

Påhengsfasader - Hvordan har de det?

Kritiske detaljer vi aldri ser igjen!

Ina Irgens Aasheim
Karoline Stagrum Eknes

Bygg- og miljøteknikk

Innlevert: juni 2013

Hovedveileder: Svein Bjørberg, BAT

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Institutt for bygg, anlegg og transport



Oppgavens tittel: Påhengsfasader – Hvordan har de det? Kritiske detaljer vi aldri ser igjen!	Dato: 10.juni, 2013 Antall sider (inkl. bilag): 228
	Masteroppgave x Prosjektoppgave
Navn: Ina Irgens Aasheim og Karoline Stagrum Eknes	
Faglærer/veileder: Svein Bjørberg	
Eventuelle eksterne faglige kontakter/veiledere:	

Ekstrakt:
Hensikten med denne oppgaven er å finne en metode for gjennomføring av tilstandsanalyse, slik at faren for at påhengsfasader faller ned reduseres. En påhengsfasade er en utvendig, ikke bærende veggkonstruksjon forankret i bygningens hovedbæresystem. I denne oppgaven er det kun sett på påhengsfasader av tegl, naturstein, plater og glass. For å anskaffe tilstrekkelig informasjon er det benyttet en empirisk kvalitativ metode, som består av en litteraturstudie og en intervjurunde.

De vanligste skadene er forårsaket av sviktende utførelse og prosjektering samt mekaniske, kjemiske og biologiske nedbrytningsmekanismer. Dette fører til råte i bakenforliggende vegg, korrosjon på forankringer og frostsprengning i tegl og naturstein.

FDV-dokumentasjonen som følger med den ferdige bygningen i dag er noe manglende. I tillegg til dagens dokumentasjon, bør det gis informasjon om skadesymptomer og anbefalt vedlikehold, for å opprettholde tilstrekkelig lufting og drenering.

Det er utfordrende å gjennomføre en tilstandsanalyse på innfestningen til påhengsfasaden, da den er skjult bak selve fasaden. Detaljeringsnivå 1 og 2, gir et godt inntrykk av tilstanden til innfestningen. Denne består av visuell kontroll, røykappuller, fuktmåler, tegningsgransiking, lastpåkjenning, sugekopp, endoskopi og termografering. For å få et sikkert bilde av tilstanden må det gjennomføres en registrering på detaljeringsnivå 3, som innebærer destruktive metoder.

Stikkord:

1. Påhengsfasade
2. Tilstandsanalyse
3. Skader
4. FDV-dokumentasjon

(sign.)

(sign.)

FORORD

Denne rapporten er et resultat av samarbeidet mellom Karoline Eknes og Ina Irgens Aasheim våren 2013 om masteroppgave innen fordypningsretningen Eiendomsutvikling og -forvaltning for Instituttet for bygg, anlegg og transport ved NTNU, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet. Arbeidet med masteroppgaven utgjør 30 studiepoeng per student og var utført over en 5-måneders periode. Arbeidsmengden har vært jevnt fordelt mellom forfatterne. Vi har begge deltatt i alle fasene av oppgaveskrivingen for at begge skulle få et så godt utbytte av oppgaven som mulig.

Bakgrunnen for at vi valgte å skrive om påhengsfasader var fordi vi kunne bruke vår tekniske bakgrunn fra fordypningsfaget TBA4171 Bygnings- og materialteknikk og TBA4176 Eiendomsutvikling og -forvaltning i en og samme oppgave. Vår veileder kom med oppgavetittelen som vi begge syntes høyrtes interessant ut og få har skrevet om dette emnet før.

Arbeidet vårt startet med en litteraturstudie. Vi skrev begge fordypningsprosjekt om andre temaer og kunne ikke bygge videre på dette arbeidet. Det har også vært et omfattende arbeid å komme i kontakt med, planlegge og gjennomføre intervjuer med personer med erfaring rundt dette emne. Med bakgrunn i litteraturstudien som utgjør teoridelen og intervjurunden som utgjør resultatdelen, har vi klart å komme frem til en metode for å gjøre en tilstandsanalyse for innfestningene til påhengsfasader.

Denne masteroppgaven kunne ikke blitt skrevet hvis det ikke hadde vært for vår veileder Svein Bjørberg som har hjulpet oss med et kontaktnettverk, gitt oss tips til hvor vi kunne lete etter relevant litteratur samt veiledet og rettet oss. Vi vil og rette en stor takk til alle de som har stilt opp til intervju både personlig, via epost og telefon. Vi kunne ikke ha skrevet oppgaven uten deres hjelp og erfaringsoverføring. Vi er veldig takknemlige for tiden alle har satt av til å hjelpe oss.

Trondheim, 10. juni 2013

X

Ina Irgens Aasheim

X

Karoline Stagrum Eknes

SAMMENDRAG

Hensikten med denne oppgaven er å finne en metode for å gjennomføre en tilstandsanalyse, slik at faren for at påhengsfasader faller ned reduseres. Denne metoden er utarbeidet etter at forfatterne har skaffet seg et helhetlig inntrykk av hvilke skader som oppstår, hvorfor de oppstår og hvordan de kan avdekkes.

En påhengsfasade er en utvendig, ikke bærende veggkonstruksjon forankret i bygningens hovedbæresystem. Dette omfatter mange typer fasader. I denne oppgaven er det kun sett på påhengsfasader av tegl, naturstein, plater og glass. Det er valgt å se nærmere på innfestninger, skader, skadeårsaker, FDV-dokumentasjon og gjennomføring av tilstandsregistreringer på denne type fasade.

For å anskaffe tilstrekkelig informasjon er det benyttet en empirisk kvalitativ metode. Denne metoden består av en litteraturstudie og en intervjurunde av forskjellige aktører i byggebransjen. Det er kun benyttet nordisk litteratur og intervjuobjekter.

De vanligste skadene knyttet til påhengsfasader er råde i bakenforliggende vegg, korrosjon på forankringer og frostsprengning i tegl og naturstein. Årsakene til skadene er i stor grad byggefeil på grunn av sviktende utføring og prosjektering. I tillegg ser man ofte at skadene oppstår på grunn av en uheldig kombinasjon av nedbrytningsmekanismer. De mest fremtredende nedbrytningsmekanismene er mekaniske, kjemiske og biologiske.

FDV-dokumentasjonen som følger med den ferdige bygningen i dag er noe manglende. Dette er fordi den som regel kun inneholder produktdatablad og anbefalt vedlikehold av synlige flater. I tillegg til dagens dokumentasjon, bør det gis informasjon om skadesymptomer og anbefalt vedlikehold, for å opprettholde tilstrekkelig lufting og drenering.

Det er utfordrende å gjennomføre en tilstandsanalyse på innfestningen til påhengsfasaden, da den er skjult bak selve fasaden. Tilstandsregistreringen bør gjennomføres som vist i tabellen nedenfor. Detaljeringsnivå 1 og 2, gir et godt inntrykk av tilstanden til innfestningen. For å få et sikkert bilde av tilstanden må det gjennomføres en registrering på detaljeringsnivå 3, som innebærer destruktive metoder.

Nivå	Metode	Formål
Nivå 1	Visuell kontroll	Å få en vurdering på et grovt overordnet nivå og avdekke synlige avvik på skadet innfestning. Symptomer som kan avdekkes er sprekker på grunn av setninger og frostsprengning, utbuling og andre uregelmessigheter, rustvann fra innfestningene som tegn på korrosjon, fuktinntrengning på innsiden av veggen, uttørkede pakninger, fuktinntrengning i glassfasadene samt nærkontakt mellom glass og andre materialer.
	Røykampuller	Å avdekke om det er tilstrekkelig lufting bak fasaden.
	Fuktmåler	Bruk av fuktmålere på innvendige vegger for å avdekke problemer knyttet til dårlig drenering.
Nivå 2	Visuell kontroll i lift/stillas	Vil avdekke samme symptomer som en visuell kontroll under nivå 1, men også muligheter for å undersøke større deler av veggen noe nærmere.
	Tegningsgranskning	Avdekke svakheter og avvik der det er knyttet usikkerhet til tilstanden etter registreringen på nivå 1.
	Vertikale og horisontal lastpåkjenning	Teste om fasaden tåler de påkjenningene den er utsatt for.
	Sugekopp	Teste om fasadeplatene sitter fast.
	Endoskop	Få et bilde av innfestningen som kan avdekke tilstanden dens. Korrosjon, brudd og manglende innfestning.
	Termografering	Ved å analysere varmestrømmer og temperaturdifferanser og dermed avsløre symptomer på avvik. Avvik som kan oppdages er fukt. Metoden kan også benyttes for å bekrefte om det er tilstrekkelig lufting i konstruksjonen og korrosjon på innfestningene. Det er også mulig å lokalisere innfestningene.
Nivå 3	Destruktive metoder fra utsiden	Avdekke sikker tilstand av innfestningene.

ABSTRACT

The purpose of this assignment is to find a method for performing a survey of technical condition, to reduce the risk of curtain walls falling down. This method is developed after the authors have acquired an overall impression of how the damages arise, why they arise and how they can be revealed.

A curtain wall system is an outer covering of a building in which the outer walls are non-structural. The outer covering is anchored to the main building structure. This includes a lot of different façade systems. In this assignment the focus has been curtain walls of bricks, natural stone, façade panels and facades of glass. It has been chosen to look closer at the attachment system, the damages, the cause of damages, the documentation for maintenance, operating and administration of a building, and how a survey of technical condition is done for this particular facade.

To acquire the adequate information it is used an empiric qualitative method. This method consists of a study of literature and interviews by different actors in structural engineering. It has only been used Nordic literature and interviewees.

The most common damages linked to curtain walls are rot in the wall behind the curtain wall, corrosion on the anchors and frost erosion in bricks and natural stones. The cause of the damages is mainly building mistakes, because of declining execution and projecting of the building. The damages often come in a combination of degradation mechanisms. The most striking degradation mechanisms are mechanical, chemical and biological.

The documentation for maintenance, operating and administration of a building follows with every new building. Today this documentation is a little insufficient. This is because the documentation normally just includes a specification sheet and recommended maintenance of visible surfaces. In addition to today's documentation there should be information of symptoms of damages and recommended maintenance, to maintain enough airing and drainage of the wall.

It is challenging to perform a survey of technical condition on the attachment system to curtain walls, because it is hidden behind the main façade. The registration of condition should be done as written in the table below. Level 1 and 2 gives a good impression of how the condition of the attachment system is. To get a reliable picture of the attachment system, a registration on level 3 that includes destructive methods has to be performed.

Level	Method	Aim
Level 1	Visual control	Get an evaluation/assessment on a roughly superior level and reveal visible deviations on a damage attachment system. Revealable symptoms are cracks because of settings and frost erosion, bumps and other irregularities, rust-colored water from the attachment system that is a sign of irregularity, moisture penetration to the inside of the wall, dried out packing, moisture penetration inside the glass façade system as well as close contact between glass and other materials.
	Smoke ampoule	Reveal whether or not there is enough airing behind the façade system.
	Measuring of moisture content	Use of this equipment on internal walls to reveal problems attached to bad drainage.
Level 2	Visual control in lift/scaffolding	Will reveal the same symptoms as visual control under level 1, but it is also possible to inspect a bigger part of the wall and to inspect it a little closer.
	Scrutiny of drawings	Reveal weaknesses and deviations where there are uncertainties to the condition after the registration on level 1.
	Vertical and horizontal load strain	To tests if the façade system tolerates the strains it is exposed to.
	Suction cup	To test if the facade system is fastened.
	Endoscope	Get a picture of how the attachment system is, so the condition can be revealed. Corrosion, fracture and missing attachment system.
	Thermography	By analyzing heat flows and differences in temperature and thereby reveal symptoms on deviations. Discoverable deviations are moisture. The method can also be used to confirm whether or not there is enough airing in the construction and corrosion on the attachment system. It is also possible to localize the attachment system.
Level 3	Destructive methods from the outside	Reveal a reliable condition of the attachment system.

INNHALDSFORTEGNELSE

Forord	III
Sammendrag	V
Abstract	VII
Innholdsfortegnelse	IX
Figurer	XII
Tabeller	XIV
Formler	XIV
Definisjoner:	1
1 Innledning.....	5
1.1 Bakgrunn	5
1.2 Målsetning.....	5
1.3 Problemstilling.....	5
1.4 Begrensninger.....	6
1.5 Rapportens oppbygging	6
2 Metode	7
2.1 Ulike typer metoder	7
2.2 Fremgangsmåte	7
2.3 Litteraturstudie.....	8
2.4 Intervjurunde.....	9
2.5 Casestudie	10
2.6 Validitet og reliabilitet.....	10
3 Teori.....	11
3.1 Historie	11
3.1.1 1845-1900.....	12
3.1.2 1900-1950.....	13
3.1.3 1950-1985.....	14
3.1.4 1985-2013.....	15
3.2 Påhengsfasader	16
3.2.1 Generelle betraktninger	17
3.2.2 Teglsteinfasader	20
3.2.3 Natursteinsfasader	24
3.2.4 Platefasader.....	28
3.2.5 Glassfasader	31

3.2.6	Oversikt over de ulike innfestningene og svakhetene til påhengsfasader.....	37
3.3	Skader og skadeårsaker.....	38
3.4	Levetid.....	39
3.4.1	Generelt om levetid.....	39
3.4.2	Materialer og komponenter.....	42
3.4.3	Utforming.....	43
3.4.4	Arbeidsutførelse.....	45
3.4.5	Vedlikehold.....	46
3.4.6	Bruk.....	47
3.4.7	Ytre miljø/klima.....	47
3.4.8	Indre miljø.....	53
3.4.9	Metoder for å estimere levetiden.....	53
3.5	FDV-dokumentasjon.....	57
3.6	Tilstandsanalyse.....	59
3.6.1	NS 3424.....	59
4	Resultat.....	73
4.1	Innfestninger.....	73
4.1.1	Ulike innfestninger.....	73
4.1.2	Utskifting av påhengsfasader og deres innfestninger.....	74
4.2	Skader på påhengsfasader.....	74
4.2.1	Skadeårsaker og skader.....	75
4.2.2	Case.....	80
4.3	Levetid.....	83
4.4	Ansvar for fasaden og innfestningene.....	84
4.5	Kvalitetssikring av fasadene.....	85
4.6	FDV-dokumentasjon.....	87
4.7	Tilstandsanalyse.....	88
4.7.1	Tilstandsregistrering.....	90
5	Diskusjon.....	95
5.1	Innfestninger.....	95
5.2	Innfestninger og utfordringer.....	95
5.2.1	Tegl.....	95
5.2.2	Naturstein.....	96
5.2.3	Plater.....	97

5.2.4	Glass.....	98
5.2.5	Sammenligning av de ulike påhengsfasadene og deres innfestninger	99
5.3	Skader	100
5.3.1	Råteskader	101
5.3.2	Korrosjon	101
5.4	Skadeårsaker	102
5.4.1	Byggefeil	102
5.4.2	Nedbrytingsfaktorer	104
5.4.3	Vedlikehold.....	104
5.4.4	Ansvar	105
5.5	FDV-dokumentasjon.....	106
5.5.1	Gapet mellom behovet for dokumentasjon og hva som blir gitt	106
5.6	Tilstandsanalyse	109
5.6.1	Standarden	110
5.6.2	Formål og omfang	111
5.6.3	Detaljeringsnivå.....	113
5.6.4	Utstyr	117
5.6.5	Tilstandsgrad og tiltak for å lukke avvik	119
6	Konklusjon	121
6.1	Utvikling.....	121
6.2	Innfestningsmetoder	121
6.3	Skader ved påhengfasader	122
6.4	Skadeårsaker og ansvar	123
6.5	FDV-dokumentasjon.....	123
6.6	Tilstandsanalyse	123
7	Videre arbeid	126
	Referanseliste	129
	Vedlegg	135

FIGURER

Figur 2.2-1 Fremgangsmåten for arbeidet med masteroppgaven.....	8
Figur 3.1-1 Boligbygging fra 1946-2010 (Statistisk sentralbyrå, Udatert).....	12
Figur 3.1-2 Typisk bygård fra 1880-tallet (Mørk, 2012b)	13
Figur 3.2-1 Påhengsfasade fra Swisspearl (Swisspearl Architecture 15, Udatert)	16
Figur 3.2-2 Fugekant, fugeflate og fugetetning samt fugedybde (D) (Johansen & Kvande, 2002)	19
Figur 3.2-3 Forblending av isolert bindingsverk. Vertikalsnitt (Kvande, 2009)	21
Figur 3.2-4 Forblending av betongvegg. Vertikalsnitt (Kvande, 2009).....	21
Figur 3.2-5 Muring av forblending mot massiv bakvegg av betong (Kvande, 2009).....	22
Figur 3.2-6 Fast binder for forankring av forblending til bakvegg, søyle eller dekkeforkant av betong. Trådbinder med slaganker monteres i utborete hull i betongen, tilpasset murverkets skiftgang (Kvande, 2009).....	22
Figur 3.2-7 Glideforbindelse for forankring av forblending til bakvegg av isolert bindingsverksvegg. Ferdig tilbøyd trådbinder hektes inn på skinnen (Kvande, 2009)	23
Figur 3.2-8 Skara Brae; I 1859 fant man etter en kraftig storm Europas eldste steinbygninger på Orknøyene nord for Skottland, som kan dateres tilbake til år 2200 før vår tidsregning (Brandt, 2009)	24
Figur 3.2-9 I det 15. århundre bygde Inkaene i Peru med meget presist tildannede store steiner uten bruk av mørtel (Brandt, 2009).....	24
Figur 3.2-10 Natursteinsfasade (Eknes, Natursteinsfasade [Foto])	25
Figur 3.2-11 Forankring med skinnesystem på stendere av tynnplateprofiler på massiv vegg med utvendig isolasjon. Her er steinplatene satt i en horisontal bæreskinne (Alnæs, 2004)	26
Figur 3.2-12 Ankerskinne innstøpt i betong (Alnæs, 2004).....	26
Figur 3.2-13 Vertikal skinne skrudd fast til betongen med brakett og ekspansjonsbolt (Alnæs, 2004).....	27
Figur 3.2-14 Tynnplatekledning av travertin montert med kontinuerlig horisontalt skinnesystem (Alnæs, 2004).....	27
Figur 3.2-15 Eksempel på forbindelse mellom brakett eller skinne og steinplate med sliss i platens sidekanter. På figuren til høyre er en del av braketten felt inn i kanten på overliggende plate for å redusere fugebredden (Alnæs, 2004)	27
Figur 3.2-16 Platefasade fra Steni (Steni, 2012).....	28
Figur 3.2-17 Eksempel på innfestning av plate (Steni, 2012)	30
Figur 3.2-18 Eksempel på innfestning av plate (Steni, 2012).....	31
Figur 3.2-19 Eksempel på bruk av glassfasade (Schüco, Udatert).....	32
Figur 3.2-20 Viser forskjellige innfestingssystem for glassfasader og bruk av glassfasade (Schüco, 2013; Schüco, Udatert).....	34
Figur 3.2-21 Eksempel på gummipakninger i innfestningen til glassfasader (Schüco, 2013)	35
Figur 3.2-22 Knusing på grunn av manglende pakning (Jelle, 2012b).....	35
Figur 3.3-1 Illustrasjon av ulike skader og feil som rammer byggeprosjekter og bygninger (Gjeving & Thue, 2002).....	38
Figur 3.4-1 Visualisering av definisjonen av levetid (Haagenrud, 2004)	40
Figur 3.4-2 Levetidsplanlegging går ut på å estimere levetiden ved å vurdere hvordan forskjellige faktorer påvirker levetiden. (Mørk et al., 2012).....	41

Figur 3.4-3 Det er mange faktorer som påvirker hverandre. Noe kan veie opp for at noe annet er dårlig. Det er derimot noe usikkerhet i svarene da det er vanskelig å forutse handlingsforløpet av nedbrytingen (Hovde, Udatert a).....	41
Figur 3.4-4 Utviklingen av en bygnings standard over tid (Bjørberg, 2012b).....	46
Figur 3.4-6 Sammenligning av råterisikoen i perioden 1961-1990 sammen lignet med et scenario for råterisiko i 2100 (Meld. St. nr.28, (2011-2012))......	51
Figur 3.6-1 Gjennomføringsmodell for tilstandsanalyser (NS 3424, 2012).....	61
Figur 3.6-2 Viser sammenhengen mellom detaljeringsnivå og formål (NS 3424, 2012).....	62
Figur 3.6-3 Viser forholdet mellom detaljgrad, eksempel på omfang og formålet med tilstandsanalysen (Bjørberg, 2012a).....	63
Figur 3.6-4 Risiko som en funksjon av sannsynlighet for skade og konsekvens ved skade (Bjørberg, 2012a).....	71
Figur 4.2-1 Sprekk i stein, mest sannsynlig en lift som har kjørt borti. (Eknes, Sprekk i stein [Foto]) ..	79
Figur 4.2-2 Delaminering av skifter (Vedlegg 7)	81
Figur 4.2-3 Natursteinsfasade i skinnesystem med påkjørselskade (Eknes, Natursteinsfasade [Foto])	82
Figur 4.2-4 Utrasing av teglforblending på grunn av setninger (Vedlegg 8)	83
Figur 4.5-1 Visualisering av ansvarsfordelingen	86
Figur 4.7-1 Vektbelastning på innfestningene (Vedlegg 4)	92

TABELLER

Tabell 3.2-1 Innfestninger og svakheter for de ulike påhengsfasadene	37
Tabell 3.4-1 Oversikt over de ulike aktørene som involveres i byggeprosessen	43
Tabell 3.4-2 Korrosjonsfare mellom metaller i bygninger.....	50
Tabell 3.4-3 Nedbrytingsmekanismer hvor fukt er en av hovedårsakene (Gjeving & Thue, 2002)	52
Tabell 3.4-4 Faktorene benyttet til å regne ut estimert levetid ved hjelp av faktormetoden (Haagenrud, 2004).....	56
Tabell 3.5-1 Anbefalt FDV-dokumentasjon (Veiledning om tekniske krav til byggverk, 2011).....	58
Tabell 3.6-1 Beskrivelse av de forskjellige tilstandsgradene (NS 3424, 2012)	64
Tabell 3.6-2 Nødvendig utstyr for gjennomføring av tilstandsregistrering (Bjørberg, 2012a; Varvin & Rømo, 1996).	65
Tabell 3.6-3 Metode for å avdekke problemer knyttet til teglforblendinger og natursteinsfasader (NS 3424, 2012; Svardal, 2005; Varvin & Rømo, 1996)	68
Tabell 3.6-4 Metoder for lokalisering av innfestningene (Svardal, 2005)	68
Tabell 4.1-1 Oversikt over de forskjellige påhengsfasadene og hvordan de festes til den bærende konstruksjonen.....	73
Tabell 4.2-1 Oversikt over skadeårsaker, skadeforløp og skader for påhengsfasader samt fase av bygget skadeårsaken har inntruffet.	76
Tabell 4.3-1 Oversikt over komponenters levetid.....	84
Tabell 4.4-1 Oversikt over hvilken aktør som har ansvaret for de forskjellige fasene og komponentene i forhold til en påhengsfasade	85
Tabell 4.7-1 Oppsummering av hvilke metoder som nevnes under de forskjellige nivåene	90
Tabell 5.6-1 Anbefalt utstyr for gjennomføring av tilstandsregistrering.....	118
Tabell 6.2-1 Ulike innfestninger for de forskjellige påhengsfasadene	122
Tabell 6.6-1 Anbefalt tilstandsregistrering.....	124

FORMLER

Formel 3.4-1 Estimert levetid (Haagenrud, 2004).....	55
--	----

DEFINISJONER:

- **Avvik:** Det settes et referansenivå for en analyse, og når tilstanden som er dårligere enn dette referansenivå kalles dette avvik(NS 3424, 2012).
- **BIM:** Building Information Modelling (BIM) er et verktøy som lenge har vært brukt i annen industri og som nå er på vei inn i byggebransjen. I vanlige 2D tegninger består tegningene som regel av streker, mens i 3D modellene bygges modellene opp av ferdige komponenter. Ved å bruke ferdige komponenter går det an å legge inn informasjon som pris, kvantitative spesifikasjoner og styrke. Selv om de forskjellige aktørene benytter seg av forskjellige programmer er det ved bruk av IFC-format mulig å kombinere arbeid forskjellige aktører har gjort med programmer som er best tilpasset den enkeltes bruk. Ved å benytte IFC finnes det mange applikasjoner som gjør at modellen kan benyttes til mye. Det er for eksempel mulig å benytte modellen for å få kostnadsestimater, anslå behov for areal, sammenligne med løsninger hos SINTEF Byggforsk, sjekke om man tilfredsstiller krav og regler, gjennomføre simuleringer for termisk komfort, oppvarming, energiforbruk, brannevakuering ol., vedlikeholdsplanlegging og fremdriftsplanlegging. BIM-verktøyet gjør det også mulig å kjøre kollisjonstester for å undersøke om komponenter de forskjellige aktørene har tegnet kommer i konflikt eller ikke. For eksempel om betongsøyler kolliderer med ventilasjonsrør. Kolliderer noe gjør programmet det enkelt å rette opp feilene. Det er forventet at innføringen av verktøyet vil legge til rette for mer effektiv planlegging og lavere kostnader.(Haavaldsen, 2012)
- **Byggeskikk:**
 - o *Byggeskikk er lokal byggetradisjon, utviklet over generasjoner, med gjentatt bruk av bestemte materialer, tekniske løsninger, former og plantyper. Lokal byggeskikk kan reflektere stilarter, men ofte langt senere og ved en mer tilfeldig, folkelig bruk av enkeltelementer. (Risåsen, 2011, s. 1)*
 - o *Byggeskikk er det som faktisk bygges; fellestrekk ved bygninger fra samme tid og sted. Denne definisjonen kan brukes om byggverk fra vår egen tid, når de ikke kan betegnes som arkitektur.(Risåsen, 2011, s. 1)*
- **Bærekraftig bygging:** *Bygningsteknologi og praksis som møter de integrerte krav fra bruker og samfunnet gjennom byggets levetid.(Mørk, Valen, & Bjørberg, 2012, s. 26)*
- **Dimensjonerende levetid:** *Dimensjonerende levetid betyr ønsket eller forutsatt levetid og gjelder bygget og de enkelte komponentene (Haagenrud, 2004, s. 2).*

- **Drift:** Begrepet er knyttet til oppgaver og rutiner som har med tekniske installasjoner å gjøre for at bygningen skal fungere. Driften består av oppgavene løpende drift, betjening av installasjoner, ettersyn, vannforsyning, energiforsyning, renhold og renovasjon.(Vik, 2010)
- **Estetisk levetid:** Den tiden det estetiske kravet til bygningen eller bygningsdelen oppfylles.(Mørk, Bjørberg, Sæbøe, & Weisæth, 2008).
- **Estimert levetid:** *Levetid for aktuelt bygg under spesifikke bruksbetingelser, beregnet ved å anvende faktormetoden basert på referanselevetiden. Ved prosjektering skal estimert levetid sammenlignes med og minst være like lang som dimensjonerende levetid.*(Haagenrud, 2004, s. 3)
- **Forvaltning:** Begrepet forvaltning er et overordnet begrep for løpende arbeid som gjøres av forvaltningsorganisasjonen, dette innebærer ledelse, planlegging og organisering. Arbeidsoppgavene er knyttet til leietakere, skatter og avgifter, forsikring, lover og forskrifter, økonomi, administrativt ansvar, arealdisponering og HMS. (Mørk et al., 2008; Vik, 2010)
- **Fuge:** Er det mellomrommet som er mellom deler, elementer og komponenter i en bygning. Eksempel er mellomrommet mellom fliser eller plater i en platefasade. Fugene kan både være åpne eller tettet igjen.(Johansen & Kvande, 2002)
- **Funksjonell levetid:** *Den tid bygningen/ bygningsdelen oppfyller den forutsatte funksjon. Handler om bygningens / bygningsdelens brukbarhet over tid* (Mørk et al., 2008, s.31)
- **Innfestning:** Den mekanismen som sørger for å feste og overføre kreftene som påføres fasaden over til hovedbæresystemet(Birkeland, 1960).
- **Løpende vedlikehold:** Er arbeidsoppgaver som ikke er planlagte, men som må utføres for å rette opp uforutsette skader eller mangler(Vik, 2010).
- **Periodisk vedlikehold:** Regelmessige arbeidsoppgaver som må utføres for å hindre forfall på grunn av normal slitasje(Larsen, 2007; Vik, 2010).
- **Predikert levetid:** *Levetid fastsatt etter spesifikke og definerte prøvemethoder for levetider – i felt, i laboratorium eller under bruk* (Haagenrud, 2004, s. 3).
- **Påhengsfasade:** *En utvendig, ikke bærende veggkonstruksjon forankret i bygningens hovedbæresystem* (Thue, 2013).
- **Referanselevetid:** *Antatt levetid for bygg/komponent under visse, gitte bruksbetingelser eller referansebetingelser. Referanselevetid bør helst baseres på predikert levetid, men alle data kan brukes.*(Haagenrud, 2004, s. 3)
- **Referansenivå:** *Forhåndsdefinerte krav til tilstand som gjelder for byggverket eller byggverksdelen*(NS 3424, 2012, s. 3).
- **Restlevetid:** *Antatt/beregnet gjenstående levetid på et bestemt tidspunkt i livsløpet*(Haagenrud, 2004, s. 3).

- **Slagregn:** *Nedbør som vinden driver inn mot en vertikal flate*(Birkeland, 1960).
- **Stilart i arkitekturen:** *Nedfelt i byggverk bevisst utformet i tråd med et rådende felles, internasjonalestetisk formspråk i en periode. Arkitektur er skapt av arkitekter med formell, akademisk kunnskap om bruk av formelementer og hva de signaliserer.*(Risåsen, 2011, s. 1)
- **Stilepoke:** *En stilepoke er en bestemt tids formspråk slik det nedfeller seg i arkitektur, møbler, bruksgjenstander, klesmote og billedkunst. Enhver tids formspråk eller stiluttrykk speiler sosiale, kulturelle og politiske forhold i sin egen samtid. Derfor uttrykker stilperiodene ofte nasjonale og regionale variasjoner.*(Risåsen, 2011, s. 1)
- **Symptom:** *Observerbart forhold som gir indikasjon på hvilken tilstand et byggverk eller byggverksdel befinner seg i*(NS 3424, 2012, s. 4).
- **Teknisk levetid:** *Den tid bygningen / bygningsdelen oppfyller sine tekniske krav. Handler om bygningens varighet over tid* (Mørk et al., 2008, s.31).
- **Termografi:** Ved bruk av et infrarødt kamera (IR-kamera) måles varmestrålingens intensitet for å gi et bilde av overflatetemperaturens fordeling over fasaden. I tillegg til selve varmebildet innbefatter termografering også en tolkning av mekanismene som kan danne uregelmessigheter i overflatetemperaturen.(NS-EN 13187, 1998)
- **Tildelingskriterier:** Det grunnlaget tildeling av kontrakt skal tas på. Dette grunnlaget kan enten være det økonomisk mest fordelaktige eller hvilket tilbud som har lavest pris (Tildelingskriterier, Utdatert).
- **Tilstand:** *Byggverkets eller byggverksdelens tekniske, funksjonelle eller estetiske status på et gitt tidspunkt*(NS 3424, 2012, s. 4).
- **Tilstandsanalyse:** *Samlet analyse med definering av oppgavens formål, omfang og referansenivå, planlegging, registrering, vurdering og rapportering av tilstand samt beskrivelse av tiltak*(NS 3424, 2012, s. 4).
- **U-verdi (W/m²):** U-verdien er også omtalt som bygningsdelens varmegjennomgangskoeffisient. Den forteller om hvor mye varme som slippes gjennom en bygningsdel. Er bygningen godt isolert gir dette en lav U-verdi. (Edwardsen & Ramstad, 2003)
- **Utskifting:** Når materialer, komponenter eller bygningsdeler må byttes ut fordi de har kortere levetid enn bygningens brukstid(Larsen, 2007).
- **Vedlikehold:** Vedlikehold er knyttet til oppgaver som opprettholder kvaliteten på bygningen så den ikke forfaller. Det skilles mellom løpende-, periodisk-, og verdibevarende vedlikehold. (Vik, 2010)
- **Verdibevarende vedlikehold:** Arbeidsoppgaver som hever standarden til dagens minimumsstandard. Dette gjøres for å ta igjen vedlikeholdsetterslepet. (Vik, 2010)

- **Økonomisk levetid:** *Den tid bygningen/bygningsdelen kan utnyttes uten at det er økonomisk å rive, bygge om eller skifte ut (Mørk et al., 2008, s.31).*

1 INNLEDNING

1.1 BAKGRUNN

Det er i dag vanskelig å inspisere og fastsette tilstandsgrad for innfestningene til påhengsfasader. Innfestningene til påhengsfasader er ofte skjult bak selve fasaden og tilstanden påvirkes blant annet av varierende kvalitet og nedbryting over tid. Før 2. verdenskrig fantes det kun teglsteins- og steinfasader som går under betegnelsen påhengsfasader. Innfestningen til disse er svært variabel og dette har resultert i at både enkeltsteiner og hele fasader har falt ned. I nyere tid har det typiske byggeriet forandret seg og vi har fått flere platefasader i både betong og metall. Det har også vært en økende grad i bruken av glass som fasademateriale. For å unngå at fasadeplater faller ned og medfører skader, er det ønskelig å utarbeide en metode for gjennomføring av tilstandsregistrering på de skjulte innfestningene.

1.2 MÅLSETNING

Formålet med oppgaven er å redusere faren for at påhengsfasader faller ned. For å redusere faren for at påhengsfasadene faller ned har forfatterne utarbeidet fire mål. Det første er å belyse de ulike påhengsfasadene med deres innfestningssystemer samt deres mulige feil. Det andre målet er at ansvarlige aktører og nedbrytningsmekanismer for skader på påhengsfasader identifiseres og belyses. Det tredje målet er å finne ut om dagens FDV-dokumentasjon dekker behovet for å kunne drifte, vedlikeholde og forvalte bygninger på en optimal måte. Det siste og fjerde målet er å lage en metode for å utføre tilstandsregistreringer for innfestningene til påhengsfasader slik at man kan forutse om det skulle oppstå noe uforventet av dem eller ei.

1.3 PROBLEMSTILLING

For å oppnå formålet og målene med oppgaven har forfatterne laget følgende forskningsspørsmål de søker svar på:

- Hvordan har det typiske byggeriet utviklet seg fra 1900 og frem til i dag?
- Hvilke påhengsfasader har vi?
- Hvilke typiske innfestningsmetoder er brukt på ulike typer påhengsfasader?
- Hvilke typiske skader er registrert på selve fasaden, innfestningene og festemateriale fra innfestningen til bærekonstruksjonen?
- Hva er de vanligste skadeårsakene og hvem er ansvarlig hvis skader oppstår?
- Er det et gap mellom dagens FDV-dokumentasjon som omhandler påhengsfasader, og hva det egentlig er behov for etter at bygget tas i bruk?

- Hvordan anbefales det å utføre en tilstandsanalyse på påhengsfasader og deres innfestninger?

Spørsmålene har blitt utarbeidet av forfatterne i samråd med veileder. De er utgangspunktet for resten av oppgaven og gir en god indikasjon på hva oppgaven inneholder.

1.4 BEGRENSNINGER

Forfatterne har valgt å se på fire påhengsfasader som er:

1. Upussede teglsteinsfasader
2. Natursteinsfasader
3. Platefasader
4. Glassfasader

Informasjonsinnhenting til oppgaven består av en litteraturstudie og en intervjurunde med relevante fagfolk. Litteraturstudiet har blitt begrenset av at SINTEF Byggforsk ikke ga forfatterne tilgang til skadearkivet deres. Dermed har forfatterne måttet bruke byggdetaljbladene til SINTEF Byggforsk uten tilgang til de bakenforliggende kildene. Litteraturstudiet er følgelig blitt begrenset til det forfatterne klarte å oppdrive av offentlig informasjon og dokumentasjon. Antall caser og intervjuobjekter er begrenset til det antall forfatterne kunne få tak i mens arbeidet med oppgaven har pågått. De er alle fra Norge, da oppgaven er begrenset til Norges klima og leverandører.

1.5 RAPPORTENS OPPBYGGING

Rapporten følger en standard disposisjon. Først i oppgaven kommer et metodekapittel der metoden forfatterne har brukt blir beskrevet og begrunnet i forhold til forskningsspørsmålene som forfatterne har ønsket å finne svar på. Etter dette er det en teoridel der all litteratur og informasjon angående emnet forfatterne skriver om blir presentert. Deler av teorien er også tatt med for at det skal oppnås en god helhetsforståelse for problemene med innfesting av påhengsfasader og gjennomføringen av tilstandsanalyser. Etter teoridelen følger en resultatdel der alle resultatene av intervjuene blir presentert. Diskusjonen følger så etter, der resultatet blir drøftet i forhold til teorien. Til slutt kommer en konklusjon med svar på forskningsspørsmålene og helt til slutt, et kapittel om videre arbeid for temaet forfatterne har fordypet seg i. I vedleggene ligger oppgaveteksten(Vedlegg 1), alle transkripsjonene av intervjuene(Vedlegg 2-21) og lovverket som er relevant for FDV-dokumentasjonen(Vedlegg 22).

2 METODE

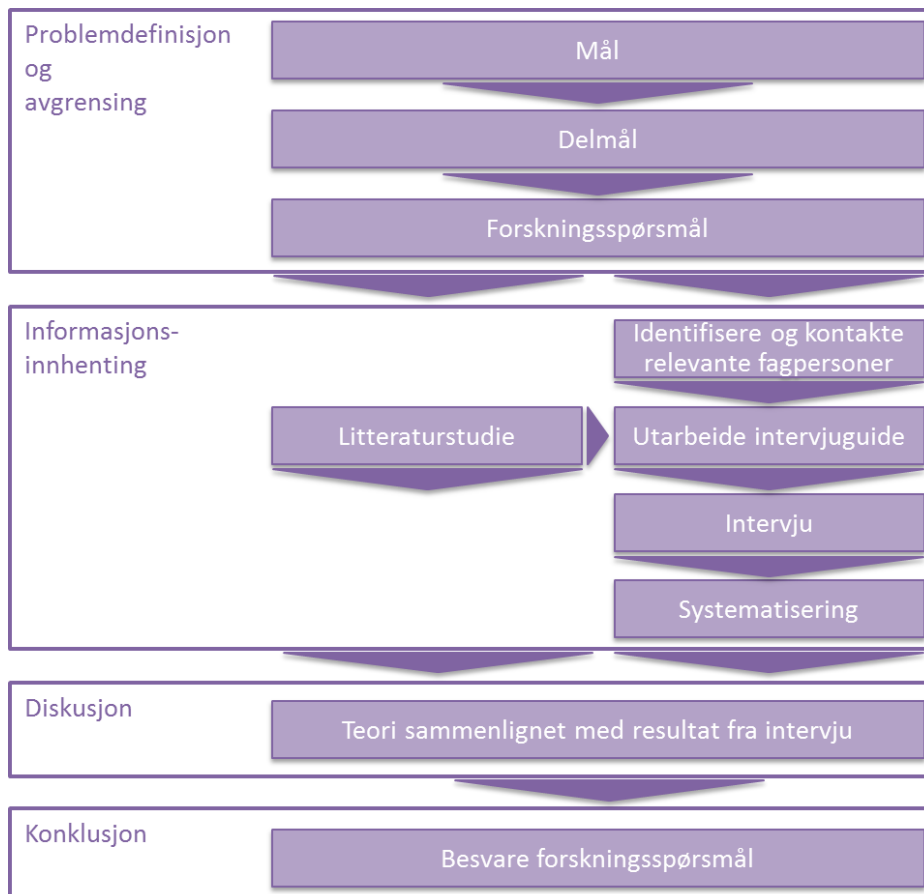
Dette metodekapittelet tar først for seg ulike typer metoder som finnes. Deretter presenteres fremgangsmåten som er brukt i denne oppgaven og om oppgaven har reliabilitet og validitet.

2.1 ULIKE TYPER METODER

Det finnes flere ulike metoder man kan benytte seg av for å komme frem til et resultat med bakgrunn i et forskningsarbeid. En kvalitativ metode baserer seg på tekstlig og muntlig informasjon, og ved bruk av denne metoden er det vanskelig å etterprøve resultatene. En kvantitativ metode tar utgangspunkt i tall og det som er målbart og har følgelig en høyere grad av etterprøvbarehet. Kvalitative metoder kan bidra i forståelsen av kvantitative metoder og deres resultat. Triangulering kan også benyttes og innebærer å bruke flere metoder for å studere problemstillingen. (Olsson, 2010)

2.2 FREMGANGSMÅTE

I denne oppgaven har forfatterne brukt en empirisk kvalitativ metode da ingen deler av oppgaven kan måles i tall og intervjuene baserer seg på tidligere erfaringer. Fremgangsmåten for utarbeidelsen av rapporten er vist i Figur 2.2-1. Det ble først utarbeidet en problemstilling med forskningsspørsmål i samarbeid med veileder. Forfatterne startet så med et kvalitativt litteraturstudie for å innhente mest mulig informasjon rundt temaet påhengsfasader. Videre ble det søkt råd og hjelp fra professorer og ansatte ved NTNU. Deretter startet forberedelser til den empirisk kvalitative intervjurunden. Det ble utarbeidet et Excelark med alle fagpersonene forfatterne hadde og skulle kontakte i forhold til videre hjelp og intervju. En intervjuguide ble skrevet og intervju ble avtalt og utført både i Oslo, Trondheim, Kristiansand, via mail og over telefon. Svarene fra alle intervjuene ble systematisk sammenlignet og et sammendrag av de mest relevante temaene ble utarbeidet og utgjør resultatdelen i rapporten. Resultatene fra intervjuene ble deretter diskutert opp mot teorier fra litteraturstudien. Med bakgrunn i diskusjonen ble forskningsspørsmålene forsøkt besvart i konklusjonen.



