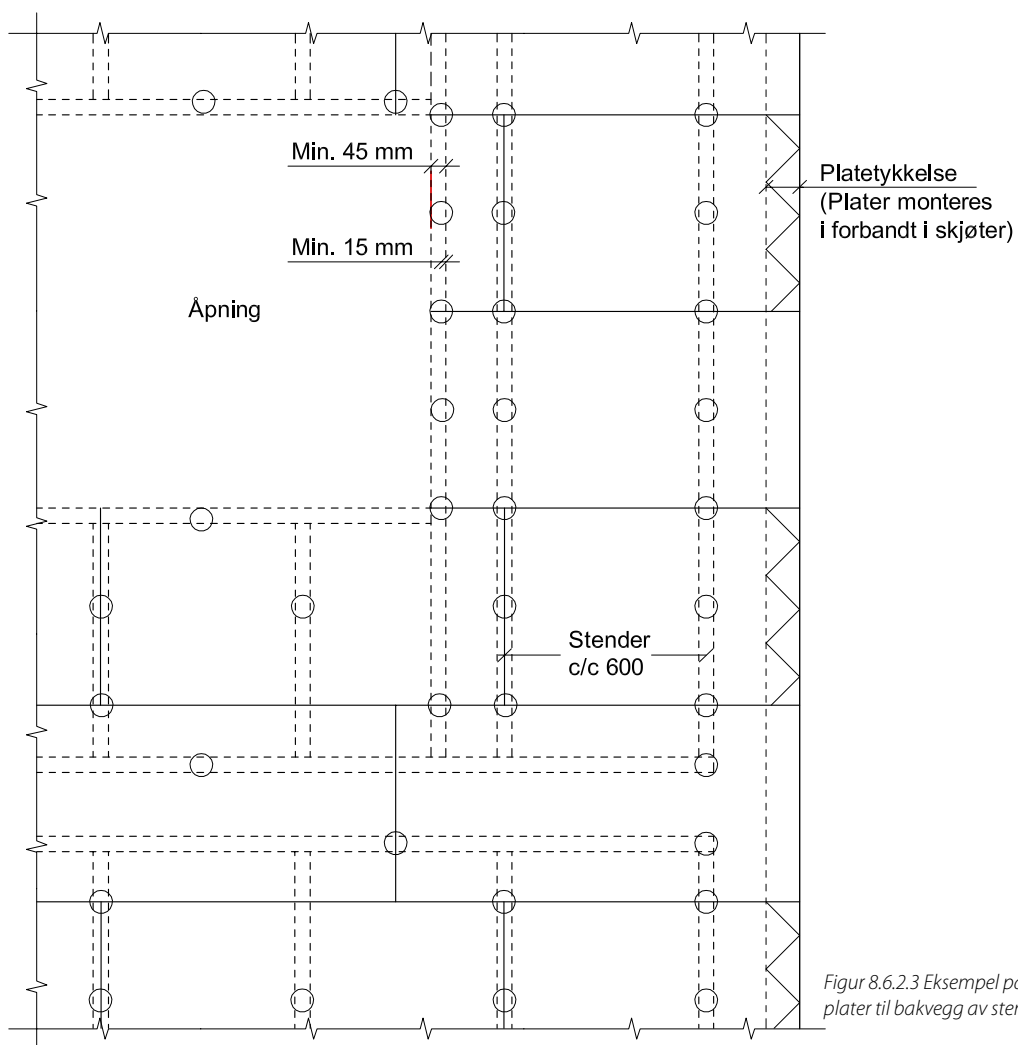


9 stk. / plate
8,33 stk. / m²

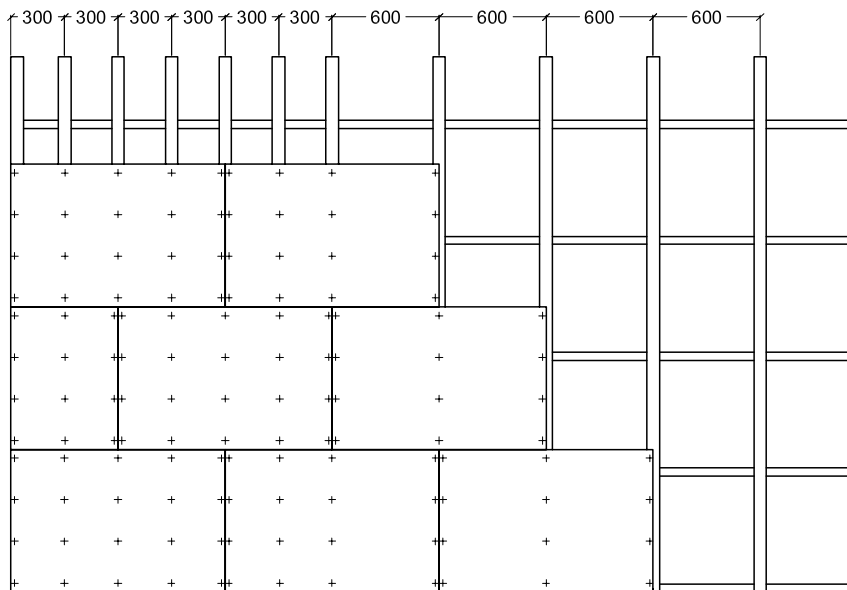
Figur 8.6.2.1 Eksempel på system for spredning av festeplugger for isolasjon på homogen bakvegg



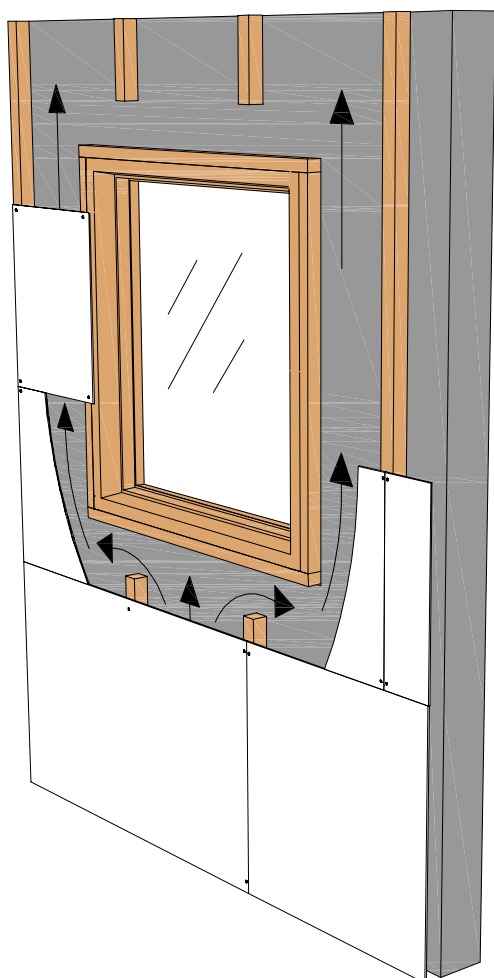
Figur 8.6.2.2 Eksempel på forbandløsninger for isolasjon ved åpninger og utvendige hjørner.
 $a \geq 50$ mm – underlag av lettbetong, lettklinker og tegl
 $a \geq 100$ mm – underlag av betong



Figur 8.6.2.3 Eksempel på innfestning av isolasjonsplater til bakvegg av stenderverk.