FIGUR 2.2-1 FREMGANGSMÅTEN FOR ARBEIDET MED MASTEROPPGAVEN

2.3 LITTERATURSTUDIE

Det finnes kun en masteroppgave om selve emnet påhengsfasader som kunne brukes som utgangspunkt for litteraturstudiet. I tillegg til denne har masteroppgaver som handlet om tilstandsanalyse og vurderinger av bygg generelt blitt lest i denne fasen av masteroppgaveprosessen. Søkeordene påhengsfasade, curtain wall, fasade, bygningsskader, byggskader, fasadeplater og forankringssystemer er søkt på i databasene ICONDA, Compendex, BIBSYS, DiVA, Google og Google scholar der noe litteratur ble funnet. Av professorer og ansatte ved NTNU har forfatterne fått navnet på en del bøker og skrifter som er blitt brukt i teoridelen av oppgaven. Statsarkivet i Trondheim er blitt brukt for å se hva som ble gjort med noen revete bygninger i Trondheim, samt lånt bøker. Skadearkivet var et arkiv forfatterne ønsket tilgang til, dette fikk de aldri. Det ble heller brukt byggdetaljbladene til SINTEF Byggforsk, Standard Norge, forelesninger ved NTNU samt litteratur brukt i NTNU studiet og Arkitektur- og byggbiblioteket på NTNU for å finne kildene som er blitt benyttet til litteraturinnhenting i denne oppgaven.

2.4 INTERVJURUNDE

Empirisk betyr erfaringsmessig og for å kunne svare på forskningsspørsmålene var det nødvendig å innhente informasjon og erfaring fra fagfolk. Dette ble først gjort ved å kontakte ansatte ved NTNU og de kontaktene forfatterne hadde fra før i byggebransjen. E-poster ble sendt fortløpende til et stort antall personer med ulike type roller i ulike firma. Noen ga forfatterne tilbakemelding i form av kontaktinformasjon til mer relevante personer, andre sa ja eller nei til å bli intervjuet. Det var en omfattende og tidkrevende prosess og innebar blant annet mye oppfølging for å få svar fra de ulike personene som var blitt kontaktet.

Intervjuene var konfidensielle i den forstand at ingen av intervjuobjektene skulle bli navngitt. Intervjuguiden inneholdt ulike spørsmål til de ulike rollene intervjuobjektene innehar, for å få frem den informasjonen som var relevant for de spesifikke rollene, se Vedlegg 2. Under intervjuene ble det skrevet notater for hånd som siden ble skrevet inn på datamaskinen i etterkant, se Vedlegg 3 til 21 for alle intervjuene som har blitt gjennomført. Det ble stilt oppfølgingsspørsmål utenom dem som står i intervjuguiden. Disse spørsmålene ble utformet og stilt underveis i intervjuene for å få den informasjonen forfatterne egentlig var ute etter. Noen intervjuobjekter pratet mer åpent enn andre, noe som førte til at man fikk mer informasjon om flere ting enn det ble spurt om. Det har også vært intervjuobjekter som viste seg og ikke kunne så mye om påhengsfasader som forfatterne hadde håpet på. Forfatterne har i hovedsak intervjuet personer i mellomleder- og lederposisjoner. Dette har medført at resultatdelen i større grad handler om de generelle delene i et prosjekt og ikke så mye spesifikt fra de som gjør prosjekterings- og arkitektjobber av nye bygg. Det er blitt intervjuet opp til flere personer i samme intervju. Til sammen er det intervjuet følgende antall intervjuer av de ulike aktørene:

- Fire av rådgivere innenfor bygningsforvaltning
- Tre av entreprenører
- Ett av en takstmann
- Fem av leverandører
- Fire av forvaltningsenheter
- To av montasjeentreprenører

Et sammendrag av intervjuene utgjør resultatet i rapporten samt at en liten part av informasjonen i intervjuene er tatt inn som en del av teorien der det har vært nødvendig. Dette er fordi det ikke er blitt funnet tilstrekkelig informasjon i litteraturstudiet og forfatterne spesifikt har stilt noen av intervjuobjektene disse spørsmålene. På akkurat disse punktene er vedlegg brukt som kilde i teorien.

2.5 CASESTUDIE

I startfasen av oppgaven hadde forfatterne en kort liste over mulige eksempler på svikt i fasadeinnfestinger som kunne være aktuelle for oppgaven. Det viste seg at denne listen av eksempler hadde mindre relevans for påhengsfasader enn forfatterne opprinnelig trodde. Forfatterne jobbet deretter med å finne relevante eksempler fra kontaktnettverket sitt og intervjuobjektene. Casestudiene er en kort sammenfatning av den informasjonen forfatterne kunne innhente fra intervjuobjektene, deriblant hva som er årsaken til skader på påhengsfasadene. Forfatterne valgte ikke å grave dypere i de enkelte casene da dette ble vanskelig i forhold til samarbeidet med intervjuobjektene og ønsket om å holde svarene fra intervjuene uidentifisert. Casene er brukt som eksempler på skader på påhengsfasader og deres innfestninger.

2.6 VALIDITET OG RELIABILITET

Validitet betyr gyldigheten i studiet. Det handler om hvor godt datamaterialet er egnet til å belyse de problemstillingene som studiet skal belyse og er et uttrykk for om man måler de rette tingene. Reliabilitet betyr etterprøvbarehet. Ved at man ved gjentatte målinger får samme resultat flere ganger er det god reliabilitet. (Olsson, 2010)

Validiteten i dette studiet vurderes som god. Teoridelens litteratur er hentet fra pålitelige kilder og resultatene er skrevet på bakgrunn av en sammenfatning av alle intervjuene som er utført, hvor mange av intervjuene hadde de samme konklusjonene. Intervjuobjektene hadde forskjellige bakgrunner, men alle hadde en høy grad av byggeteknisk forståelse og relevant erfaring. Forfatterne har benyttet flere kilder for å trekke de konklusjoner som presenteres i denne oppgaven. Datamaterialet som er innhentet til denne oppgaven både i form av teori og resultat gir klare svar på forskningsspørsmålene stilt i innledningen.

Reliabiliteten i dette studiet vurderes som tilfredsstillende da intervjuene ble gjennomført på en systematisk måte basert på intervjuguiden. Forfatterne har fått mange av de samme svarene på de samme spørsmålene, noe som indikerer relativt høy grad av reliabilitet på tross av en empirisk kvalitativ metode. Det som reduserer reliabiliteten er at det burde vært flere intervjuobjekter for å kunne trekke konklusjoner for hver av de ulike rollene som intervjuobjektene innehadde. En annen svakhet er at det kan være vanskelig å etterprøve de spesifikke svarene, da ingen av intervjuobjektene er identifisert. Transkripsjonene fra intervjuene ligger vedlagt oppgaven, men reliabiliteten for disse er lav på grunn av anonymiteten.

3 TEORI

Teorikapittelet består først av en historiedel om hvordan det typiske byggeriet har utviklet seg fra 1900 og frem til i dag. Fire typer påhengsfasader har så fått et kapittel hver, hvor deres oppbygging, innfestningsmetode og svakheter er konkretisert. Videre er det kapitler om levetid, FDV-dokumentasjon og tilstandsanalyse. Noe av teorien er ikke direkte knyttet opp mot problemstillingen, men er tatt med for å gi en mer helhetlig forståelse av problematikken knyttet til påhengsfasader, gjennomføring av tilstandsanalyser og bakgrunnen for at skader kan oppstå.

3.1 HISTORIE

Ved oppgradering av eldre bygg er det knyttet flere problemer, men også muligheter. Blant annet er det viktig å få et godt inntrykk av hvordan bæreevne, varmeisolasjon, oppvarming, ventilasjon, teknisk anlegg, brannsikkerhet, universell utforming, funksjonalitet, tilpasningsdyktighet og vernehensyn er ivarettatt i den eksisterende bygningen. Problemer med de nevnte fokusområdene kan være utløsende faktorer for at ombyggingen eller oppgraderingen skal gjennomføres. (Mørk, 2012c)

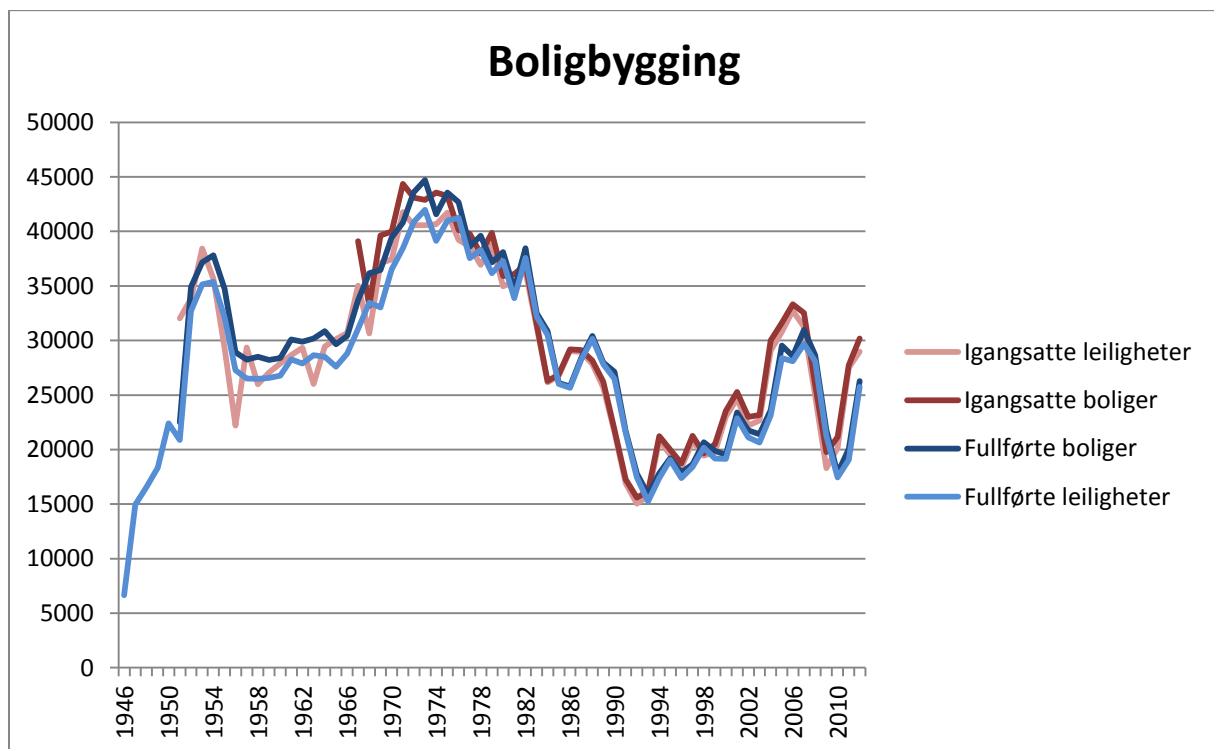
For å tilfredsstillende nye krav og ønsker vil det være knyttet en del bygningsfysiske utfordringer til ombygginger og oppgraderinger av eksisterende bygninger. Lasten av nye og større terrasser, endring av bruk, glasstilbygg, endring av planløsning og endrede bærende vegger, setninger, fukt, råte og innpassing av nye tekniske installasjoner er eksempler på hensyn som skal tas. (Mørk, 2012c)

For å kunne ta hensyn til alle faktorene som er spesielle for eksisterende bygninger, er det viktig å få et innblikk i hvordan bygningene fra den aktuelle tidsepoken er konstruert og hvilke materialer de inneholdt. For eksempel har antallet forskjellige bygningsprodukter utviklet seg fra 50 i 1900 til 60.000 i 1990, og trolig vil det være enda flere i dag. (Mørk, 2012a)

Stilepokene en bygning tilhører og det typiske byggeriet som gjelder for denne tidsepoken kan si mye om et spesifikt byggs oppbygging. Stilepokene i Norge ligger generelt noe bak resten av Europa da det tok litt tid før stilene fra Sør-Europa spredte seg til Norge. Blant annet på grunn av disse forsinkelsene er det mange overlappende stiler og glidende overganger i norske stilepoker. På veien kunne stilene også endres og påvirkes av lokale tradisjoner og materialer. Stilene påvirker først og fremst representative bygninger som kirker, offentlige bygg og herregårder, men kan også gjenkjennes i boligbebyggelsen. De forskjellige stilene skiller seg fra hverandre på en rekke områder og vises typisk gjennom bruk av materialer, byggeteknikk, bygningens form, hengsler og beslag, utvendig kledning, vinduer, dører, interiør, fargebruk, dekor og utsmykning. (Mørk, 2012a)

Gjennom tidene har det vært svingninger i aktiviteten i byggebransjen. Vi har flere perioder med høy aktivitet som er blitt kalt for byggeboomer. Disse har kommet som et resultat av vekst i økonomien og behovet for bygninger. (Bjørberg, 2007)

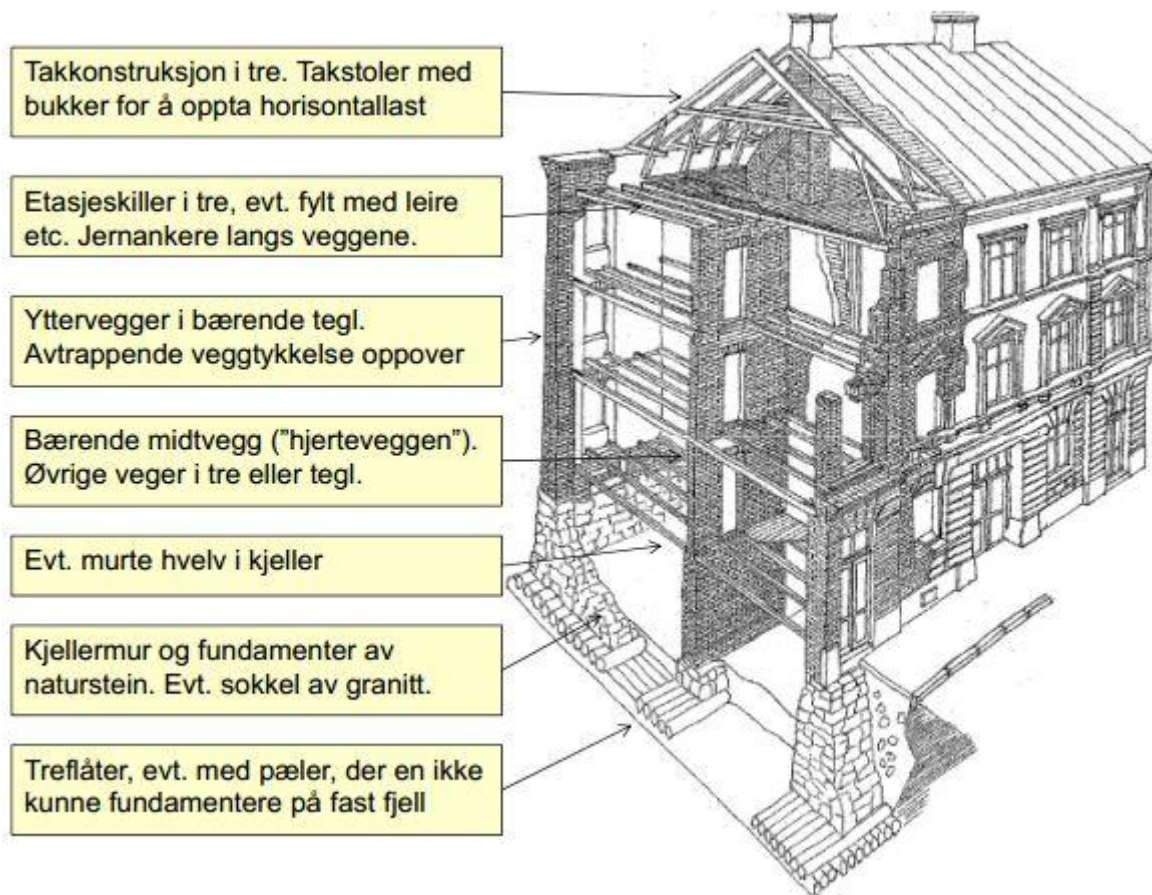
Figur 3.1-1 nedenfor visualiserer aktiviteten av boligbyggingen fra 1946 og frem til i dag. Det har blitt bygget mange boliger etter at påhengsfasader fikk sitt gjennombrudd etter krigen (Svardal, 2005). Påhengsfasader benyttes først og fremst i større bebyggelse som boligblokker og yrkesbygg og ikke så mye i eneboliger (Svardal, 2005). Antas det at byggingen av yrkesbygg har hatt samme veksten som boliger er det en stor del av dagens eksisterende bygningsmasse som er bygget med påhengsfasader. Med tanke på at det er estimert at 80 % av dagens bygninger vil være endel av bygningsmassen i 2050 vil dette bety at en stor del av bygningsmassen i 2050 vil bestå av bygninger med påhengsfasader som har stått en god stund og som før eller siden vil nærme seg den estimerte levetid(Meld. St. nr.28, (2011-2012)).



FIGUR 3.1-1 BOLIGBYGGING FRA 1946-2010(STATISTISK SENTRALBYRÅ, UDATERT)

3.1.1 1845-1900

Byggeboomen i perioden 1845-1900, som kalles *den første boomen*, kom på grunn av industrialisering (Bjørberg, 2007). I denne perioden ble det bygget mye bygårder i tegl med trebjelkelag i byene (Bjørberg, 2007). En typisk bygård fra slutten av 1880-tallet er vist i Figur 3.1-2. Her er det en bærende midtvegg og bærende yttervegger i tegl, og resterende vegger og etasjeskillere er bygget i tre (Mørk, 2012b).



FIGUR 3.1-2 TYPISK BYGÅRD FRA 1880-TALLET (MØRK, 2012B)

3.1.2 1900-1950

Fra 1900 og frem til gjenoppbyggingen av landet begynte, var det lav aktivitet i byggebransjen på grunn av økonomisk nedgang og to verdenskriger i Europa. Disse årene blir sett på som *hvileårene* i norsk byggebransje (Bjørberg, 2007). Byggeskikken utviklet seg likevel i løpet av perioden. Først til typiske hus i jugendstil fra 1900-1910 som hadde pussede teglvegger, men holdt fremdeles fast ved trebjelkelag i etasjeskillene og uarmerte kjellermurer (Mørk, 2012b). I perioden 1920-1940 ble det vanligere med bjelkelag av jern og tre, men fremdeles var de bærende veggene i tegl (Mørk, 2012b). Kjellermurene var nå støpt med sparestein og jernskinner (Mørk, 2012b). Frem til 1930 var størsteparten av bæringen i huset plassert i bygningens yttervegger og *hjertevegg*, men det sees også eksempler på at bæringen var i peler og ytterveggene (Björk, Kallestenius, & Reppen, 2003). I 1931-1945 begynner man å benytte løsninger der det er tverrveggene og gavlene som er bærende vegger (Björk et al., 2003). Denne nye konstruksjonsmetoden gjorde det mulig å bygge med ikke-bærende yttervegger. Dette medførte fritt valg av hvor vinduene skulle stå og andelen glass i ytterveggen kunne økes (Risåsen, 2011).

3.1.3 1950-1985

Den *andre store boomen* kom etter andre verdenskrig og varte fra krigens slutt og frem til slutten av 1980-tallet (Bjørberg, 2007). I denne perioden skulle landet gjenoppreises etter krigen og velferdsstaten bygges (Bjørberg, 2007; Svardal, 2005). Norge hadde takket ja til Marshallhjelpen og var ett av de landene som mottok mest kapital pr innbygger (Grytten, 2010). Samfunnet gjennomgikk også en økende grad av industrialisering og perioden mellom 1945 og 1973 kalles Norges gullalder (Bjørberg, 2007; Grytten, 2010). Det var en økende grad av utenrikshandel, stabil inflasjon og en nærmest ikke-eksisterende arbeidsledighet (Grytten, 2010). I denne perioden ble det bygget mye drabantbyer og betong ble et veldig vanlig materiale (Bjørberg, 2007).

Den økte bruken av betong som bærematerial gjorde at det ble mer og mer vanlig med bærende tverrvegger og bærende gavler (Björk et al., 2003). Som et resultat av at landet hadde vært i krig og det var behov for et stort antall nye bygninger, ble disse bygningene bygget i en periode hvor det var materialknapphet og dårlig økonomi (Bjørneboe & Øyri, 1995). Flere av bolighusene var finansiert via husbanken (Bjørneboe & Øyri, 1995). Det ble benyttet økonomisk gunstige løsninger og det ble fokusert på rask bygging og effektiv utnytting av arealene (Bjørneboe & Øyri, 1995). Fordi de lette fasadene hadde en mye lavere egenvekt gjorde dette det enklere å bygge i høyden (Murray, 2009). En blanding av plasstøpt betong og prefabrikkerte betongelementer gjorde byggeprosessen enklere og billigere (Svardal, 2005). Det ble bygget en del eneboliger og firemannsboliger utenfor byene, mens det i byene ble bygget mer lave blokker i pusset eller slemmet betong (Bjørneboe & Øyri, 1995). På grunn av det enorme behovet for bygninger var det i perioden ikke tilstrekkelig med arbeidskraft i årene etter krigen, og derfor ble det benyttet ufaglærte arbeidere (Svardal, 2005). I denne perioden kom det også mange nye materialer på markedet og det ble benyttet materialer det var forholdsvis liten eller ingen erfaringer med, som medførte byggefeil med påfølgende byggskader (Svardal, 2005).

Rundt 1960-tallet fikk skivestilen gjennomslag, en stil som har vært svært viktig for andelen bygninger med påhengsfasader (Svardal, 2005). Den er inspirert av Mies van der Rohes gjennombrudd i Chicago, USA, som benyttet tverrveggene i blokkene som bæring og lot fasadene være lette konstruksjoner (Bjørneboe & Øyri, 1995). Tynne platematerialer av asbestsement, PVC, metall eller lettbetong ble benyttet som fasadekledning (Bjørneboe & Øyri, 1995). Dette gjorde at det var større valgfrihet når det kom til bruken av vinduer, noe som medførte bedre innemiljø i form av dagslys og ventilasjon (Murray, 2009). Bygningen med platematerialer gjorde det både enklere å bygge i høyden, og det gikk raskere enn å bygge med tegl (Murray, 2009).

Utover i perioden ser vi en generell økonomisk vekst. Bygningene bærer fremdeles preg av den noe nøkterne gjenreisningsstilen, men boligene ble blant annet bygget med balkonger og det var et økt fokus på trivsel og helse (Bjørneboe & Øyri, 1995). Det blir i 1969 funnet olje på norsk sokkel (Grytten, 2010). Dette gjør at det den norske politikken kan styres syklisk motsatt enn markedet og landet unngår den økonomiske nedgangsperioden på 1970-tallet som oppsto i andre land i Europa (Grytten, 2010).

3.1.4 1985-2013

På grunn av hvordan den norske renten var styrt av politiske avgjørelser og ikke av markedet, ble den lagt langt lavere enn markedsnivå (Grytten, 2010). I tillegg til dette og et fall i oljeprisene i 1985 medførte denne lavkonjunktur i Norge (Grytten, 2010). Lavkonjunktoren medførte lavere aktivitet i byggebransjen (Bjørberg, 2007). Denne perioden varte frem til midten av 1990-tallet (Bjørberg, 2007).

Etter noen rolige år tok byggebransjen seg opp igjen på grunn av økte oljepriser, Norges tilgang på olje og økonomisk vekst generelt i Europa (Bjørberg, 2007; Grytten, 2010). I denne perioden har det vært økt bygging av småhusområder (Bjørberg, 2007). Fra slutten av 1990-tallet og frem til i dag har det vært vekst i byggeaktiviteten med unntak for en roligere periode i etterkant av finanskrisen som slo inn i 2008 (Statistisk sentralbyrå, 2013).

I større bygg i dag er det nesten utelukkende stål og betong som er brukt som bærekonstruksjon. Tre er dominerende for småhus, men brukes av og til også i større bygninger. Er støping av betong riktig utført har betongen stor motstand mot nedbrytning selv med begrenset vedlikehold. Kombinasjonen av prefabrikkerte elementer og plasstøpt betong gjør byggeprosessen effektiv. De bærende konstruksjonene er i tverrveggen som medfører at man står fritt til å velge fasademateriale, da denne ikke er bærende. Bygningen blir delt inn i celler som bygges igjen med bindingsverk; enten av tre eller tynnplateprofiler. Det er også svært vanlig at bygningen er bygget opp av et stålskjelett med prefabrikkerte hulldekker. Også her er fasadene enten festet i stålplater eller bindingsverk i tre. (Svardal, 2005)

3.2 PÅHENGSFASADER

En påhengsfasade er en utvendig, ikke bærende veggkonstruksjon forankret i bygningens hovedbæresystem (Thue, 2013). Se Figur 3.2-1 for eksempel på bruk av påhengsfasade.

Hovedbæresystemet må følgelig være dimensjonert for å tåle belastningen av påhengsfasadene. Påhengsfasadene er festet til bæresystemer via innfestninger. Det finnes mange ulike innfestninger og løsninger for hvordan fasadene kan festes til bæresystemet. De påhengsfasadene som er mest brukt i Norge er natursteinsfasader, glassfasader, platefasader, betongelementer og teglstein. (Svardal, 2005)



FIGUR 3.2-1 PÅHENGSFASADE FRA SWISSPEARL (SWISSPEARL ARCHITECTURE 15, UDATERT)

Grunnene til at bygg blir bygget med påhengsfasader er flere. Det at man kan bygge en svært lett fasade er en av grunnene, da en tynn fasade gir større nettoareal i bygningen, noe som kan spille en stor rolle i tettbebygde strøk. Andre grunner er rask byggetid, arkitektonisk frihet, god varmeisolasjon og tørr byggetid, sistnevnte fordi fasadene kan monteres tidlig i byggefasen. (Birkeland, 1960)

Hovedbæresystemet som påhengsfasadene er festet i, kan bestå av forskjellige materialer. Det kan være betong, et stålskjelett med betong i vegger og tak eller en kombinasjon av betong og utfyllende bindingsverk av tre eller tynnplateprofiler av stål. Murverk av tegl, betongblokker, lettklinkerbetong eller porebetong er også materialer påhengsfasadene kan festes i. (Birkeland, 1960)

3.2.1 GENERELLE BETRAKTNINGER

3.2.1.1 LUFTET KLEDNING

En påhengsfasade skal følge prinsippet om totrinnstetting. For å oppnå dette må det sørges for tilstrekkelig lufting og drenering bak fasaden. Fasaden kan eksempelvis være festet til horisontale eller vertikale lekter (Gjeving, 2007; Krohn, 2007). Brukes det horisontale lekter må det i tillegg brukes vertikale sløyfer for å sikre tilstrekkelig lufting (Gjeving, 2007). Det må også være åpning i toppen og bunnen slik at det blir gjennomlufting (Gjeving, 2007). At det skal være gjennomlufting må det tas hensyn til rundt vinduer og beslag så de ikke tetter igjen luftingen (Gjeving, 2007). Vindsperra, som er veggkonstruksjonen bak kledningen, må være vannavstøtende og vindtett slik at vann som trenger gjennom fasaden ikke skal trekke inn i veggkonstruksjonen bak (Gjeving, 2007). Kravet til hvor mye vann vindsperra skal tåle varierer med hvor mye slagregn veggen utsettes for (Gjeving, 2007). For å hindre at fukt sprer seg via trelektene fasadeplatene er festet i, bør disse være utformet med fugelister og tettelister (Gjeving, 2007). Benyttes det metallprofiler, trenger ikke fugene noen annen beskyttelse enn at skruene har gummipakninger (Krohn, 2007).

Lektene kan være av tre eller tynnprofilmaterialer (Gjeving, 2007). Impregnerte trelekter må brukes med forsiktighet da impregneringen kan medføre korrosjon på tilstøtende materialer og skade festemidler (Gjeving, 2007; Krohn, 2007). Lektene og sløyfene må være festet tilstrekkelig i bakenforliggende bæresystem ved at de skrues inn eller krysspikres (Gjeving, 2007). Er fasaden utsatt for mye vind anbefales det at det brukes skruer (Gjeving, 2007).

For å sørge for tilstrekkelig lufting og drenering i veggen medfører dette ofte at luftspaltene blir tilstrekkelig store til at mus og andre skadedyr kan komme seg inn bak fasaden. For å hindre dette bør åpningene tildekkes med metallnett. (Gjeving, 2007)

3.2.1.2 INNFESTNINGER

Det finnes mange ulike innfestningsmetoder for de ulike påhengsfasadene. Funksjonen til innfestningene er at de skal overføre kreftene fra påhengsfasaden til den bærende konstruksjonen. De må være fleksible, bestandige og justerbare. Hvis innfestningene er laget av stål må dette være rustfritt stål for å unngå korrosjonsproblematikk. Innfestningene kan blant annet være et skinnesystem, dybler, ankerfester og braketter. Det kan også være en kombinasjon av disse. Et skinnesystem for eksempel, er konstruert slik at platene blir dratt inn på skinnene. Skinnene er festet til bærekonstruksjonen ved hjelp av skruer, dybler eller en annen ankermetode. Det kan også festes i tre- eller ståltekter som igjen er festet i bæresystemet. Ved ankerfester kan platene bli festet i hjørnene eller flere steder på platene. (Krohn, 2007)

Generelle krav til påhengsfasadenes innfestninger er at den må tåle de belastningene den blir utsatt for med en viss trygghetsmargin (Birkeland, 1960). De ulike belastningene som fasadene må dimensjoneres for er egenlast, naturlast, frie laster, temperaturlastninger og fuktbelastninger (Brandt, 2009).

Egenlasten er lasten av fasadeplaten inkludert innfestningen (Brandt, 2009). Egenlasten beregnes som produktet av den karakteristiske massen og den aktuelle tykkelsen (Brandt, 2009). Den påvirkes av fasadeplaten, innfestningene som skal oppta den loddrette lasten og konstruksjonen som fasaden monteres til (Brandt, 2009). Dette gjelder ikke tegl, da tegl sin loddrette last blir tatt opp i opplegget det er murt oppå, ringmur eller sokkel (Kvande, 2009).

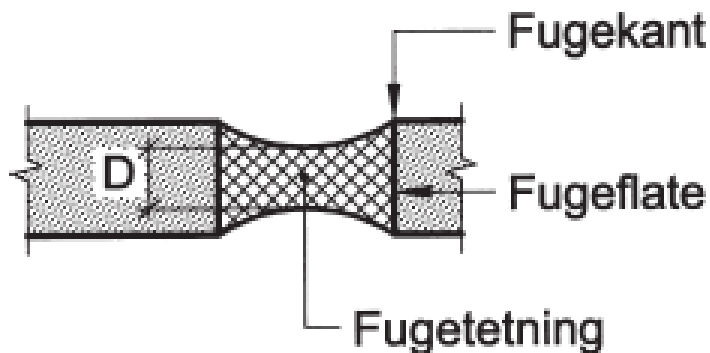
Naturlaster er vind og snø som påvirker fasadeplatene. Bygningens egen høyde og bygninger i nærheten har betydning for vindbelastningen. Lokaliseringen av bygget har mye å si for naturlastene når det gjelder nedbørsmengder og snømengder. Risiko for snøansamling må vurderes med tanke på at det kan falle ned snø og treffer noe eller noen. (Brandt, 2009)

Hvis det kan oppstå belastninger fra personer, trafikk og påkjørsel skal disse tas med i beregningen i forbindelse med dimensjoneringen av fasaden og dens innfestninger (Brandt, 2009). Påkjørsler, slag og snøbrøyting medfører store mekaniske påkjenninger (Gjeving, 2007). Enten bør fasaden beskyttes spesielt godt eller det bør velges tykkere fasader enn anbefalt som minstekrav (Gjeving, 2007).

Ved endringer i temperatur eller fuktighet vil fasadeplater i større eller mindre grad endre dimensjon og dette påvirker innfestningene. Avhengig av materiale og klima må dette tas høyde for. (Brandt, 2009)

3.2.1.3 FUGER

Fuger er et mellomrom eller en forbindelse mellom deler, elementer eller komponenter i en konstruksjon (Johansen & Kvande, 2002). Den består av en fugekant, fugeflate og fugetetning som vist på Figur 3.2-2 (Johansen & Kvande, 2002).



FIGUR 3.2-2 FUGEKANT, FUGEFLATE OG FUGETETNING SAMT FUGEDYBDE (D) (JOHANSEN & KVANDE, 2002)

Fuger brukes i forbindelse med de aller fleste påhengsfasader og en fugemasse skal tette mellom fasadeplatene og/eller i forbindelse med fester, skinner og lignende. Påhengsfasadene kan bevege seg mye og trenger da en fugemasse som kan tåle disse bevegelsene samt temperaturforandringer og fuktpåvirkning. Det finnes tre hovedtyper av fuger. Disse tre er høyelastiske og elastiske, lastoplastiske og elastiske og til slutt plastiske. (Johansen & Kvande, 2001)

Kravene som blir stilt til fugemassen er flere: Den skal ha god hefteevne, tåle temperaturer fra -30°C til 75°C , ikke smelte, tåle relativt store deformasjoner uten å sprekke opp, være lett å påføre, være muggsikker og ha lang levetid. Lang levetid er omtrent 30 år. (Vedlegg 3)

Elastiske fugemasser bruker man for å tette bevegelige fuger mot fuktinntrenging som følge av regn, luft og vanndamp. Disse har mye lengre levetid enn stive og plastiske masser og denne type fuge benyttes der det er forventet store fugebevegelser. (Johansen & Kvande, 2002)

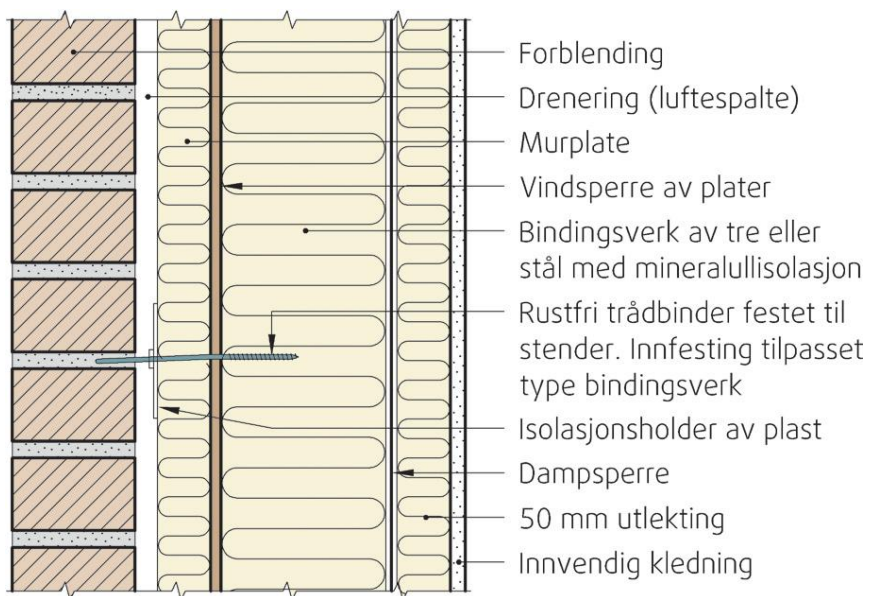
Ved kombinasjon av ulike fugemasser kan dette føre til at den ene typen fugemasse bryter ned den andre. Da vil ikke fugemassene fungere som den skal og fasaden blir utett. (Johansen & Kvande, 2002)

3.2.1.4 BESLAG

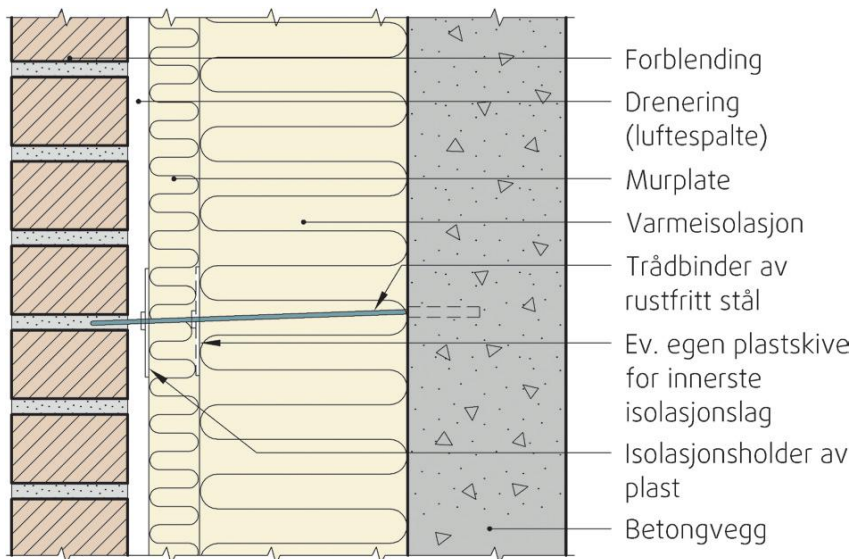
Beslag benyttes i forbindelse med fuger, hjørner, vinduer og lignende. (Krohn, 2007). For at det ikke skal oppstå problemer med galvanisk korrosjon bør beslagene være i samme materiale og samme overflatebehandling som kledningen når det gjelder metallfasader (Gjeving, 2007).

3.2.2 TEGLSTEINFASADER

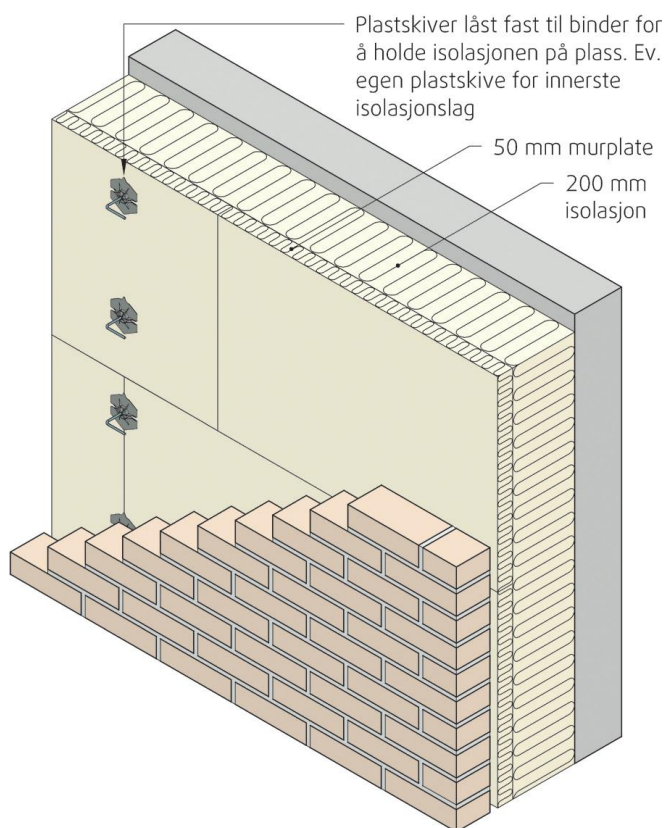
Teglsteinsfasader er blitt bygget i Norge fra midten av 1200-tallet (Edvardsen, 2008). På 1600-tallet stoppet norsk produksjon og ble erstattet med importert teglstein fra Nederland og Danmark, frem til det ble produsert igjen i Norge på 1700-tallet (Edvardsen, 2008). I siste del av 1800-tallet fantes det mange ulike teglsteinstyper med forskjellige kvaliteter (Edvardsen, 2008). Leire var vanlig som fugemateriale. Frem til 1890-tallet ble veggene murt massive, for så å bli erstattet av hulmurer (Edvardsen, 2008). Med hulmurer skjedde uttørkingen raskere, noe som reduserte faren for frostskafer (Edvardsen, 2008). Omkring 1935 ble det vanlig å bruke hulmur med innmurede bindere av stål. Det ble i starten benyttet kobbertråder i stedet for stålbindere som korroderte over tid og svekket konstruksjonen. Dette medfører at murbygninger fra denne tiden er svært utsatt for at steiner kan falle ned, om de ikke har blitt byttet ut i senere tid og festet med rustfrie bindere (Vedlegg 4). Rustfrie bindere kom på markedet rundt 1960, men ble ikke fullt ut tatt i bruk før rundt 1995 (Vedlegg 5). Figur 3.2-3, Figur 3.2-4 og Figur 3.2-5 viser typisk oppbygging av en skallmurvegg i dag. Det er en luftespalte på omtrent 15 cm mellom muren og isolasjonen som sørger for drenering og tørking av veggen slik at fukt ikke trenger inn i konstruksjonen. Isolasjonen er på utsiden av betongen fordi dette er mest varmeteknisk gunstig (Kvande, 2009). Når betongen er på innsiden av isolasjonen fungerer betongveggen som dampsperre og det hindrer da konveksjonsstrømmer av fukt mellom inne- og uteluften (Gjeving & Thue, 2002). Videre får byggfukten også tørket ordentlig ut (Gjeving & Thue, 2002).



FIGUR 3.2-3 FORBLENDING AV ISOLERT BINDINGSVERK. VERTIKALSNITT(KVANDE, 2009)

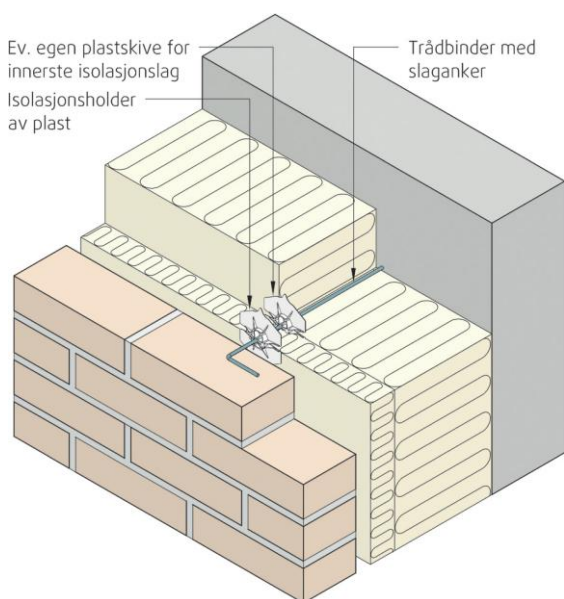


FIGUR 3.2-4 FORBLENDING AV BETONGVEGG. VERTIKALSNITT (KVANDE, 2009)

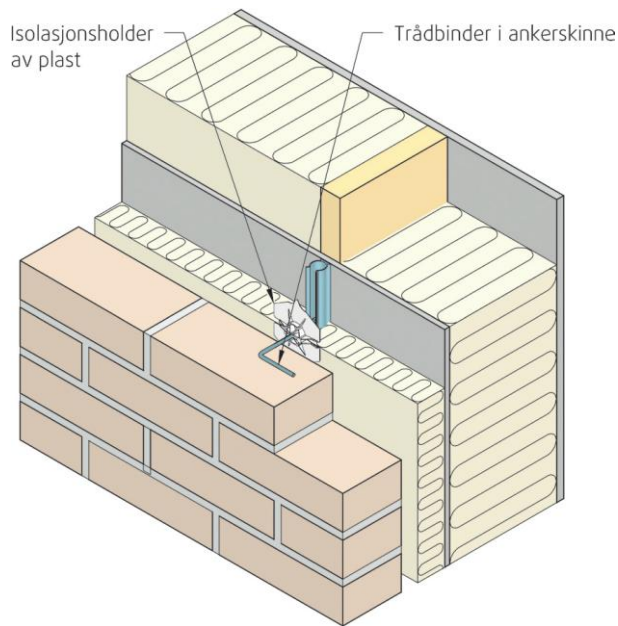


FIGUR 3.2-5 MURING AV FORBLENDING MOT MASSIV BAKVEGG AV BETONG(KVANDE, 2009)

Forankringen til en tegnsteinsfasade må være utformet slik at den kan klare de forskyvningene som oppstår mellom forblendingen og bakveggen på grunn av fukt uten at det oppstår skader, se Figur 3.2-6 og Figur 3.2-7. Trådbindere må være av rustfritt eller syrefast stål eller et annet materiale med lik eller bedre bestandighet. (Kvande, 2009)



FIGUR 3.2-6 FAST BINDER FOR FORANKRING AV FORBLENDING TIL BAKVEGG, SØYLE ELLER DEKKEFORKANT AV BETONG. TRÅDBINDER MED SLAGANKER MONTERES I UTBORETE HULL I BETONGEN, TILPASSET MURVERKETS SKIFTGANG(KVANDE, 2009)



FIGUR 3.2-7 GLIDEFORBINDELSE FOR FORANKRING AV FORBLENDING TIL BAKVEGG AV ISOLERT BINDINGSVERKSVEGG. FERDIG TILBØYD TRÅDBINDER HEKTES INN PÅ SKINNEN(KVANDE, 2009)

Forankringsbinderne plasseres ofte i vertikale og/eller horisontale rekker. Dette bør gjøres i et bestemt system slik at det blir omtrent like stor belastning på hver binder. Binderen er formet med en 90° vinkel, vist på Figur 3.2-5. Den må monteres med fall utover for at lekkasjevann ledes ut av muren og ikke mot bakveggen. En isolasjonsholder, se Figur 3.2-6 og Figur 3.2-7, reduserer også faren for lekkasjeskader.(Kvande, 2009)

Vannet som eventuelt renner inn i murveggen må kunne dreneres vekk og må renne ned langs innsiden av veggen og ut gjennom drensåpninger i bunnen av veggen. Øverst i veggen skal det også være en åpning som fungerer som luftespalte slik at veggen får tørket tilstrekkelig ut. Om disse ikke er tilstede eller tettet, vil det oppstå fuktproblemer med veggen.(Kvande, 2009)

3.2.3 NATURSTEINSFASADER

De første steinbygningene kan dateres langt tilbake i tid og ble bygget av steiner som ble lagt oppå hverandre, se Figur 3.2-8. Etter hvert ble steinene limt sammen med mørtel, se Figur 3.2-9. Grunnen til at stein ble benyttet som materiale var fordi det var robust, holdbart og pen å se på. Dette er også dagens kriterier for bruk av stein som fasadebekledning.(Brandt, 2009)



FIGUR 3.2-8 SKARA BRAE; I 1859 FANT MAN ETTER EN KRAFTIG STORM EUROPAS ELDSTE STEINBYGNINGER PÅ ORKNØYENE NORD FOR SKOTTLAND, SOM KAN DATERES TILBAKE TIL ÅR 2200 FØR VÅR TIDSREGNING (BRANDT, 2009)



FIGUR 3.2-9 I DET 15. ÅRHUNDRE BYGDE INKAENE I PERU MED MEGET PRESIST TILDANNEDE STORE STEINER UTEN BRUK AV MØRTEL (BRANDT, 2009)

Det finnes ulike typer natursteinsfasader. Hovedgruppene av naturstein er granitt, marmor, skifer, kalkstein og sandstein, se Figur 3.2-10 for eksempel på en natursteinsfasade (Alnæs, 2004). Disse har ulike farger, mønstre og egenskaper i forhold til kjemiske belastninger og påkjenninger(Alnæs, 2004). Dagens steinplater er mellom 2-4 cm tykke og på grunn av forbedringer i verktøy og metode kan man skjære ut store formater på opp til 2 meter(Alnæs, 2004; Brandt, 2009).



FIGUR 3.2-10 NATURSTEINSFASADE (EKNES, NATURSTEINSFASADE [FOTO])

Natursteinsfasadene kan festes til underlag som oppfyller kravet til en holdbar og stiv konstruksjon som for eksempel stål-, betong- eller murkonstruksjoner.(Brandt, 2009)

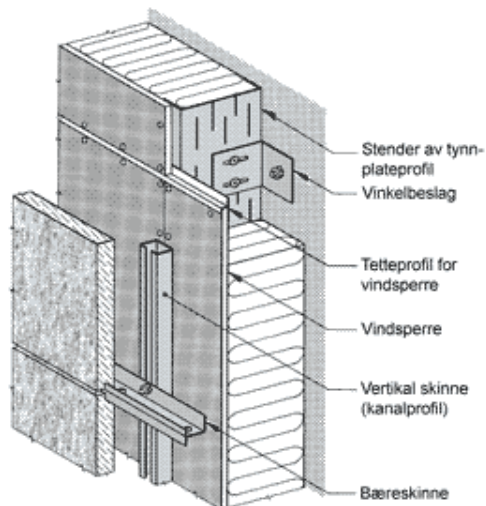
De første tynnplatekledningene av naturstein ble limt på fasaden. Rundt 1940 startet utviklingen av dagens luftede tynnplatekledninger med mekanisk forankring. Oppbyggingen av en mekanisk forankret tynnplatekledning er basert på at den skal tåle belastninger utenifra og festes slik at platene blir holdt på plass. Lasten fra platene skal overføres direkte eller indirekte via forankringssystemer inn i bygningskonstruksjonen. Det er viktig at fasaden skal ha samme krav om sikkerhet og holdbarhet som bygningens bærende konstruksjon. Natursteinsfasaden er en regnskjerm for resten av konstruksjonen og det er vanligst med åpne fuger mellom platene. Det er et ventilert hulrom mellom steinkledningen og varmeisoleringen, bak den igjen er det en bærende konstruksjon.(Alnæs, 2004)

Innfestningen til natursteinsfasadene er i hovedsak delt inn i tre:

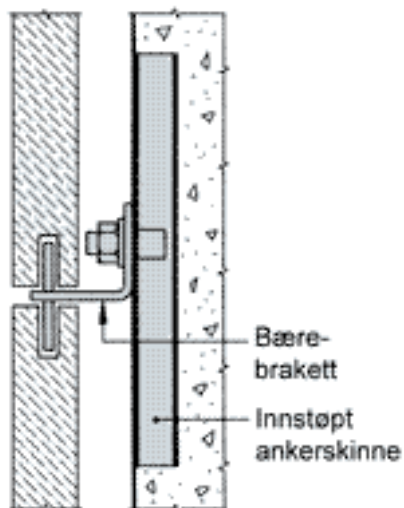
1. Indirekte ved bruk av skinnesystemer
2. Indirekte ved bruk av braketter
3. Direkte med bæreklammer festet til bakvegg

Metoden som blir brukt er avhengig av oppbyggingen og utformingen av bakveggen og fasadekledningen, fremdriften og plassbehovet ved montering og justeringsmulighetene under montering.(Alnæs, 2004)

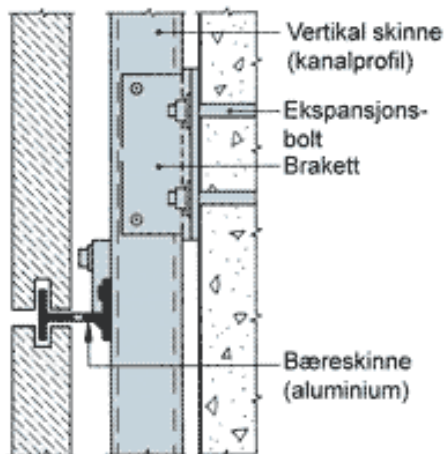
Det finnes mange løsninger på innfestninger og fuger. Figur 3.2-11, Figur 3.2-12, Figur 3.2-13, Figur 3.2-14 og Figur 3.2-15 viser eksempler på standardløsninger for naturstein i henhold til SINTEF Byggforsk sine retningslinjer. Alle innfestningene samt skruene må være av syrefast stål. Stålet må på ingen måte korrodere. Det stilles da store krav til metallbruken av innfestningene, skruene og dyblene slik at korrosjon ikke oppstår. (Alnæs, 2004)



FIGUR 3.2-11 FORANKRING MED SKINNESYSTEM PÅ STENDERE AV TYNNPLATEPROFILER PÅ MASSIV VEGG MED UTVENDIG ISOLASJON. HER ER STEINPLATENE SATT I EN HORIZONTAL BÆRESKINNE(ALNÆS, 2004)



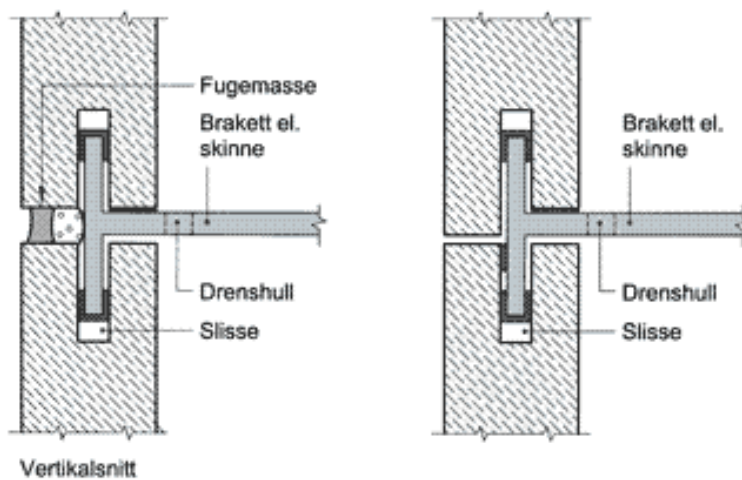
FIGUR 3.2-12 ANKERSKINNE INNSTØPT I BETONG(ALNÆS, 2004)



FIGUR 3.2-13 VERTIKAL SKINNE SKRUDD FAST TIL BETONGEN MED BRAKETT OG EKSPANSJONSBOLT (ALNÆS, 2004)



FIGUR 3.2-14 TYNNPLATEKLEDNING AV TRAVERTIN MONTERT MED KONTINUERLIG HORISONTALT SKINNESYSTEM (ALNÆS, 2004)



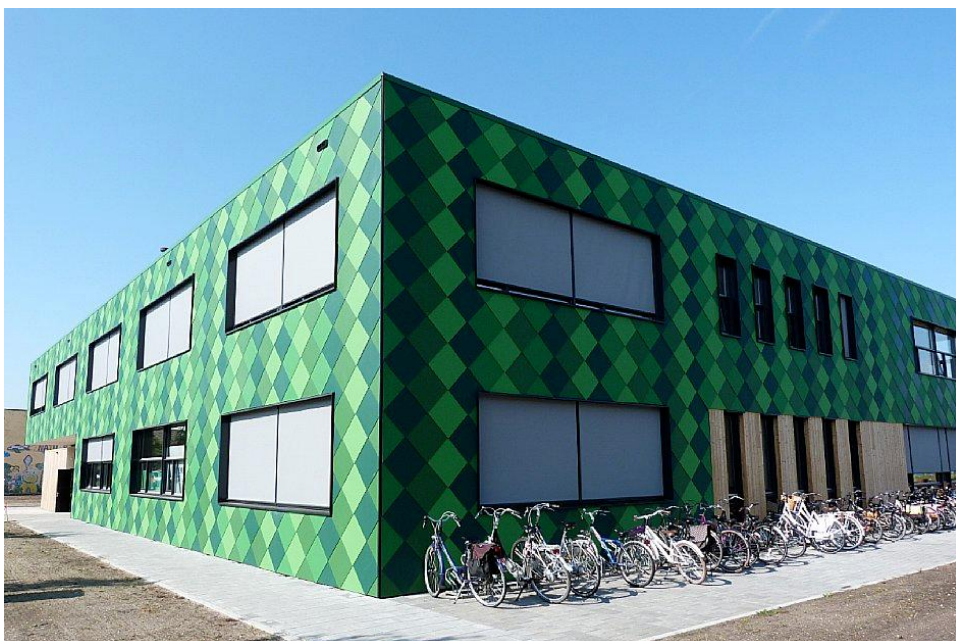
FIGUR 3.2-15 EKSEMPEL PÅ FORBINDELSE MELLOM BRAKETT ELLER SKINNE OG STEINPLATE MED SLISS I PLATENS SIDEKANTER. PÅ FIGUREN TIL HØYRE ER EN DEL AV BRACKETTEN FELT INN I KANTEN PÅ OVERLIGGENDE PLATE FOR Å REDUSERE FUGEBREDDEN (ALNÆS, 2004)

Ankersvikt er et problem blant natursteinsfasadene. Dette skjer ved at hullene og dyblene er plassert for nær kanten av steinen og steinen kan knekke og miste bæreevnen. En annen grunn til ankersvikt er at steinplatene kan bøye seg. Innfestningene kan korrodere og miste bæreevnen sin på den måten.(Svardal, 2005)

Fuger mellom fasadeplatene bør ha en bevegelsesmulighet på 3 mm(Alnæs, 2004). Det må da lages ventilasjon for å ventilere ut fukt(Alnæs, 2004). Der det er moderate slagregnmengder og der bakveggen tåler oppfuktning over en viss periode, kan fugene være åpne(Alnæs, 2004). Det trengs ikke ytterligere ventilasjon ved åpne fuger (Alnæs, 2004). Oppsprekking og avflakking er et annet problem med fasadeplaten og kan skje som følge av feilmontering av steinen, eksempelvis ved at det er for liten fugebredde eller bruk av fuger som ikke kan ta opp tilstrekkelig med bevegelser(Svardal, 2005). Fryse- og tineprosesser kan også føre til at steinen sprekker opp (Svardal, 2005).

3.2.4 PLATEFASADER

Det finnes mange forskjellige platefasader på markedet, se Figur 3.2-16 for eksempel. Mange av de samme prinsippene som gjelder for plater gleder også for paneler og kassetter og de er følgelig ikke behandlet separat(Gjeving, 2007). Alle platene som brukes i Norge må være dokumentert og sertifisert av SINTEF Byggforsk for å kunne bli brukt på bygninger(Krohn, 2007). Inndelingen SINTEF Byggforsk benytter for ulike platetyper er polymerkomposittplater, høytrykksplater, fibersementplater og profilerte plater, kassetter og paneler av metall (Gjeving, 2007; Krohn, 2007). Metallene som benyttes er i hovedsak aluminium og stål (Gjeving, 2007).



FIGUR 3.2-16 PLATEFASADE FRA STENI (STENI, 2012)

Fasadeplatene festes til den bærende konstruksjonen via lekter av stål eller tre (Gjeving, 2007). Trelekter er mest vanlig for platefasadene (Krohn, 2007). Platefasader anbefales festet med skruer til lektene (Gjeving, 2007). Skruene bør være rustfrie og selvbærende med metallskive og påtrykket gummipakning for å sikre tilstrekkelig festing av fasadeplatene (Gjeving, 2007). Spiker frarådes da det er fare for utkrypning (Krohn, 2007). Der det er benyttet aluminiumsplater kan det i tillegg til rustfrie stålskruer også benyttes aluminiumskruer (Gjeving, 2007). Det kan også benyttes profilsystemer som medfører skjult montering. Her festes platene til et profilsystem gjennom utfreste spor i overkant og underkant av platen (Krohn, 2007).

Ved festing av platene må det tas hensyn til bevegelser i konstruksjonen. Ved endret temperatur vil materialene bevege seg og det oppstår store spenninger i konstruksjonen. For å sørge for at disse bevegelsene ikke blir for store er det anbefalt at plater av aluminium ikke må være lengre enn 6 meter og stål 12 m. (Gjeving, 2007)

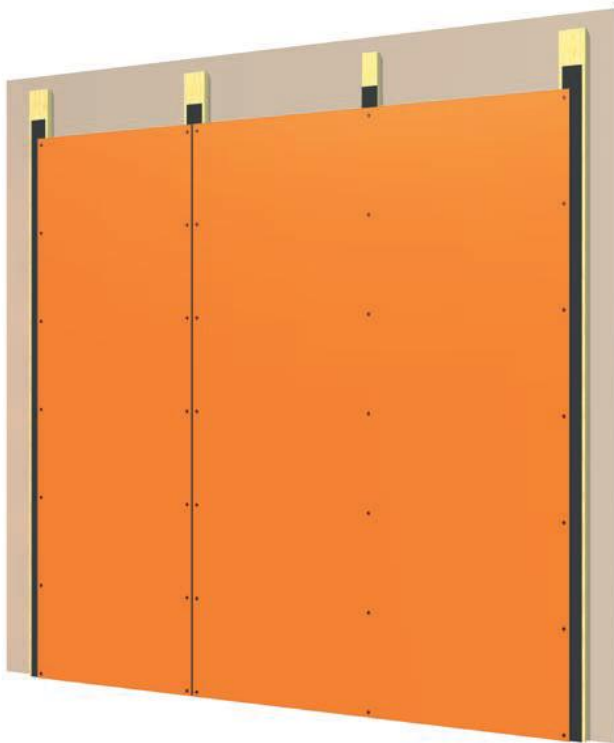
Festepunktene må klare å ta opp disse bevegelsene. En måte å sørge for dette på, er ved å bruke større hull diameter enn diameteren på skruestammen. Bruk av fuger gir også platene mulighet til å bevege seg noe i forhold til hverandre. Det må brukes både horisontale og vertikale fuger for å sikre tilstrekkelig bevegelsesmuligheter. (Krohn, 2007)

Metall er utsatt for korrosjon i ulik grad, som er avhengig av metallenes forskjellige egenskaper. Faren for at galvanisk korrosjon kan føre til at det tidlig må bestemmes hvilken overflatebehandling som skal benyttes. Både stål og aluminium må overflatebehandles. Aluminium har generelt ganske god motstand mot korrosjon og overflatebehandles først og fremst for å unngå at platene blir grå og matte. Utsettes aluminium for omgivelser med enten veldig høy eller lav pH, reduseres korrosjonsmotstanden og det vil være behov for overflatebehandling for å unngå korrosjon. Stål som benyttes i fasaden er avhengig av overflatebehandling for å unngå at det korroderer. Det er nødvendig for å gi stålet tilstrekkelig beskyttelse. Dette gjøres ved at stålet varmforsinkes og dekkes med et organisk belegg eller lakk. Er fasaden utsatt for store påkjenninger bør stålet forsinkes med et tykkere lag enn minstekravet. Metallplatene er utsatt for korrosjon på grunn av fuktpåkjenning under transport og lagring. Det er derfor viktig at de lagres tørt og luftig. Kassetene er også utsatt for korrosjon da de er utformet med klipte hjørner. Dette gir mulighet for at vann trenger inn i kassetene. De bør derfor utformes slik at vannet dreneres ut eller at kassetene tåler påkjenningen dette gir. (Gjeving, 2007)

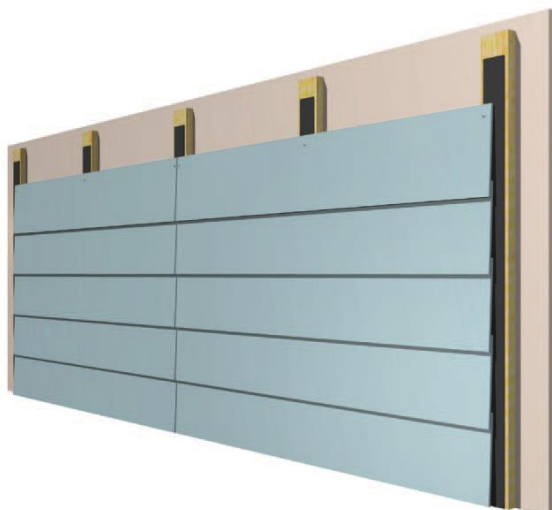
Om det skulle oppstå behov for å kappe i platene eller borre hull i dem på byggeplassen er det viktig at dette gjøres i henhold til anbefalingene fra leverandøren (Gjeving, 2007). Det anbefales generelt ikke å bruke vinkelsliper, men heller at de klippes eller kappes med fintannet stikksag, sirkelsag,

niblingsmaskin eller platesaks for å unngå slipespor og sprut som igjen medfører misfarging (Gjeving, 2007). Overflatebelegget vil bli revet løs (Gjeving, 2007). Dette fører til at fuktighet kan samle seg mellom overflatebelegget og metallet og øke korrosjonsfaren (Gjeving, 2007). Klippekantene bør derfor overflatebehandles (Gjeving, 2007). Er det mulig, bør også disse kantene unngå å eksponeres direkte mot vær og vind. Borestøvet som produseres må fjernes for at det ikke skal korrodere så fasadene blir misfarget (Gjeving, 2007). Der det er mulig bør platene så langt det rekker være tilpasset før det kommer på byggeplassen, da dette gir penere kanter med større korrosjonsmotstand (Krohn, 2007).

Et eksempel på er en type platefasade er plater som består av et polymerkompositt med en kjerne av knuste mineraler som er armert med to lag glassfiber, se Figur 3.2-17 og Figur 3.2-18 for innfesting av platene. I tillegg til selve platene er det et aluminium profilsystem som brukes for innfesting sammen med syrefaste skruer i A4 kvalitet. Før var det et problem at skruene ikke var rustfrie, men dette er ikke et problem lenger. (Vedlegg 6)



FIGUR 3.2-17 EKSEMPEL PÅ INNFESTNING AV PLATE(STENI, 2012)



FIGUR 3.2-18 EKSEMPEL PÅ INNFESTNING AV PLATE(STENI, 2012)

3.2.5 GLASSFASADER

Glass er et materiale som hovedsakelig består av sand, soda og kalkstein (Hugdahl & Gjelsvik, 1993). Felles for metodene for fremstillingen av glass er at råvarene smeltes sammen til en smelte som holder høy temperatur på omtrent 1600°C (Hugdahl & Gjelsvik, 1993). Glass som materiale har blitt brukt siden oldtiden og ble først fremstilt i Egypt for over 5000 år siden (Edvardsen, 2008). Romerne benyttet seg av glass til fremstilling av drikkekar og prydgjenstander (Edvardsen, 2008). Glass ble først tatt i bruk i bygninger i middelalderen og da som vinduer (Edvardsen, 2008). Fremstilling av glass var både kostbar og tidkrevende og ble først vanlig i borgerlige hus på 1600-tallet (Edvardsen, 2008). Behovet for vinduer kom etter at byborgerne gikk over til hus med skorstein og dermed fikk mindre dagslys inn i boligene enn tidligere, da det kun var en åpning i taket (Bohne, Aalberg, Jacobsen, & Hovde, 2010). De første vinduene som ble produsert var av en kvalitet der glasset var veldig skjørt og det var svært kostbart å fremstille det. Derfor ble det kun benyttet små ruter i blyglassvinduer (Edvardsen, 2008). Etterhvert som det ble benyttet tresprosser i stedet for bly, ble det mulig å lage større vinduer, men kostnadene var enda store (Bohne et al., 2010). Glasset som ble benyttet i Norge frem til 1740 var importert fra andre europeiske land (Edvardsen, 2008). Først i 1740 ble det første glassverket etablert i Norge (Edvardsen, 2008). Frem mot dagens bruk har glasset utviklet seg enormt til å bli sett på som et selvstendig bygningsmateriale, som gjør det mulig å bruke glass i større konstruksjoner som glassgårder, vinterhager, tak, fasader og balkonger (Bohne et al., 2010).

Fremstillingen av glass har utviklet seg fra å være en tid- og ressurskrevende prosess, som ga glass med dårlige mekaniske egenskaper til en prosess hvor det fremstilles forskjellige typer glass med ulike egenskaper, ettersom hvilken bruk det er tiltenkt (Hugdahl & Gjelsvik, 1993).

I 1959 kom flytemetoden for glassproduksjon (Bohne et al., 2010). Fremstillingen av glass med denne metoden innebærer lavere kostnader enn tidligere metoder og er den metoden som benyttes i dag (Svardal, 2005). Metoden baserer seg på at tinn er tyngre enn selve glassmelten (Svardal, 2005). Glassmelten blir derfor lagt oppå et bad med tinn for så å bli overført til en rekke ruller hvor glasset gradvis blir nedkjølt (Bohne et al., 2010). Glasset får dermed en jevn overflate og gode optiske egenskaper (Bohne et al., 2010; Svardal, 2005).

På 1980-tallet økte bruken av glass på grunn av det økte fokuset på økt trivsel og mengde dagslys. Med glasset som nå ble produsert var det også mulig å fremskaffe det arkitektoniske uttrykket man ønsket, Figur 3.2-19. (Svardal, 2005)



FIGUR 3.2-19 EKSEMPEL PÅ BRUK AV GLASSFASADE (SCHÜCO, UDATERT)

Grunnet den varierende bruken av glass, stilles det også forskjellig krav til egenskapene til glasset avhengig av applikasjonen. De forskjellige glassene vi har i dag er blant annet klart glass, varmeabsorberende glass, belagt glass, glass med styrt transmisjon, varmebestandig glass, glass med solceller og sikkerhetsglass (Hugdahl & Gjelsvik, 1993). I dag brukes det som regel isolert sikkerhetsglass i glassfasadene (Svardal, 2005). Sikkerhetsglass består av herdet og/eller laminert glass og kan også ha sensorer for innbruddsalarm integrert i glasset (Hugdahl & Gjelsvik, 1993). Herdet glass fremstilles ved at glasset blir varmet opp til mykningspunktet, for så å kjøles brått ned (Bohne et al., 2010). Dette medfører spenninger som gjør at glasset tåler mer, og når det knuses granuleres det. Personer nær glasset får da mindre kutt og sårskader enn ved vanlig knusing (Bohne et al., 2010). Denne type glass tøyer seg også mindre ved endrede temperaturforhold, men er mer ømfintlig for slag i kantene enn vanlig ubehandlet glass (Bohne et al., 2010).

Laminert glass lages ved at to eller flere glass er limt sammen med lamineringssjikt mellom glassene (Bohne et al., 2010). Glassene lamineres sammen enten ved hjelp av varme og vakuüm, eller ved at

en tynnflytende væske legges mellom glassene og siden herdes (Bohne et al., 2010). Laminert glass er svakere enn vanlig glass, men knuser det, sørger lamineringen for at glassbitene henger sammen og minimerer faren for personskader (Bohne et al., 2010). De forskjellige glassene og kombinasjoner av forskjellige typer glass, brukes for å redusere risikoen for blant annet personskader, innbrudd og brannspredning (Bohne et al., 2010).

Glass som fasademateriale benyttes enten som brystningspanel utenpå en bærende vegg, eller som en hel glassvegg (Svardal, 2005).

Glass som brystningspanel er som nevnt vanlig. Her benyttes glass som luftet fasade utenpå en isolert vegg eller limt fast til isolasjonen som en kompakt løsning. Benyttes den kompakte løsningen, er det viktig at det er et diffusjonstett sjikt på innsiden og at den ytre fasaden tåler vann-, vind- og temperaturpåkjenningene den utsettes for. Kompakte løsninger tilfredsstiller ikke kravet til totrinnstetting og det anbefales derfor å bruke løsningen med luftet kledning. (Isaksen, et al., 1990)

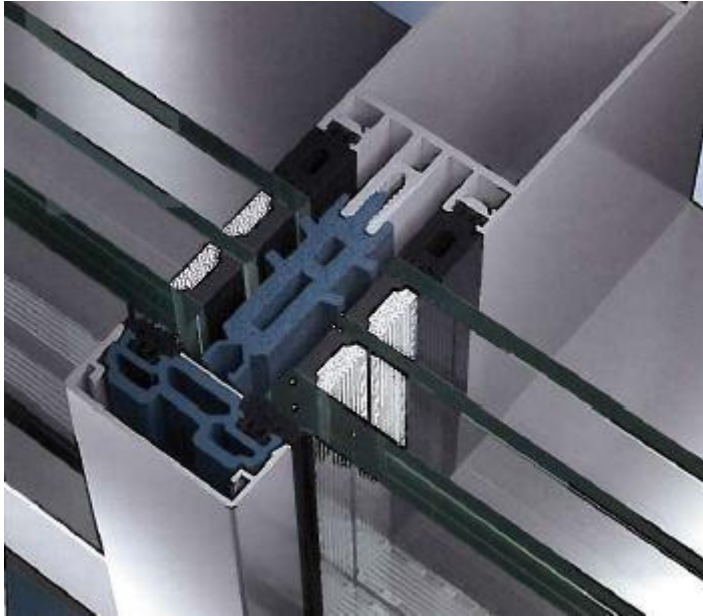
De rene glassfasadene består av glassruter som er festet til et sekundærbæresystem av stål eller aluminium, som igjen er festet til hovedbæresystemet av betong, stål eller tre. Rammen som glasset er festet i må tåle glassets egenvekt og horisontale laster som vindlast men kan i veldig spesielle tilfeller også dimensjoneres for å tåle vertikale laster ut over dette. Bruk av aluminium i rammeverket er å foretrekke på grunn av at aluminium er enkelt å forme. Dette gjør at rammesystemet lettere kan tilpasses hvert enkelt prosjekt, inklusivt å tilpasse løsningen så det opprettholder prinsippet om totrinnstetting ved at dreiskanaler og vannsperrer enkelt kan korrekt utformes. Stål er et alternativ, men det kan korrodere. Stål er i tillegg vanskeligere å forme og få til å opprettholde totrinnstetting og anbefales derfor ikke. Begge løsningene av metall har ulempen at de vil kunne fungere som kuldebroer i fasaden. (Isaksen, et al., 1990)

Hvordan glasset festes til rammen og til bakenforliggende bærevegg varierer og det finnes flere ulike metoder som bruk av klips, bolter gjennom hull, profilsystemer og lim (Svardal, 2005). Eksempler på systemer er vist i Figur 3.2-20. Viktigst er at løsningene for innfesting gir rom for bevegelse i materialene slik at glasset og innfestingene ikke utsettes for større påkjenninger enn nødvendig, eller de kan tåle, og at det ikke oppstår kontakt mellom glasset og andre harde materialer som annet glass, metall eller selve bæreveggen. Gummipakninger sørger for tilstrekkelig beskyttelse, avstand og tetting (Jelle, 2012b).



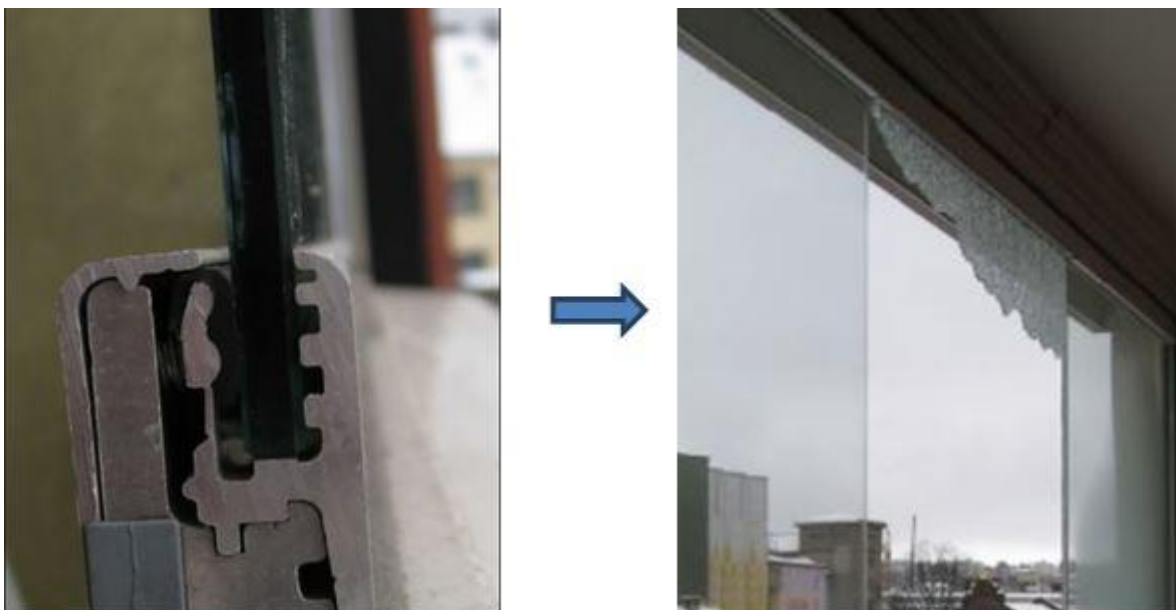
FIGUR 3.2-20 VISER FORSKJELLIGE INNFESTINGSSYSTEM FOR GLASSFASADER OG BRUK AV GLASSFASADE (SCHÜCO, 2013; SCHÜCO, UDATERT)

Svakheter med glass som fasademateriale er den manglende evnen til å sørge for et stabilt inneklima, det blir fort varmt om sommeren og kaldt på vinteren. Å redusere oppvarming om sommeren kan gjøres ved å integrere solceller i glassene, benytte seg av varmeabsorberende glass eller glass som skifter egenskaper etter mengden solinnstråling de blir utsatt for (Bohne et al., 2010). For bedre isolering mot kulde er det utviklet flere typer glass og rammer med stadig lavere u-verdi som gjør det mer energieffektivt (Edvardsen & Ramstad, 2003; Vinduer, 2013).



FIGUR 3.2-21 EKSEMPEL PÅ GUMMIPAKNINGER I INNFESTNINGEN TIL GLASSFASADER (SCHÜCO, 2013)

Innfestningene til glassfasadene ligger godt skjermet på varm side av konstruksjonen og det vil som regel ikke være noe problem med disse (Svardal, 2005). Gummipakningene mellom rammen og glasset, se Figur 3.2-21, er utsatt for høye temperaturer og de som er eksponert direkte mot sola vil også være utsatt for uttørking og oppsprekking på grunn av UV-stråler (Isaksen, et al., 1990; Jelle, 2012b). Gummipakningenes integritet er spesielt viktig å opprettholde for at det ikke skal oppstå kontakt mellom glassene og de harde omkringliggende overflatene som vil medføre at glasset knuser (Jelle, 2012b). Figur 3.2-22 viser hva som kan skje hvis det er kontakt mellom glass og harde komponenter.



FIGUR 3.2-22 KNUSING PÅ GRUNN AV MANGLENDE PAKNING (JELLE, 2012B)

Glassfasader selv er derimot utsatt for brudd i glassplatene (Hugdall & Gjelsvik, 1993). Dette skjer fordi det av ulike årsaker oppstår strekkspenninger i glasset (Hugdall & Gjelsvik, 1993). Hvis bygningsdelen glasset er festet i beveger seg, vil dette kunne medføre bøyning av glasset hvis det ikke er gitt tilstrekkelig med rom for dette ved prosjektering og utførelse (Hugdall & Gjelsvik, 1993). Dette kan medføre strekkspenning og knusing av glasset (Hugdall & Gjelsvik, 1993). Glass er mest sårbar for punktbelastning, men vil også være utsatt for jevnt fordelte laster som kan gi store spenninger i materialet så det knuser (Bohne et al., 2010). Termiske forskjeller over glassplaten kan medføre store termiske spenninger som også kan knuse glasset (Hugdall & Gjelsvik, 1993). I tillegg til at glass ikke tåler så store temperaturdifferanser er det også sensitivt ovenfor høye temperaturer (Hugdall & Gjelsvik, 1993). Utsettes laminert glass for temperaturer over 90°C vil lamineringsfilmen mykne opp og miste sine egenskaper (Hugdall & Gjelsvik, 1993). Herdet glass er også utsatt for spontangranulering. Det vil si at glasset knuses eller granuleres av seg selv uten at det påføres ytre mekaniske krefter, men på grunn av innesluttet nikkelsulfid (Bohne et al., 2010).

Glass er i seg selv også utsatt for slitasje og enkelte kjemiske stoffer har etsende og mattende effekt på glasset (Bohne et al., 2010). Under normale forhold har glass en høy grad av motstandsdyktighet mot anløpning (Hugdall & Gjelsvik, 1993). Utsettes glasset for flussyre eller alkaliske stoffer fra betong og mørtel kan dette føre til anløpning som gir et matt, gråaktig og ugjennomsiktig glass (Hugdall & Gjelsvik, 1993). Det er også viktig at glass lagres og transporteres tørt og rent for å unngå at det absorberer vann og det skjer en utluting av glasset som igjen medfører anløpning (Hugdall & Gjelsvik, 1993). For å unngå anløpning er det også viktig av glassene dekkes til under byggeprosessen hvis det skal gjennomføres arbeid som kan medføre skader på glassene (Hugdall & Gjelsvik, 1993).

3.2.6 OVERSIKT OVER DE ULIKE INNFESTNINGENE OG SVAKHETENE TIL PÅHENGSFASADER

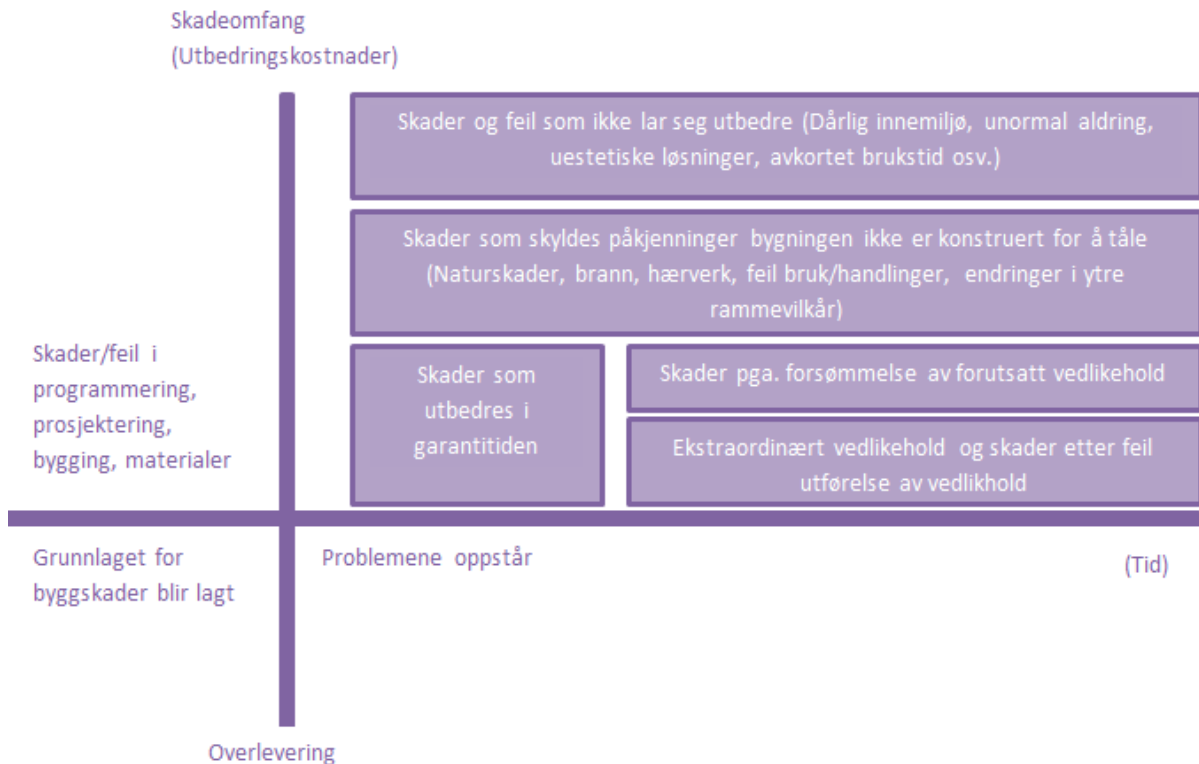
Etter å ha gjennomgått de ulike påhengsfasadene er Tabell 3.2-1 en oppsummering av de forskjellige innfestningene for påhengsfasadene og de største svakhetene deres.

TABELL 3.2-1 INNFESTNINGER OG SVAKHETER FOR DE ULIKE PÅHENGSFASADENE

Påhengsfasade	Innfestning	Svakheter
Tegl	<ul style="list-style-type: none"> - Rustfrie tråbindere festet til stender - Trådbinder med slaganker - Trådbinder i ankerskinne 	<ul style="list-style-type: none"> - Må ha tilstrekkelig drenering og lufting på innsiden av veggen, ellers kan det skje fuktproblemer med veggen - Bindere må monteres så de får fall utover mot utsiden av veggen så fukten ikke trenger gjennom - Korrosjon av eldre bindere
Naturstein	<ul style="list-style-type: none"> - Indirekte ved bruk av skinnesystemer - Indirekte ved bruk av braketter - Direkte med bæreklammer festet til bakvegg 	<ul style="list-style-type: none"> - Fukt må ventileres ut for å unngå fuktproblemer - Oppsprekking og avflakking på grunn av feil montering og fryse- og tine prosesser
Plater	<ul style="list-style-type: none"> - Rustfrie skruer til lekter av stål eller tre 	<ul style="list-style-type: none"> - Galvanisk korrosjon på grunn av kontakt med andre metaller - Kappe under strenge forhold, ellers kan platene få overflatebelegget revet løs og fuktighet kan samle seg og føre til korrosjon
Glass	<ul style="list-style-type: none"> - Klips - Bolter gjennom hull - Profilsystemer - Lim 	<ul style="list-style-type: none"> - Gummipakningene mellom rammen og glasset kan tørkes ut og sprekkes opp på grunn av UV-stråler og høy temperatur - Glassplater kan få brudd ved spenninger i glasset, glass mot metall og spontangranulering - Korrosjon grunnet impregnerte lekter

3.3 SKADER OG SKADEÅRSAKER

Byggskader defineres som skader som oppdages etter at byggeprosjektet er avsluttet og overtatt av eier. Figur 3.3-1 viser sammenhengen mellom det å utføre feil prosjektering, feil bygging, bruke feil materiale og problemer som oppstår i ettertid. Dersom skader ikke tas hånd om, er det mulig at det oppstår flere følgeskader jo lengre tid som går. (Gjeving & Thue, 2002)



FIGUR 3.3-1 ILLUSTRASJON AV ULIKE SKADER OG FEIL SOM RAMMER BYGGEPROSJEKTER OG BYGNINGER(GJEVING & THUE, 2002)

Det finnes tre hovedtyper av skader avhengig av bygningens alder (Bjørberg, 2013):

- Nye bygninger har skader forårsaket av feil i prosjekteringsfasen som medfører at produkter er brukt på feil måte eller på grunn av feil i utførelsen.
- Bygninger som nylig er rehabilitert har i hovedsak skader på grunn av endringer i bygningsfysikken for å redusere energibehovet.
- Gamle bygninger har i hovedsak skader på grunn av bygningenes alder og medfølgende slitasje.