Figur 8.6.2.4 Eksempel på innfesting av plater på luftet kledning. Her er det vist kortere senteravstand ved utsatte hjørner.

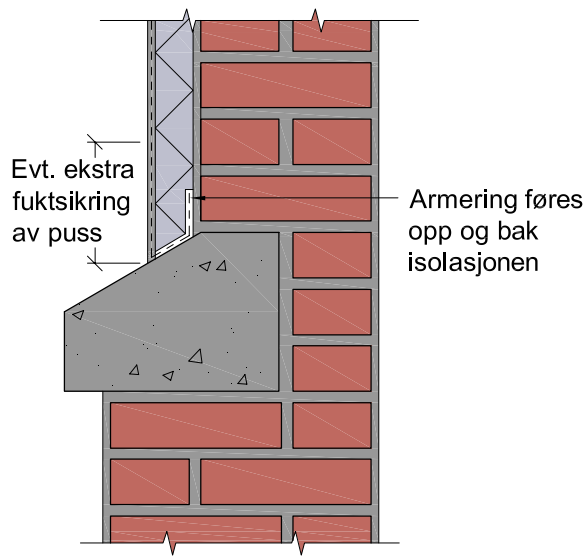


Figur 8.6.2.5 Eksempel på montering av leker for lufting forbi smale vinduer. For vinduer bredere enn anslagsvis 1,2 m må det etableres lufting ut i underkant av vinduet. For å opprettholde muligheter for vertikal luftvandring bak platene er det viktig å etablere spalter i hver ende av ev. horisontale leker. Bruk av slike horisontale leker bør imidlertid unngås.