Byggskader forårsaker funksjonssvikt og ekstraordinære vedlikeholdskostnader som ellers ikke skulle ha påløpt. Dette skjer på grunn av feil under utredning, prosjektering, utførelse eller materialtilvirkning. Skader som følge av normal slitasje regnes ikke som byggskader. Hvert år

utbedres byggskader som tilsvarer 5 % av den totale årlige produksjonen av bygninger. 60-80 % av byggskadene som opptrer skyldes fukt eller følgevirkninger av fukt. 1/3 av fuktskadene kan føres tilbake til dårlig prosjektering og 1/3 til mangelfull arbeidsutførelse.(Gjeving & Thue, 2002) Noen grunnleggende forhold som kan pekes på i henhold til årsaker for fuktskader er(Gjeving & Thue, 2002):

- Mangel på kunnskap
- Anvender ikke tilgjengelig kunnskap
- Ukritisk bruk av nye materialer uten erfaringsgrunnlag
- Kostnads- og eller tidspress; man velger å bygge billig og raskt
- Produktivitetspress på bedrift og enkeltperson
- Manglende eller utilstrekkelig kvalitetskontroll
- Endrede bovaner, med økt bruk av våtrommene og økt fuktproduksjon innendørs
- Eksponerte tomtearealer

Konsekvensene av fuktskadene varierer fra årsak til årsak. Det verste utfallet er at den bærende konstruksjonen bryter sammen. Det som er mer vanlig er reduserte ytelsesegenskaper, økte vedlikeholdskostnader, estetiske ulemper, eller innemiljø- og helseproblemer. (Gjeving & Thue, 2002)

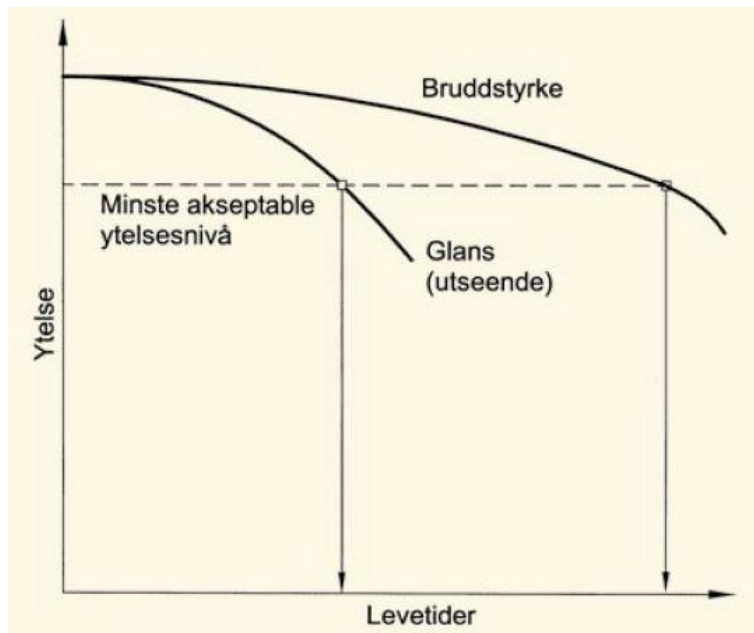
3.4 LEVETID

Dette kapittelet er delt opp i generelt om levetid, materialer og komponenter, utforming, brann, arbeidsutførelse, vedlikehold, bruk, ytre miljø/klima, indre miljø og metoder for å estimere levetiden. Under ytre/miljø klima er de ulike nedbrytingsfaktorene belyst og under estimering av levetiden er de ulike metodene for dette forklart.

3.4.1 GENERELT OM LEVETID

Levetid er definert som *tiden som bygget eller dets deler oppfyller krav til (ønsket) funksjon* (Haagenrud, 2004, s. 1). Funksjonen til en bygning vil over tiden variere etter kravet til ytelse som stilles til bygningen og som dermed også bestemmer levetiden (Haagenrud, 2004). Grunnet det varierende kravet til ytelsesnivå og ytelsens variasjon over tid vil ikke levetiden være en karakteristisk statistisk egenskap men noe som endres over tid (Haagenrud, 2004). Eksempel på levetiden på en tenkt bygning/bygningsdel med krav til glans og bruddstyrke er vist i Figur 3.4-1(Haagenrud, 2004). Hvor den totale levetiden bestemmes av den ytelsesfaktoren som først når minste akseptable ytelsesnivå (Haagenrud, 2004).

Lengre levetid på bygninger og god funksjonalitet gir både bedrifts- og samfunnsøkonomiske gevinster samt at det sparer miljøet ved at materialene kan brukes lengre. Ved bedre tilpasningsdyktighet reduseres også behovet for større ombygginger og nybygg. (Mørk et al., 2012)



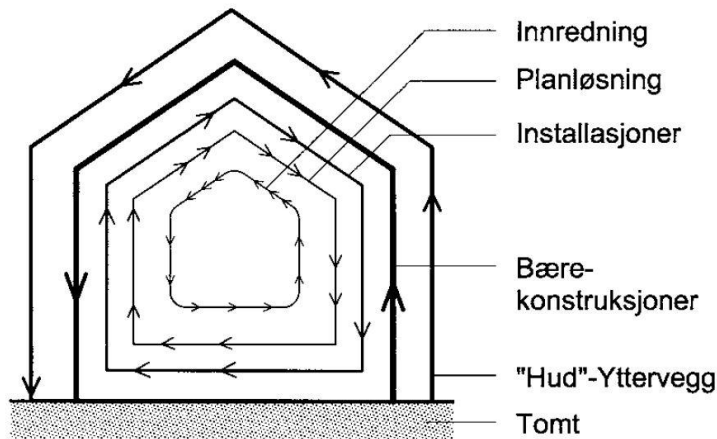
FIGUR 3.4-1 VISUALISERING AV DEFINISJONEN AV LEVETID (HAAGENRUD, 2004)

Den estimerte levetiden er kun et estimat av levetiden og kan avvike fra den reelle levetiden. Den virkelige levetiden kan både være lengre og kortere enn den som er oppgitt. Det er også mulighet for at sammensatte konstruksjoner består av komponenter som kan påvirke hverandres levetid og som ofte reduserer den. Data for komponenters levetider har først og fremst vært baserte på erfaringer gjort tidligere og har vært lite systematisk dokumentert. Dette er en svakhet i mange estimerte levetider som benyttes i dag. (Haagenrud, 2004)

Levetidsestimatet vil være et utgangspunkt for å planlegge periodisk vedlikehold og utskiftinger (Larsen, 2007). Det er viktig å understreke at intervallene for utskiftinger kan både være mye lengre enn angitt, i produktdatablad og lignende, eller kortere fordi det kommer nye og bedre løsninger på markedet (Larsen, 2007). Den estimerte levetiden har også andre bruksområder som dokumentasjon av produktegenskaper, byggsertifisering, taksering, tilstandsanalyser, miljødeklarasjoner, livsløpsanalyser og beregning av livsløpskostnader (Hovde, Udatert b).

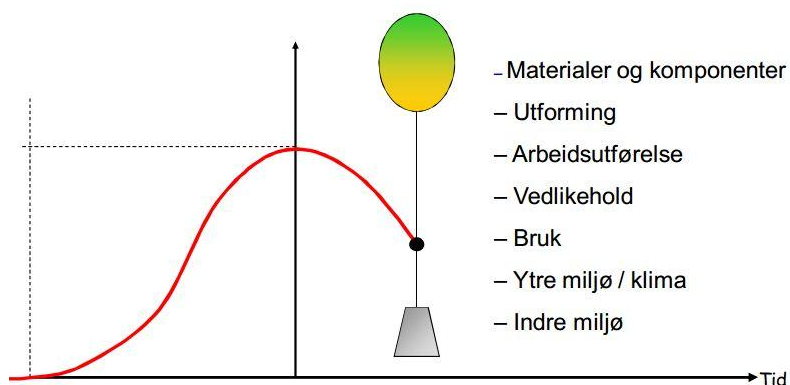
De ulike delene i en bygning har forskjellig levetid. I Figur 3.4-2(Haagenrud, 2004) ser vi ut fra tykkelsen og antall piler på de forskjellige delene, hvilke bygningsdeler som har lengst levetid og hvilke som må hyppigst byttes ut (Haagenrud, 2004). Tomten vil ha en tilnærmet evig levetid, bærekonstruksjonen 30-300 år, fasaden omtrent 20 år og tekniske installasjoner rundt 7 år (Mørk et

al., 2012). Med disse forskjellige levetidene på de forskjellige delene i bygningen er det viktig at det tas hensyn til dette så det er enkelt å vedlikeholde, og at det er mulig å gjøre utskiftinger uten at dette påvirker levetiden til de andre komponentene (Mørk et al., 2012). Ved planleggingen av de forskjellige delene av en bygning er det følgelig viktig å ta hensyn til de forskjellige delenes levetid (Haagenrud, 2004).



FIGUR 3.4-2 LEVETIDSPANLEGGING GÅR UT PÅ Å ESTIMERE LEVETIDEN VED Å VURDERE HVORDAN FORSKJELLIGE FAKTORER PÅVIRKER LEVETIDEN. (MØRK ET AL., 2012)

En bygning eller bygningsdel vil være utsatt for flere faktorer som påvirker levetiden. Disse faktorene er visualisert i Figur 3.4-3 og vil bli forklart nærmere i etterfølgende delkapitler. Ut i fra figuren vil det være ønskelig at tyngden av vekten som drar grafen nedover er så lav som mulig for å sørge for at levetiden blir så lang som mulig. Er bruken av bygningen stor og medføre rask nedbrytning, kan et material med god kvalitet *veie* opp for dette og levetiden forlenges. (Hovde, Udatert a)



FIGUR 3.4-3 DET ER MANGE FAKTORER SOM PÅVIRKER HVERANDRE. NOE KAN VEIE OPP FOR AT NOE ANNET ER DÅRLIG. DET ER DERIMOT NOE USIKKERHET I SVARENE DA DET ER VANSKELIG Å FORUTSE HANDLINGSFORLØPET AV NEDBRYTINGEN (HOVDE, UDATERT A)

3.4.2 MATERIALER OG KOMPONENTER

Anslagene for levetiden til komponenter og bygningselementer må inneha en viss pålitelighet for å kunne brukes som estimater for en bygnings levetid. Det er i standarden ISO 15686 anbefalt at anslagene skal være innenfor et 80 % konfidensintervall. Er det store konsekvenser for helse og sikkerhet om levetiden ikke skulle være tilstrekkelig, anbefales det at det settes enda høyere krav til pålitelighet for å redusere den totale risikoen. (Haagenrud, 2004)

Det er mange faktorer som påvirker et materials levetid (Hovde, Udatert a). Levetiden er avhengig av hvilke påkjenninger materialet utsettes for og hvor sensitiv materialet er for påkjenningen. Funksjonskravene til materialet vil variere mellom ulike applikasjoner og materialene kan testes etter flere forskjellige metoder for å avgjøre levetiden (Jelle, 2012a). Eksempler er en visuell evaluering, målinger av fargen, mekaniske tester som tester strekkfastheten, skjærstyrken og bøyeligheten, hefttester, vanntetthet og permeabiliteten og hvordan materialet oppfører seg ved ulike temperaturer (Jelle, 2012a).

Kvalitet er etter Norsk Standard definert som *i hvilken grad iboende egenskaper oppfyller krav* (Østby-Deglum, 2012) hvor *krav* viser til hvilke forventninger det er til og behov som forventes dekket av produktet (Østby-Deglum, 2012). Fra 1900 til i dag har det vært en enorm utvikling i materialer og løsninger som benyttes. Materialene i dag er i tillegg til de konvensjonelle som tre, betong, glass og stål, også komposittmaterialer, keramiske materialer og materialer modifisert med hjelp av nanoteknologi (Bohne & Hovde, 2010).

Selv om det er mange muligheter med nye materialer er det også sannsynlig at noen av dagens løsninger i fremtiden vil kunne innebære uforutsette svakheter. Det er også mulig at det er kombinasjoner av materialer som med tiden kan vise seg å være ugunstig. Disse kombinasjonene kan vise seg å endre egenskapene når det kommer til fasthet, overflatebehandling, fargeforandringer og bestandighet, mer enn hva som var forventet. (Bohne & Hovde, 2010)

Ut ifra parameterne tid, kostnad og kvalitet velges det materialer til et prosjekt. Parameterne er videre avhengig av hverandre. Velges det materialer til lav pris går dette ofte ut over kvaliteten til produktet. Lav kvalitet vil igjen som regel medføre redusert levetid for bygningen. Parameterne må derfor veies opp mot hverandre fra prosjekt til prosjekt etter prosjekteiers ønsker og behov. (Østby-Deglum, 2012)

3.4.3 UTFORMING

De forskjellige aktørene i en byggeprosess har forskjellige mål med prosjektet. Det er derfor viktig at disse målene samles og forenes for å sikre et så godt resultat som mulig (Østby-Deglum, 2012). Tabell 3.4-1 viser en oversikt over de forskjellige aktørene som involveres i byggeprosessen.

TABELL 3.4-1 OVERSIKT OVER DE ULIKE AKTØRENE SOM INVOLVERES I BYGGEPROSESSEN

Rolle	Beskrivelse
Arkitekt	En fagperson som tegner byggverk blir kontaktet av byggherre til å tegne et bygg som en entreprenør da igjen skal utføre.(Kunnskapsforlaget ANS, Udatert)
Byggherre	Byggherre kan være bestiller, utfører eller oppdragsgiver for byggeprosjekter. Etter totalentreprisestandarden er byggherre definert som: <i>kontraktspart som skal ha prosjektert og utført det bygg- eller anleggsarbeidet som kontrakten omfatter</i> (NS 8407, 2011, s. 8).
Entreprenør	En oppdragstaker som påtar seg å utføre bygge og anleggsprosjekt. Entreprenør er etter Standard Norge <i>en kontraktspart som skal ha utført det bygg- eller anleggsarbeidet som kontrakten omfatter</i> (NS 8405, 2008, s. 4).
Leverandør	Firma som leverer en vare. Har et produkt som blir solgt, ofte med montasjeanvisninger på hvordan produktet skal monteres. (Kunnskapsforlaget ANS, Udatert)
Montasjeentreprenør	Firma som monterer produktet. Ved montasje av påhengsfasader kan montasjeentreprenøren enten være under entreprenøren eller ha en egen entreprise på kun fasadebiten. (Kunnskapsforlaget ANS, Udatert)
Eier	Den som eier bygget, et sameie eller en enkeltperson. (Kunnskapsforlaget ANS, Udatert)

Det er ønskelig at det i et prosjekt både oppnås en høy grad av indre og ytre effektivitet for å nå målene. Det vil si at det brukes et minimum av ressurser samtidig som kundens mål, krav og prioriteringer tilfredsstilles. Det må derfor settes krav og gjøres prioriteringer for å bruke et minimum av ressurser, tid og kostnader uten at det går ut over resultatet. For å sørge for dette må det både i programmeringsfasen og i prosjekteringsfasen vektlegges krav og rammebetingelser som vektlegger lang levetid og utforming av gode løsninger, som det er gode erfaringer med fra tidligere. Dette bidrar så til økt levetid. Prosjektering har to primære formål. Det første formålet er å utarbeide et beslutningsgrunnlag i form av tegninger og beskrivelser for prosjekteier og bygningsmyndigheter. Det

andre er å danne grunnlag for produksjonsprosessen og den fysiske utførelsen av prosjektet. Prosjektering må samkjøre kundens behov, tilgjengelig teknologi, lover og forskrifter og produksjonsprosessen for å gjennomføre en god prosjekteringsfase. Prosjekteringsfasen skal rettes inn mot å dokumentere og illustrere det fysiske resultatet prosjekteier og andre kan vente seg av byggeprosessen. Resultatet danner grunnlag for at det i produksjonsfasen kan utarbeides gode bygninger med lang levetid. (Østby-Deglum, 2012)

For at prosjekteringsgruppa skal ha mulighet til å utforme gode løsninger er det viktig at det settes av tilstrekkelig ressurser både i form av tid og penger sett i sammenheng med prosjektets kompleksitet og omfang. Hvor mye av ressurser som avsettes til prosjekteringsfasen avhenger både av erfaringen til byggherre og hvilken gjennomføringsmodell og kontraktstrategi som benyttes. Dette påvirker også involveringen av leverandører og overføringen av risiko mellom aktørene i prosjektet. For å sikre god kvalitet av utformingen er det et lovverk som skal overholdes. Blant annet settes det krav gjennom plan og bygningsloven og deres tekniske forskrifter til prosjektene. (Østby-Deglum, 2012)

Hele 50 % av byggskadene kan knyttes til dårlige beslutninger fra byggherren eller mangelfull prosjektering. Av disse 50 % relateres 20 % tilbake til rammebetingelsene hos byggherren, 20 % på grunn av for lite og forenklet prosjektering, 20 % på grunn av direkte feil prosjektering, de resterende 40 % er feil i utførelse og materialer. Det er derfor viktig at så mange feil som mulig oppdages før det bygges, da det er mye billigere og enklere å rette opp feil på en tegning enn på det ferdige bygget. (Østby-Deglum, 2012)

I fremtiden vil det være et viktig verktøy å benytte seg av BIM-modeller, for å kunne gjennomføre kollisjonskontroll for å se om det er mulig å bygge modellen, uten at det oppstår problemer med at ting er tegnet i konflikt med hverandre. Det er derimot viktig at det er tilstrekkelig kunnskap om modellene og IKT-verktøyene og at bygget er bygget i henhold til planen, slik at det er mulig å gjennomføre kontroller og at potensialet i modellene kan utnyttes fullt ut. (Østby-Deglum, 2012)

Prosjekteringen skal også finne løsninger som reduserer sannsynligheten for at brann oppstår, for å utvikle seg og sprer seg (Forskrift om tekniske krav til byggverk, 2010). Det er også ønskelig at det skal redusere konsekvensene ved en eventuell brann, dette gjøres ved at det så langt det er mulig skal sørge for å redusere brannlasten, øke brannmotstanden, skjerme mot eksponering og sikre rømning (Landrø, 2010). Når det gjelder innfestninger og brann må innfestningene tåle temperaturøkningen av en eventuell brann. De må sikres og isoleres slik at de ikke svikter ved høye temperaturer. (Svardal, 2005). Det er viktig at det sikres tilstrekkelig bæring og at spredning i bygningen og til nærliggende bygninger reduseres (Landrø, 2010). For sekundærbæresystemer som en påhengsfasade er, stilles det krav til at den er dimensjonert tilstrekkelig for at bæreevne og

stabilitet er opprettholdt så folk klarer å rømme og mennesker og dyr kan bli reddet (Forskrift om tekniske krav til byggverk, 2010).

3.4.4 ARBEIDSUTFØRELSE

Levetiden er avhengig av hvordan bygningen er bygget i form av ferdighetene og kontrollrutinene hos den utførende part som er entreprenøren (Østby-Deglum, 2012). Prosjekteringsmaterialet skal omformes til en ferdig bygning med så få feil som mulig (Østby-Deglum, 2012). Det er da viktig at det bygges i henhold til planene og at entreprenøren har ferdigheter og muligheter til å oppdage feil i prosjekteringsmaterialet. Det må også sørges for at montasjeanvisninger blir fulgt og om dette følges opp via et kvalitetssikringssystem. I tillegg til selve utførelsen påvirker også lagringsmetoden på byggeplass og beskyttelse av objektene under bygging levetiden (ISO 15686-8, 2008).

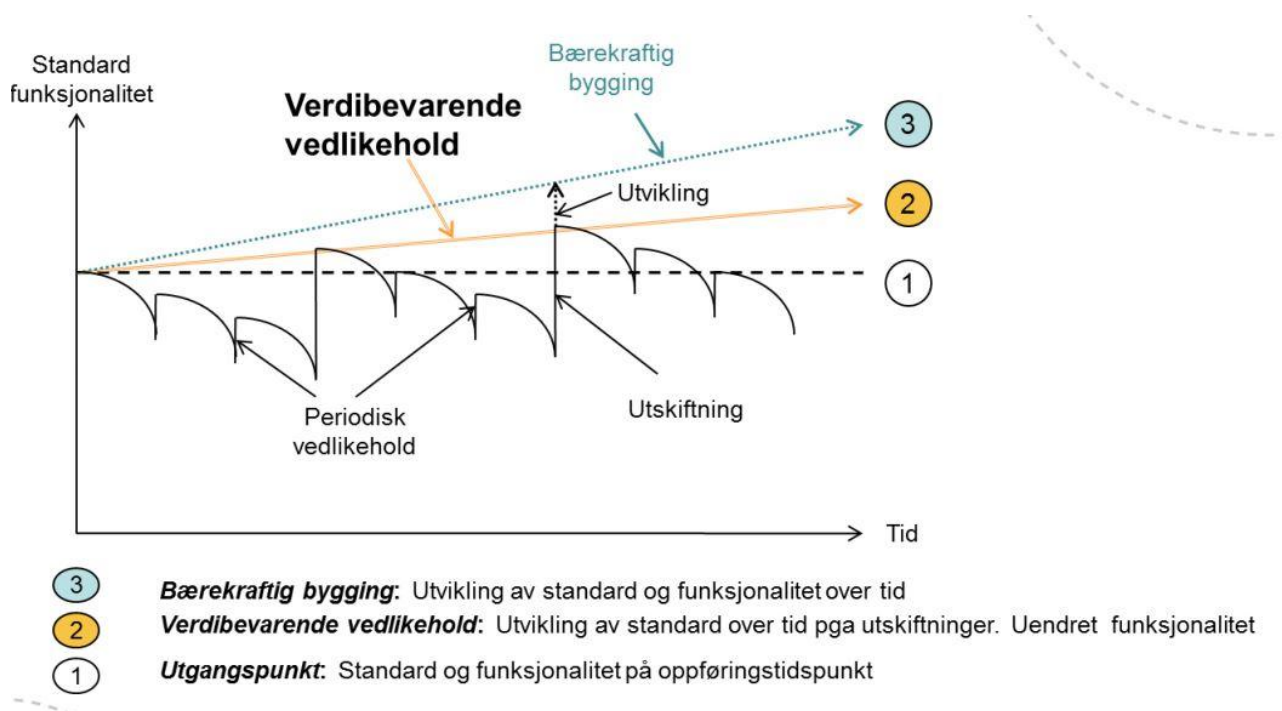
I byggetiden er bygningen spesielt utsatt for klimapåkjenninger frem til bygget er tett. Før taket er på plass vil bygningen blant annet være svært utsatt for nedbør som vil føre til fukt i materialene. Denne fuktigheten vil, i tillegg til fukt fra betongstøping og andre arbeidsoppgaver som medfører høyt fuktinnhold i materialene, kunne ende opp med å bygges inne i konstruksjonen og kan medføre en rekke uheldige konsekvenser for bygningen i etterkant i form av dårligere u-verdi, dårlig inneklime, frostsprengning og spenninger på grunn av bevegelse i materialene. Det er derfor viktig at de som bygger bygningen legger til rette for en god og tørr byggeprosess. Tiltak for å hindre dette kan være at entreprenøren har gode rutiner for tildekking og oppvarming av de delene av bygningen som er følsom for fukt og at det settes av tilstrekkelig tid til uttørking slik at eventuell fukt ikke bygges inne. Kritiske detaljer kan også bygges ferdig innendørs og kun monteres på byggeplassen. Ved å benytte prefabrikkerte moduler, vil også byggetiden reduseres og dermed også tiden bygningen utsettes for klimapåkjenningene under bygging. (Thue, 2010a)

Settes det et stort tidspress på de utførende parter kan dette påvirke kvaliteten og andelen feil i utførelsen. Dette er et typisk resultat av byggeboomer hvor det har vært høy aktivitet med mye som skal bygges, kombinert med mangel på arbeidskraft. (Bjørberg, 2007)

3.4.5 VEDLIKEHOLD

For at bygninger, bygningsdeler og de tekniske installasjonene skal tilfredsstille krav som stilles i teknisk forskrift er det viktig at de i sin økonomiske levetid vedlikeholdes tilstrekkelig (Forskrift om tekniske krav til byggverk, 2010). Behovet for vedlikehold og vedlikeholdsintervallene må vurderes ut fra en rekke faktorer (Haagenrud, 2004). Disse faktorene er hvor store klima- og miljøpåkjenningene er, alder på materialene, kvaliteten på materialene, hvordan prosjekteringen og utføringen er gjort samt bruken av bygningen (Haagenrud, 2004). Er det stort krav til pålitelighet på grunn av stor konsekvens ved for dårlig vedlikehold, reduseres også intervallene (Haagenrud, 2004).

En bygning vil etter ferdigstillelse brytes ned, men ved hjelp av periodisk vedlikehold og utskiftninger vil denne nedbrytningen reduseres og kunne føre til verdibevarende vedlikehold (Bjørberg, 2012b). Hvis utskiftingene medfører at bygningen tilfredsstiller nye standarder, men har en uendret funksjon kalles dette verdibevarende vedlikehold (Bjørberg, 2012b). Hvis utskiftingen medfører både endret funksjonalitet og standard kalles det bærekraftig bygging, Figur 3.4-4 (Bjørberg, 2012b). Den bærekraftige utviklingen forbedrer både den tekniske og funksjonelle standarden med hensyn på kulturelle og sosiale aspekter (Mørsk et al., 2012). Målet med bærekraftig ombygging er å redusere negativ påvirkning på omgivelsene. Bærekraftig utvikling vil sørge for et forbedret forhold for de som oppholder seg i bygningen, både med tanke på innemiljø, tilpasset bruk og muligheten til å tilpasse seg nye behov, samtidig som kulturelle og sosiale verdier opprettholdes (Mørk et al., 2012).



FIGUR 3.4-4 UTVIKLINGEN AV EN BYGNINGS STANDARD OVER TID (BJØRBERG, 2012B)

Vedlikeholdet som utføres vil både være løpende og forebyggende. Det er ønskelig at mesteparten av vedlikeholdet er forebyggende da dette er det mest kostnadseffektive. (Haagenrud, 2004)

Vedlikeholdsintervallene vil påvirkes av materialenes alder, kvalitet og påkjenning og derfor variere i løpet av bygningens levetid. I tillegg til at vedlikeholdsintervallene gjør det mulig å planlegge utgifter og selve aktivitetene rundt vedlikeholdet og utskiftingene vil det også være med på å bestemme når det bør gjennomføres tilstandsanalyse på bygningen. Tilstandsanalysen vil i retur kunne gi tilbakemelding om det er behov for utskiftinger, vedlikehold og hvilke konkrete arbeider som må utføres. For yttervegger vil forhold som klimapåkjenninger og forurensinger vurderes opp mot valgt fasade og vedlikeholdsintervallene. Det må også vurderes om det oppnås tilstrekkelig tetting mot regn og vind, samt om materialene og konstruksjonen utsettes for større påkjenninger når det kommer til fukt, slitasje og mekanisk belastning enn hva som er referanseverdiene. (Larsen, 2007)

3.4.6 BRUK

Forskjellig bruk av bygningen vil påvirke levetiden på komponentene. Bruk i områdene rundt eller på komponentene kan medføre økt eller redusert levetid. Både hvilke aktiviteter som utføres og hvor mye bygningen blir brukt, vil påvirke levetiden. Gulvbelegget på en skole vil for eksempel ha en helt annen slitasje enn gulvet i en bolig. Bruken av bygningen vil kunne være utsatt for endret behov, noe som kan påvirke levetiden som er estimert. Dette bør det tas hensyn til og det bør velges tilpasningsdyktige løsninger som kan benyttes også ved endret bruk i bygningen. Bruken og aktiviteter på utsiden av bygningen kan også påvirke levetiden som for eksempel fare for mekanisk påkjenning grunnet på- og avlasting av varer i nærheten av et varemottak. (ISO 15686-8, 2008)

3.4.7 YTRE MILJØ/KLIMA

Bygningens funksjon er å være klimaskiller og det vil derfor være naturlig at den utsettes for nedbrytende faktorer fra uteklimaet (Thue, 2010a). Ved god kunnskap om lokale forhold og påkjenningsfaktorer er det derimot ofte mulig å redusere disse faktorene ved riktig plassering av huset (Thue, 2010a). En faktor i seg selv er ikke nødvendigvis så utslagsgivende på levetiden, men en kombinasjon kan gi redusert levetid (ISO 15686-8, 2008). Som for eksempel vind og regn eller et fuktig klima med en temperatur som svinger mye rundt 0 °C vil gi mange tine/fryseprosesser og redusere levetiden (ISO 15686-8, 2008). Data for uteklimaet er det opparbeidet en stor mengde av gjennom Det norske meteorologiske institutt sine værstasjoner (Gjeving & Thue, 2002). Det er store variasjoner i de ytre påkjenningsfaktorene over landet og i hvilken retning fasaden er vendt (Hovde, Udatert a). Selv om disse er lokalisert på mange steder i landet vil det i tillegg kreve at det ses nærmere på hvordan klimaet kan endres fra værstasjonen til det gitte prosjektet. Dette er fordi det ved spesielt vind og nedbørsmengde kan ha store lokale variasjoner (Gjeving & Thue, 2002). Data om

klimapåkjenningsene er først og fremst kjent på et makronivå gjennom værstasjonene (Thue, 2010a). Ved utforming av prosjekter må det tas hensyn til disse og gjennom erfaringer av lokalbefolkning og observasjoner av beliggenhet, topografi og vegetasjon som utgangspunkt for å få et nærmere innblikk i de lokale forholdene(Thue, 2010a). Det er flere utvendige påkjenningsfaktorer som har innvirkning på levetiden til en komponent og spesielt kombinasjoner av faktorene gjør fasaden ekstra utsatt (Hovde, Udatert a).

3.4.7.1 MEKANISKE PÅKJENNINGSFAKTORER

De mekaniske påkjenningsfaktorene er de faktorene som medfører økte mekaniske laster på bygningen og konstruksjonen. Eksempler på mekaniske faktorer er snø-, regn, og vindlast. Disse i kombinasjon med svingende temperaturer gir økt mekanisk påkjennning gjennom økt trykk på grunn av isdannelse. Varierende fuktinnhold kan gi bevegelser i materialene som igjen fører til økt trykk samt at vinden medfører mekaniske laster som gir økt påkjennning for materialene. Vind i kombinasjon med vann vil gi slagregn, som gir både økt påkjennning ved at vannet kommer inn steder det ikke hadde kommet inn om det ikke var for at vinden presser det inn. (Hovde, Udatert a)

Data fra værstasjonene blir som regel kun oppgitt som middelerverdier, fordi den enorme mengden med data gjør det vanskelig å bearbeide. Innenfor de mekaniske påkjenningsfaktorene vil det derimot være ønskelig å skaffe maksimalverdier. Derfor er det ofte ønskelig med supplerende data som mer er beregnet ved bruk til dimensjonerende laster. Dette kan fås gjennom SINTEF Byggforsk sine databaser. (Thue, 2010a)

Årsaken til frostsprengning er at det dannes iskrystaller i de mellomstore kapillærene. Is som fryser på 0°C har to karakteristiske egenskaper som er av stor betydning for frostsprengning. Den ene er at isflater har stor evne til å trekke til seg vann, den andre er at vann får en volumøkning på 9 % når det fryser. Disse to årsakene sammen fører til at materialet får store sprengningskrefter i seg og kan føre til store skader på materialet. Hvis det finnes tomme hulrom i nærheten kan noe av fuktigheten slippe unna og trykket blir ikke like høyt.(Gjeving & Thue, 2002)

3.4.7.2 ELEKTROMAGNETISK PÅVIRKNING

Elektromagnetiske påkjenninger er elektromagnetisk stråling som solstråling og termisk stråling (Hovde, Udatert a). På grunn av strålingen som medfører høyere temperaturer vil den kjemiske nedbrytningen og mengden sopp- og råteskader øke opp til grensetemperaturen er nådd (Jelle, 2012a). Den kortbølgede strålingen fra sola inneholder mye energi og har en nedbrytende effekt på materialer og overflatebehandlinger og må derfor tas hensyn til ved levetidberegninger (Thue, 2010a). En sørvendt fasade må som regel males oftere enn en nordvendt fasade på grunn av falming(Thue, 2010a).

3.4.7.3 KJEMISK NEDBRYTNING

Kjemiske nedbrytningsfaktorer består av påvirkninger fra vann, temperaturer, oksiderende faktorer, syrer, salter, forurensninger og andre faktorer som påvirker de kjemiske bindingene (Hovde, Udatert a). Disse faktorene reagerer med materialene og har mulighet til å ødelegge de kjemiske bindingene som kan redusere levetiden (Hovde, Udatert a). Eksempel på en klimafaktor som har fått større og større betydning er luftforurensing (Thue, 2010a). Svoveloksid medfører nedbrytning av overflatematerialer som gjør trevirke mer utsatt for biologisk nedbrytning (Edvardsen & Ramstad, 2003). Svovelsyre som kommer i form av sur nedbør kan også bidra til økt fare for korrosjon (Thue, 2010a). Nitrogenoksid er en annen type oksid som sammen med svoveloksid har en svært nedbrytende effekt på overflatebehandlinger som er svake for syrer (Edvardsen & Ramstad, 2003). Ozon som ofte finnes i områder med mye industriforurensning er også en kjemisk påkjenning som har innvirkning på materialers levetid (Edvardsen & Ramstad, 2003). Ozon bryter ned blant annet organiske materialer som trevirke og maling. Ozon i kombinasjon med sure gasser er med på å øke effekten av de sure gassene og øker dermed nedbrytningen (Edvardsen & Ramstad, 2003).

CO₂ som er en forbindelse det ofte er mye av i by- og industristrøk er en annen kjemisk forbindelse som ved høye konsentrasjoner påvirker karbonatiseringen i betongen, som igjen øker faren for korrosjon i armeringen og reduserer levetiden (Edvardsen & Ramstad, 2003).

Korrosjon er prosessen hvor metallisk materiale brytes ned ved at det inngår i en elektrokjemisk reaksjon med omgivelsene, eller et annet materiale som er i kontakt med metallet. Den kan skyldes kjemisk eller galvanisk aktivitet, utvendige klimapåkjenninger eller høy omgivelsesfuktighet over lengre tid. Luftforurensing, salt og lignende kan akselerere korrosjonsangrepet. Ved korrosjon danner noen metaller et oksidsjikt på overflaten som beskytter metallet for videre korrosjon. Slike metaller er aluminium, bly, krom og nikkel. Vanlig karbonstål lager ikke et like tett oksidsjikt som beskytter det, så stålet vil korrodere, men på grunn av all rusten som blir dannet tar korrosjonen lengre tid, fordi rusten beskytter metallet. Maling eller påføring av et sinkbelegg er de vanligste måtene å beskytte karbonstål på. Ved RF over 60 % er ubeskyttet stål i korrosjonsfare. Maksimal korrosjonshastighet for stål inntreffer ved RF på 90 %. Ved pH-verdier på over 9 danner stål et oksidsjikt, slik som de rustfrie metallene, som beskytter det mot korrosjon. I frisk betong er pH-verdien omtrent 12-13 og armeringsstål ruster vanligvis ikke. Ved inntrengning av CO₂ fra lufta karbonatiserer betongen og pH-verdien synker. Hvis RF i tillegg er over 60 %, ruster stålet. Karbonatiseringsprosessen foregår ved RF på 40-90 % men skjer raskest ved RF på 50-60 %. Rustfritt stål består av 12 prosent krom, dette medfører at stålet blir fullstendig passivisert og det får god korrosjonsbestandighet. I surt miljø kan likevel rustfritt stål ruste på grunn av at kromoksidene i overflaten løses opp og stålet ruster. Rusttregt stål består av små mengder med krom, kopper og

lignende. Dette gjør at stålet ruster langsommere enn vanlig karbonstål. Dette er svært dårlig å bruke i kystklima fordi salt akselererer korrosjonsangrepet som nevnt over. (Gjeving & Thue, 2002)

Galvanisk korrosjon oppstår når to forskjellige metaller er i direkte kontakt og vann er til stede. Tabell 3.4-2 viser korrosjonsfaren mellom metaller i bygninger. Vannet blir elektrolytten mens metallet er anoden. Graden av korrosjon avhenger av hvor god kontakt det er og hvilken spenning som oppstår mellom metallene. Jo større potensialforskjell det er mellom metallene, jo kraftigere korrosjon oppstår. Ved fare for galvanisk korrosjon bør metall skilles fra hverandre med plast, gummipakninger eller males. (Gjeving & Thue, 2002)

TABELL 3.4-2 KORROSJONSFARE MELLOM METALLER I BYGNINGER

	Kobber	Aluminium	Rustfritt stål	Galvanisert stål	Sink	Bly
Aluminium	1					
Rustfritt stål	1	3				
Varmforsinket stål	2	3	2			
Sink	1	3	1	3		
Bly	2	2	2	3	3	
Messing	2	1	1	2	1	
Bronse	2	1	1	2	1	2
Jern/stål	1	2	2	2	1	2
					1	3

- 1) Galvanisk korrosjon oppstår
- 2) Galvanisk korrosjon oppstår under spesielle forhold eller over tid
- 3) Galvanisk korrosjon er ubetydelige under vanlige forhold

Korrosjon på armering i betong, lettbetong og murverk kan føre til avskallinger og i verste fall brudd i konstruksjonen. Korrosjon på beslag, festemidler og liknende kan føre til at det blir et estetisk problem, men kan også føre til lekkasjer eller bruddskader. (Gjeving & Thue, 2002)

3.4.7.4 BIOLOGISK NEDBRYTNING

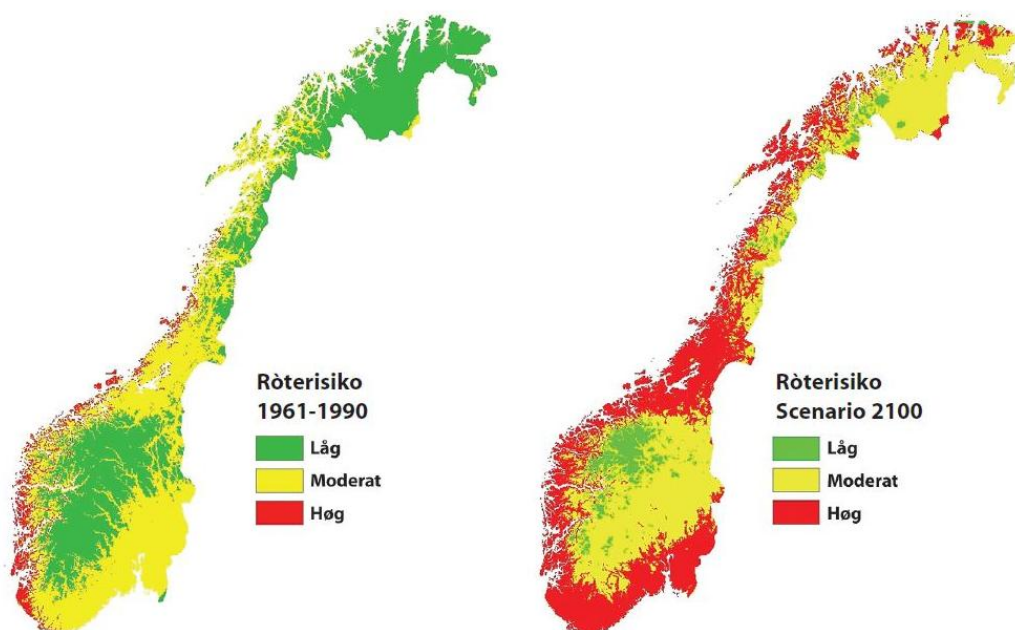
Biologisk nedbrytning skjer først og fremst på organiske materialer etter angrep av sopp, bakterier, insekter og dyr, altså en fellesbetegnelse på levende organismer som medfører nedbrytning (Edvardsen & Ramstad, 2003; Hovde, Udatert a).

Bakterier har under noen omstendigheter mulighet til å bryte ned celleveggen og dermed redusere styrken til materialet, denne type nedbryting skjer etter et langt tidsrom og har ikke så stor

påvirkning for forarbeidet tre. Bakterier har også en evne til å bryte ned membraner mellom cellene i trevirke og på denne måten medføre en økt permeabilitet i materialet. (Bohne et al., 2010)

Soppangrep på trevirke kan deles i to hovedgrupper, fargeskadesopp og råtesopp. Felles for begge typene er at de finner næring i trevirke og benytter dette til sin egen vekstprosess. Fargeskadesoppene vil i første rekke være en estetisk skade da de misfarger trevirket og i liten grad påvirker treets styrke. Derimot har fargeskadesoppene evnen til å bryte ned soppgiftene, så treet blir mer utsatt for råtesoppangrep. Råtesoppen på sin side, spalter cellulose og ligning så celleveggens styrke reduseres og dermed også trevirkets styrke. (Bohne et al., 2010)

Biologisk nedbrytning ved microorganismer i tre er avhengig av tilstrekkelig næring, optimalt fuktighetsnivå og temperatur, at de riktige forholdene holder seg optimale over tid og at det er forplantning til stede så det faktisk er noen microorganismer der (Edvardsen & Ramstad, 2003; Hovde, Udatert a). Utviklingen av faren for råteskade endrer seg med klimaet og det er store variasjoner i landet. De rette forholdene for råtesopp finnes ofte i hus langs kyststripen hvor det er mye slagregn og forholdsvis milde temperaturer. Råterisikoen er visualisert på kartet, Figur 3.4-5 (Meld. St. nr.28, (2011-2012)). I fremtiden er det estimert med at klimaforandringene vil medføre økt sopp- og råterisiko for en større del av bebyggelsen (Meld. St. nr.28, (2011-2012)). Dette er visualisert i Figur 3.4-5.



FIGUR 3.4-5 SAMMENLIGNING AV RÅTERISIKOEN I PERIODEN 1961-1990 SAMMEN LIGNET MED ET SCENARIO FOR RÅTERISIKO I 2100 (MELD. ST. NR.28, (2011-2012)).

Insekter er et problem i norske trebygninger (Hovde, Udatert a). Deres livssyklus består i å legge egg som klekkes ved rett temperatur, fuktighet og oksygentilgang (Edwardsen & Ramstad, 2003). Larven spiser så trevirket for så å forpuppe og bli til et insekt (Edwardsen & Ramstad, 2003). Deretter parrer insektene seg og legger nye egg (Edwardsen & Ramstad, 2003). Insektene som er mest kjent for å være et problem i norske trehus er husbukk, stripet borrebille, og stokkmaur (Hovde, Udatert a). Det finnes også flere insekter som borer i trevirket uten at det forårsaker særlig skade og noen som kan skade trær før det hugges og blir foredlet (Edwardsen & Ramstad, 2003).

Eksempler på nedbrytningsmekanismer hvor fukt er en av hovedårsakene er gitt i Tabell 3.4-3.

TABELL 3.4-3 NEDBRYTINGSMEKANISMER HVOR FUKT ER EN AV HOVEDÅRSAKENE (GJEVING & THUE, 2002)

Nedbrytningsmekanismer	Mekanisme	Materialer	Konsekvens	Betingelser for prosessen
Biologisk	Muggvekst	Alle materialer	Helse, utseende	Fukt, temperatur, oksygen, næringsstoffer
	Råte	Tre	Konstruksjonssammenbrudd	Fukt, temperatur, oksygen
Mekanisk	Frostsprengning	Betong, murverk, steinmaterialer, puss	Konstruksjonssammenbrudd, utseende	Fukt, temperatur
	Dimensjonsendringer (svelling/krymping)	Alle materialer	Utseende	Fukt, temperatur
	Fuktinduserte spenninger	Overflatematerialer	Utseende	Fukt, temperatur
Kjemisk	Korrosjon i luft	Metaller	Konstruksjonssammenbrudd, utseende	Fukt, temperatur
	Korrosjon i betong	Armeringsjern	Konstruksjonssammenbrudd, utseende	Fukt, oksygen, klorider eller PH redusert pga. karbonatisering
	Emisjon av flyktige gasser	Materialer med flyktige organiske stoffer	Helse	Fukt, temperatur

3.4.8 INDRE MILJØ

Bruken av bygningen vil påvirke inneklimateet og det finnes erfarings- og måletall på fuktproduksjon og annen forurensingsproduksjon i inneklimateet i boliger og kontorbygg, som gir et greit utgangspunkt for vurdering av denne påkjenningen. Fukttilskuddene varierer etter hva bygningen brukes til og hvor mange som oppholder seg der. Eksempler på aktiviteter som produserer fukt er fordampning fra mennesker og dyr, vasking av klær og rengjøring med vann, dusjing, matlaging, fukt fra varer som er lagret i bygningen og fukt fra svømmebasseng. Grunnet forskjellig bruk og hvor mange som oppholder seg i de forskjellige rommene vil det være store variasjoner fra rom til rom og i løpet av døgnet. Det er ikke ekstremalverdiene som er avgjørende for levetiden, men middelveidene over tid som er mest spennende å se på med tanke på påvirkning på materialene rundt. Fukt- og forurensingsinnholdet i innelufta er også avhengig av kvaliteten på tillufta det ventileres med og mengden ventilasjon. (Gjeving & Thue, 2002)

Fukt fra innelufta kan transporteres ut i materialene og forårsake fuktskader (Gjeving & Thue, 2002). Fuktproblem er ikke nødvendigvis et problem på sommeren da relativ fuktighet (RF) inne og ute er forholdsvis lik og mellom 40-60 %. Problemet melder seg på vinterhalvåret da den tørre vinterlufta varmes opp og dermed får en veldig lav RF som kan medføre uttørking av materialene (Thue, 2010a). Når denne varme innelufta med mye høyere fuktinnhold enn utelufta vandrer gjennom veggen, vil lufta stadig bli nedkjølt og medføre kondens. Dette gjelder også når lufta treffer kalde overflater eller kommer inn i rom som har lavere lufttemperatur. Lufta får da mindre evne til å holde på fuktigheten (Thue, 2010a).

3.4.9 METODER FOR Å ESTIMERE LEVETIDEN

For å bestemme predikert levetid skiller det mellom to hovedtyper eksponering, korttidseksponering og langtidseksponering. Levetiden er avhengig av nedbrytningsfaktorene komponenten utsettes for og mange av disse avhenger av miljøet bygningen står i. Derfor gis det ofte nasjonale tillegg til standarder for beregning av levetiden på grunn av forskjellige miljø i de forskjellige landene og landsdelene. Dette varierer geografisk sett veldig mye i Norge også på grunn av store forskjeller fra tørt innlandsklima til kystklimaet. (Haagenrud, 2004)

Når det er mulighet for å gjennomføre praktiske in-use dokumentasjon av levetid er dette å anbefale. Det er da viktig at brukstilstandene er kjente, så det er mulig å sammenligne resultater fra testingen med betingelsene for det gitte prosjektet. Der det ikke er mulig å dokumentere dette på denne måten, er det en mulighet å gjennomføre en predikert levetid. Det finnes to forskjellige metoder for testing. Direkte testing og indirekte testing. Direkte testing er å se om det oppnås et visst nivå for ytelse hvor en egenskap er et direkte bevis på forventet levetid. Eksempler på direkte testing er

testing av slitasje, tretthet og av effekten. Indirekte tester er testing av egenskaper som kan korreleres med faktisk ytelse og dermed levetid. Eksempler på denne type tester er porøsitet for fryse- og tine resistansen og hardhet for slitasje. Testene kan både utføres som tester som gjennomføres over et langt og kort tidsrom (ISO 15686-9, 2008).

3.4.9.1 LANGTIDSEKSPONERING

Langtidstester kan inneholde felteksponering eller se på eksponeringen på en eksperimentell bygning. Felteksponering kan gjennomføres enten som inspeksjon av bygninger, forsøksbygninger eller eksponering ved bruk (Hovde, Udatert a). Fordelen med felteksponering er at klimabelastningen er helt naturlig (Haagenrud, 2004). Ulempen er at denne naturlige belastningen svært sjeldent er lik den eksponeringen den utsettes for (Haagenrud, 2004). Vurderinger av eksisterende bygninger er også mulig, men det vil være vanskelig å få tilstrekkelig data for akkurat hvilket miljø de er utsatt for og forhold under oppføringen av bygningen (Haagenrud, 2004).

Som utgangspunkt for å kunne benytte seg av metoden er det viktig at det foreligger tilstrekkelig med data for betingelsene for vurderingen av referanselevetiden. Hvis data om dette og forholdene til det gitte prosjektet foreligger, er det mulig å gjennomføre en sammenligning av de forskjellige faktorene. (Haagenrud, 2004)

3.4.9.2 KORTIDSEKSPONERING

Ved korttidseksponering utsettes komponenten for akselerert eksponering eller kortsiktig in-use eksponering, så det er mulig å regne ut dimensjonerende levetid (Haagenrud, 2004; ISO 15686-9, 2008). Dette er ofte eneste mulighet for å teste ut levetiden fordi det ikke er så tidkrevende (Haagenrud, 2004). På grunn av evnen til å kunne styre klimapåkjenningsene er det mulig å sammenligne produkter og prøver fordi klimaet er definert (Haagenrud, 2004).

Det kan være vanskelig og utfordrende å lage en god kortvarig test som gir et godt resultat (Hovde, Udatert a). Disse testene inneholder ofte bruk av akselerert nedbryningshastighet og det kan være vanskelig å få en kombinasjon av alle faktorene som påvirker nedbrytningen samtidig (Jelle, 2012a). I virkeligheten kan levetiden avvike noe fra testresultatene grunnet unormal eksponering av materialet og at kombinasjonen av faktorene kan gi annen nedbryting og påkjønning på materialene (ISO 15686-9, 2008).

Fordelen med disse testene er at det er mulig å kontrollere de forskjellige faktorene og derfor kan testes mot ekstremalverdier (Jelle, 2012a). Akselererte tester gir et godt inntrykk av materialene og sparer penger og tid. Rykte til materialet opprettholdes også ved å gjennomføre en slik test (Jelle, 2012a).

3.4.9.3 FAKTORMETODEN

Et problem som ofte kan dukke opp ved planlegging av levetiden til en bygning er at det ofte finnes referanselevetid, men at disse er vanskelig å benytte seg av til å finne den estimerte levetiden. Dette er fordi betingelsene som gjelder det spesifikke prosjektet ikke alltid stemmer overens med betingelsene for referanselevetiden og dermed kan gi store variasjoner for prosjekter. Denne differansen må modifieres så data til referanselevetiden kan benyttes som estimert levetid til prosjektet. En måte å gjøre dette på er ved hjelp av faktormetoden. (ISO 15686-8, 2008)

Faktormetoden er et empirisk estimat for levetiden som er basert på den informasjonen som er tilgjengelig og for å få en samlet vurdering av variablene som påvirker levetiden. Metoden brukes for å komme frem til dimensjonerende levetid ved å ta utgangspunkt i referanselevetiden og ved hjelp av faktorer som beskriver de forskjellige bruksforholdene og tar hensyn til disse for å komme frem til en dimensjonerende levetid.(Hovde, Udatert b)

Når levetiden skal regnes ut er det viktig at denne regnes ut for hvert enkelt prosjekt og at det tas hensyn til forskjellige faktorer som påvirker denne (Haagenrud, 2004). Det er dette faktormetoden tar hensyn til (Haagenrud, 2004). Levetiden regnes ut etter Formel 3.4-1.

$$\text{Estimert levetid} = \text{Referanselevetid} * A * B * C * D_{1-3} * E * F$$

FORMEL 3.4-1 ESTIMERT LEVETID(HAAGENRUD, 2004)

Hvor de forskjellige faktorene er bestemt av hvordan forholdene er for det gitte prosjektet, i forhold til forholdet brukt for å finne referanselevetiden og er knyttet til parameterens kvalitet, eksponeringsmiljø og driftsbetingelser. Det finnes både avanserte og enkle metoder for å regne ut levetiden ved bruk av faktormetoden. Det er her valgt å ta utgangspunkt i den forenklete metoden der referanselevetiden blir tildelt verdien 1,0 på alle faktorene. De forskjellige faktorene og eksempler på betingelser for de forskjellige faktorene er vis i Tabell 3.4-4.(Haagenrud, 2004)

TABELL 3.4-4 FAKTORENE BENYTTET TIL Å REGNE UT ESTIMERT LEVETID VED HJELP AV FAKTORMETODEN (HAAGENRUD, 2004).

Nedbrytningsfaktorer	Faktor	Relevante betingelser (eksempel)
Nedbrytningsfaktorer relatert til oppnådd kvalitet	A	Komponent/materiale Produksjon, lagring, transport, materiale, beskyttelse, alder
	B	Utforming/prosjektering Installering, regnbeskyttelse fra andre komponenter
	C	Arbeidsutførelse Arbeidsplassledelse, værforhold under arbeidet
Eksponeringsmiljø	D ₁	Innendørsmiljø Aggressivitet, ventilasjon, kondens
	D ₂	Utendørs Byggets nærhet av sjø/hav, mikromiljø, klima, forurensninger
	D ₃	I jord og vann Resistivitet (spesifikk elektrisk motstand i jord), forurensninger
Driftsbetingelser	E	Bruk Mekanisk påvirkning, brukerkategorier, slitasje
	F	Vedlikeholdsnivå Kvalitet og frekvens av vedlikehold, tilgjengelighet

Metoden har sine svakheter ved at det er lite tilgjengelig levetidsdata. Derfor vil det være usikkerhet rundt de forskjellige faktorene og hvor stor påvirkning avvik fra forholdene for referansenivået har (Haagenrud, 2004). Metoden anbefales derfor ikke egnet som grunnlag for kontraktmessig ansvar (ISO 15686-8, 2008). Det gir derimot et empirisk estimat av levetiden med bakgrunn i den informasjonen som er tilgjengelig hvor svarene hverken er nøyaktige eller presise (ISO 15686-8, 2008). Metoden er også avhengig av at betingelsene for referanselevetiden er oppgitt (Haagenrud, 2004).

Når faktormetoden benyttes er det viktig at nedbrytningsfaktorer ikke telles dobbelt ved at de påvirker flere av faktorene. Selv om de forskjellige faktorene skal skilles fra hverandre er det også viktig at overblikket og sammenhenger mellom faktorene ikke forsvinner. For eksempel vil dårlig utførelse og slagregn hver for seg ha en mindre innvirkning på bygningens levetid, men kombinasjonen av disse vil kunne gi store konsekvenser. (ISO 15686-8, 2008)

En annen svakhet med metoden er at den ikke tar hensyn til hvor stor konsekvens det er av svikt i konstruksjonen. De som utfører analysen må derfor selv anse risikoen i prosjektet og om det bør legges inn ekstra sikkerhetsmarginer eller iverksette tiltak for å redusere risikoen. (ISO 15686-8, 2008)

3.5 FDV-DOKUMENTASJON

Plan og bygningsloven (2008) krever i § 21-10 at tiltakshaver eller ansvarlige skal fremlegge tilstrekkelig mengde med dokumentasjon av bygningen, som hvilke produkter som er benyttet i byggverket og egenskaper til produktene som kan brukes som grunnlag ved planlegging og gjennomføring av forvaltning, drift og vedlikehold. Plan og bygningsloven (2008) krever at denne dokumentasjonen er på plass før det blir utsendt ferdigattest på bygningen. Denne dokumentasjonen skal det i henhold til § 4-1 i Forskrift om tekniske krav til byggverk tekniske forskrift (2010) utarbeides av ansvarlig prosjekterende og ansvarlig utførende. De skal utarbeide dokumentasjon innenfor deres ansvarsområder og den skal overleveres til byggeier (Forskrift om tekniske krav til byggverk, 2010). Dokumentasjonen skal foreligge for at bygningen skal driftes optimalt og er til hjelp om det skulle bli endringer i bruken og dette medfører at bygningen må tilpasses det nye bruksområdet (Veiledning om tekniske krav til byggverk, 2011).

I veiledningen til teknisk forskrift (2011) står det at FDV- dokumentasjonen må stemme overens med hvordan bygget er. Det påpekes at det bør være strukturert bygget opp, så det er enklere å finne frem og den bør inneholde opplysninger om forutsetninger, betingelser og begrensninger for prosjekteringen (Veiledning om tekniske krav til byggverk, 2011). FDV-dokumentasjonen for boliger er noe enklere enn for større forretningsbygg (Veiledning om tekniske krav til byggverk, 2011). Boliger har mer behov for hvilke produkter som er brukt og hvordan overflater rengjøres og vedlikeholdes (Veiledning om tekniske krav til byggverk, 2011). Tabell 3.5-1 viser hva Veiledningen til tekniske krav til byggverk (2011) anbefaler at FDV-dokumentasjonen bør inneholde.

TABELL 3.5-1 ANBEFALT FDV-DOKUMENTASJON (VEILEDNING OM TEKNISKE KRAV TIL BYGGVERK, 2011).

Bygningstype	Anbefalt innhold
Forretningsbygg, kontorbygg ol.	<ul style="list-style-type: none"> - Miljødokumentasjon - Brannkonsept - Fasadetegninger - Plantegninger - Representative snitt - Bebyggelsesplan - Statistiske beregninger og tegninger av bærende bygningsdeler - Energiberegninger - Brann tekniske tegninger - Arbeidstegninger - Produktdatablader - Serviceavtaler - Grunndata - Offentlige dokumenter - Plan med planbestemmelse
Boliger	<ul style="list-style-type: none"> - Bygningsmessige produkter - Sanitæranlegg - Varmeanlegg - Ventilasjonsanlegg - Elektriske anlegg - Brannalarm- og slokkeanlegg

Dokumentasjonen som følger med kan brukes til å estimere levetiden til bygningen. Det kan være vanskelig for leverandør og utførende å vite nøyaktig hvordan en komponents levetid er med de gitte betingelsene (ISO 15686-9, 2008). Angående komponentens kvalitet og spesielle egenskaper er dette noe de har direkte virkning på og dermed vet mye om (ISO 15686-9, 2008). Dette bør derfor følge med i FDV-dokumentasjonen. Dette gjelder også kritiske prosjekteringsdetaljer som for eksempel minimumsvinkel på taket og overlapping av takpappen så taket er tett og motstandsdyktig mot slagregn (ISO 15686-9, 2008). For å sørge for riktig utførelse ved bruk av produktet bør det legges med montasjeanvisninger for hvordan komponenten skal monteres og anbefalte ferdigheter til montasjeentreprenør, så produktet oppnår lengst mulig varighet (ISO 15686-9, 2008). For å sørge for

at bygningen oppnår lengst mulig levetid bør informasjonen om produktene bygningen består av inneholde en beskrivelse av hvor produktet bør benyttes og ikke benyttes (ISO 15686-9, 2008). I enkelte innvendige klimaforhold egner for eksempel enkelte malingstyper seg ikke, grunnet mye fukt. Dette gjelder også for levetidsinformasjon for produkter utsatt for visse utendørsklima og hvordan de forskjellige faktorene påvirker levetiden (ISO 15686-9, 2008). Generelt bør det påpekes hvilket klima, både innendørs og utendørs, som ikke er optimalt for komponenten (ISO 15686-9, 2008). Tilslutt bør FDV-dokumentasjonen inneholde informasjon om hvordan bruken av bygningen påvirker levetiden, hva som er anbefalt av vedlikehold og ved hvilket vedlikeholdsintervall det bør gjennomføres (ISO 15686-9, 2008).

3.6 TILSTANDSANALYSE

En tilstandsanalyse brukes for å få en oversikt over tilstanden til bygningen i forhold til det som er valgt som referansenivå (NS 3424, 2012). Tilstandsanalysen skal også gi en vurdering av konsekvenser av årsakene til avvikene (Bjørberg, 2012a). Dette gjøres for å ha tilstrekkelig med dokumentasjon for å kunne ta riktige beslutninger angående en vedlikeholdsplan, verdivurdering, strategi for FDV, overtagelse, ombygging, garanti, ved kjøp og salg, før rivning, før anleggsarbeid på nabotomt, og byggskader og byggefeil (Bjørberg, 2012a). Med disse eksemplene på bruksområder legges det merke til at tilstandsanalyser kan og bør benyttes i hele byggets levetid (Bjørberg, 2012a). På grunn av det brede bruksområde er tilstandsanalyser også et viktig verktøy for alle aktørene involvert i prosjektet (Bjørberg, 2012a). Både eiere, leietakere, selgere, kjøpere, driftsansvarlige, rådgivere, arkitekter, takstmenn og entreprenører (Bjørberg, 2012a).

For å gjennomføre en tilstandsanalyse er det utviklet en standard NS3424 (2012). I tillegg til denne finnes det en egen standard NS 3423 som er standard for tilstandsanalyser av fredete og verneverdige bygninger. Standarden NS 3424 (2012) er et hjelpemiddel for å få en oversikt over de avvikene som har oppstått i forhold til referansenivået og hvordan de eventuelt kan lukkes. Prinsippet og metoden er forholdsvis enkel men for å utnytte analysen kreves det fagkompetanse av personen eller personene som utfører analysen (Bjørberg, 2012a).

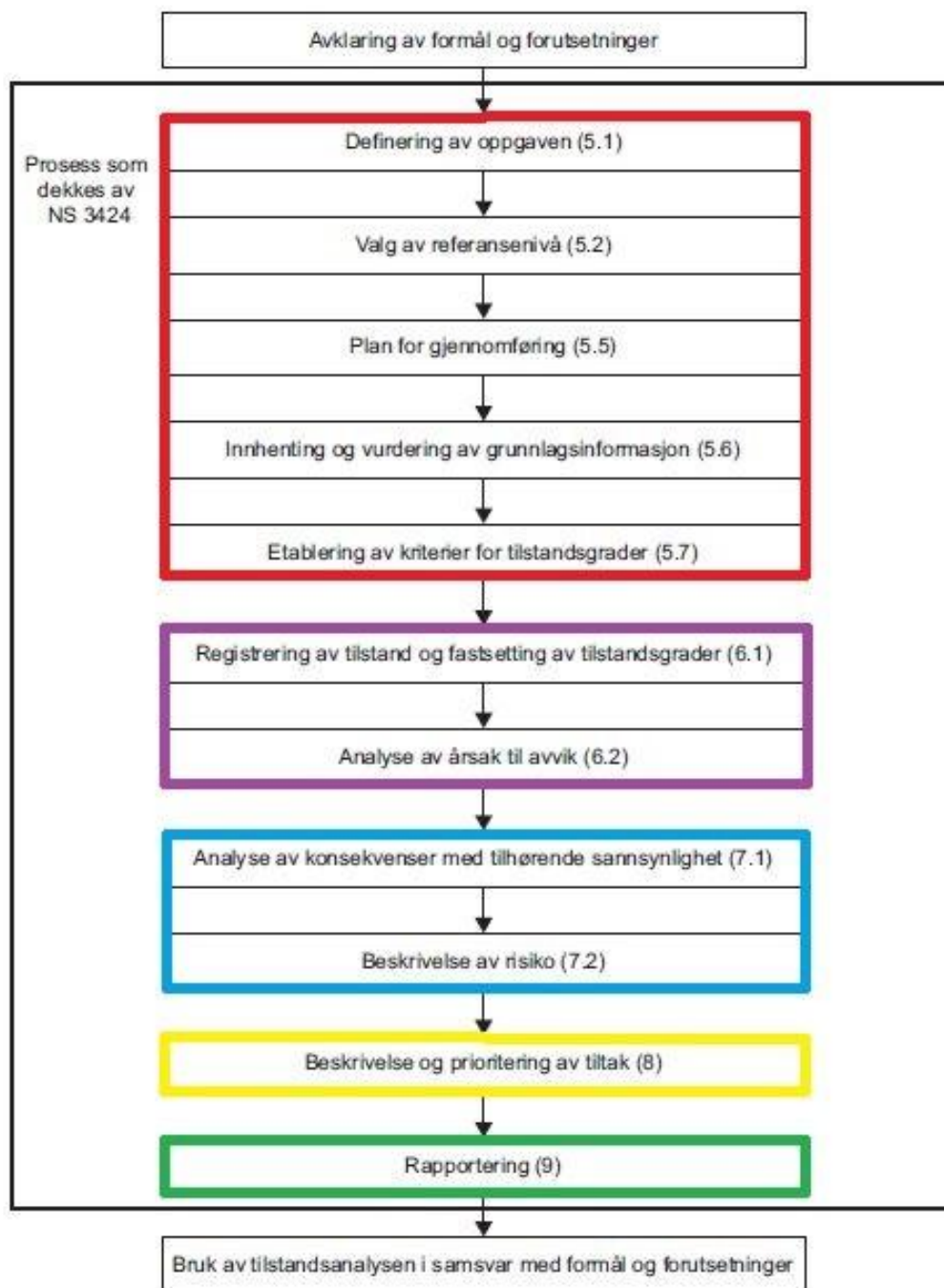
3.6.1 NS 3424

NS 3424 (2012) erstatter NS 3424 fra 1995 og ble gitt ut i september 2012. I den reviderte utgaven er det gjort endringer etter erfaring gjort med den gamle standarden som skal gjøre standarden til et enda bedre hjelpemiddel (NS 3424, 2012). Standarden er et hjelpemiddel og utgangspunkt for dokumenter som kan benyttes for å utføre en tilstandsanalyse (Bjørberg, 2012a). Den sier noe om selve gjennomføringen av tilstandsanalysen, men også hvordan den skal beskrives, vurderes og dokumenteres (NS 3424, 2012). NS 3424 kan ikke bare brukes til teknisk tilstand, men også om miljø,

funksjonalitet, estetikk og energiforbruk (Bjørberg, 2012a). Ved å benyttes seg av standarden vil det bli enklere å sammenligne tilstandsutviklingen over tid på en bygning, tilstanden mellom forskjellige bygninger, vurdere resultatet av utført vedlikehold og sammenligne forskjellige aktører (NS 3424, 2012). Bruk av standarden vil også gjøre det enklere å bestille tjenester (Bjørberg, 2012a). Både for bestiller og for tjenesteyter, men ved bestilling av en tilstandsanalyse er det ikke tilstrekkelig kun å bestille etter NS3424 (2012).

Det er flere valg som skal tas og som må spesifiseres så kunden får det den ønsker. Det må blant annet spesifiseres hvilket omfang tilstandsanalysen skal ha, om det skal tas tilstandsanalyse på hele bygningen, deler av den eller kun stikkprøver. I den sammenheng er det også viktig å avklare hvilket analysenivå, hvilke aspekter som skal undersøkes og konsekvenser som skal vurderes. I tillegg må referansenivået, TG 0, defineres så det er enighet om hva som er utgangspunktet for en tilstand der det ikke er noen avvik. (Bjørberg, 2012a)

Standarden viser en anbefalt metode for å gjennomføre en tilstandsanalyse, helt fra å avklare formål og forutsetninger til rapportering og benytte tilstandsanalysen i samsvar med formålet (NS 3424, 2012). Metoden er vist i Figur 3.6-1 og gjennomføringen er her delt inn i fem faser (NS 3424, 2012).



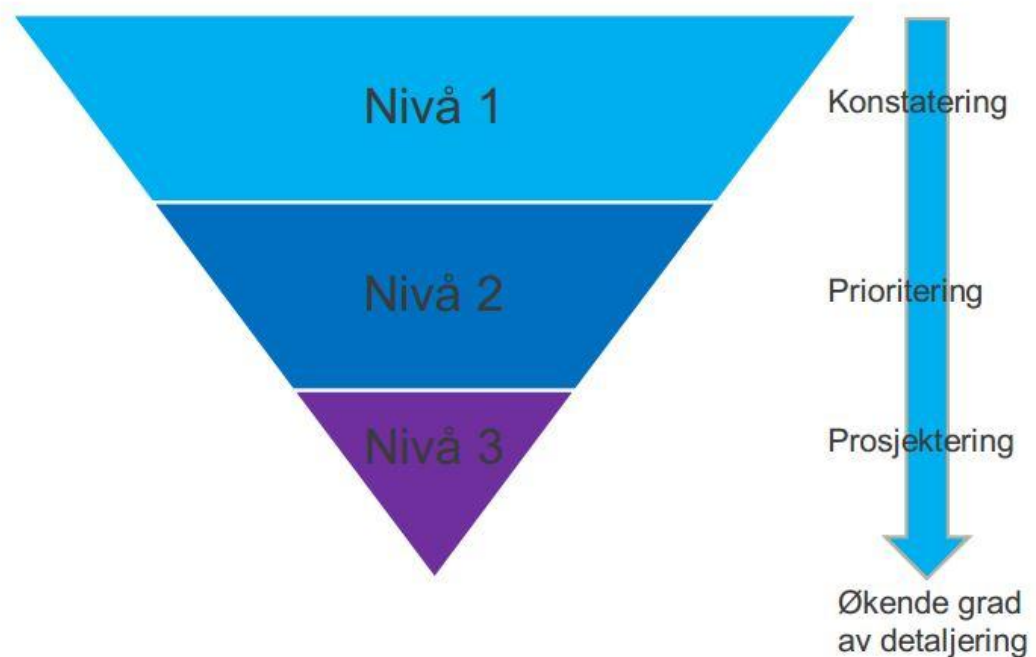
FIGUR 3.6-1 GJENNOMFØRINGSMODELL FOR TILSTANDSANALYSER (NS 3424, 2012)

3.6.1.1 FASE 1

I fase 1 som består av planlegging av tilstandsanalysen skal oppgaven defineres med tilbuds- og oppdragsbekreftelse (NS 3424, 2012). Det skal også utformes et formål med tilstandsanalysen, omfanget av oppgaven skal defineres og byggverket beskrives med en kort beskrivelse av byggemåte, utforming og materialbruk (NS 3424, 2012). Omfanget av analysen må bestemmes etter hva formålet med analysen er og kan derfor variere (Christiansen, 1994). I denne prosessen med å definere oppgaven, skal det spesifiseres hvilke konsekvenser som skal vurderes og om det er behov for en

forhåndsbefering (NS 3424, 2012). Det er viktig å poengtere at selv om oppgaven defineres så kan omfanget og nivået revurderes underveis i analysen (NS 3424, 2012). Registreringsnivå som skal benyttes skal bestemmes (NS 3424, 2012). Tilstandsanalysene kan gjennomføres på tre forskjellige analysenivåer hvor hvert nivå har et gitt detaljeringsnivå, se Figur 3.6-2(NS 3424, 2012). Det er viktig at analysenivåene stemmer overens med formålet med analysen for å få tilstrekkelig informasjon og unngå at det blir samlet inn unødvendig mye (NS 3424, 2012).

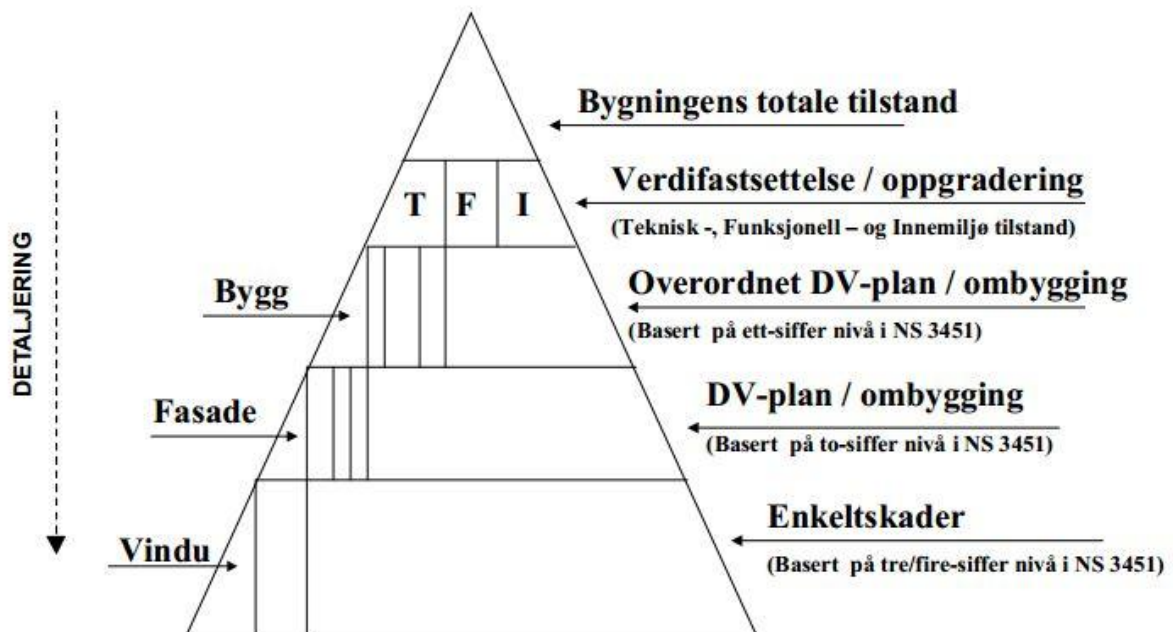
3 analysenivå



FIGUR 3.6-2 VISER SAMMENHENGEN MELLOM DETALJERINGSNIVÅ OG FORMÅL (NS 3424, 2012)

Nivå 1 er det groveste detaljeringsnivået for analysene, hvor tilstanden vurderes på et overordnet nivå ved visuelle observasjoner og enkle målinger (Bjørberg, 2012a; Christiansen, 1994). Tilstandsanalyser på dette nivået inneholder også grove mengde- og kostnadsoverslag (Bjørberg, 2012a). Nivå 2 er et mer detaljert nivå og inneholder i tillegg til mer dyptgående registreringer også en gjennomgang av tegninger og beskrivelser (Bjørberg, 2012a; Christiansen, 1994). Et eksempel på gjennomføring er ved bruk av termografering som forklart i kapittel 3.6.1.2.2. Tilstandsanalyse av nivå 3 er en registrering av spesiell art og vil vanligvis kun gjelde for deler av bygningen der det er avdekket fare for store avvik i de mindre detaljerte registreringene eller ta opp spesielle problemstillinger ved bygningen (Bjørberg, 2012a). Registreringen på dette nivået vil kunne omfatte laboratorieprøving eller destruktive metoder (Christiansen, 1994). Grad av detaljeringsnivå vil også avhenge av hva formålet med registreringen er (NS 3424, 2012). Eksempel på dette sees i Figur 3.6-3.

Dette er noe bestiller må tenke på før gjennomføringen av tilstandsanalysen. Tilstandsanalyser på et detaljert nivå er ofte mer kostbare og bør ikke gjennomføres dersom det ikke er behov for dette.



FIGUR 3.6-3 VISER FORHOLDET MELLOM DETALJGRAD, EKSEMPEL PÅ OMFANG OG FORMÅLET MED TILSTANDSANALYSEN (BJØRBERG, 2012A)

I denne fasen skal også referansenivået og kriteriene for de forskjellige tilstandsgradene fastsettes. Tilstandsgradene er delt inn i 4, TG0-3 (NS 3424, 2012). Ved å dele inn i fire nivåer må det tas stilling til om tilstanden er god eller dårlig og det ikke er mulig å velge en tilstandsgrad som ligger midt i mellom (Svein Bjørberg, forelesning, 20. september 2012). Det er ikke alltid like enkelt å gjennomføre tilstandsanalyse av alle deler av bygget. Det ble derfor i 2012 innført enda en tilstandsgrad, TGIU, som gjelder for disse bygningsdelene som ikke er undersøkt, men som det knyttes risiko til på grunn av mulighet for avvik (NS 3424, 2012). Da må nabokonstruksjonenes symptomer tas i betraktning (Bjørberg, 2012a).

Eksempel på de forskjellige tilstandsgradene er vist i Tabell 3.6-1.

TABELL 3.6-1 BESKRIVELSE AV DE FORSKJELLIGE TILSTANDSGRADENE (NS 3424, 2012)

Betegnelsen på tilstandsgrad, TG	Tilstand i forhold til referansenivået	Betydning/beskrivelse
TG 0	Ingen avvik	-tilstanden tilsvarer valgt referansenivå eller bedre. Ingen symptomer på avvik
TG 1	Mindre eller moderate avvik	-byggverket eller delen har normal slitasje og er vedlikeholdt; eller -avvik eller mangel på dokumentasjon er ikke vesentlig i forhold til referansenivået
TG2	Vesentlig avvik	-byggverket eller delen er sterkt nedslitt eller har en vesentlig skade eller vesentlig redusert funksjon i forhold til referansenivået. Punktvis sterk slitasje og behov for lokale tiltak; eller -mangel på vesentlig dokumentasjon; eller -det er kort gjenværende brukstid; eller -det er mangelfullt eller feil utført; eller -det er mangelfullt eller feil vedlikehold
TG3	Stort eller alvorlig avvik	-byggverket eller delen har totalt eller nært forestående funksjonssvikt; eller -behov for strakstiltak. Fare for liv og helse
TGIU	Ikke undersøkt	-delen er ikke tilgjengelig for inspeksjon, og det mangler dokumentasjon for riktig utførelse samtidig som mulig avvik kan innebære vesentlige konsekvenser og risiko. Det er behov for mer omfattende undersøkelser for å avdekke eventuelle avvik

I dette kapittelet i standarden (NS 3424, 2012) står det også nevnt at de involverte partene må ha tilstrekkelig kompetanse og ikke ha noe partsinteresse av resultatet av tilstandsanalysen, for å sørge for best mulig faglige og objektiv utbytte av analysen (Christiansen, 1994; NS 3424, 2012). Det stilles krav til at de som utfører tilstandsanalysene både har kompetanse og kunnskap til både metoder og erfaring med gjennomføring av tilstandsanalyser, kjennskap til både eldre og nyere byggetekniske løsninger, indikasjoner og symptomer til skader samt problemstillinger tilknyttet til forskjellige typer bygninger og påkjenninger de utsettes for (Bjørberg, 2012a; Christiansen, 1994). I tillegg må det være

nødvendig kjennskap til relevante fagområder og ikke minst ha god kjennskap til standarden NS 3424 (Bjørberg, 2012a). Kompetansen til de involverte skal dokumenteres med en kompetansebeskrivelse bestående av utdanning og relevant praksis (Bjørberg, 2012a).

I denne fasen skal det også lages en plan for selve gjennomføringen av analysen. Denne planen skal inneholde en plan for alle delaktivitetene som står beskrevet i Figur 3.6-1. Selve registreringen skal enten bestå av inspeksjon av hele byggverket eller stikkprøver. Gjennomføres stikkprøver er det viktig at utvalget er valgt ut med tanke på hvor det er størst sannsynlighet at det kan oppstå avvik og hvor det er mest kritisk om det oppstår avvik. Før selve registreringen begynner må det innhentes tilgjengelig grunnlagsinformasjon. Denne informasjonen må også vurderes og er det mangel på tilstrekkelig grunnlagsinformasjon skal det rapporteres hvordan dette ble håndtert. (Bjørberg, 2012a; NS 3424, 2012).

Dersom det er manglende grunnlagsinformasjon er det mulig å registrere dette samtidig som den første tilstandsanalysen blir gjennomført, så det er tilstrekkelig bakgrunnsinformasjon til senere tidspunkt (Christiansen, 1994). En del av planleggingen er også å finne ut av hvilke verktøy som trengs for å gjennomføre registreringen. Hvilket verktøy som en nødvendig avhenger av hvilket nivå tilstandsanalysen skal gjennomføres på (Bjørberg, 2012a). En liste over dette er visualisert i Tabell 3.6-2.

TABELL 3.6-2 NØDVENDIG UTSTYR FOR GJENNOMFØRING AV TILSTANDSREGISTRERING (BJØRBERG, 2012A; VARVIN & RØMO, 1996).

Nivå		Utstyr
Nivå 1	Generelt	-Målebånd -Meterstokk -Syl -Hammer -Lommelykt -Kamera -Blitz -Film -Skrivesaker -Vater -Pose for prøver
	Oppmåling	-Målebånd -Teleskopisk målestav

		-Enkel elektronisk avstandsmåler
	Bærekonstruksjon	-Enkelt borutstyr -Meisel -Risslupe -Overdekningsmåler -Gipspulver -Fenolftalinoppløsning
	Lydforhold	-Enkel dBA-måler
	Temperatur og fukt	-Enkel fuktmåler
Nivå 2	Oppmåling	-Nivelleringsutstyr
	Bærekonstruksjon	-Kjernebor -Måleur -Kloridmåleutstyr -Slaghammer -Videokamera -Fiberoptisk utstyr -Metalldetektor
	Lyd	-Trinn- og luftlydutstyr
	Temperatur og fukt	-Termografi -Varmestrømsmåler
	Lys	-Lysstyrkemåler
	Tetthet og ventilasjon	-Termografi -Tetthetsmåling -Mengdemåling -CO ₂ -måler
	Antikvarisk registrering	-Plastelina -Skyvelær -Profilm
Nivå 3		-Spesialutstyr for uttak til laboratorier -Utstyr for destruktiv innsats -Utstyr for antikvarisk kartlegging

3.6.1.2 FASE 2

Selve tilstandsregistreringen er fase 2. Det som da skal registreres er de komponentene eller delene som er beskrevet i fase 1. Registreringen består av å ta undersøkelser og nedtegne tilstanden på de forskjellige delene. Underveis i registreringen skal omfanget og analysenivået fra forrige fase vurderes og eventuelt endres for at det skal være mulig å nå målet med analysen og registrering på angitt nivå. Tilstanden på de forskjellige delene skal beskrives gjennom en fastsetting av tilstandsgrader (TG0-3 og TGIU). Avvikene skal dokumenteres og hvilke krav de avviker fra. Bruken av TGIU som tilstandsgrad skal begrenses så langt dette er mulig. For å klare dette kan det være en mulighet å gjennomføre en mer detaljert undersøkelse av disse delene av bygningen. Er det på grunn av manglende dokumentasjon stor mengde av TGIU er det mulig å beskrive dette på generell basis, at det er mangel på dokumentasjon og derfor vanskelig å avdekke tilstrekkelig informasjon for å fastsette tilstanden. Selv om det ikke er mulig å avdekke tilstanden skal det antas forventet gjenværende levetid på bygningsdelen. (NS 3424, 2012)

På de komponentene det er mulig å undersøke, skal avvikene angis skriftlig. Beskrivelsen skal være klart beskrevet og enkel å forstå (Christiansen, 1994). Omfanget skal være beskrevet enten som prosent av total mengde, absolutte mål eller i forhold til normerte referanser (Christiansen, 1994; NS 3424, 2012). Det skal også registreres hvilket omfang og mengder samt konsekvenser avvikene har og tiltak som kan lukke avvikene (NS 3424, 2012). Hvis det er nødvendig for å tydeliggjøre omfanget enda bedre, er det også mulig å benytte seg av tegninger og tegne inn omfanget av avvikene (Christiansen, 1994). Ved alvorlige konsekvenser av avvikene skal dette informeres om til byggherre eller oppdragsgiver så fort som mulig (NS 3424, 2012). I tillegg til bare å registrere selve tilstanden skal også årsaken vurderes og fastsettes (NS 3424, 2012).

3.6.1.2.1 GJENNOMFØRING AV TILSTANDSREGISTRERING

De forskjellige fasadetyper har hver sine metoder for å festes til de bærende konstruksjonene. Fordi de festes med forskjellige mekanismer vil også svakhetene og metoden for å sjekke tilstanden variere. Samlet for alle påhengsfasadene er at innfestningen er skjult og dette medfører problemer med å gjennomføre sikre kontroller av innfestningens tilstand, uten å benytte destruktive metoder.

Ved de forskjellige påhengsfasadene vil det være knyttet forskjellige utfordringer til dem, avhengig av hvilken innfestningsmetode som benyttes og hvordan de er utformet. Tabell 3.6-3 viser svakheter og hva som bør undersøkes med de forskjellige typer fasader. Glass og platefasader av metall er såpass enkle å demontere at det ikke knyttes den samme problematikken til disse. (Svardal, 2005)

TABELL 3.6-3 METODE FOR Å AVDEKKE PROBLEMER KNYTTET TIL TEGLFORBLENDINGER OG NATURSTEINSFASADER (NS 3424, 2012; SVARDAL, 2005; VARVIN & RØMO, 1996)

Fasade	Problem	Metode
Teglförblending	Antall bindere	Metalldetektor
	Korrosjon av bindere	Endoskop Destruktive metoder
	Konsoller	Endoskop Destruktive metoder
	Overdekning	Overdekningsmåler
	Sprekker og riss	Visuell kontroll
Natursteinsfasade	Oppsprekking	Visuell kontroll Endoskop
	Korrosjon av fester og dybler	Endoskop Destruktive metoder

I tillegg til at det er vanskelig å gjennomføre selve tilstandsregistreringen er det også knyttet problemer til hvordan innfestningene skal lokaliseres. Dette kan gjennomføres på flere måter. Metodene er vist i Tabell 3.6-4 (Svardal, 2005).