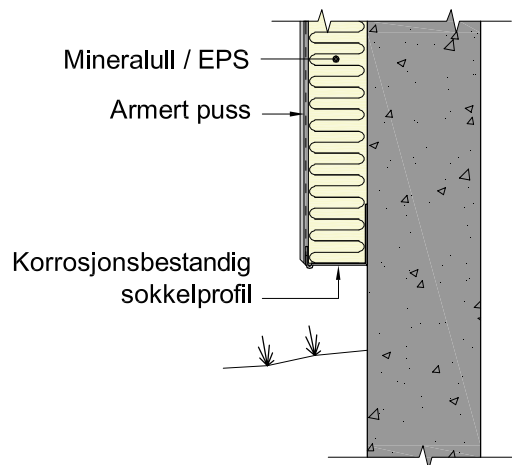
8.6.3 Tekniske detaljer

Mangelfull detaljprosjektering er som nevnt en hovedårsak til skader på systemer for puss på isolasjon, i tillegg til feil materialbruk og uheldige materialkombinasjoner. I det følgende er det vist noen eksempler på generelle og anerkjente detaljløsninger. Disse bør følges ved planlegging og utførelse av fasadearbeidene, såfremt systemleverandør ikke har andre dokumenterte løsninger og anbefalinger. Man skal alltid følge de nyeste oppdateringene hva gjelder systemleverandørens anvisninger.

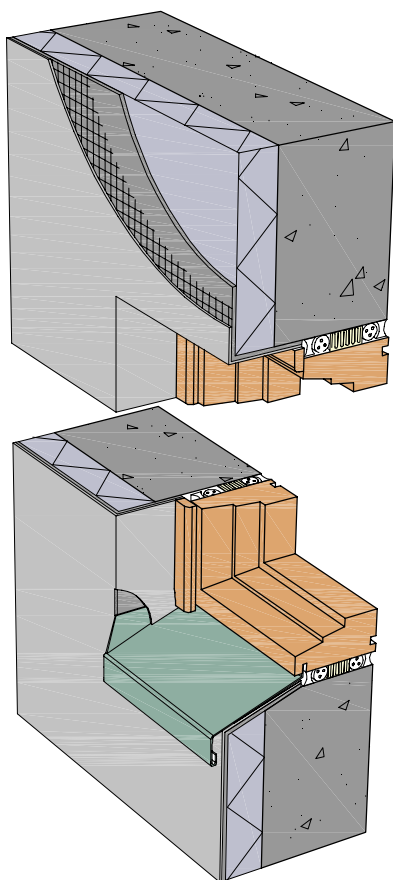
Detaljer av avslutning mot vindu, forutsetter at det er benyttet elastiske tynnpuss-systemer uten behov for frigjøring av pussene ved innpussede sidefalser og bunnfalser. For tykkpuss-systemer skal pussene brytes ved alle falsoverganger mot eksisterende vegg og avsluttes med elastiske fuger her.



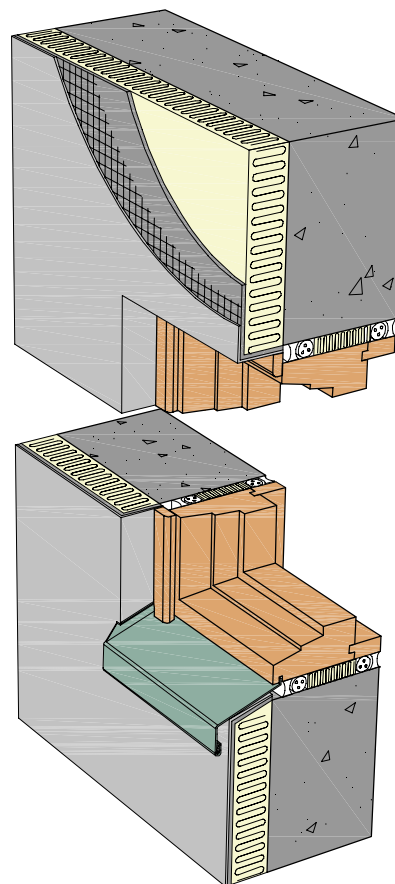
Figur 8.6.3.a Sockelløsning ved utspring