TABELL 3.6-4 METODER FOR LOKALISERING AV INNFESTNINGENE (SVARDAL, 2005)

Metode	Muligheter
Tegninger	Forekommer det nøyaktige tegninger eller beskrivelser av hvor innfestningene er plassert er dette mulig å benytte seg av ved lokalisering
Metalldetektor	På teglfasader, er det mulighet for å avdekke hvor innfestningene er ved å benytte en metall detektor.
Termografi	Har mulighet til å lokalisere innfestningene på grunn av økt varmeledningsevne i innfestningen. Bidrar som en kuldebro. Dette vil kunne medføre en liten temperaturredifferanse som IR-kameraet har mulighet for å registrere. Den er derimot liten og det anbefales at den gjennomføres når det er stor differanse mellom ute- og innetemperaturen.

Ved gjennomføring av en tilstandsanalyse vil det være en fin start å begynne med en visuell kontroll. Dette gir et inntrykk av hvordan fasaden ser ut og det kan danne et bilde av konstruksjonen. Noen

fasadeløsninger med glassfasader har innfestningene synlig tilgjengelig og det vil derfor være mulig å ta en direkte vurdering av tilstanden. Det er derimot vanskelig å avdekke feil dimensjonering, dårlig arbeid og tilstanden til de skjulte innfestningene. Noen skadesymptomer kan vises fra innsiden av veggen. Det er derfor viktig at det blir tatt visuelle kontroller fra innsiden av veggen for å se etter symptomer som sprekker og fuktutslag. Er det personer med erfaring og god kompetanse vil de fort kunne avdekke om det er skader på fasaden. (Svardal, 2005)

Skadesymptomer som det er mulig å oppdage med en visuell kontroll er plater som stikker ut fra resten av fasaden, sprekker, avskalling, bulker og buler, misfarging på grunn av korrosjon og korrosjon på skruer og synlige innfestninger. (Svardal, 2005)

På grunn av innfestningenes skjulte lokalisering må det benyttes ekstra utstyr for å utføre tilstandsregistreringen. To metoder som kan benyttes til dette er bruk av endoskop og termografering. (Svardal, 2005)

3.6.1.2.2 TERMOGRAFERING

Termografering er en velegnet metode for å spore kuldebroer og svake punkter i isolasjonen (Novakovic, et al., 2007). Det brukes et kostbart utstyr i form av et IR-kamera for å måle temperaturforskjeller over utvendige eller innvendige overflater (Gjeving & Thue, 2002; Novakovic, et al., 2007).

For at det skal være mulig å registrere avvik må differansen i temperaturen være stor nok og det må gjennomføres med konstante temperatur- og trykkdifferanser over fasaden (NS-EN 13187, 1998). Det vil si at det ikke må være for mye vind eller sol som medfører ujevne differanser mellom inne- og uteklimaet. For å få et tilstrekkelig godt resultat anbefales det at termografering kun gjennomføres når det er en temperaturdifferanse på minimum 10K mellom ute- og innetemperaturen (Novakovic, et al., 2007). Der hvor eventuelle varmekilder medfører ujevne temperaturdifferanser må disse stenges av (Novakovic, et al., 2007).

Det er den relative varmestrålingsintensiteten som vises på varmebildene og uregelmessigheter i denne viser til temperaturendringer i fasaden (NS-EN 13187, 1998). Disse temperaturendringene kommer av uregelmessigheter i materialenes termiske egenskapene og kan avdekke feil på grunn av fukt, mangel på isolasjonsmaterialer og luftlekkasjer (NS-EN 13187, 1998). Oppfuktede materialer isolerer dårligere enn tørre materialer (Gjeving & Thue, 2002). Dermed vil utvendig overflate for fuktige områder være varmere enn de tørre områdene (Gjeving & Thue, 2002). Ved innvendig overflate vil fuktige områder være kaldere enn tørre områder (Gjeving & Thue, 2002).

Termograferingen er mulig å gjennomføre både fra innsiden og utsiden av veggen. Dette avhenger av en rekke faktorer. Hvilke egenskaper utstyret har, samt klimaskjermens egenskaper og overflatens strålingsegenskaper. Ved mistanke om avvik er det mulig å undersøke disse mer detaljert etter uregelmessigheter. (NS-EN 13187, 1998)

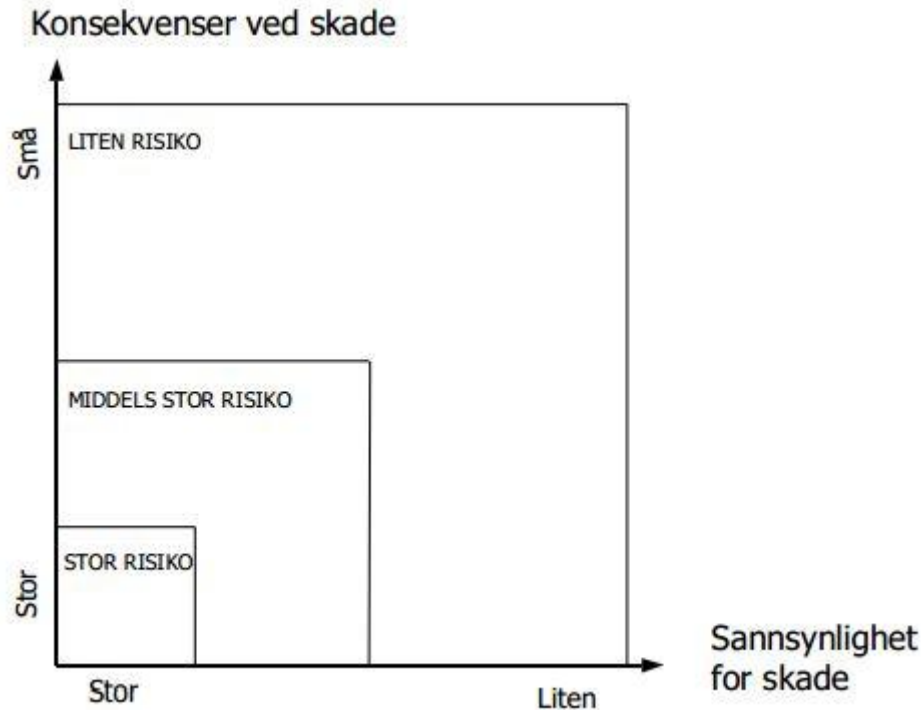
For å bestemme uregelmessighetene bør varmebilde sammenlignes med et referansetermogram, der det ikke er noe avvik. Metoden krever at den som utfører og tolker resultatene innehar tilstrekkelig kompetanse innenfor fagfeltet (NS-EN 13187, 1998).

3.6.1.2.3 ENDOSKOP

Et endoskop er et lite kamera som er festet på enden av stive eller fleksible rør (Svardal, 2005). Det blir benyttet fiberglass til å fremstille endoskopiske instrumenter, dette gir mulighet for å sende lys gjennom fibre så det blir lyse bilder (Schichtling, 2009). Kameraene har en diameter på kun 4 mm, og det vil derfor være mulig å benytte seg av hull som allerede er i fasaden for å få et inntrykk av tilstanden til innfestningene (Svardal, 2005). Eksempler på denne type hull er åpne fuger og åpninger med beslag (Svardal, 2005). Hvis det ikke skulle være hull tilgjengelig er det mulig og borre et lite hull så kameraet kommer på baksiden av fasaden (Svardal, 2005). Fordi kameraene har lys på tuppen vil de gi gode bilder som en kan si mye om tilstanden på innfestningene (Svardal, 2005). Med endoskopet er det også mulig å ta fargefotografier og filme (Endoskopi, 2009). Dette er samme metode som benyttes innenfor medisinen for å se på organer inne i kroppen (Endoskopi, 2009). I den sammenheng, er det mulig å ta ut vevsprøver og operere gjennom endoskopet (Endoskopi, 2009).

3.6.1.3 FASE 3

Etter at de forskjellige delene er registrert og tilstandsgraden er fastsatt skal de registrerte dataene vurderes (NS 3424, 2012). Konsekvensene av avvikene skal bestemmes, både på et detaljert og overordnet nivå (NS 3424, 2012). Konsekvensene av avvikene skal vurderes og det skal bestemmes en konsekvensgrad (NS 3424, 2012). Konsekvensene skal vurderes ut i fra hvilke konsekvenser avvikene medfører på sikkerhet, helse og miljø, estetikk, økonomi og andre faktorer som kan påvirkes av avvikene (Bjørberg, 2012a). Konsekvensgrader er delt inn i fire kategorier, KG0-3 (NS 3424, 2012). I tillegg til konsekvensgrad skal det også bestemmes et nivå for risiko. Risikoen er en funksjon av forholdet mellom sannsynlighet for at en hendelse oppstår og hvor stor konsekvens denne hendelsen har (NS 3424, 2012). Se Figur 3.6-4. Etter å ha vurdert sannsynlighet og konsekvensgrad bestemmes risikoen, denne er delt inn i tre nivåer, lav, middel og høy (NS 3424, 2012).



FIGUR 3.6-4 RISIKO SOM EN FUNKSJON AV SANNSYNLIGHET FOR SKADE OG KONSEKVENNS VED SKADE (BJØRBERG, 2012A)

3.6.1.4 FASE 4

Fase 4 består av å bestemme tiltak for å lukke avvik og redusere risiko (NS 3424, 2012). For bygningsdeler med tilstandsgrad 2 eller 3 skal det på analysenivå 1 og 2 foreslås anbefalte tiltak (NS 3424, 2012). Er tilstandsanalysen gjennomført på nivå 3 skal det fastslås tiltak for å lukke avvikene (NS 3424, 2012). Tiltakene kan omhandle en mer detaljert tilstandsanalyse eller tiltak som lukker avvikene direkte (Bjørberg, 2012a). Der det er registrert TGIU må det foreslås om det bør gjennomføres nærmere undersøkelser. Tiltakene skal både inneholde en anbefaling av gjennomføringen med et tidsaspekt, hvilke tiltak som bør prioriteres og et kostnadsoverslag over de forskjellige tiltakene (Bjørberg, 2012a; Christiansen, 1994). Prioriteringen avhenger av formålet med analyser og risikoen knyttet til avviket (NS 3424, 2012). De foreslåtte tiltakene bør begrunnes etter om de påvirker sikkerhet, er offentlig pålegg, krav i henhold til lover og forskrifter, påvirker helse og miljø, vedlikeholdsmessig nødvendig eller er tiltak for å dekke brukerønsker (Christiansen, 1994).

3.6.1.5 FASE 5

Til slutt som den siste fasen skal funnene og registreringen rapporteres (Bjørberg, 2012a). Rapporten skal inneholde en oppdragsbeskrivelse, konklusjon, hovedrapport og vedlegg (NS 3424, 2012). Den innledende oppdragsbeskrivelsen skal inneholde det definerte formålet, beskrivelse av objektet som skal analyseres, omfanget av analysen og på hvilke nivå analysen skal gjennomføres på, når tilstandsanalysen skal gjennomføres, de involverte partene av tilstandsanalysen, og hvis det skulle

være noe som ikke skal inngå i analysen (NS 3424, 2012). I konklusjonen skal det fremkomme en hovedkonklusjon hvor tilstand, tiltak, kostnader og anbefalinger tydelig kommer frem (NS 3424, 2012). Det skal også være en oversikt over byggverksdeler med konsekvensgrad 3 og/eller høy risiko (NS 3424, 2012). Hovedrapporten er en mer dyptgående gjennomgang og ikke bare et sammendrag som konklusjonen vil være (NS 3424, 2012). Den skal inneholde en oversikt over referansenivå og hvilke kriterier som er lagt til grunn for vurderingen av tilstand, samt selve registreringen hvor tilstandsgraden er fastsatt og årsak, konsekvensgrad og risiko er vurdert (NS 3424, 2012). I hovedrapporten skal det gis en vurdering og prioritering av tiltakene for å lukke avvikene samt en vurdering av bygningens gjenværende brukstid for bygningsverksdeler til tilstand TGIU (NS 3424, 2012). For å sikre at tilstandsregistreringen er etterprøvbare skal rapporten til slutt inneholde dokumenter som er overflødig å ha med i selve rapporten, men som sørger for at den er etterprøvbare (NS 3424, 2012). Dette er dokumenter som registreringer, observasjoner, målinger, bilder, beregninger og analyser (NS 3424, 2012). Grunnlagsmateriale og supplerende materialer som er brukt i tilstandsanalysen, men som det er overflødig å ta med i selve hovedrapporten, skal også legges ved som vedlegg (NS 3424, 2012).

4 RESULTAT

Det ble i løpet av intervjurunden gjennomført 19 intervjuer. Intervjuobjektene var forskjellige aktører som sitter med ulik erfaring med bruken av påhengsfasader. Intervjuguiden ligger vedlagt som Vedlegg 2. Intervjuguiden ble noe tilpasset de forskjellige intervjuobjektene og svaret hvert enkelt intervjuobjekt har gitt ligger i Vedlegg 3-21. Videre følger et sammendrag av intervjuene om de aktuelle temaene.

4.1 INNFESTNINGER

Fordi de forskjellige materialene har ulike egenskaper varierer også mekanismen som fester fasadene til hovedbæresystemet.

4.1.1 ULIKE INNFESTNINGER

Hver leverandør har sine egne innfestningssystemer. De utvikler dem selv, i samarbeid med rådgivere eller kunder. De kan enten være standardløsninger, men mange blir også tilpasset hvert enkelt prosjekt.

Tabell 4.1-1 viser en oversikt over de innfestningene intervjuobjektene til forfatterne bruker og hvilke fasadematerialer de brukes på.

TABELL 4.1-1 OVERSIKT OVER DE FORSKJELLIGE PÅHENGSPASADENE OG HVORDAN DE FESTES TIL DEN BÆRENDE KONSTRUKSJONEN

Fasademateriale	Innfestning
Naturstein	<ul style="list-style-type: none">- Hattebraketter og knekkebraketter hvor fasadeplatene er festet til hverandre med dybler- Skinnesystemer- Patentert profilsystem- Syrefaste/rustfrie anker som er gysset fast i betongen, festet i underkant og overkant av steinen
Glass	<ul style="list-style-type: none">- Aluminiumsrammer- Løsninger der platene limes på
Tegl	<ul style="list-style-type: none">- Bindere som fester teglveggen til hovedbæresystemet
Plater	<ul style="list-style-type: none">- Tidligere typisk skjult med innfestningsmekanismer skrudd inn i bæresystemet hvor fasadeplatene festes til innfestningssystemet.- Synlige, syrefaste skruer på vertikale lekter i enten stål eller trykkimpregnert tre

4.1.2 UTSKIFTING AV PÅHENGSFASADER OG DERES INNFESTNINGER

Å skifte innfestning skal helst være enkelt å utføre ved påhengsfasader. Følgende kommer eksempler på hvordan dette kan gjøres ved de ulike innfestningene.

Brakettene er festet i fugene, for å skifte deler av fasaden må dyblene skjæres av og så løfte steinen av. For å sette på plass steinen igjen må det borres hull til dyblene og på den ene siden også borres et lengre hull så dybelen kan presses helt inn. Steinen legges så på plass og dybelen dras ut av det lange hullet og inn i den nye steinen. Det limes så for å holde steinen på plass. Platene er ikke avhengig av at limet skal sitte, da limet kun er for å låse dyblene og ikke for selve festingen av innfestningen.

Ved skinnesystemer blir alle natursteinsplatene tredd inn på skinnene. For å bytte den innerste platen, må da de andre platene bli dradd ut først, for så og bytte platen. Når den nye platen er på plass må så alle de andre platene dras på plass.

Ved glass er det enkelt å bytte ut deler av fasaden. Listene på utsiden skrur av og glasset byttes. Dette er noe mer vanskelig når det er fasader med høy tyverisikring. Ved limt innfestning må limet skrapes av der dette er brukt. Dette er noe mer tidkrevende enn å skru av lister.

Platefasader som er skrudd opp, skrur kun av og så skrur en ny tilbake igjen. Dette er enkelt å utføre.

4.2 SKADER PÅ PÅHENGSFASADER

Det er mange ulike skader som er registrert på påhengsfasader. Uavhengig av hvilken type påhengsfasade det er, finnes det flere likhetstrekk når det gjelder årsaker til spesielle og generelle skader.

Skadene er som regel en konsekvens av svakheter både i prosjekteringen og utførelsen. Disse feilene oppstår på grunn av vekslende kunnskaper, fremmed arbeidskraft og dårlig kontinuitet på hvem som jobber på prosjektene på grunn av ferie, sykdom og bytte av arbeidsplass. For å redusere faren for skader mener flere intervjuobjekter at det må en større oppfølging og kontroll til, enn det er i dag.

På grunn av strengere krav til u-verdier, reduksjon av kuldebroer og økt fokus på komfort blir fasadene ofte byttet ut før de får noen spesielle skader. Det økte fokuset på u-verdier og miljøvennlige, bærekraftige og tette bygninger gjør det stadig viktigere at det er forståelse for bygningsfysiske mekanismer. Det stilles store krav til kunnskapen til de som bygger og utfører arbeidet på byggeplassen. Fasader må dimensjoneres for store bevegelser og gi rom for at alle delkomponentene kan bevege seg, det må bygges «myke» bygg.

4.2.1 SKADEÅRSAKER OG SKADER

Selv om mange bygninger er oppgradert og fasader rehabilitert, finnes det mange, både nye og gamle bygninger, med påhengsfasader der skader har oppstått på fasadene og deres innfestninger. Fellesfaktoren for de fleste skader er byggefeil. Flere av intervjuobjektene poengterer at byggefeil fra byggeperioden er det som er den vanligste skadeårsaken på fasadene. Et av intervjuobjektene anslår at hele 10 prosent av alle fasader har byggefeil. Dette gjelder like mye gamle bygg som nye bygg. I mange tilfeller har entreprenøren valgt løsninger med dårlig kvalitet for å sikre større fortjeneste. Mange av løsningene er også preget av dårlig tid og lite erfaring med nye materialer. Dette gjelder spesielt i byggeboomen på 80-tallet da det var det mangel på arbeidskraft og det ble brukt ufaglært arbeidskraft på grunn av den store etterspørselen. Det ses også eksempler på at det i nedgangsperioder prises lavt. Dette medfører, spesielt for de små entreprenørene, vanskelige forhold og det blir brukt billige løsninger for å unngå store tap. Eksempler på dette er dårlig kvalitet i mørtelen og for lavt antall bindere i teglfasader. Det var mange påhengsfasader som ble oppført på 80-tallet under byggeboomen, som enten har blitt byttet med nye, eller tatt ned og opp igjen med en annen innfestning enn det som opprinnelig er ble brukt. Den største svakheten ved disse fasadene, var at det ble brukt mye lim til å feste både natursteinsfasader og andre platefasader. Limet hadde lav levetid, noe som førte til at flere plater falt ned. En annen feil som ble gjort, var at sveising ble utført av ufaglærte. Sveisene viste seg å være svake punkter som rustet og platene falt ned på grunn av dette. Skader på fasadene kan også oppstå som en konsekvens av svakheter i prosjekteringen og utførelsen i form av slurvete arbeid og bruk av materialer som det er lite kunnskap om. På gamle bygg ble utførelsen ofte gjort annerledes enn hva som ble tegnet av prosjekterende. Det var mange *Reodor Felgener* på byggeplassene som lagde sine egne løsninger. Etter at det kom flere materialer på markedet ser man at byggefeil også relateres til materialsammensetning, da den materialtekniske kunnskapen er for lav. Dette er et problem også i dag.

En problemstilling som ofte ble nevnt er bruken av utenlandsk arbeidskraft. Det er mange som bruker utenlandsk arbeidskraft til å montere fasadene. Det hender det er kommunikasjonssvikt mellom arbeiderene og entreprenøren og dette kan føre til feil utførelse. For totalentreprenører kan språkbarrieren reduseres hvis det benyttes norske selskaper med utenlandsk arbeidskraft i stedet for å leie inn firmaer fra utlandet. Ved bruk av utenlandsk arbeidskraft kan det oppstå problemer med at arbeiderne ikke har kjennskap til de nye materialene som er på markedet og setter det opp slik det blir gjort i hjemlandet. For å redusere dette problemet er flere dokumenter oversatt til eksempelvis polsk så flere skal forstå de. Dette gjelder blant annet byggdetaljbladene til SINTEF Byggforsk. Nå bygges det også svært teknisk vanskelige bygg og da er det svært viktig at kommunikasjonen fungerer. Arbeidsinnvandring er positivt på grunn av Norges mangel på arbeidskraft, men det bør

være god opplæring for å unngå byggefeil. Kulturforståelse på byggeplass er også viktig å implementere slik at alle forstår hvilket ansvar de har.

Tabell 4.2-1 viser hvilke skadeårsaker som fører til hvilke skader. Dette er en felles tabell for alle påhengsfasadene og deres skader som er laget på bakgrunn av intervjuene. Noen skader er mer relevant for noen type påhengsfasader, men mange kan relateres til alle typene. Av tabeller ser vi at det er mange skader som relateres til fukt og etterfølgende problemer med råte. Dette kommer som regel av at luftingen bak fasaden ikke er tilstrekkelig og at det er dårlig drenering. Årsaken til dette er både sviktende utførelse, prosjektering og vedlikehold. Drenerings- og luftespaltene kan være tette grunnet mørtel som ble sølt under bygging og ikke fjernet, feil utførelse av beslag og blader og annet rusk som stenger spaltene. Det er også eksempler på at det er brukt horisontale lekter uten vertikale sløyfer, dette hindrer luftingen. Detaljer rundt vinduene og andre gjennomføringer kan også være utført slik at luftingen hindres. Problemene tilknyttet dårlig lufting og drenering gjelder først og fremst organiske materialer. Selve innfestningen er sjelden i tre, men innfestningen er ofte festet i trelekter til hovedbæresystemet. Utsettes disse for fukt og råte vil dette kunne føre til at innfestningen mister heft i trevirket og svikter. Manglende drenering og lufting kan også medføre korrosjon på metaller som ikke er tilstrekkelig beskyttet samt fukt i større deler av veggkonstruksjonen bak fasaden.

TABELL 4.2-1 OVERSIKT OVER SKADEÅRSAKER, SKADEFORLØP OG SKADER FOR PÅHENGSFASADER SAMT FASE AV BYGGET SKADEÅRSAKEN HAR INNTRUFFET.

Fase av byggeprosjektet	Skadeårsak	Skadeforløp	Skade
Utførelse/ Prosjektering	Utførelsesfeil på beslag	Kondens	Råte og mugg i konstruksjonen bak. Innfestningen mister heft.
Utførelse	Våte bygningsmaterialer som blir bygget inn i konstruksjonen og ikke får luftet ordentlig	Fuktproblemer bak fasade	Råte og mugg i konstruksjonen bak. Innfestningen mister heft.
Utførelse/ Prosjektering/ Vedlikehold	Dårlig lufting av fasaden	Kondens	Råte og mugg i konstruksjonen bak. Innfestningen mister heft.

Utførelse/ prosjektering/ bruksfase	Dårlig drenering av fasaden	Fuktproblemer	Råte og mugg i konstruksjonen bak. Innfestningen mister heft.
Utførelse/ Prosjektering	Fuger som ikke er bevegelige	Sprekker opp, vanninntrenging	Fuktproblemer som fører til korrosjon og råte
Prosjektering	Surt miljø	Korrosjon på noen metaller	Stål rustet og mister sin styrke. Dette kan føre til at deler av fasaden faller ned
Utførelse/ Prosjektering	Salt i betongen som påhengsfasaden er festet i	Korrosjon i armeringen i betong og mellom tegl, karbonatiseringsdybde er stor	Stål rustet og mister sin styrke som kan føre til at deler av fasaden faller ned
Utførelse/ Prosjektering	Manglende galvaniseringskille mellom ulike metaller	Korrosjon	Det ene metallet tærer opp det andre og deler av fasaden kan falle ned
Alle faser		Generell korrosjon	Kan falle ned plater, misfarging
Utførelse	Feil montering av fasaden		Kan få diverse konsekvenser over tid
Utførelse/ Prosjektering	For store skruer i lekter	Sprekker på lekt	Skruene mister heft
Utførelse	Feil plassering av innfestning		Ulike skader
Prosjektering	Spikrete fasader	Treet beveger seg	Spikere blir «pumpet» ut
Prosjektering	Åpne store fuger	Vindsperre som ikke tåler UV-stråler	Mister sin funksjon
Utførelse/ Prosjektering/	Limte plater	Lim varer ikke evig	Plater vil løsne og falle ned

Produkt			
Bruksfase	Dårlig vedlikehold	Fuger og pakninger må byttes ut	Forskjellige skader
Utførelse/ Prosjektering	Manglende innfestning	Ekstrem vær, løsner innfestning	Vil falle ned
Bruksfase	Påkjørsel av biler ol.		Sprekker, bulker i fasadeplatene

4.2.1.1 SKADEÅRSAKER OG SKADER FOR TEGL

Når vann trenger inn bak fasaden kan det bli korrosjon på bindere og på armeringsjern i muren. Dette kan gi visuell skade i form av rustvann som renner ut fra bolter. Et annet problem er frostsprengning som kan føre til sprekker og ødelagte teglsteiner. Et tredje problem med tegl er at antall bindere ikke alltid er riktig. Dette kan føre til at deler av teglforblendingen faller ned.

4.2.1.2 SKADEÅRSAKER OG SKADER FOR NATURSTEINSFASADER

Naturstein og innfestningssystemet trenger også rom for bevegelse da både naturstein og stål er materialer som utvider og trekker seg sammen med endret temperatur. Steinene må ikke stå i spenn i innfestningen, da kan de sprekke. Andre årsaker for skader er at steinen som brukes er dårlig, enten fra et dårlig steinuttak eller at den står i et klima den ikke tåler. Det er ikke innfestningene som da har skylden hvis steinen faller ned.

På 80-tallet hendte det at innfestningene ble sveiset fast på byggeplassen. Dette førte fort til korrosjon på innfestningene og flere plater falt ned ganske få år etter at fasaden var blitt bygget. Dette sees ikke på som et problem lenger, da alle de fasadene mest sannsynlig er byttet ut.

Limte natursteinsfasader var også et problem før. Lim var et nytt produkt på marked og det var en enkel løsning å lime fast steinen rett på betongen uten mekanisk innfestning. De fleste av disse platene har i ettertid falt ned og annen innfestningsmetode er brukt når fasaden har blitt satt opp igjen.

Sprekker i steinen på grunn av frostsprengning kan forekomme. Både fordi steinene er porøse og det samles vann i porene som senere fryser og påfører fasaden skader. Frostsprengning kan også skje når vann samler seg i hull som er boret i steinen. Hullene er boret for å få plass til dybler og andre festemekanismer.

Sprekker kan også oppstå ved påkjørsel av biler og lignende. Dette kan ofte se ut som frostsprengning, men er skaden i transportbilhøyde, er det mest sannsynlig en skade på grunn av påkjørsel som vist i Figur 4.2-1.



FIGUR 4.2-1 SPREKK I STEIN, MEST SANNSYNLIG EN LIFT SOM HAR KJØRT BORTI. (EKNES, SPREKK I STEIN [FOTO])

4.2.1.3 SKADEÅRSAKER OG SKADER FOR PLATER

En årsak som nevnes til at fasadeplatene faller ned er rett og slett aldersvekkelse og at tegn på svakheter i fasaden ikke er registrert.

På 1950-80 tallet var plater ofte spikret fast til trelekter. På grunn av bevegelser i treet har flere av disse spikerne blitt pumpet ut som fører til at platene buler ut fra resten av fasaden og til slutt kan falle ned. Fukt og temperaturbevegelser kan også være med på å utsette innfestningssystemet for store påkjenninger. Plater som inneholder trefiber og andre organiske materialer vil ved økt temperatur også redusere fuktinnholdet. Reduksjonen på grunn av redusert fuktinnhold er større enn økningen på grunn av temperaturøkningen. Derfor vil platene bli mindre. Stålprofilene de er festet i vil ekspandere og det kan oppstå spenninger i konstruksjonen. Dette er derimot noe som tydelig kommer frem i løpet av de 2-4 første årene og er ikke problem med eldre bygninger. For å unngå dette er det derfor viktig at det gis rom for at konstruksjonen kan bevege seg.

Kassetter, som ofte benyttes som metallfasader der metallplater klippes og bøyes, er noe utsatte for at vann trenger inn. Hvis det da kun er liggende lekter er det fare for fukt i konstruksjonen. Da vil dette etter hvert kunne oppdages på innsiden av veggen da det er den som skades av fuktinnholdet. Konstruksjoner med sandwich- elementer som er bygd opp av stål-isolasjon-stål er svært sårbare for

fukt under byggeperioden da det fort kan komme inn fukt i konstruksjonen enten ved lagring av materialene på byggeplassen eller manglende fuging. Dette er vanskelig å avdekke. Fukten bidrar ikke til økt påkjenning for innfestningene, men til økte u-verdier.

4.2.1.4 SKADEÅRSAKER OG SKADER FOR GLASS

De fleste skadene som oppstår med glassfasader skjer fordi glasset ikke får nok rom til å bevege seg. Dette vil kunne medføre økt spenning og knusing av glasset. Er det for lite plass mellom glassplatene vil glass gnisse mot glass og dette forårsaker at glasset knuser. Dette sees ofte i hjørner der to glassplater møtes. Glass og metall krymper og utvider seg i forskjellig klima. Når både metallet og glasset beveger seg må det være rom for at dette kan skje slik at ikke noe blir ødelagt. Det samme gjelder når glass kommer i kontakt med andre harde komponenter. Vaskeheiser som blir installert i fugene mellom glassene må installeres nøyaktig og planlegges nøye. Hvis vaskeheisen kommer for nærme glasset og braketten, knuses glasset. Det må også dimensjoneres for litt større fuge der en vaskeheis skal monteres så den ikke hindrer bevegelser i glassene. Glassfasaden må være tett, tåle damptrykket den blir utsatt for og ha tilstrekkelig drenering, ellers punkterer glasset og vann kan samles inn bak glasset og føre til fuktproblemer på innsiden av glasset.

4.2.2 CASE

Under intervjurunden kom det også frem konkrete eksempler på bygninger der det hadde vært problemer med påhengsfasadene.

4.2.2.1 NATURSTEINSFASADE MED MEKANISK INNFESTNING

Dette er et bygg bygget rundt 2005. Bygget går ned i en vannkant der det er også er naturstein som fasadematerial. Natursteinsfasaden er en luftet fasade med mekanisk innfesting. Da det ble vinter og is, datt en plate ned. Grunnen til dette var at fasaden ikke var dimensjonert for de mekaniske kreftene den ble påført på grunn av isen. Den var bygget opp på samme måte som resten av fasaden som ikke var i vann. Innfestningen holdt isen, men steinen sprakk og falt.

4.2.2.2 NATURSTEINSFASADE MED MEKANISK INNFESTNING

Fasaden var oppført med skifer som luftet påhengt kledning i 2002, hvor konstruksjonen bak er av betong. Det er brukt syrefaste/rustfrie anker som er gysset fast i betongen. Skiferen var festet i ankrene med dybler, fire dybler per stein festet i over- og underkant av stein. Problemet med fasaden var at skiferen dellaminerte seg, se Figur 4.2-2, noe som førte til nedfall av stein. Stedvis var dette knyttet til dybelhull, men også delaminering i sidekanter (kløvplan har åpnet seg 1-5 mm). Problemene med dybelhullene er at det trolig har samlet seg vann her som kan ha ført til frostsprengning og delaminering etter gjentatte tine og fryseprosesser. Det var også en del uheldige

avslutninger av gesimsbeslag, hvor beslaget ikke var avsluttet ut forbi skiferen, men i flukt eller midt oppå skiferen. Ved nærmere undersøkelse viste det seg at skadeomfanget på fasaden var omtrent 75 %, så det ble besluttet å plukke ned hele fasaden. Det ble tidlig registrert noe avskalling (naturlig overflate), men dette mente man avtok med tiden.



FIGUR 4.2-2 DELAMINERING AV SKIFTER (VEDLEGG 7)

4.2.2.3 NATURSTEINSFASADE MED MEKANISK INNFESTNING

Bygget ble bygget på slutten av 90-tallet. Steinen som ble brukt ble testet for klimapåkjenninger der testene sa at denne steinen ikke kom til å holde svært lenge fordi den ville få sprekker på grunn av frostsprengning. Dette kunne føre til farlig nedfall av plater. Steintypen er gulhvit travertine fra Tivoli/Roma og er festet via skinner på underliggende luftet platesystem, se Figur 4.2-3. Ingen natursteinsplater har falt ut etter dags dato, men noen er boltet fast i etterkant på grunn av fare for at steinen skal falle ut. Skinnene har heller ikke tålt belastningen av steinen. Platene er presset sammen på grunn av nedbøying av skinnene, dette gjør det vanskelig å fjerne en og en stein da steinene over presser skinnene nedover slik at steinene er fast mellom skinnene. Påkjørselskader er å finne mange steder i ståhøyde som også vist i Figur 4.2-3.



FIGUR 4.2-3 NATURSTEINSFASADE I SKINNESYSTEM MED PÅKJØRSELSKADE(EKNES, NATURSTEINSFASADE [FOTO])

4.2.2.4 GRANITTFASADE MEKANISK OG LIMT INNFESTNING

Påhengsfasade med granitt, fra sent 80-tall. Mekanisk innfestning på deler av fasaden, limte plater på andre deler. Ved vindusmyg og detaljer er det brukt limt som festemateriale. Noen av de limte natursteinplatene har falt ned. Limet holder ikke den store vekten av en granittplate over tid. Dette gjelder omtrent 10 % av hele fasaden. Årsaken til at limet ikke holdt, er at lim aldri og har dermed ikke like sterkt heft som når det er nytt. Den må eventuelt tas ned og limes igjen eller byttes til mekanisk innfestning som holder lenger.

4.2.2.5 FLISFASADE MED LIMT OG MEKANISK INNFESTNING

Betongfasade med limte heller og fliser, festet med tråder inn i bakstøpen. Bakstøpen er forankra inn i bygget med anker. Problemet med fasaden er korrosjon i armeringen som presser platene ut, det er masse salt i betongen som har utløst denne korrosjonen. Festene ryker fordi de blir presset ut av betongen, noe som fører til at platene kan falle ned.

4.2.2.6 TEGLFASADE

På grunn av arbeid på nærliggende tomt medførte dette store setninger på bygget. Setningsskadene påførte forankringen for store spenninger og deler av veggen raste ut. Skaden er vist i Figur 4.2-4.



FIGUR 4.2-4 UTRASING AV TEGLFORBLENDING PÅ GRUNN AV SETNINGER (VEDLEGG 8)

4.3 LEVETID

Levetiden for fasader er forskjellig fra materiale til materiale og alt ettersom hvilke påkjenninger de blir utsatt for. I henhold til våre intervjuobjekter er levetiden på forskjellige komponenter som vist i Tabell 4.3-1. De forskjellige levetidene er estimert på forskjellige måter. Det understrekes i noen av intervjuene at det i mange tilfeller er ren antagelse og gjetning, mens det i andre tilfeller er gjennomført tester gjennom for eksempel SINTEF for å dokumentere levetiden. Verdiene som er gitt under er referanselevetider og vil variere med lokaliseringen og gjennomført vedlikehold. Innlandsklima gir ikke så store påkjenninger på fasadene som kystklima med tanke på slagregn og frostsprengning. Levetiden til betong vil også avhenge av hvor langt bygningen er fra veien med tanke på karbonatiseringsdybden.

Variierende vedlikehold kan også ha en innvirkning på levetiden. Manglende vedlikehold ses ofte på offentlige bygninger. Dette mener noen intervjuobjekter kommer av at de ansatte føler lite eierskap og ytrer lite ønske om verdibevarende vedlikehold av bygningene. Det finnes også eiere som ikke har nok kunnskap om bygningsdrift, da dette ikke er kjernevirksomheten til bedriften. Et eksempel på dette er hoteller. Private bedrifter tar ofte mer vare på bygningene da de låner på verdiene og er avhengig av at eiendommene ikke synker for mye i verdi.

TABELL 4.3-1 OVERSIKT OVER KOMPONENTERS LEVETID

Fasadetype	Tid
Glass	
Vindusglasset	25 år
Rammer til vindu	50 år
Pakninger til vindu	30 år
Glassfasade	50 år
Naturstein	
Stein	100-150 år
Innfestninger	150 år
Fuger	30 år
Tegl	«Uendelig» (ved tilstrekkelig vedlikehold)
Platefasade	
Plate	60 år
Skruer	Evigvarende
Folie mellom lekter og plate	Kortere enn 60 år

4.4 ANSVAR FOR FASADEN OG INNFESTNINGENE

Når en skade oppstår på en påhengsfasade vil det være ulike aktører som har ansvaret for skaden. Ved en svikt i montasjen vil det være totalentreprenør eller montasjeentreprenør. Hvis montøren av fasaden har montert etter montasjeanvisningene til leverandøren, har leverandøren av produktet ansvaret for fasaden. Det kan være flere ledd som er involvert i en eventuell feil ved fasaden. Alle parter blir som oftest involvert for å finne ut av feilen. Det ender som regel opp med at det er entreprenøren som stilles ansvarlig i saker hvor garantien ikke tilfredsstilles, eller at skaden er et tegn på unormal holdbarhet i forhold til forventet levetid. Er det saker der det er tydelig at det er feil ved produktet, tas det direkte kontakt med leverandøren uten å involvere entreprenøren.

Leverandør og rådgiver dimensjonerer innfestningen sammen, mens entreprenør sitter med ansvaret når fasaden bygges og overleveres. Leverandør har ansvaret for innfestningene hvis montasjeanvisningene er fulgt riktig. Hvis en rådgiver har vært involvert har den ansvar for det den har

prosjektet. En rådgiver blir alltid involvert i store prosjekter, der innfestningsmetoden blir litt annerledes enn standardløsninger fra leverandøren. Leverandøren grovdimensjoner mens en rådgiver findimensjonerer. Hvis entreprenøren velger en annen innfestningsmetode og andre skruer enn det leverandører anbefaler, er innfestningene entreprenøren sitt ansvar. Tabell 4.4-1 viser hvem som har ansvaret for hva.

TABELL 4.4-1 OVERSIKT OVER HVILKEN AKTØR SOM HAR ANSVARET FOR DE FORSKJELLIGE FASENE OG KOMPONENTENE I FORHOLD TIL EN PÅHENGSFASADE

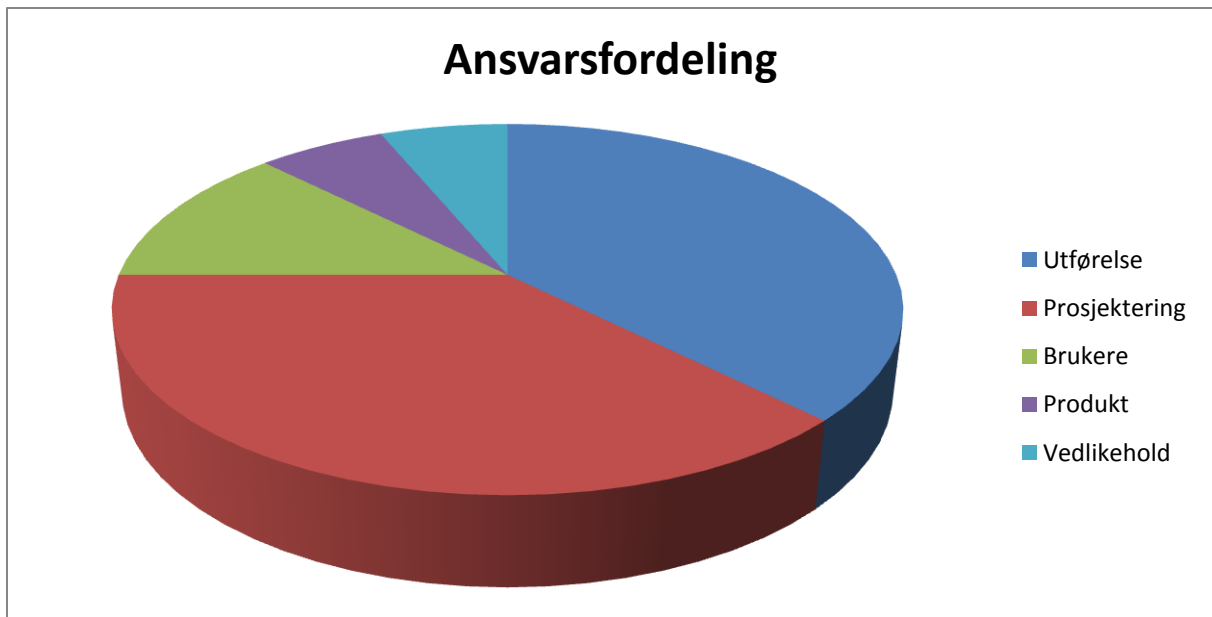
Faser og komponenter	Ansvarlig for fase og/eller komponent
Tegne fasaden	Arkitekt
Produkt	Leverandør
Dimensjonere fasaden	Rådgiver og leverandør
Utførelse	Entreprenør eller montør
Bruksfasen	Eier

Normal garantitid er 3-5 år etter overlevering av bygget etter Norges lover og regler. Platefasadeleverandøren som forfatterne har intervjuet har en garantitid på 40 år. Vindu har en garantitid på 10 år. Dette betyr at noen deler av et bygg kan ha lengre garantitid enn hele bygget samlet. Etter garantitiden er det som regel eier som har ansvaret for bygget. Hvis en skade inntreffer etter dette, som innlysende er leverandør eller montør sin feil, vil det bli en sak mellom disse partene. Dette skjer sjeldent.

4.5 KVALITETSSIKRING AV FASADENE

I dag skyldes fremdeles 2/3 av feilene prosjekteringsfasen på grunn av stor mangel på grunnleggende kunnskap om bygningsfysikk og fuktforståelse. Dette er et problem bransjen enda ikke har klart å løse, selv om det ble kartlagt at denne fasen er den mest sårbare for mange år siden. Selv om mye av feilen stammer fra dårlig eller manglende prosjektering og utførelse, rettes det også oppmerksomhet mot byggherre og valg av tildelingskriterier. I mange prosjekter velges laveste pris fremfor gode løsninger og kvalitet. Det finnes eksempler på at høy kvalitet velges, men dette er sjeldent.

Av ansvarsfordelingen i følge Tabell 4.2-1, ser man at 12 av skadene skyldes utførelse, 12 skyldes prosjektering, fire kommer i bruksfasen, to vedlikehold og to skyldes selve produktet. Selv om dette er et lavt antall og utvalg av skader er det valgt å fremstille det i en figur. Dette vil si at forholdene mellom de ulike ansvarsområdene i forhold til forfatterens resultater blir som vist i Figur 4.5-1.