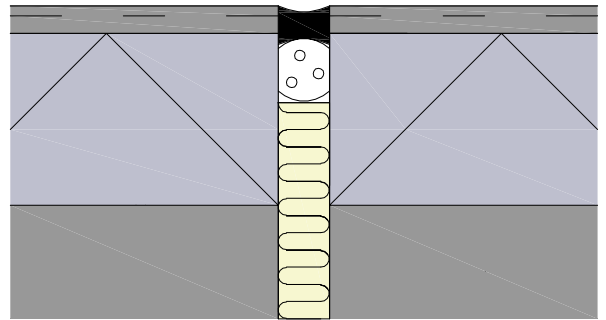
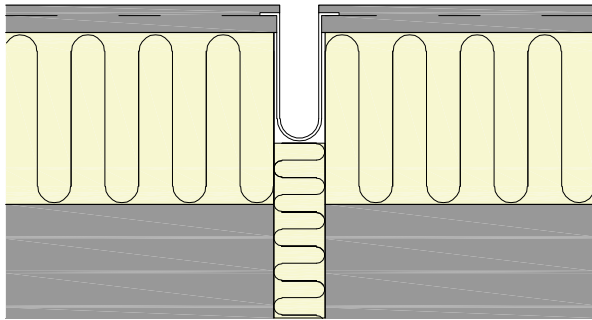
Figur 8.6.3.b Sockelløsning med profil.



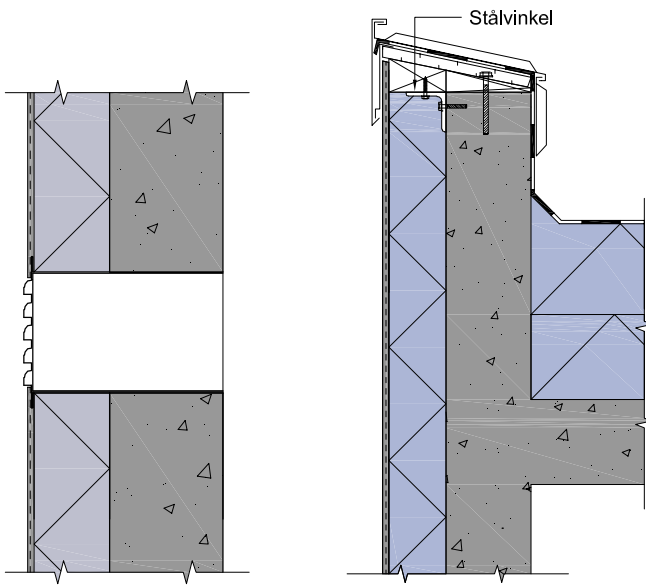
Figur 8.6.3.c Detalj ved vinduskarm med vindu i sin opprinnelige posisjon. Tynnpussystem på polystyren. Innpusset beslagsoppbrett.



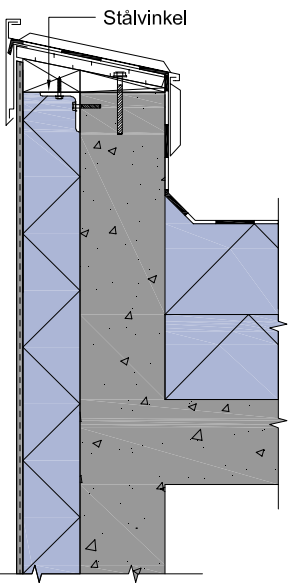
Figur 8.6.3.d Detalj ved vinduskarm med vindu som er flyttet ut i pussfalsen. Tynnpussystem på mineralull. Puss avsluttet mot fals i beslag.



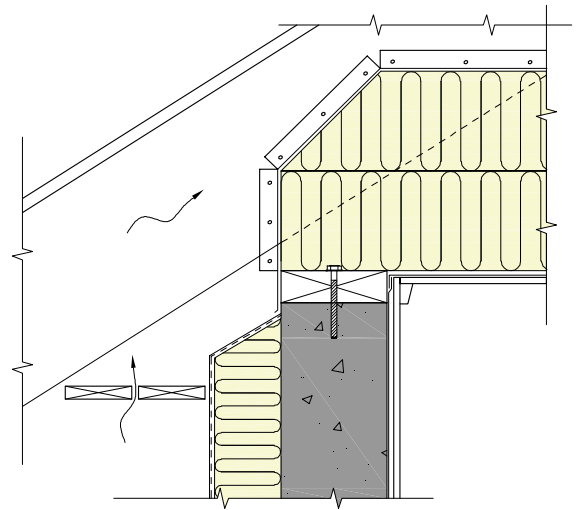
Figur 8.6.3.e Horisontalsnitt av fugeløsninger