FIGUR 4.5-1 VISUALISERING AV ANSVARSFORDELINGEN

For å redusere antall byggefeil gjennomføres det kontroller av fasadene. Både hos leverandørene, de prosjekterende og utførende. Det påpekes at det ofte er dårlig kvalitetssikring av bygningene. Både av prosjekteringsgrunnlaget og under bygging. For å sikre bedre utførelse er det viktig at entreprenørene har gode rutiner for kvalitetssikring som sjekklister og lignende. Fasadeleverandører, som har et fast opplæringsystem av de ansatte, opplever forholdsvis lite feil med monteringen. I de tilfellene hvor det er mindre eierfølelse til det ferdige prosjektet og fasadens omdømme, ses det fler eksempler på feil monterings.

Fasadeleverandørene som ble intervjuet kvalitetssikret løsningene sine i henhold til ISO 9001, SINTEF sine laboratorieundersøkelser eller tilsvarende testing i utlandet. Leverandørene av fasadene gjennomfører sjeldent noe kontroll av selve monteringen av fasadene, i noen tilfeller besøker leverandøren prosjektet og tar en visuell kontroll. Utenom dette er det montasjeentreprenørene selv som har ansvaret for kvaliteten av monteringen. Et intervjuobjekt påpeker at dette kommer av at det koster penger og gir et konkurransefortrinn å droppe kontrollene på byggeplass. Det gis derimot en montasjeanvisning og enkelte fasadeleverandører gjennomfører opplæringskurs for de som skal montere fasaden.

Entreprenørene gjennomfører kontroller i form av utfylling av kontrollskjemaer. Kontrollskjemaene skal sørge for at fasadene er utført i henhold til tegninger og beskrivelser. Kontrollskjemaene fungerer som arbeiderens egenkontroll for å sikre at alt er husket og gjort riktig. I tillegg kan det være lurt å ta bilder for å kunne dokumentere hvor innfestningene er i ettertid som en del av FDV-dokumentasjonen. Det gjennomføres også visuelle kontroller av prosjektledelsen samt en befarings

ved overlevering. Disse visuelle kontrollene vil i første rekke omhandle skjevheter og det estetiske med fasaden. Det er ikke utbredt å ta noen nærmere kontroll av selve innfestningen.

Hos enkelte entreprenører blir det også gjennomført stikkprøver av underentreprenørene for å sikre god kvalitet. Stikkprøvene kan gjennomføres som visuell kontroll og strekkprøver. For å sikre bedre eierskap og deltakelse fra arbeiderne gjennomfører noen entreprenører felles risikokartlegging, der alle tar del i kritiske detaljer med fasaden. For eksempel at skjulte detaljer blir nøye gjennomtenkt før monteringen starter.

4.6 FDV-DOKUMENTASJON

I løpet av den gjennomførte intervjurunden kom det tydelig frem at FDV-dokumentasjonen som i dag leveres ved overlevering, først og fremst er en beskrivelse av produktene fasaden består av. Beskrivelsen av produktene er ofte i form av produktdatablad med fargekoder og dimensjoner. Det følger som regel også med en anbefaling av vedlikehold av de synlige overflatene, for at fasaden skal se fin ut i sin estimerte levetid. FDV-dokumentasjonen inneholder også en oversikt over hvem som har levert de forskjellige produktene og montert dem.

Mange av intervjuobjektene påpeker at dagens FDV-dokumentasjon er manglende. Den inneholder for lite informasjon for å kunne vedlikeholde og drifte bygningen optimalt. Dette var en samlende tanke fra næringen, uavhengig av hvilken aktør de var. Gapet som intervjuobjektene påpeker er at det bør stå mer om hvordan delreparasjoner gjennomføres og ombygginger kan utføres. Det blir stadig mer kompliserte systemer og det bør gis mer informasjon om hvordan bygningen skal brukes og indikasjoner på feil bruk. Det er spesielt viktig at engangsbygherrer, som ikke har den samme erfaringen som større bygherrer, får tilstrekkelig informasjon. De er mer avhengig av god FDV-dokumentasjon for å sørge for god drift og vedlikehold. Eksempel på indikasjoner på feil bruk av bygningen kan være kondens på vinduet, som er en indikasjon på høy luftfuktighet eller for lav temperatur i rommet. Det er generelt for mye informasjon om de synlige detaljene og overflatene, men lite om de skjulte. I konstruksjonene og detaljene til de leverandørene det har vært kontakt med, har skjulte detaljene vært estimert med en mye høyere levetid, enn det som gjelder for de synlige og klimautsatte detaljene. Detaljene har også vært vedlikeholdsfrie. For å innfri garantien er det derfor ikke satt krav til noe spesielt vedlikehold av innfestningene. Det påpekes også at det er umulig å gjøre noe vedlikehold på innfestningene på grunn av plasseringen, fordi det skal være en klimaskjerm som er tett.

Det blir også ofte nevnt at det er manglende informasjon angående levetid til komponentene. Om det er oppgitt levetid, står det som regel lite om hvilke parametere og forutsetninger som er lagt til

grunn for å regne ut levetiden og hvordan vedlikehold og drift av bygningen anbefales, for at den estimerte levetiden skal oppnås.

Selv om det er et ønske om en mer omfattende FDV-dokumentasjon, påpekes det også at bransjen har kommet seg betraktelig etter at det ble lovpålagt og at det største problemet ligger i den eksisterende bygningsmassen. I FDV-dokumentasjonen til den eksisterende bygningsmassen er det store mangler. Dette gjør det mer utfordrende å gjennomføre ombygninger, estimere gjenværende levetid, og bestemme intervallene for vedlikehold og tilstandsanalyser. Det er spesielt vanskelig å vite hva veggene inneholder.

Det blir også gitt eksempler på god FDV-dokumentasjon. Dette gjelder FDV-dokumentasjon av utvendig drenering. Her har entreprenørene sett et stort insitamant for å lage et skikkelig FDV-dokument da dette medfører mindre reklamasjoner og kostnader. Flere burde se samme insitametet og utbedre dokumentasjonene. Det er påpekt at den manglende dokumentasjonen ikke bare er de utførende og leverandørenes feil, men at byggherren også må tørre å sette krav til dette tidlig i prosjektet.

For at det i fremtiden skal bli et mindre gap mellom hva som blir gitt av FDV-dokumentasjon og hva som bør gis, er det nevnt flere virkemidler i intervjuene. Virkemidler som visualiserer løsningene og gir en sikker as-build dokumentasjon kan bidra til at det kan være lettere å finne nøyaktig hvor innfestningene er. Et eksempel på et slikt virkemiddel kan være fotografering av veggene før den blir lukket. Den økte bruken av BIM i byggebransjen gir også muligheter til å gi en mer omfattende FDV-dokumentasjon, fordi alt av informasjon på de forskjellige detaljene og løsningene kan legges direkte inn i BIM-modellen. Dette gjør det lettere for leverandørene og entreprenørene å utarbeide en omfattende FDV-dokumentasjon.

4.7 TILSTANDSANALYSE

Tilstandsregistreringer blir utført med forskjellige detaljeringsnivå avhengig av formålet med tilstandsanalysen. Felles for de fleste intervjuobjektene er at de tar utgangspunkt i NS3424 ved at de starter med en visuell kontroll. Fattes det mistanke om avvik utføres det registreringer på mer detaljerte nivåer. Detaljeringsnivå og hvor ofte en tilstandsanalyse blir gjennomført varierer ofte med både hvem som eier bygget og hvilke påkjenninger det utsettes for. For å bestemme nivå og intervallet mellom hver gang det gjennomføres tilstandsanalyser, er det viktig å se på forholdet mellom kostnaden og nytten man får av tilstandsanalysen. En detaljert undersøkelse er ikke nødvendig hvis byggherren kun er interessert i en oversiktlig tilstand av bygningen, mens det i andre tilfeller er større behov for grundige tilstandsanalyser. I noen tilfeller vil en tilstandsanalyse til og

med være unødvendig å gjennomføre da oppgradering uansett bør gjennomføres på grunn av muligheten til å spare utgiftene på energi, øke den termiske komforten og økt verdi av bygningen.

I tillegg til hva som er hensikten med tilstandsanalysen vil også erfaringer fra tilsvarende bygninger være en viktig faktor, som påvirker valg av nivået på tilstandsanalysen. Ved spesielle tilfeller hvor man etter erfaringer man vet det er knyttet problematikk til, må man gjøre nærmere analyser av akkurat det spesifikke område. Som eksempel ble det tidligere benyttet maling med for mye plast som stengte fukten inne i konstruksjonen. Hvis det er fare for dette vil en mulighet for å sjekke dette være å prøve å sette fyr på et malingsflak. Er det for mye plast vil det lukte veldig svidd plast og røyken vil være svart.

Klimaet vil påvirke hvilke deler av bygningen som skal undersøkes. Ut ifra hvordan bygningen står plassert i forhold til det lokale klimaet, bør det bestemmes en dimensjonerende fasade og detaljer, som er mer utsatt for nedbrytningsfaktorer. Det bør da tas hensyn til dimensjonerende vindretning, solpåkjenning, vegetasjon, form på bygningen og lignende.

Intervallet mellom hver gang det skal gjennomføres en tilstandsanalyse varierer både med alderen til bygningen og hvilke påkjenninger den er utsatt for. Et intervall som går igjen i intervjuene er å gjennomføre en tilstandsanalyse hvert 5. år. I begynnelsen av bruksfasen, mens bygningen er ny, vil det ikke være så kritisk å sjekke tilstanden så ofte. Derimot når bygningen nærmer seg estimert levetid er det observert store endringer på forholdsvis kort tid. Intervallene mellom tilstandsanalysene blir dermed som regel redusert når bygningen nærmer seg sin estimerte levealder. En bygnings estimerte levealder vil være avhengig av påkjenningsfaktorene, og hvor mye fasaden eksponeres for påkjenningsfaktorene vil derfor påvirke intervallengden mellom tilstandsanalysene. For en bygning som står nært en trafikkert vei, vil for eksempel økt CO₂ konsentrasjon kunne føre til økt karboniseringsdybde og større fare for korrosjon av armeringsjern. På denne bygningen vil intervallet mellom tilstandsanalysene være kortere enn en mer skjermet bygning. Intervallet vil også variere med hvilket nivå tilstandsanalysen gjennomføres i. En visuell kontroll er ikke så ressurskrevende som en tilstandsanalyse av nivå 3 og kan dermed gjennomføres oftere.

Det påpekes også at det selv om det blir gjennomgått en tilstandsanalyse og oppgitt resterende levetid til bygningsdelen så kan ikke denne levetiden garanteres. Det blir som regel tatt endel antakelser og det må vises skjønn. Det er også vanskelig å forutse hvordan den videre nedbrytningen av materialet foregår. Den resterende levetiden er derimot et godt utgangspunkt som gir et grunnleggende inntrykk av fasaden og som vil avdekke de mest alvorlige og kritisk tilfellene.

4.7.1 TILSTANDSREGISTRERING

De fleste av intervjuobjektene som hadde et system for sine tilstandsanalyser hadde delt inn metodene i 3 nivåer, nivå 1-3. Unntaket var en forvalter som hadde 4 nivåer. Det som skilte denne inndelingen fra de andre var at det ble benyttet et nivå 1+ som var en litt mer grundig visuell kontroll der det ble benyttet lift. Ellers var inndelingen forholdsvis lik NS3424 og resultatene ellers er derfor delt inn i 3 nivåer.

Hvem som gjennomfører tilstandsanalysene varierer både med hvem som eier bygningen og hvilket nivå tilstandsanalysen skal gjennomføres på. Forfatterne ser at større, profesjonelle byggeiere som sitter med større bygningsporteføljer og har egne driftsansvarlige. Ofte lar de driftsansvarlige gjennomføre de visuelle tilstandsanalysene gjennom daglig tilsyn og noen mer grundige runder ved faste intervaller. Driftspersonellet kjenner ofte bygningen godt og vil dermed kunne legge merke til endringer i bygningen. Private og mindre byggherrer setter også bort tilstandsanalysene på nivå 1 til rådgivere eller entreprenører på grunn av manglende kompetanse. Tilstandsanalyser på nivå 2 og 3 ble i alle tilfellene satt bort til eksterne aktører med tilstrekkelig kompetanse, erfaring og tilgang på utstyr.

Tabell 4.7-1 viser de metodene som ble nevnt for å gjøre tilstandsregistreringer på påhengsfasader og hvilket detaljeringsnivå de ble gjennomført på.

TABELL 4.7-1 OPPSUMMERING AV HVILKE METODER SOM NEVNES UNDER DE FORSKJELLIGE NIVÅENE

Nivå	Metode
Nivå 1	<ul style="list-style-type: none">– Visuell kontroll– Røykempuller
Nivå 2	<ul style="list-style-type: none">– Visuell kontroll i lift/stillas– Vertikale laster– Sugekopp– Tegning- og beskrivelsesgransking– Endoskop– Termografering
Nivå 3	<ul style="list-style-type: none">– Destruktive metoder fra utsiden– Destruktive metoder fra innsiden

4.7.1.1 NIVÅ 1

Det første nivået er en visuell kontroll der det sees etter synlige tegn på skjulte avvik bak fasaden. Den visuelle kontrollen kan avdekke noen svakheter og avvik i fasaden. Rustvann som renner fra bolter er et tegn på korrosjon. Sprekker i murpuss kan være tegn på setninger og økt fare for frostsprengning samt svekkelse av innfestninger. Generelt sees det etter uregelmessigheter, utbulinger og om det er usymmetri og ujevnheter i fasaden. I tillegg til å se etter tegn på avvik på utsiden kan det også være mulig av avdekke dette ved å se etter fuktinntrengning på innsiden av veggen. Dette gjelder spesielt teglvegger da vann kan trenge fortere inn til innsiden av veggen ved manglende drenering, enn at det oppstår skader på innfestningene. Den visuelle kontrollen kan også avdekke om pakningene har tørket ut og ikke lenger er tette.

Problemene knyttet til spikere som tidligere ble benyttet til å feste platefasader for så og bli pumpet ut av trevirket de er festet i igjen, kan avdekkes ved at de stikker litt ut fra platene. Der spikrene allerede er pumpet ut vil platene ha forskjøvet seg litt og ikke nødvendigvis stå rett lengre. Det er også mulig å avdekke fukt i hele glassfasader. Dette er ikke nødvendigvis et problem som medfører dårligere innfestninger, men redusert u-verdi i bygningen. Ved en visuell kontroll vil det estetiske på selve fasadeplaten være mulig å sjekke.

Ved en visuell kontroll er man avhengig av at de som gjør registreringen vet hva de ser etter. Det er viktig at de bruker øynene skikkelig så avvik og symptomer på avvik oppdages og ikke overses. I tillegg vil det være hensiktsmessig å bruke verktøy som en gummiklubb for å kunne banke litt i fasaden og høre om den sitter fast.

Mange av skadene som tidligere er avdekket som vanlige ved påhengsfasader er ofte knyttet til dårlig ventilasjon i veggen. For å sjekke om det er tilstrekkelig lufting i veggen kan det gjennomføres en test der det benyttes røykappuller for å se om tilsvarende mengde røyk som slippes inn i veggen kommer ut i toppen. Brukes det røyk med farge vil det muligens være enda lettere å avdekke om det er problemer med luftingen, om det enten er store utettheter eller manglende lufting. Ved dårlig lufting av veggen vil det være kondens på innsiden og nederste delen av teglfasaden.

4.7.1.2 NIVÅ 2

De visuelle kontrollene kan både foregå fra tak og gate, men for å få et bedre inntrykk av fasadens tilstand er det brukt lift eller stillas for å komme nærmere og høyere opp. Dette gir mulighet for granskning av fasaden høyere oppe. I tilfeller der det gjøres arbeid på fasaden kan det samkjøres en tilstandsanalyse samtidig som det er fagfolk til stede og kanskje et stillas oppreist så det er enklere å komme nærmere fasaden.

I tillegg til kun en visuell kontroll anbefales det også å rive og røske i fasaden for å sjekke at fasadene sitter fast. Dette kan også sjekkes med vertikale vekter og bruk av sugekopp. For å utføre vektprøver skjæres det et hakk i platene og det settes på vekter som tilsvarer vindlast og andre dimensjonerende laster. Dette er visualisert i Figur 4.7-1. Det er også mulig å ta av fasadeplaten og sjekke om innfestningene er godt festet ved uttreksprøver.



FIGUR 4.7-1 VEKTBELASTNING PÅ INNFESTNINGENE (VEDLEGG 4)

Tegninger og beskrivelser blir også nevnt hos en del av intervjuobjektene. Det er derimot påpekt at dette ikke er en sikker kilde, da utførelsen ikke alltid stemmer overens med tegningene. Tegninger og beskrivelser brukes, til tross for dette, ofte som en informasjonskilde og gir sannsynligvis en grei beskrivelse av veggen og kan avsløre noen mulige avvik.

Erfaringene med endoskopi er veldig forskjellig hos de forskjellige intervjuobjektene. Noen har hatt positive erfaringer med denne typen form for undersøkelse og sitter igjen med et inntrykk av at det er et nyttig hjelpemiddel, som gir et fint inntrykk av tilstanden. Andre har dårlige erfaringer fordi resultatet ofte gir mørke og uklare bilder. Endoskopi er veldig avhengig av om luftespalten bak fasaden er tilstrekkelig stor og kvaliteten til kameraet som er benyttet.

Bruk av termografering til å avdekke lokale feil og svakheter med innfestningene er en metode som det ble sett nærmere på i det ene intervjuet. Det ble fokusert på mulighetene for å bruke dette apparatet mer omfattende i sammenheng med tilstandsanalysen. Ved å benytte seg av et IR-kamera

og dermed se på materialenes forskjellige egenskaper til å lede varme, er det mulig å avdekke flere svakheter og avvik til fasaden.

Med bruken av IR-kamera er det tilknyttet flere feilkilder, og det er viktig at den som utfører termograferingen er klar over disse feilkildene og dermed kan redusere innvirkningen på resultatet grunnet disse.

Settes bygget under undertrykk vil resultatene og feilene tydeliggjøres så det blir enklere å påvise svakheter av fasaden. For å få gode resultater av termograferingen er man avhengig av jevne klimapåvirkninger over fasaden. Vanligvis vil veggen være utsatt for ujevn fuktpåvirkning og dette kan føre til uklarheter i bildene. Det er ikke bare regn som medfører problemer, men også ujevn solstråling kan føre til at det blir store temperaturskjeller i fasaden fordi deler av den er veldig varm, mens det er kaldere der det er skygge. Vind over fasaden vil kunne være med på å jevne ut temperaturskjellene på grunn av mindre kuldebroer og lignende, noe som gjør det vanskeligere å påvise feil og svakheter. Det optimale vil være å gjennomføre termograferingen etter omtrent en uke med opphold og tidlig på morgenen før fasaden har vært utsatt for sol og vind. Hvis forholdene er optimale er det mulig å avdekke flere avvik. På grunn av at innfestningene vil fremstå som små kuldebroer er det derfor mulig å avdekke lokaliseringen til innfestningene ved bruk av termografering.

Termografering kan brukes som en metode for å sjekke tilstrekkelig lufting i veggen. Det er mulig å sjekke ved å se etter temperaturdifferanser da en godt luftet vegg vil være kaldere nede enn oppe. Den kalde friske luften kommer inn nederst og blir gradvis varmet opp oppover veggen.

Materialers egenskaper endrer seg på grunn av fuktinnholdet. Skader som kan avdekkes på grunn av denne temperaturdifferansen er råte i lekter da trevirke som er utsatt for råte lagrer fukt lengre enn en tørr lekt. Metallplater og innfestninger i metall vil ikke trekke til seg vann, men noe fukt kan lagres rundt korroderte deler. Temperaturdifferansene dette medfører er forholdsvis små, men i et tilfelle hvor det er perfekte forhold kan det være mulig å registrere. For å vite om temperaturdifferanse skyldes skader, må det både finnes tilfeller av detaljer med og uten avvik for å kunne skille dette fra hverandre. Det er mulig å fremprovosere denne temperaturdifferansen ved enten å spyle veggen eller ved å øke temperaturen inne, da dette medfører tydeligere kuldebroer og fuktlagring.

4.7.1.3 NIVÅ 3

Fasadene er klimaskallet til bygningen og skal derfor være tett, noe som gjør det vanskelig å ta tilstandsanalyser uten å fjerne deler av den. Mange av intervjuobjektene presiserer derfor at for å få et tilstrekkelig inntrykk av tilstanden til innfestningene kreves det destruktive tiltak. De fleste foreslår da at det tas ned deler av den ytre fasaden. Et alternativ til å fjerne den utvendige kledningen for å sjekke tilstanden på innfestningene er å ta av den indre kledningen. Metoden for å gjennomføre en demontering eller destruktiv metode varierer mye fra bygning til bygning og er forklart i delkapittel 4.1.

Ved bruk av destruktive metoder er det knyttet endel kostnader. Først og fremst så trengs det fagfolk som har mulighet for å gjennomføre arbeidet. Det er også knyttet kostnader til arbeid som kanskje må gjøres fordi deler av veggene blir ødelagt, som hull i membraner og dreispapp. Derfor er det viktig å veie nytten av tilstandsanalysen opp mot kostnadene.

5 DISKUSJON

Etter å ha gjennomført litteraturstudie og intervjurunden vil forfatterne i dette kapitlet drøfte det som ble presentert i resultatdelen opp mot hva som ble presentert i teorien. De ulike teamene som er drøftet er innfestninger til påhengsfasader, skader, skadeårsaker, ansvar, FDV-dokumentasjon og tilstandsanalyse.

5.1 INNFESTNINGER

De vanligste innfestningene til påhengsfasader varierer med hvilken type fasade som er benyttet og hvordan de er tilpasset til hvert enkelt prosjekt. Teorien stemmer godt overens med funnene i resultatdelen i henhold til de ulike typene. Fra teorien er det kun eksempler på hvordan det kan gjøres. I resultatdelen ser vi hva de ulike leverandørene bruker av løsninger. Det som er viktig å bemerke seg er at det finnes standardløsninger for innfestningene, men at det ofte lages en løsning som er tilpasset det spesifikke bygget fasaden skal brukes på. Påhengsfasaden med dens innfestninger blir derfor dimensjonert i et samarbeid mellom de ulike aktørene.

Hvis man skal bytte en fasade eller innfestning, finnes det forskjellige løsninger for de ulike påhengsfasadene som beskrevet i resultatdelen. Disse metodene vil variere og påvirke hvor lett det er å gjennomføre en tilstandsregistrering på detaljeringsnivå 3. Det er ønskelig at det er så enkelt som mulig, men samtidig skal det være en løsning som tåler å bli utsatt for vær og vind.

5.2 INNFESTNINGER OG UTFORDRINGER

De forskjellige typene påhengsfasader er festet til hovedbæresystemet på forskjellige måter som påvirker hvor enkelt det er å skifte de ut. Til de forskjellige typer innfestninger ses det også forskjellige utfordringer og svakheter.

5.2.1 Tegl

Det ble ikke gjennomført noen spesifikke intervjuer hvor det ble spurt mye om innfestningene knyttet til tegl. Dette var fordi det i litteraturen var stor enighet rundt innfestningen på teglstein. Teglstein festes i dag til hovedbæresystemet med rustfrie stålbinderne. Det finnes en standard metode for hvor mange bindere det bør være og hvordan de bør plasseres. For å bytte en teglstein kan man brikke ut en stein, skifte binder og mure tilbake en ny. En annen metode som kan være mulig er å fjerne alle teglsteinene, for så å mure opp hele veggen igjen. Hvis en stein er ødelagt eller man skal ta en tilstandsanalyse av binderne bak og bare ønsker å se på en stein, er nok det første alternativet det beste da den er enkel, tar kort tid og koster minst penger.

Det er viktig at det er hell utover på binderne slik at vann som eventuelt kommer inn bak teglsteinene ikke ledes inn i den bakenforliggende vegg. Dette er ikke et problem som blir direkte tatt opp i resultatdelen, men det blir derimot tatt opp med at det ofte er problemer med fukt i bakenforliggende vegg generelt. Dette kan komme av feil helning på binderne eller ikke tilstrekkelig lufting og drenering. I resultatdelen er hovedårsaken til svikt i innfestningen at det ikke er nok bindere, fordi de som har bygget muren enten har glemt det eller at det er prosjektert med for få bindere enn hva standarden krever. Det at det er for få bindere og at det mangler bindere er et tegn på dårlig planlegging, prosjektering og dårlig kunnskap i utførelsen. Manglende bindere kan også være et eksempel på at de utførende prøver å redusere utgifter i økonomiske nedgangsperioder eller har dårlig tid på grunn av stor etterspørsel i gode perioder. Når man bygger en vegg bør man vite hvor mange bindere det skal være og hvilken type binder man skal bruke.

Andre skader som er et problem hos teglsteinsfasader er sprekker i muren på grunn av vanninntrenging og setninger som igjen fører til frostsprengning og korrosjon. Korrosjon av bindere på gamle bygg blir nevnt som skader på innfestningene til teglfasader. Dette er fordi tegl er brukt som bygningsmateriale før det ble vanlig med rustfrie bindere. Korrosjon på binderne er uheldig da hele vegger kan kollapse uten forvarsel, ved for eksempel kraftig vind fordi binderne er fullstendig korrodert bort. Trådbinderne må være av rustfritt eller av syrefast stål. På eldre bygg, som er bygget før det ble laget noen standard for hvordan teglveggen bør settes opp, kan det være store avvik i forhold til de løsningene som benyttes i dag.

5.2.2 NATURSTEIN

Naturstein har flere typer innfestningsmetoder. I følge resultatdelen er de ulike innfestningene brukt i forhold til hva kunden ønsker og hva som egner seg best til det spesifikke prosjektet. Et skinnesystem der steinene blir tredd inn, en stein om gangen, virker som et svært tungvint system. Dette fordi det blir vanskelig å bytte ut en skadet stein, da man må dra alle de andre steinene ut først. Fordelen med dette, er at det mest sannsynlig er enkelt å tre steinene inn på skinnene i montasjefasen.

Mekanisk innfestning der det brukes braketter, ankerfester og hatteprofiler til å feste fasadene til hovedbæresystemet og dybler til å feste natursteinsplatene til hverandre, er innfestningsmetoder som fester natursteinene på flere punkter. For å fjerne en stein må dyblene skjæres av og så løfte steinen av. For å sette på plass steinen igjen må det borres hull til dyblene og på den ene siden også borres et lengre hull så dybelen kan presses helt inn. Steinen legges så på plass og dybelen dras ut av det lange hullet og inn i den nye steinen. Det limes så for å holde steinen på plass.

De største feilene ved natursteinsfasaden er i følge teorien ankersvikt der innfestningene er skrudd feil på slik at steinen knekker, korrosjon på innfestningene slik at de mister sin bæreevne og

frostsprengning i steinen som gjør at den sprekker. Ved caseundersøkelsen var de største skadene på naturstein sprekker i steinen og delaminering av steinen. Korrosjon på innfestningene ble derimot ikke nevnt som et gjennomgående problem. Årsakene til sprekker og delaminering er frostsprengning og påkjørsel fra biler. Delamineringen og frostsprengning oppstår ofte på grunn av dårlig kvalitet på steinen eller at det ikke er tilpasset norske forhold. For å unngå dette må egenskapene til steinen undersøkes og anbefalinger av hvilket klima den er tilpasset følges. Forfatterne mener det i mange tilfeller er arkitektens ønsker for steinvalg som blir fulgt og at det i større grad bør høres mer på hvilke steiner som passer påkjenningene de blir utsatt for. Om en vegg skal dimensjoneres for at den kan bli kjørt på og slått på er noe som må sees på i prosjekteringsfasen. I noen tilfeller settes det opp en skjerming i den høyden slike ting kan oppstå, men dette kan igjen bli lite estetisk pent.

5.2.3 PLATER

Det er stor enighet mellom teorien og resultatene for hvilke innfestningsmetoder som benyttes på platefasader. Tidligere ble det benyttes skjult mekanisk innfestning. Det som er vanlig i dag er at platene festes til bakenforliggende lekter i tre eller stål med skruer. I følge leverandøren er dette den beste metoden å benytte. For å gjennomføre delutskiftninger, skrues platene ut for så å skru de på plass etterpå. Dette er en veldig enkel metode som gjør det mulig å gjennomføre tilstandsanalyser på detaljeringsnivå 3, uten å bruke mye ressurser.

Noen plater ble tidligere limt fast. Forfatterne ser at lim kan være en enkel utvei for å feste en plate, men den holder ikke lenge, så å skru fasadeplatene fast er den beste måten å gjøre det på. Limte fasader har det vært dårlig erfaring med, da lim ikke har dokumenterte gode heftegenskaper over tid, det er også tilfeller der plater har falt ned fordi de er limt. Ved endt levetid vil lim som regel ikke gi noe forvarsel, men miste heften og føre til at fasadeplatene faller ned med en gang. Dette kan skape farlige situasjoner hvor fasadedeler faller ned selv om det blir gjennomført tilstrekkelig med vedlikehold og tilstandsanalyser. På grunn av tidligere erfaringer med lim er det derfor urovekkende at dette materialet enda blir brukt i fasadeløsninger som bygges i dag.

Metallplater kan korrodere hvis de får fukt på seg og denne fukten samler seg og ikke får tørket ut. Andre plater kan ha skruer som kan ruste, om disse skruene ikke er rustfrie. Når plater korroderer vil dette først og fremst påvirke det visuelle inntrykket. Hvis det ikke blir forbedret vil det kunne føre til at det bryter sammen, og bli totalskadet. Om fukten, som forårsaker korrosjon ikke får tørket ut, og forholdene er riktige for det, vil det være fare for råteskader i bakenforliggende konstruksjon. I henhold til resultatdelen er det lite problemer med platefasader, så lenge den ikke er montert med skruer som ruste. Det at stålplatene kan ruste virker ikke som er et problem da dette visuelt kan oppdages og rettes opp før det utvikler seg til en alvorlig skade.

5.2.4 GLASS

I teorikapittelet presenteres to hovedtyper innfestninger, hele glassfasader og brystningspanel. Under intervjurunden ble det derimot kun fokusert på hele glassfasader der glasset er festet i aluminiumsrammer. Dette er tilfellet fordi leverandørene forfatterne var i kontakt med kun produserte denne typer fasader. Videre er det derfor tatt utgangspunkt i at glassene i brystningspanelene er like utsatt for knusing som glassene benyttet i aluminiumsrammene, men at innfestningene er ganske likt uformet og har samme svakheter som innfestningene til natursteinsfasader og platefasader. Dette er fordi det ikke er grunn til å tro at innfestningene på disse glassfasadene er mer utsatt for nedbrytninger, enn innfestninger på platefasader og naturstein. I tillegg til tørrinnfestning i aluminiumsprofilene ble det også gitt eksempler hvor glassfasadene er limt.

Ifølge resultatdelen kan glassfasadene demonteres forholdsvis enkelt. Den enkleste metoden er ved å skru ut listene og bytte glasset. Dette er den metoden forfatterne anbefaler som beste løsning for utskifting av glass. Denne metoden er ikke så bra hvis det skal være tyverisikkert glass, da glasset helst ikke skal kunne demonteres enkelt, men er fortsatt den beste løsning med tanke på kostnad, tid og enkel utførelse. Hvis det er benyttet løsninger med lim vil dette medføre litt mer arbeid, da det ikke bare er å skru ut rammene rundt glasset eller bolten den er festet i. For å skifte et glass enklest, vil det være å ha muligheten til å kunne skru det ut.

Det er ikke nevnt noen skader på selve innfestingen i rammesystemet, annet enn uttørkede pakninger og for små fuger som gir fasadene for lite plass til bevegelse. Dette er mye på grunn av at de glassfasadene vi har sett mest på er alle detaljene beskyttet inne i aluminiumsprofilet og på varm side av vegg. Det er stor enighet mellom teori- og resultatdelen når det kommer til de mest kritiske skadene på glassfasadene. De største feilene med glass er at det kan knuses på grunn av økt spenningsnivå i glasset, fordi det ikke har fått nok rom til å bevege seg og at det ved gamle pakninger ofte kommer kontakt mellom glasset og andre harde komponenter.

I teoridelen er det også nevnt at noen stoffer kan påvirke glasset så det blir matt, grått og ugjennomsiktig. Det sistnevnte virker ikke som et problem for de intervjuobjektene som er intervjuet. Grunnen til det er kanskje fordi de ikke bryr seg like mye om det visuelle som de andre større skadene eller at det faktisk ikke er noe problem.

5.2.5 SAMMENLIGNING AV DE ULIKE PÅHENGSFASADENE OG DERES INNFESTNINGER

For å gjennomføre en kontroll av påhengsfasaden enklest mulig, bør man kunne skru av fasaden for å se bak. Dette er som sagt mulig på en del fasader i dag, men er mer komplisert på andre fasader da de krever at det gjøres destruktive inngrep. Plater og glassfasader er forholdsvis enkle å bytte ut da det kun kreves at platene skrues ned og kan enkelt monteres ved å skru de opp igjen etterpå. Natursteinsfasade er noe mer krevende da det kreves at dyblene kuttet og at det må borres nye hull om det er benyttet løsninger med braketter. Tegl på sin side krever også litt mer, men mest krevende er skinnesystemene hvor det kan oppstå situasjoner der en hel rad med natursteinsplater må tas av, før man kommer til den steinen man ønsker. Det er vanskelig å si hvilken innfesting som er best eller dårligst på bakgrunn av det som er skrevet i litteraturen og funnet ut i diskusjonen da de alle har sine fordeler og ulemper.

Når man ser på de fire ulike påhengsfasadene, er det selvfølgelig ulike skader for de forskjellige typene, da de er av helt ulike materialer med forskjellige egenskaper. Tegl er veldig annerledes fra de andre, fordi den er murt opp og henger på bindere. Det er binderne som holder fasaden sammen og fester fasaden til bæreveggen bak. Tegl og naturstein kan sprekke opp på grunn av frostsprengning, dette er ikke et problem for de andre fasadene. Bevegelser i konstruksjonen oppstår med alle fasadene, men det er glass som er mest utsatt for skader fordi det er mer sensitivt for økt spenningsnivå enn de andre påhengsfasadene. Det blir derimot presisert i flere av intervjuene at bevegelser i materialene påfører innfestningene spenninger som det må tas hensyn til ved dimensjonering. Glass kan også spontangranulere og knuse, dette kan ingen av de andre fasadene. Glassfasadene der glasset er festet i rammekonstruksjoner er, som det står beskrevet i teorien og resultatet, noe mer skjermet for påkjenninger da innfestningssystemet ligger gjemt og på tørr og varm side av konstruksjonen. Hvilken fasade som er mest utsatt for skader er vanskelig å si. Ved å lese gjennom casene som er blitt gjennomgått i resultatdelen kan man kanskje få en oppfatning av at det er naturstein som er det største problemet når det gjelder påhengsfasader. Dette er nødvendigvis ikke helt riktig, da dette er de casene forfatterne har fått innsyn i gjennom intervjurunden og vil ikke gi et representativt inntrykk av skadefrekvensene på de forskjellige fasadene.

På grunn av at det er bygget med mye tegl i Norge er det mange skader ved tegl. I den perioden mellom man startet å bygge med tegl og frem til i dag har det vært en enorm utvikling. Både når det kommer til materialvalg, hvordan det typiske byggeriet er og hvordan fokuset på bygningsfysikk har endret seg. Fordi dette er fagfeltet det er knyttet erfaringer med underveis i denne perioden, er det naturlig at det finnes en del teglfasader med skader fra tiden før forbedringer med teglfasader ble

innført. Tegl er også et materiale som ble brukt i periodene der det var byggeboomer og det er dermed bygget med tegl i perioder hvor man ser mye byggefeil.

Etter dagens standarder og byggemetoder, der det meste av stålet er rustfritt, er det generelle byggefeil som blir den største feilen på fasadene. Det virker ikke som om det er selve innfestningen som er problemet, men heller materialet det festes i veggen med. Dette er ofte utsatt for fukt som både kommer fra at man bygger inne fukta under byggeperioden og at man ikke har tilstrekkelig lufting og drenering i veggen. Dette kan føre til råte, mugg og korrosjon. I følge resultatene til forfatterne har ikke råteskader ført til konstruksjonsvikt, det har blitt oppdaget før dette har skjedd. Korrosjon oppdages også før det går galt når det gjelder platefasader og naturstein, mens med teglstein har korroderte bindere ført til at murstein har falt ned fra fasaden og på veien. Dette er veldig farlig og kritisk da det er fare for alvorlige konsekvenser. Frostsprengning kan også føre til at tegl og natursteinsplater faller ned. Ved tegl vil man se at teglen har sprekker og buler og det vil ikke være et problem som plutselig oppstår, men som bør bli oppdaget før noe kritisk skjer. Det er også eksempler på at fasader som er limt fast faller ned.

Grunnen til at disse skadene er dem som er mest vanlig for påhengsfasader, er først og fremst på grunn av været og klimaet som er i Norge. Norge er et vått og fuktig land. I store deler av landet er det ofte at temperaturen går fra minusgrader til plussgrader som forårsaker frostsprengning om fukt er til stedet. Dårlig prosjektering, dårlig utførelse og dårlige produkter er andre faktorer som fører til skader for påhengsfasader. For å bedre dette må det settes av mer tid til planlegning, og dermed legges mer penger i prosjektene slik at dette faktisk blir mulig.

5.3 SKADER

I resultatdelen ble det avdekket mange skader på påhengsfasader. I dette delkapittelet skal de vanligste og alvorligste skadene ved en påhengsfasade avdekkes og drøftes.

De vanligste skadene ved en påhengsfasade er råteskader og korrosjon. Råteskader, korrosjon og feil innfestning kan være skader som følge av en byggefeil, men kan også forekomme selv om det er blitt bygget riktig. Da er skadene som regel en følge av dårlig vedlikehold, dårlige produkter og klimaforandringer.

5.3.1 RÅTESKADER

Råteskader i forbindelse med innfestningene til påhengsfasader kommer av fukt, manglende drenering og lufting. I teoridelen påpekes det at påhengsfasader som regel er en luftet kledning, slik at all fuktighet blir luftet og drenert bort for å hindre at råteskader oppstår. I følge resultatdelen er dette ofte et problem da drens- og ventilasjonsspaltene tettes på grunn av dårlig vedlikehold og feil i prosjekterings- og utførelsesfasen av påhengsfasadene. Grunnen til at denne feilen ofte oppstår er fordi Norge er et land med mye regn og vær. Slagregn påvirker bygningene i stor grad og snøsmelting kan også føre til mye vannoppsamling. Hvis ikke veggen er dimensjonert for vannmengdene, kan dette få store konsekvenser for bakenforliggende vegg. Råteskader er noe som ofte opptrer i bakenforliggende vegg, vindussmug og i lektene og sløyfene påhengsfasadene er festet i. Det er svært vanskelig å oppdage råteskader fordi de er gjemt bak påhengsfasaden. Råteskader er i den grad veldig skummelt om det ikke oppdages på et tidlig tidspunkt. Gjøres det ikke noe med det kan det forplante seg, og en større andel av veggen blir angrepet. Råte som dannes i treverket og fører til forråtnelse kan i verste fall føre til at påhengsfasadeplater somer festet til dette, hvis problemet ikke blir avdekket tidlig nok.

5.3.2 KORROSJON

Korrosjon er også en reaksjon på fuktinntrengning og fuktlagring bak fasaden, i nærheten av innfestningene. Avvik på grunn av korrosjon i sammenheng med påhengsfasader oppstår ved surt miljø, saltholdig betong og ved at det er kontakt mellom ulike metaller. I følge teoridelen er det mange flere måter korrosjon kan oppstå, men i følge resultatdelen er ikke korrosjon et like stort problem som det teoridelen viser og det forfatterne trodde fra starten av. Det skal mye til for at innfestningene korroderer bort, slik at påhengsfasaden faller ned. Det er ofte andre skader som oppstår før korrosjon blir et problem. Ut i fra teoridelen vet vi at korrosjon danner et rustlag på metallet som beskytter det en periode før det det bryter helt sammen. Korrosjon opptrer også kun på metaller som ikke er rustfrie. Derfor ses det ofte eksempler på at det er problemer med korrosjon på eldre bygg, da det ikke var vanlig med rustbeskyttede materialer i den grad det er i dag. Dette gjelder både bindere, spiker og skruer. Det ses også eksempler på innfestninger som har korrodert på grunn av impregneringen som er benyttet på trelektene for å beskytte de mot fukt. Det ble tidligere benyttet impregnering som hadde en nedbrytende effekt på rustbeskyttelsen til innfestningene. I kystklima kan det sure miljøet påvirke metallene da korrosjon utvikler seg raskere i surt miljø, men i følge resultatdelen er dette ikke forekommet som et problem. Salt i betongen har ført til svelling og utbuling av fasaden på grunn av at armeringsjernet ruster. Svellingen og utbulingen har påvirket innfestningene til noen bygg ved å dytte dem utover. Saltet i betongen er noe man ikke kan gjøre stort med, da det ble blandet inn i betongen ved støping for at den som nevnt i teorien, skulle tørke

fortere om vinteren. Saltholdig betong forekommer på gamle bygg, men man bør være observant på at det kan finnes og at det kan være grunnen til at skader på en eksisterende fasade oppstår.

5.4 SKADEÅRSAKER

De forskjellige skadene som registreres har alle forskjellige årsaker. På grunn av at de forskjellige materialene har ulike egenskaper vil de forskjellige nedbrytningsfaktorene påvirke levetiden til bygningsdelene på forskjellig måte. Samtidig er det en del av skadeårsakene som går igjen og som fører til alvorlige skader på påhengsfasadene.

5.4.1 BYGGEFEIL

Byggefeil oppstår på grunn av manglende prosjektering og utførelse. Andelen byggefeil ser vi både i teorikapittelet og resultatet er betydelig stor og er den vanligste årsaken til skader i bygg i dag. Dette er skremmende. Man skulle tro at det i dag, med alle de reglene og standardene som finnes at disse tallene burde reduseres, men det viser seg at det ikke er tilfelle. Kunnskapen finnes, men brukes ikke på riktig måte. Økonomi og tidspress gjør at noen deler av et byggeprosjekt ikke blir gjort ordentlig. Byggeboomer har også ført til dette, samt mange nye materialer på markedet. Fra resultatdelen ser man at det kan være opp til 10 % byggefeil på alle fasader, både nye og gamle. At det er like mange feil på nye og gamle fasader gjør at man bør være flinkere til å gjennomføre kvalitetskontroll under prosjektering og utførelsen slik at feil ikke oppstår. Det er også viktig at man vet hvilke materialer man bygger med og egenskapene til disse materialene. Man bør ikke bruke noe man ikke kan noe om eller ikke har nok dokumenterte egenskaper for.