Figur 8.6.3.f Innpusset ventilrist, ev. med gjennomføringskanal for støydemping



Figur 8.6.3.g Avslutning ved flatt tak



Figur 8.6.3.h Isolasjonsavslutning ved skråtak

9

Ettersyn og vedlikehold

Et regelmessig ettersyn og vedlikehold er en effektiv metode for å redusere fremtidige kostnader. Fasadeskader kan ofte være forårsaket av at andre bygningsdeler ikke har fungert. Typiske tilfeller i så måte er lekkasjer fra takrenner, nedløp, festeeenheter, beslag og annet som leder vann inn på fasaden. Vann kommer da inn i pussjiktene og fukter opp veggen. Resultatet kan bli utvasking av bindemidler, misfarging, mosevekst, saltsprengning og frostforvitring.

9.1 Generelt

Små skader kan føre til store og kostbare følgeskader. For å hindre dette er det nødvendig med regelmessig ettersyn og vedlikehold. En enkel kontrollprosedyre for årlig gjennomgang er et rimelig tiltak for å redusere omfanget av uforutsette skader:

1. Alle takrenner og taknedløp kontrolleres mot lekkasjer og utbedres straks.
2. Omfanget av organisk vekst vurderes.
3. Fasadeflaten inspiseres grundig for å avdekke eventuelle sprekker og riss. Blir sprekker oppdaget skal dybde og bredde kartlegges. Større sprekker med fare for skadelig fuktinntrenging repareres. Krakeleringer, riss og mindre sprekker holdes jevnlig under oppsikt for å avdekke om situasjonen forverrer seg.
4. Som konsekvens av klimapåkjennning må behovet for ny overflatebehandling vurderes. Slitasjen er vanligvis størst på fasader mot slagregnsretningen. Klimaslitasje er i seg selv ingen skade, men skader kan utvikle seg dersom klimabeskyttelsen ikke opprettholdes. Å fastsette oppussingsintervaller basert på overflateprodukters angitte levetid er ikke å anbefale, da de lokale klimaforholdene og underlagets innvirkning kan ha store lokale variasjoner.
5. Unngå at store mengder snø og fritt vann blir liggende opp mot veggflaten ved bakkenivå. Er grunnmurspussen porøs og sugende kan dette medføre nedfuktig som kan gi skjolder og i verste fall frostskaider.

6. Flater som blir hurtig eller ujevnt nedsmusset bør vurderes vasket rene for forurensinger og aggressive stoffer som kan angripe og bryte ned materialene.

Vedlikeholdsbehovet må sees i sammenheng med fasadens tilstand. Økonomisk bygningsvedlikehold fordrer ofte en totalvurdering av tilstand og tiltak. Det kan være en rekke utbedringsalternativer knyttet til en fasade. Det kan være aktuelt å etterisolere fasaden utvendig fremfor å reparere gammel og dårlig puss. Det må vurderes om vinduer skal skiftes, balkonger rehabiliteres, takrenner og nedløp repareres eller skiftes osv.

Maling og pussutbedringer inngår vanligvis som en del av vedlikeholdstiltakene. Fordelen ved å utføre alle nødvendige utbedringstiltak samtidig fremfor i mange etapper er mange:

- Kostnadsbesparelser ved rigging og stillasbygging.
- Tidsbegrenset "ombyggingsperiode" fremfor å iverksette nye utbedringstiltak.
- Parallelle arbeidsprosesser som vindusutskifting, fasadeutbedring, utbedring av takrenner m.m., griper så tett inn i hverandre at det oppnås klare praktiske og økonomiske fordeler ved å utføre alt i én operasjon.
- Utbedringstiltak utført i mange etapper og over flere år medfører mer administrasjon og oppfølging enn én hovedoppussing.

Ulempen ved å konsentrere alle utskiftninger og utbedringer til én hovedoppussing er at det konsentrerer kostnadene. Mange byggherrer velger derfor å fordele utgiftene på flere utbedringsperioder, en løsning som totaløkonomisk i de fleste tilfeller faller dyrere ut.

Det anbefales at det foran hvert utbedringsprosjekt gjøres en teknisk/økonomisk analyse over hva ulike utbedringsalternativer koster både på kort og lang sikt. Såkalte "nåverdibetraktninger" gir byggherren større forutsetninger til å planlegge og styre sitt bygningsvedlikehold. Riktig planlegging er grunnlaget for lavere vedlikeholdskostnader og en bedre vedlikeholdt bygningsmasse.

■ 9.2 Organiske vekster

Sopp og mose kan få feste og gro på steder som stadig blir tilført fukt. Spesielt utsatt er flater som ligger i skyggen, murte vegger uten klimabeskyttet murkrone, hagemurer, vegger under terreng, veggflater ved takrenneutkast, områder nær lekkasjer etc. Det er derfor viktig å fastslå hvor fuktigheten kommer fra og om mulig stoppe tilførselen.

Mose kan ofte gi et gammelt preg og sjarmerende patina til murverket som en ønsker å beholde. Imidlertid vil organiske vekster holde murverket fuktig og dermed øke faren for frostskaider. Sopp, mose og algevekster bør derfor fjernes av tekniske årsaker. Flaten forvannes og vaskes forsiktig med høytrykksspyler for å fjerne det meste av vekstene. Skal det benyttes kjemikalier må dette gjøres i samråd med leverandør.

Fjerning av klatreplanter som eføy, villvin etc. må ofte utføres ved manuelt arbeid der man river av grener/tråder og evt. renskrubber med stiv kost.

■ 9.3 Smuss, støv og sot

Fasader blir nedsmusset som følge av svevestøv og annen forurenset luft. På enkelte typer underlag som for eksempel kalkstein, blir dette bundet kjemisk til overflaten. På steder hvor overflaten er utsatt for regn, kan smuss og eventuelt vannløslige kjemiske forbindelser bli vasket bort etter hvert, mens de mer beskyttende områdene forblir skitne og mørkner til med tiden. Eldre bygninger i opprinnelig lys fasadestein, kan følgelig få et skjoldete utseende etter hvert. Dette er typisk for gamle kirker og andre ellers prektige bygninger i større byer lengre syd i Europa. En del typer smuss bidrar aktivt til forvitring og bør derfor fjernes.

■ 9.4 Graffiti

På murverk kan det påføres en voksemulsjon for beskyttelse mot graffiti. Behandlingen gir en transparent beskyttende hinne på overflaten slik at ny graffiti kan skylles av ved bruk av høytrykksvasker med varmt vann. Vokshinnen smelter ved ca. 50°C. Et enkelt løsningsmiddel løser vaksen effektivt ved bruk på mindre felt.

Ved bruk av påstrykningsmidler for murte fasader anbefales det at middelets diffusjonsåpenhet og innvirkning på fasadens frostmotstandsevne dokumenteres ved prøving. Alternativt kan leverandører eller annen fagkyndig 3. person avgi en uttalelse.

Rengjøringsmetoden som velges for å fjerne graffiti skal være effektiv og gi godt resultat, men bør også ta hensyn til arbeidsmiljø og kjemiske påvirkninger på det ytre miljøet på grunn av avrenning. Kjemisk fjerning av graffiti er mer skånsom mot underlaget enn mekanisk fjerning, noe som er svært viktig på murverk. Det finnes spesialprodukter på markedet som påføres flaten og deretter fjernes med høytrykksvasking.

9.4.1 Puss på isolasjon og plater

Et forekommende problem kan være hærverk i form av graffiti på pussoverflaten. De forskjellige systemleverandørene kan ha egne forutsetninger for fjerning av graffiti, som bør avklares før man setter i gang utbedringsarbeider. På mur- og betongflater vil det imidlertid normalt la seg gjøre å fjerne graffiti med kjemisk høytrykksvasking, og deretter beskytte fasaden med en transparent voks eller annet egnet produkt. Hvis problemet med graffiti gjentar seg kan fasaden da rengjøres med varm vann, som vil løse opp beskyttelsen og skylle av graffiti.

Enkelte systemleverandører for puss på isolasjon og plater kan ta forbehold mot en slik behandling, da graffiti beskyttelse kan redusere diffusjonsåpenheten i puss. I tillegg kan slutt puss bli mekanisk skadet som følge av vanntrykket. Som et alternativ til fjerning av graffiti anbefales derfor ofte overmaling med en egnet diffusjonsåpen maling. Imidlertid kan også selve graffitien også være diffusjonstett og bør da fjernes.

NS-EN 459-1	Bygningskalk Del 1: Definisjoner, krav og samsvarskriterier (innbefattet rettelsesblad AC:2002)
NS-EN 459-2	Bygningskalk Del 2: Prøvningsmetoder
NS-EN 459-3	Bygningskalk Del 3: Evaluering av samsvar
NS-EN 845-1	Krav til tilbehør for murverk Del 1: Bindere, strekkbånd, opplegg og konsoller
NS-EN 845-2	Krav til tilbehør for murverk Del 2: Overdekninger
NS-EN 845-3	Krav til tilbehør for murverk Del 3: Liggefugearmoring av strekkmetall
NS-EN 998-1	Krav til mørtel for murverk Del 1: Utvendig og innvendig pussmørtel
NS-EN 998-2	Krav til mørtel for murverk Del 2: Murmørtel
NS-EN 1015-1	Prøvningsmetoder for mørtel til murverk Del 1: Bestemmelse av kornstørrelsesfordeling (ved sikteanalyse)
NS-EN 1015-2	Prøvningsmetoder for mørtel til murverk Del 2: Prøvetaking av mørtler og tilberedning av prøvemørtler
NS-EN 1015-3	Prøvningsmetoder for mørtel til murverk Del 3: Bestemmelse av konsistensen på fersk mørtel (ved rystebord)
NS-EN 1015-4	Prøvningsmetoder for mørtel til murverk Del 4: Bestemmelse av konsistensen på fersk mørtel (ved fallstempelinntrengning)
NS-EN 1015-6	Prøvningsmetoder for mørtel til murverk Del 6: Bestemmelse av romdensiteten av fersk mørtel
NS-EN 1015-7	Prøvningsmetoder for mørtel til murverk Del 7: Bestemmelse av luftinnhold i fersk mørtel
NS-EN 1015-9	Prøvningsmetoder for mørtel til murverk Del 9: Bestemmelse av brukstid og korrigeringsstid for fersk mørtel

NS-EN 1015-10	Prøvningsmetoder for mørtel til murverk Del 10: Bestemmelse av tørrdensitet til herdnet mørtel
NS-EN 1015-11	Prøvningsmetoder for mørtel til murverk Del 11: Bestemmelse av bøyestrekfasthet og trykkfasthet til herdnet mørtel
NS-EN 1015-12	Prøvningsmetoder for mørtel til murverk Del 12: Bestemmelse av adhesjonsstyrken av herdnet utvendig og innvendig pussmørtel på underlag
NS-EN 1015-17	Prøvningsmetoder for mørtel til murverk Del 17: Bestemmelse av vannløselig kloridinnhold i fersk mørtel
NS-EN 1015-18	Prøvningsmetoder for mørtel til murverk Del 18: Bestemmelse av vannabsorpsjonskoeffisient på grunn av kapillær virkning på herdnet mørtel
NS-EN 1015-19	Prøvningsmetoder for mørtel til murverk Del 19: Bestemmelse av vanddamppermeabilitet for herdnet utvendig og innvendig puss
NS-EN 1015-21	Prøvningsmetoder for mørtel til murverk Del 21: Bestemmelse av forenligheten av ettlagspussmørtel med underlaget
NS-EN 1052-1	Prøvningsmetoder for murverk Del 1: Bestemmelse av trykkfasthet
NS-EN 1052-2	Prøvningsmetoder for murverk Del 2: Bestemmelse av bøyestrekfasthet
NS-EN 1052-3	Prøvningsmetoder for murverk Del 3: Bestemmelse av opprinnelig skjærfasthet
NS-EN 1052-4	Prøvningsmetoder for murverk Del 4: Bestemmelse av skjærstyrke ved fuktsperresjikt
NS-EN 1052-5	Prøvningsmetoder for murverk Del 5: Bestemmelse av heft etter vrismetoden (wrench)
NS-EN 1062-1	Maling og lakk. Beleggmaterialer og beleggsystemer for utvendig mur og betong Del 1: Klassifisering
NS-EN ISO 7783-2	Maling og lakk. Beleggmaterialer og beleggsystemer for utvendig mur og betong Del 2: Bestemmelse og klassifisering av graden av gjennomtrenging av vanddamp (permeabilitet).

NS-EN 1062-3	Maling og lakk. Beleggmateriale og beleggsystemer for utvendig mur Del 3: Bestemmelse og klassifisering av vanngjennomtrengningsgrad (permeabilitet)
NS-EN 1062-6	Maling og lakk. Beleggmateriale og beleggsystemer for utvendig mur og betong Del 6: Bestemmelse av karbondioksidpermeabilitet
NS-EN 1062-7	Maling og lakk. Beleggmateriale og beleggsystemer for utvendig mur og betong Del 7: Bestemmelse av egenskaper for sprekkoverbygging
NS-EN 1062-11	Maling og lakk. Beleggmateriale og beleggsystemer for utvendig mur og betong Del 11: Metoder for kondisjonering før prøving
NS-EN 1504-1	Produkter og systemer for beskyttelse og reparasjon av betongkonstruksjoner. Definisjoner, krav, kvalitetskontroll og evaluering av samsvar Del 1: Definisjoner
NS-EN 1504-2	Produkter og systemer for beskyttelse og reparasjon av betongkonstruksjoner. Definisjoner, krav, kvalitetskontroll og evaluering av samsvar Del 2: Systemer for overflatebehandling
NS-EN 1504-3	Produkter og systemer for beskyttelse og reparasjon av betongkonstruksjoner. Definisjoner, krav, kvalitetskontroll og evaluering av samsvar Del 3: Reparasjoner for bærende og ikke-bærende formål
NS-EN 1504-4	Produkter og systemer for beskyttelse og reparasjon av betongkonstruksjoner. Definisjoner, krav, kvalitetskontroll og evaluering av samsvar Del 4: Lim for konstruktive formål
NS-EN 1504-5	Produkter og systemer for beskyttelse og reparasjon av betongkonstruksjoner. Definisjoner, krav, kvalitetskontroll og evaluering av samsvar Del 5: Injeksjon i betong
NS-EN 1504-6	Produkter og systemer for beskyttelse og reparasjon av betongkonstruksjoner. Definisjoner, krav, kvalitetskontroll og evaluering av samsvar Del 6: Forankring av armeringsstang
NS-EN 1504-7	Produkter og systemer for beskyttelse og reparasjon av betongkonstruksjoner. Definisjoner, krav, kvalitetskontroll og evaluering av samsvar Del 7: Korrosjonsbeskyttelse av armering
NS-EN 1504-8	Produkter og systemer for beskyttelse og reparasjon av betongkonstruksjoner. Definisjoner, krav, kvalitetskontroll og vurdering av samsvar Del 8: Kvalitetskontroll og vurdering av samsvar
NS-EN 1504-9	Produkter og systemer for beskyttelse og reparasjon av betongkonstruksjoner. Definisjoner, krav, kvalitetskontroll og vurdering av samsvar Del 9: Almenne regler for bruk av produkter og systemer

NS-EN 1504-10	Produkter og systemer for beskyttelse og reparasjon av betong. Definisjoner, krav, kvalitetskontroll og evaluering av samsvar Del 10: Bruk av produkter og systemer på byggeplass og kvalitetskontroll av utførelsen
NS 3420-L	Beskrivelsestekster for bygg, anlegg og installasjoner Del L: Betong
NS 3420-N	Beskrivelsestekster for bygg, anlegg, installasjoner Del N: Murarbeider
NS 3423	Tilstandsanalyse av fredete og verneverdige bygninger
NS 3424	Tilstandsanalyse for byggverk. Innhold og gjennomføring
NS-EN ISO 6946	Bygningskomponenter og -elementer. Varmemotstand og varmgjennomgangskoeffisient. Beregningsmetode.
EOTA ETAG-004	Guideline for European Technical Approval of ETICS.
EOTA ETAG-014	Guideline for European Technical Approval of plastic anchors for ETICS.
NS-EN 13494	Varmeisoleringsprodukter til bruk i bygninger. Bestemmelse av limets og pussens heftfasthet til isolasjonsmaterialet
NS-EN 13495	Varmeisoleringsprodukter til bruk i bygninger. Bestemmelse av avrivningsmotstanden for utvendig sammensatt varmeisolasjonssystem (ETICS) (skumblokkprøving)
NS-EN 13496	Varmeisoleringsprodukter til bruk i bygninger. Bestemmelse av de mekaniske egenskapene til glassfibernet
NS-EN 13497	Varmeisoleringsprodukter til bruk i bygninger. Bestemmelse av motstand mot slag for utvendig sammensatt varmeisolasjonssystem (ETICS)
NS-EN 13498	Varmeisoleringsprodukter til bruk i bygninger. Bestemmelse av motstand mot gjennomtrengning for utvendig sammensatt varmeisolasjonssystem (ETICS)
NS-EN 13499	Varmeisolasjonsprodukter i bygninger. Utvendig sammensatte varmeisolasjonssystemer (ETICS) basert på ekspandert polystyren. Krav
NS-EN 13500	Varmeisolasjonsprodukter i bygninger. Utvendig sammensatte varmeisolasjonssystemer (ETICS) basert på mineralull. Krav



ISBN 978-82-998-0160-7