Det finnes mange former for feil innfestning på påhengsfasader som stammer fra feil prosjektering og utførelse. De ulike feilene for innfestningene er limte fasadeplater og natursteinsplater, for få innfestninger, feil montert innfestning, bruk av skruer og bindere som ruster og dimensjoneringsfeil for spesielt vind. En annen skade som lett kan oppstå er korrosjon som en følge av at to metaller blir satt sammen uten noe galvaniseringsskille. Monteres innfestningene feil kan dette medføre at platene faller ned, da innfestningene utsettes for krefter de ikke er dimensjonert for og økende nedbrytningshastighet. Hvis innfestningene er laget av metall som ruster kan de ruste og miste sin funksjon på grunn av det. Dimensjoneringsfeil har også oppstått på innfestningene da formen på bygget forsterker vindlasten og at det da i kraftige vindkast kan falle ned deler av fasaden. Det er viktig at innfestningene tåler den belastningen den utsettes for. Med de usikkerhetene det er rundt klimaendringene er det også viktig at dette tas hensyn til ved dimensjoneringen av naturlastene. Glass som monteres uten en pakning imellom innfestningen og glasset, kan knuse. Alle de overnevnte feilene for de ulike skadene, kan oppdages ved en nøyaktig kontroll av bygget. Disse

kontrollene bør gjøres jevnlig under hele byggeprosessen. Når en vegg lukkes bør man være sikker på at det som er bak, er riktig utført.

Den vanligste skaden på påhengsfasader er råte i bakenforliggende veggkonstruksjon. Dette er ofte et resultat av dårlig utførelse og prosjektering av detaljer som hindrer lufting og at det stedvis mangler mulighet for drenering. Disse skadene ser vi både er et resultat av manglende kunnskap, slurv og lite gjennomtenkte løsninger. Eksempler på denne type feil er bruk av horisontale lekter uten vertikale sløyfer, feil utførelse av beslagene, og detaljer rundt vinduer og andre gjennomføringer som hindrer lufting og drenering.

Under intervjurunden ble det ofte nevnt at det var i utførelsesfasen det ble gjort feil. Dette var det ofte leverandører av produktene som poengterte. Vi ser tydelig forskjell på de forskjellige leverandørene og forholdet de har med de som monterer fasade. I de tilfellene der det er brukt egne montører fra eget selskap er det tydeligere mindre feil i utførelsen enn på fasadeløsningene der produktene selges som katalogprodukter med kun en tilhørende montasjeanvisning. Dette tror forfatterne kommer av større eierfølelse ovenfor fasaden og firmanavnet. De har som regel også gjennomgått en mer omfattende opplæring av akkurat de løsningene som benyttes på de gitte fasadetyperne. Hos de leverandørene der det var mer omfattende opplæring enn kun en vedliggende montasjeanvisning hadde også mindre feil og problemer med feil utførelse.

I resultatdelen er det nevnt at det ofte er det billigste anbudet som vinner anbudskonkurransen. Dette er noe som er svært negativt i forhold til kvalitet, da dette anbudet mest sannsynlig ikke klarer å oppnå den kvaliteten som kan oppnås ved å bruke litt mer tid og penger på prosjektering og oppfølging i prosjektet. Ved å velge et anbud som fokuserer mer på kvalitet kan dette betale seg tilbake i løpet av bygningens levetid. Man unngår kostnader på grunn av byggskader og det er mulig at vedlikehold- og utskiftingsutgifter er noe lavere. Ved å fokusere på god kvalitet, kan det oppnås større grad av tilfredshet hos brukere og mulighet for forlenget levetid for bygningen. Det er derfor viktig at byggherre tørr å sette krav til kvalitet og velge entreprenører som ikke nødvendigvis gir den laveste prisen. I følge intervjuobjektene sliter byggebransjen med dette da det er viktig for byggherrene og få et billigst mulig bygg fortest mulig. At ikke byggherrene forstår at bygget kan bli dårlig av dette er noe byggebransjen burde bli bedre på å formidle. Det finnes mange standarder for hvordan bygg skal bygges, men i følge et av intervjuobjektene til forfatterne er kravene i Forskriften om tekniske krav til byggverk fra 2010 kun minstekravet til hvordan et bygg skal være. I byggebransjen blir dette ofte sett på som det høyeste kravet. Dette fører til at nye bygg ikke blir gjort like bra som det kanskje kunne ha blitt gjort om standardene var litt høyere. Med dagens svært tekniske og utfordrende bygg vil byggefeil fortsatt være et problem om det ikke gjøres noen drastiske

tiltak på prosjekterings- og utførelsessiden. Det vil bli litt høyere kostnader, men det bør settes penger inn i prosjekteringen slik at resultatet blir bedre og man slipper å bruke masse penger på dårlige detaljer i etterkant. Bygningsfysikk er et område som det absolutt bør legges penger i for å få byggene best mulig da det i dag er det alt for mange materialer og løsninger som finnes, så det blir vanskelig å vite hvilke materialer og detaljer som fungerer sammen.

5.4.2 NEDBRYTINGSFAKTORER

Fra teorien vet vi at de ulike nedbrytningsfaktorene er mekanisk, elektromagnetisk, kjemisk og biologisk. I tillegg vil utforming, utførelse, bruk, indre miljø, kvalitet på materialer og vedlikehold påvirke nedbrytningen av komponentene. For at skadene som er nevnt som de mest kritiske på påhengsfasadene og deres innfestningsmekanismer skal oppstå må flere av disse faktorene ofte kombineres. Det er ikke alltid det er farlig med høy påkjenning fra en nedbrytningsfaktor men at den kan påvirke nedbrytningen hvis flere faktorer er tilstede. Korrosjon er en kjemisk nedbrytningsfaktor, men for at korrosjon skal skje må det ofte fukt tilstede og dette skjer mekanisk ved at vann trenger inn i eller bak fasaden.

Råteskader er den andre store årsaken til feil, dette er en biologisk nedbrytningsfaktor som kan føre til konstruksjonssammenbrudd. Råteskader oppstår som en konsekvens av høyt fuktnivå som skjer ved mekanisk påvirkning i form av slagregn eller vanlig regn. En tredje store feil som oppstår på påhengsfasader og som er et resultat av en av disse nedbrytningsfaktorene er frostsprengning. Dette oppstår ved mekanisk nedbrytning i form av temperaturforskjeller og vanninntrenging. Vi ser dermed at de forskjellige nedbrytningsmekanismene hver for seg ikke nødvendigvis er så utslagsgivende, men kombinasjoner av dem kan medføre alvorlige skader og avvik som kan føre til at fasadene faller ned.

I resultatdelen om skader ser vi at det først og fremst er det utvendige klimaet og feil i prosjektering og utførelse som medfører de største nedbrytningene av innfestningene og fasadene. Innvendig klima, eksponeringsmiljø i jord og vann, bruken av bygningen og elektromagnetisk påkjenning påvirker levetiden av de utvendige detaljene i liten grad. Dette har noe med hvor innfestningene er plassert. De ligger skjult for elektromagnetisk påkjenning med unntak av pakninger som beskytter glasset. Det innvendige klimaet og bruken av bygningen vil kun ha noe å si hvis dette påvirker det ytre miljøet. Som for eksempel industri som forårsaker luftforurensninger.

5.4.3 VEDLIKEHOLD

I bruksfasen skal i prinsippet alle fasadene være i orden, og det skal ikke være noen feil med dem. Dette er dessverre ikke alltid slik, og forfatterne har funnet ut at det er mange fasader som har feil fra den ble bygget. Disse feilene gjør at fasader må byttes ut fortere enn det den kanskje hadde

trengt om alt var gjort riktig fra starten av. Som allerede nevnt er ofte byggefeil sammen med uheldige kombinasjoner av nedbrytningsfaktorer, ofte årsaken til skadene som er observert på påhengsfasadene. Kombineres dette i tillegg med dårlig vedlikehold kan nedbrytningshastigheten øke enda mer. For å sørge for at nedbrytningshastigheten ikke øker, er det flere tiltak eier av bygningen kan gjøre for å redusere sannsynligheten for økt nedbrytning og skader. Vedlikehold av selve innfestningene er vanskelig fordi de er skjult og ofte vedlikeholdsfrie. Det kreves derimot at lufte- og dreneringssystemet vedlikeholdes. Disse bør renses og løv bør fjernes for å sørge for at drenering og lufting hindres. Hvis ikke spaltene som opprettholder luftingen og dreneringen er åpne kan dette føre til korrosjon og råte på grunn av fuktoppsamling bak fasaden. Det er viktig å følge FDV-dokumentasjonen og rutinemessige tilstandsanalyser for at skader ikke inntreffer på fasaden.

Skader som kan skje i bruksfasen som ikke har noe med dårlig prosjektering og utførelse er påkjørsel på fasade. Dette kan føre til sprekker og andre skader i alle typer fasader. Hvis bygget står i fare for ofte å få seg et støt, bør det enten lages noe som beskytter det, eller det bør i prosjekteringsfasen være en annen type fasadeløsning nederst som tåler et støt.

5.4.4 ANSVAR

Hvem som har ansvar for skadene som blir avdekket ved fasaden til et bygg må bestemmes ut i fra hvilken fase bygget er i, hvilken skade det er på bygningen og hvor lang tid det har gått etter overlevering. I følge teorien er prosjekteringen den fasen som skal samkjøre kundens behov, tilgjengelig teknologi, lover og forskrifter og produksjonsprosessen. Entreprenør må ta hensyn til at montasjeanvisninger blir fulgt opp via et kvalitetssystem og de må legge til rette for en god og tørr byggeprosess. Fra resultatdelen er ansvaret for innfestningene ofte entreprenørens. Det er leverandør og rådgiver som dimensjonerer fasaden sammen, men det er entreprenør som utfører montasjen og sitter da med hovedansvaret. Hvis montasjeanvisningene er fulgt kan det bli leverandørens ansvar. Det påpekes at det ofte er dårlig kvalitetssikring av bygningene, både av prosjekteringsgrunnlaget og under bygging. Det er viktig å presisere at dette ansvaret gjelder i garantitiden til bygget. Når eier har eid bygget over en lang periode, etter at alle garantier har gått ut, er det fullt og helt eiers ansvar hvis det oppdages skader ved påhengsfasaden som direkte kan knyttes til feil utførelse eller prosjektering. Selv om ansvaret ligger hos prosjekterende, entreprenør eller leverandør rettes det også oppmerksomhet mot byggherre og valg av tildelingskriterier.

5.5 FDV-DOKUMENTASJON

Etter at FDV-dokumentasjon ble lovpålagt er det observert store forbedringer. Dette har ført til at det er mye mer tilgjengelig informasjon om bygningene som bygges i dag sammenlignet med de som ble bygget før. I dagens dokumentasjon er det informasjon om både hva bygningene inneholder og hvilket vedlikehold som anbefales på de synlige flatene. Det som blir gitt av FDV-dokumentasjon i dag stemmer greit overens med hva som anbefales i veiledningen til byggteknisk forskrift. Et annet spørsmål er om disse anbefalingene bør konkretiseres for å sikre et bedre grunnlag for planleggingen og gjennomføringen av forvaltning, drift og vedlikehold. Det settes krav til at det skal være nødvendig dokumentasjon som grunnlag for hvordan man kan gjennomføre igangsetting, forvaltning, drift og vedlikehold på en tilstrekkelig måte. Det settes derimot ikke noen spesifikke krav til hva FDV-dokumentasjonen skal inneholde. Dette anses av mange av intervjuobjektene som noe minimalt og manglende, som gir rom for forskjellige tolkninger av hva som er tilstrekkelig.

5.5.1 GAPET MELLOM BEHOVET FOR DOKUMENTASJON OG HVA SOM BLIR GITT

De anbefalte listene over hva FDV-dokumentene bør inneholde, som er listet opp i Veiledning om tekniske krav til byggverk, følges nok i mange tilfeller, men det er også en noe vag liste som gir rom for antagelser. Det vil være urealistisk å tro at det ikke finnes *kjeltringer* i byggebransjen i dag som ikke vil tolke dette til et minimum av dokumentasjon. Dette gjelder spesielt dokumentasjonen som anbefales for boligbebyggelse. Fra teorien ser vi at dette ikke spesifiseres hva dokumentasjonen skal inneholde, bare hvilke tekniske installasjoner den bør omfatte i tillegg til bygningsprodukter generelt. Det står også at det kun trengs enklere FDV-dokumentasjon av produkter og overflater som skal renholdes og vedlikeholdes. Eiere av boliger er ofte engangsbyggere som ikke nødvendigvis har tilstrekkelig erfaring og kunnskap til å se hva som trengs av vedlikehold. Det blir også påpekt av FDV-dokumentasjonen ofte er en tykk perm som aldri blir åpnet. Dette kan se ut til å stemme, men kan også være et resultat av at informasjonen som permen inneholder er lite relevant for planlegging og gjennomføring av forvaltning, drift og anbefalt vedlikehold.

Gapet som blir presentert i resultatdelen er basert på erfaringer fra et utvalg av mennesker som både har erfaringer som leverandør, rådgiver, byggherre, forvalter, entreprenør og takstmann. Det er forholdsvis stor enighet angående at dagens dokumentasjon er noe tynn og manglende. Det gis i dag som regel kun informasjon av vedlikehold av de synlige flatene, hvilke produkter som er bruk, hvem som har utført arbeidet og i noen tilfeller levetiden. De synlige flatene er det man ser og det som er mest utsatt for påkjenninger fra omgivelsene. Om levetiden på disse detaljene skulle bli noe kortet ned, er det derimot som regel det estetiske som blir den dimensjonerende faktoren for den totale levetiden. Om det derimot skulle oppstå avvik som reduserer levetiden på en av de skjulte

innfestningene på grunn av for lite vedlikehold og kontroll, vil dette kunne medføre store konsekvenser. Fasadeplater kan falle ned og i verste tilfelle medføre dødsfall. Når det kommer spesifikt til innfestningen av påhengsfasader vil sannsynligvis en bedre FDV dokumentasjon ikke ha så mye for seg, da selve innfestningsmekanismen i de fleste tilfellene er vedlikeholdsfrie. De er ofte skjult bak fasaden og så lenge det er tilstrekkelig lufting og drenering vil det være lav sannsynlighet for brudd. En dokumentasjon over hvor innfestningene er og skadesymptomer samt hvilke klima fasadene er tiltenkt for, vil derimot være svært nyttig. Som eksempel på hva som bør beskrives av skadesymptomer og tegn på avvik kan det tas utgangspunkt i hva som kan registreres ved en visuell kontroll i kapittel 4.7. Fra eksempelet om utvendig drenering i resultatdelen, ser man at det først og fremst er økonomiske incentiver som må til for å øke omfanget av FDV-dokumentasjonen fra entreprenørens side. Ved å sammenligne eksempelet opp mot hva som faktisk kreves av vedlikehold for innfestningene, bør det gis en anbefaling om at drenering- og luftespaltene bør renses så de ikke tettes igjen slik at dreneringen og luftingen hindres. Oppstår det da fuktproblemer før garantitiden har gått ut, kan entreprenøren vise til at det står i FDV-dokumentasjonen og at de dermed kan unngå en reklamasjonssak. At det bør gjennomføres vedlikehold av luftespaltene vil også være verdifull informasjon for eier og forvalter av bygningen. De blir da klar over at dette må gjennomføres og det kan da planlegges og gjennomføres som forebyggende vedlikehold.

I tillegg bør FDV-dokumentasjonen inneholde mer om levetiden til bygningen og komponentene den består av. Dette bør estimeres for hvert enkelt prosjekt og være oppgitt i FDV-dokumentasjonen. Det er forståelig at det kan være vanskelig å garantere levetiden for hvert enkelt prosjekt fordi det er vanskelig å forutse utviklingen på nedbrytningen. Som vi ser fra teoridelen er det ikke alltid mulig å gjennomføre tester der flere enn en påkjenningsfaktor testes om gangen. Av resultat og tidligere drøfting ser man at det ofte er en kombinasjon av nedbrytningsfaktorene som gir de mest kritiske skadene og reduserer levetiden mest. Det bør derimot være mulig å oppgi den predikerte levetiden med gitte parameterne som er benyttet for å regne den ut. Den predikerte levetiden kan da brukes som et utgangspunkt for å regne ut resterende levetid ved å benytte faktormetoden som er nevnt i kapittel 3.4.9.3. Den kan også benyttes for å planlegge tilstandsanalyse- og vedlikeholdsintervallene. Det er viktig å ha det i bakhode at produkter ofte kun er testet ved bruk av korttidseksposering og ikke normal påkjenning. Det vil derfor være mulighet for at levetiden er kortere enn antatt hos leverandør på grunn av uheldige kombinasjoner. Denne estimeringen av levetiden tar heller ikke hensyn til at det er utført feil i prosjektering og utførelse eller at produktene er i kontakt med andre produkter som også kan påvirke levetiden. Testing med korttidseksposering vil derimot være et bra utgangspunkt og kan benyttes i mange situasjoner.

Hvor innfestingspunktene er bør enten stå forklart eller dokumenteres med bilder for å vise at det faktisk er gjort og ikke noe som bare står i beskrivelsen og på tegningene. Det har tidligere vært eksempler på dårlige, svake og manglende innfestninger på grunn av trange økonomiske situasjoner og stor etterspørsel etter arbeidskraft. I en bransje som følger konjunktorene i markedet vil dette trolig også kunne skje igjen. En dokumentering av innfestningen ved fotografering kan gjennomføres, men avhenger av hvilke metoder som benyttes som innfesting. Et bilde av innfestningen kan være en fordel å ha ved siden av en beskrivelse for å visualisere løsningen for byggherrer uten tilstrekkelig erfaring og kunnskap til å forstå tegninger og faglige beskrivelser.

For å sørge for at tegningene stemmer mer overens med hva som faktisk er bygget foreslo den ene entreprenøren at bruken av BIM i byggeprosjekter kan medføre mer grundig FDV-dokumentasjon. I fremtiden når BIM blir et enda mer anvendt virkemiddel vil dette kunne medføre at as-buildt tegningene stemmer bedre overens, da det kan bli gjort kollisjonstester før byggingen begynner. Kollisjoner som tidligere kan ha medført at tegningene ikke stemte overens med det virkelige bygget elimineres allerede på et tidlig tidspunkt. Å se detaljene i 3D vil også gjøre det enklere for arbeiderene å forstå tegningen da det er enklere å visualisere løsningen. Dette kan ha en positiv effekt som medfører at det oppstår mindre feil. En tydelig og riktig tegning av detaljer og god informasjon om bygningsmaterialene som er brukt er til god hjelp. Dette er fordi at det i ettertid, når det er gjort flere erfaringer med nye materialer og materialsammensetninger, kan avdekkes om skjulte detaljer bør skiftes ut for å unngå skader og nedfall av fasaden. Når bygningen tegnes som en BIM-modell gir dette muligheter for at de forskjellige lagene i veggen tydeliggjøres og materialenes egenskaper kan legges direkte inn i modellen. Selv om dette er en god ide så vil det fremdeles finnes aktører som kun er ute etter å tjene penger og spare på utgiftene i et byggeprosjekt. Det vil derfor enda være løsninger som benyttes ute på byggeplassen som ikke dokumenteres og som gir avvik fra tegningene. Bruken av BIM avhenger også av at det er folk med tilstrekkelig kompetanse som kan lage modellene. Med bruk av BIM vil kanskje terskelen for å utarbeide en mer omfattende FDV bli noe lavere, da de forskjellige bygningsdelene automatisk legges inn i modellen og viser hva som kreves av vedlikehold på de forskjellige komponentene.

Mer omfattende FDV-dokumentasjon vil føre til økt ressursforbruk og det må finnes en fin balanse for hvem som skal betale for dette. Alle aktørene må ta mer ansvar for at FDV-dokumentasjonen er tilstrekkelig. Leverandørene på sin side virker noe ansvarsfraskrivende da de har lite ansvar for selve dokumentasjonen annet enn at de leverer et produktdatablad. Det vil derimot være deres fasader som er synlige på bygget og dermed også deres rykte om det skulle gå noe galt med fasaden på grunn av sviktende vedlikehold. Eiere og forvaltere vil ha et bedre utgangspunkt for planlegging av drift og vedlikehold ved en tilstrekkelig FDV-dokumentasjon. For entreprenørene vil en mer

omfattende dokumentering kunne fungere som en egenkontroll og sjekklister, ved at det settes fokus på å dokumentere hvordan bygningen er bygget og dermed kan feil oppdages før skjulte detaljer blir lukket inne i. Det er derimot viktig at dette ikke blir en for ressurskrevende prosess. Det må legges opp til et optimalt omfang av FDV-dokumentasjonen der det er et visst forhold mellom nytten av informasjonen og kostnadene dette medfører.

Økt omfang av FDV-dokumentasjonen vil også kunne sørge for et bedre utgangspunkt for en lengre levetid på bygningen. For alle aktørene vil det gjøre arbeid med rehabiliteringsprosjekter lettere. Med tanke på at hele 80 % av dagens bygningsmasse er forventet å eksistere i 2050 medfører dette et enormt behov for ombygginger og rehabiliteringer. Dette kan spesielt bli utfordrende med de byggene som er satt opp før FDV-dokumentasjon ble lovpålagt, da det er vanskelig å vite hva som finnes i veggene, hvordan de er bygget opp og hvordan ombygginger kan gjennomføres. Mer omfattende FDV-dokumentasjon vil kunne medføre stor reduksjon i ressursbruken tilknyttet disse rehabiliteringene. Det er derfor viktig at dagens dokumentasjon er mer omfattende, så fremtidige prosjekter kan gjennomføres enklere. Med dette menes at FDV-dokumentasjonen bør inneholde mer informasjon om hvordan man kan gjøre utskiftninger, ombygginger og tilpasse bygningens endret bruk. Ved rehabiliteringer og gjennomføring av tilstandsanalyser på nivå 3 kan det med fordel inneholde en montasjeanvisning og anbefalte erfaringer hos de som eventuelt skal gjennomføre arbeidet. Montasjeentreprenører er ofte ikke så store. Byggebransjen og markedet svinger, det vil derfor være fare for at firmaet som satte opp fasaden enten har endret struktur eller har gått konkurs innen ombygginger skal gjennomføres.

5.6 TILSTANDSANALYSE

Det ble i intervjurunden først og fremst fokusert på gjennomføringen av selve tilstandsregistreringen og hvordan det er mulig å gjennomføre dette på detaljer som er skjult bak fasaden.

Tilstandsanalyser bør brukes gjennom hele bygningens livsløp. Etter gjennomført litteratursøk og intervjurunde ser forfatterne at tilstandsanalyser kan brukes og at det faktisk brukes i et vidt spekter. Både til vurdering og taksering av skader, taksering av ombygginger, vedlikeholdsplanlegging, strategi for FDV og ved evaluering av gjenværende levetid. Selv om det ikke er nevnt spesifikt i intervjuene mener forfatterne at det også vil være naturlig å bruke tilstandsanalyser ved salg og kjøp av bygning som nevnt i litteraturen. Ettersom bygningen endrer seg i løpet av levetiden vil også tilstandsanalysens bruksområde endre seg, noe som medfører endret nivå på tilstandsanalysen og endret størrelse på intervallet mellom hver gang det gjennomføres tilstandsanalyser.

5.6.1 STANDARDEN

Standarden NS3424 er et hjelpemiddel som flere av intervjuobjektene tar utgangspunkt i, og som anbefales å ta utgangspunkt i ved gjennomføring av en tilstandsanalyse. Den fremstår som et virkemiddel som medvirker til en ryddig gjennomføring av tilstandsanalysene. Metoden er forholdsvis enkel selv om den er avhengig av at den utføres av kompetente personer. Den gjør det mulig å få en oversikt over de avvikene som har oppstått i forhold til referansenivået som velges og eventuelt hvordan disse avvikene lukkes. Det er en standard som akkurat er revidert etter erfaringer gjort med den gamle fra 1995. Fordi den er forbedret og bygger på erfaringer gjort med gjennomføringer av tilstandsanalyser er det grunnlag for å tro at dette kan ha medført at den er godt mottatt av bransjen og lettere å bruke. Det kommer tydelig frem at den benyttes av mange aktører i byggebransjen da det under intervjurunden var mange som hadde kjennskap til den og tok utgangspunkt i den. Forfatterne ser store fordeler ved å ta utgangspunkt i standarden ved gjennomføring av tilstandsanalyser. Dette fordi det virker som det er stor enighet i bransjen på hvordan en tilstandsanalyse skal gjennomføres og hva de forskjellige nivåene innebærer. Den gir også muligheter for å sammenligne de forskjellige tilstandsanalysene og bygningene. Referansenivået kan derimot variere i alle tilstandsanalysene og kan medføre at resultatene er vanskelige å sammenligne. Under registreringen vil det også bli brukt skjønn av de som utfører analysen noe som også medfører problemer med å sammenligne resultatene. Det må derimot påpekes at selv om tilstandsanalysen gjennomføres med en felles fremgangsmetode tilrettelegger standarden for at fremgangsmetoden skal tilpasses formålet med tilstandsanalysen og bygningen den skal utføres på.

I teorien står det presisert at NS 3424 setter krav til kompetanse hos de som skal gjennomføre tilstandsanalysen. Både når det kommer til byggeteknisk kompetanse, kjennskap til standarden og gjennomføring av tilstandsanalyser. Dette er noe som presiseres i mange av intervjuene. Det er viktig å ha muligheter til å oppdage avvik og estimere alvorlighetsgraden av skadene. Ved tilstrekkelig kompetanse vil det være lettere å se tegn på skader og finne skadeårsakene. Det stilles også krav til at det skal finnes tiltak som lukker avvikene og gjenværende levetid skal estimeres. Dette er viktig så det blir rettet opp riktig årsak så en eventuell erstattet bygningsdel ikke utsettes for samme påkjenninger og brytes ned fortere enn normalt. Tiltakene som skal foreslås for å lukke avvikene bør tilpasses bruket og den resterende levetiden på resten av bygningen. Skulle fasaden være i dårlig forfatning og skiftes ut, er det ikke nødvendig å erstatte den med løsninger som har en levetid langt over levetiden til resten av bygningen. Det er derfor viktig med et godt forhold til byggherren og god informasjon fra tidligere fase angående hva bygningen er og skal brukes til, samt formålet med tilstandsanalysen og kompetanse om skader og skadeårsaker.

For å komme frem til den resterende levetiden benyttes det ofte erfaringer som er gjort med tidligere prosjekter. De ser da både på hvordan tilstanden på bygningskomponenten er nå, hvilke nedbrytningsfaktorer som har påvirket nedbrytningen mest og hvordan nedbrytningen mest sannsynlig vil utvikle seg etter erfaringer gjort på andre bygninger. Dette kan være en utfordrende oppgave da nedbrytningsmekanismen på en bygningskomponent er kompleks og det må tas hensyn til mange faktorer. Det tas også hensyn til hvordan klimaet er på det gitte stedet. Ved bruk av disse metodene for å estimere gjenværende levetid, må det tas hensyn til hvordan lokale forhold påvirker komponenten. På grunn av at det er så mange usikkerheter rundt estimatene blir det påpekt i resultatdelen at det ikke er mulig å gi et 100 % sikkert estimat av den gjenværende levetiden og tilstanden på bygningen. Det er derimot et fint utgangspunkt som kan benyttes til de ønskede formålene med tilstandsanalysen.

5.6.2 FORMÅL OG OMFANG

Det er viktig at formålet med tilstandsanalysen og omfanget bestemmes på et tidlig tidspunkt for å sikre at dette stemmer overens, så det ikke blir brukt unødvendig ressurser og det utarbeides unødvendig informasjon. Enten i form av en for detaljert analyse eller at den ikke er tilstrekkelig. Et eksempel på dette, er det ene intervjuobjektet som skulle benytte tilstandsanalysene for å få en oversikt over og lukke vedlikeholdsetterslepet på bygningsporteføljen han satt ansvarlig for. Her er det først og fremst et helhetsinntrykk av bygningen som skal kartlegges. Etter Figur 3.6-3 ser man at det da ikke er nødvendig for en detaljert undersøkelse og at det i følge Figur 3.6-2 er tilstrekkelig med en tilstandsanalyse på nivå 1.

I noen tilfeller må det også diskuteres om det i det hele tatt trengs å gjøres en tilstandsanalyse av fasaden. Det bør gjøres en kost/nytte vurdering. I dag er det et stort fokus på nye og strengere krav til u-verdier. For å spare energiutgifter og øke den termiske komforten kan en fasade oppgraderes der fasadeplatene blir byttet ut og veggene etterisoleres. Dette fører til sparte energiutgifter, redusert fare for kondens og fukt på grunn av store kuldebroer og økt termisk komfort. Den økte nytten kan i enkelte tilfeller være så høy at det uansett blir gjennomført en rehabilitering uavhengig av utfallet på tilstandsanalysen. I slike tilfeller er det ikke nødvendig å gjennomføre en tilstandsanalyse for å finne resterende levetid, da dette kun blir en utgiftspost og informasjonen er unyttig.

Med bakgrunn i formålet må omfanget av analysen bestemmes. Med dette menes det at det skal bestemmes om hele fasaden skal sjekkes eller om det kun skal tas stikkprøver. Gjennomføres det kun stikkprøver må dimensjonerende fasade og bygningsdel bestemmes. For å bestemme hvilke deler av veggene som skal undersøkes, er det viktig at områdene som det tas registrering av er utsatte steder,

så det ikke brukes mye ressurser på registreringer av de områder som ikke er dimensjonerende. Det bør velges å ta stikkprøver av de detaljene og områdene som er mest utsatt for nedbrytningsfaktorer, eller detaljer det er vist svakheter med før. Dette er noe som varierer fra sted til sted, alt ettersom hva som er dimensjonerende vindretning og andre påkjenningsfaktorer som medfører nedbrytning av innfestningene. Utsatte detaljer er de detaljene det ofte oppstår problemer med og som er kjent fra den tiden bygningen kommer fra og generelle bygningsfysiske problemer som er sårbare hvis det er utført feil. Ved bruk av stikkprøver vil det benyttes mindre ressurser når tilstandsanalysen gjennomføres, men det vil også være knyttet mer usikkerhet til svarene, større mulighet for skjulte avvik som ikke oppdages og bruk av tilstandsgraden TGIU. Det vil som regel være kompetente aktører som utfører tilstandsanalysen og dermed har kompetanse angående hvilke deler av bygningen som bør registreres. Usikkerheten vil derfor reduseres, men det er viktig å registrere at ved å gjennomføre en tilstandsanalyse ikke oppnås en garanti for tilstanden på hele bygningen. Det kan være komponenter som ikke blir sjekket og som inneholder alvorlige feil. For eksempel på grunn av feil utførelse eller uforventet høy påkjenning.

Innhenting av grunnlagsinformasjon i form av tegninger og informasjon kan være med på å bestemme metode for tilstandsanalysen. Tilstrekkelig bakgrunnsinformasjon vil gi tilstrekkelig informasjon om når bygget er bygget, når det er utført utskiftninger og hva som er skiftet ut. Med bakgrunn i dette er det mulig å gjennomføre registreringer som går på typiske feil som har oppstått i denne tida og detaljer som da ble brukt, som det i ettertid har vist seg å være svake løsninger og utsatte punkter i fasaden. For eksempel vil stål som er benyttet før 1995 ikke være garantert rustfritt og det vil dermed være fordelaktig å sjekke innfestningene for korrosjon. En plan for gjennomføringen bør derfor være en dynamisk prosess der planen for gjennomføringen påvirkes noe av hva som finnes i grunnlagsinformasjonen. Det bør derimot understrekes at forfatterne mener det bør gjøres en generell tilstandsanalyse, at det ikke kun ses på de typiske feilene. Det skjer forenklinger i byggeprosessen for at aktørene skal spare penger. Dette kan medføre alvorlige feil som ikke er tidstypiske fra da bygget er bygget, da det kan ha blitt brukt en del *Reodor Felgen-løsninger* som kan være vanskelig å tilsi levetid på for å oppdage feilene.

I tillegg til tilstanden på innfestningene må også innfestningene lokaliseres. Dette er heller ikke så enkelt når innfestningene er skjulte. Det er mulig å lokalisere de ved en visuell kontroll, gjennomgang av tegninger og standarder, montasjeanvisninger, metalldetektorer og termografering. Å lokalisere dette visuelt gjelder for eksempel platefasader med synlige skruer eller glassfasader. Det er derimot mange fasader der innfestningene er helt skjult. Det er mulig å lokalisere innfestningene med utgangspunkt i standarder, montasjeanvisninger og tegninger. Med utgangspunkt i resultatene fra intervjuene påpekes det at det gjøres mange forenklinger og at det er mye manglende informasjon.

Metalldetektorene kan benyttes i tilfeller hvor fasadene selv ikke er i metall og det er mulig å registrere innfestningene. Dette er typisk for eldre teglforblendinger. Metalldetektoren reagerer ikke så bra på rustfritt materiale, mens eldre teglforblendinger er bygget med forankringer i stål som ikke er rustbehandlet.

Ved bruk av termografering kan man også avdekke hvor innfestningene er lokalisert. Forfatterne anbefaler denne metoden hvis det uansett skal benyttes termografering for selve tilstandsregistreringen. Metoden er forholdsvis dyr, men gir ved optimale forhold god informasjon og kan avdekke hvor innfestningene er. Skal det ikke benyttes termografering til tilstandsregistreringen anbefales det å stole på tegninger, standarder og montasjeanvisninger.

5.6.3 DETALJERINGSNIVÅ

En vurdering av hvilket nivå tilstandsanalysen skal gjennomføres på avhenger som sagt av hva den skal benyttes til. Det er valgt å benytte NS 3424 (2012) sin inndeling av nivåene, da det kun er et av intervjuobjektene som benytter seg av en annen inndeling. Den inndelingen som skiller seg ut har i tillegg en utvidet visuell kontroll som får et eget detaljeringsnivå, nivå 1+. Hos de andre intervjuobjektene tillegges denne visuelle kontrollen med lift eller stillas nivå 2. Dette er noe forfatterne er mer enige i da det er en mer ryddig inndeling og er lik inndelingen som benyttes ved gjennomføring av tilstandsanalyser på andre bygningsdeler.

5.6.3.1 NIVÅ 1

En analyse på nivå 1 skal gi en vurdering av tilstanden på et grovt overordnet nivå. Det som er vanligst, er at dette nivået består av en visuell kontroll. Det er stor enighet om at en visuell kontroll gir et godt inntrykk av bygningen og kan brukes for å danne en oversikt over bygningen og bygningsmassen. Det er flere alvorlige avvik som kan avdekkes og dermed også lukkes, samtidig som det også er en del farlige avvik som ikke avdekkes. En type registrering som ikke er nevnt i intervjuene, men i teorien, er bruk av fuktmåler. Ettersom flere av intervjuobjektene har fortalt at manglende drenering og oppsamling av fukt ofte vil oppdages på innsiden av veggen, før det vil føre til korrosjon og skader på innfestningene, mener forfatterne at det vil være mulighet å benytte seg av en fuktmåler innvendig for å registrere om det er høyt fuktinnhold i veggen og da spesielt rundt utsatte detaljer som under balkonger, ved etasjeskilleren og rundt vinduer. Avdekkes fuktproblemene raskt vil dette kunne være med å redusere faren for mugg- og råteskader.

Mugg og råte kommer ofte sammen med dårlig lufting av veggen. For å sjekke dette foreslo noen av intervjuobjektene at det er mulig å benytte røyk som puttes inn i luftespaltene i bunnen for så å se om det kommer ut i toppen. Dette er en enkel metode hvis man benytter røykcampuller. Tilsettes

røyken farge vil det bli enda enklere å observere hvor røyken beveger seg. Metoden kan avdekke om noe av det mest kritiske med fasaden er i orden. Forfatterne har lite kunnskap med metoden og har ikke sett det blitt prøvd ut. Metoden ble derimot nevnt av to uavhengige kilder med lang erfaring med byggskader og tilstandsanalyser. Forfatterne mener det ut ifra beskrivelsen er en enkel metode som kan avdekke viktige forhold i veggen. Det er også mulig å avdekke utettheter i konstruksjonen med metoden. I tillegg kan utstyr som vater, risslupe, gummiklubbe og utstyr for måling av overdekning være til god hjelp. Både til å sikre at veggen er rett, om den utsettes for store setningspåkjenninger, at noe ikke er løst og at det er tilstrekkelig med betongoverdekning så armeringsjern ikke korroderer. Dette er også enkle metoder og enkelt utstyr å bruke som forfatterne mener bør benyttes som supplement ved en registrering på nivå 1.

5.6.3.2 NIVÅ 2

En analyse av nivå 2 skal være mer detaljert enn en analyse på nivå 1 og inneholder mer detaljerte registreringer og en gjennomgang av tegninger og beskrivelser. Gjennomgang av tegninger og beskrivelser er noe forfatterne under intervjuene fikk inntrykk av at ble gjort som en forberedelse før det ble gjennomgått noen registreringer. Gjennomgangen av tegningene på dette nivået vil være av en mer spesiell art. Man ønsker å se etter utfordringene og eventuelle avvik rundt bygningsdelene det er knyttet usikkerhet til. For å avdekke dette er det selvfølgelig en forutsetning at tegningene stemmer overens med hva som faktisk er bygget. I mange tilfeller er det også vanskelig å oppdrive tegninger fra bygningen ble bygget og tegninger over eventuelle ombygginger. Det anbefales å gjennomføre en tegningsgransking dersom det er tegninger tilgjengelig. Det er ikke en metode som kan bekrefte eller avkrefte om det er skade i veggen, men kan bidra til økt forståelse av hvordan bygningen er bygd opp, hvilke detaljer som kan være svake og årsaken til avvik.

Etter hva som ble avdekket i intervjurundene vil en registrering på nivå 2 bestå av en utvidet visuell kontroll, bruk av sugekopp, fiberoptisk kamera, termografering og påføring av vertikale og horisontale laster for å sjekke om fasadene og innfestningen tåler påkjenningen fra dimensjonerende laster. Dette stemmer overens med utstyret og beskrivelsen av hva en analyse på detaljeringsnivå 2 skal inneholde som er nevnt i kapittel 3.6. Disse registreringene og testene vil kreve mer arbeid og ressurser enn de som er nevnt under registrering på nivå 1. De vil også kunne gi et sikrere svar på hvordan tilstanden på innfestningene er. Selv om de er mer resurskrevende og i noen tilfeller krever at det tas små hull i fasadene, er de mye mindre krevende enn en destruktiv metode. Dagens teknologi fører også til at det vil være mulig å avdekke mange feil og svakheter. De vil derimot ikke kunne gi et sikkert svar på hvordan tilstanden er. Er det ikke oppdaget noe feil etter registreringer på nivå 2 mener forfatterne at fasadeinnfestningene som regel vil være i god stand.

Den utvidede visuelle kontrollen består av å gjennomføre en visuell kontroll, men har muligheter for å benytte seg av en lift eller stillas for å komme nærmere fasaden i høyden for å se etter ujevnheter og lignende. Ved å få en oversikt over fasaden i høyden vil man ha mulighet til å avdekke samme problemer som fra bakken, men på andre deler av bygningen der innfestningen kan ha blitt utsatt for andre påkjenninger. Konsekvensene av at noe på fasaden løsner fra større høyde er som regel mye større enn om en plate på bakkeplan løsner. Er det mistanker om avvik i fasadeinnfestningene vil det være en fin metode å bruke for å se nærmere på problemet.

Bruk av sugekopp og lastpåkjenninger er metoder som benyttes for å sjekke om fasaden sitter fast og tåler de lastene den er dimensjonert for. Forfatterne mener at dette er viktig å sjekke for å unngå at fasadeplatene faller ned. Registrering ved hjelp av sugekopper vil ikke være en kvantitativ og sikker metode, men vil gi et inntrykk av om noe er løst og har lett for å falle ned. For å kunne teste innfestningene mot de dimensjonerende kreftene de er utsatt for må det benyttes mer omfattende tester hvor innfestningene påføres horisontal og vertikal vektor.

Med dagens teknologi kan veldig mange avvik avdekkes. Både termografering og bruk av fiberoptisk kamera kan ved riktig bruk avdekke veldig mange avvik det tidligere måtte brukes destruktive metoder for å avdekke. Ved bruk av fiberoptisk kamera kan både korrosjon, brudd og manglende innfestning avklares. Det er derimot avhengig av at det er en luftet kledning, at det er mulig å få inn kameraet og at det er tilstrekkelig med plass så det er mulig å se noe og bevege kameraet. Dette vil det som regel være med denne type fasade det er diskutert om i denne avhandlingen. Unntaket er glass hvor det er benyttet aluminiumsrammer som bæresystem. I de luftede kledningene vil det være mulighet for å få inn kameraet i luftspaltene og det vil være tilstrekkelig med plass til kameraet i det luftede hulrommet bak fasaden. Vi ser i resultatdelen at det derimot er varierende erfaringer med denne type undersøkelser. Med utgangspunkt i teorien der det blir nevnt at dette er en metode som benyttes til undersøkelser av organer på innsiden av menneskekroppen, mener forfatterne at hulrommet bak en luftet fasade bør være tilstrekkelig stort til å få gode bilder. Grunnen til de varierende erfaringene, kan komme av manglende kompetanse og erfaring i byggebransjen. Det er også en mulighet at det har vært benyttet varierende kvalitet på kameraene på grunn av kostnaden knyttet til det. Forfatterne mener det er et bra hjelpemiddel som i større grad bør tas i bruk ved undersøkelse av innfestninger og andre skjulte detaljer. Skulle det være vanskelig å komme til, er det mulig å lage et lite hull i fasaden som kameraet kan føres inn gjennom. Dette vil sannsynligvis føre til mindre inngrep enn ved å demontere en hel plate eller fjerne murstein.

Bruk av termografering i sammenheng med tilstandsanalyser er et nyttig verktøy som kan avdekke flere avvik og svakheter på grunn av materialers forskjellige egenskaper når det kommer til

varmelagring og evne til å lagre vann. Derimot er forskjellen i temperaturen på grunn av svakheter i innfestningene forholdsvis små og kan være vanskelig å oppdage. For å tydeliggjøre temperaturdifferansene er det en mulighet å fremprovosere og tydeliggjøre differansene ved å sette bygningen under undertrykk, vanne fasaden eller sette opp temperaturen inne i bygningen.

På grunn av de små temperaturdifferansene må de som utfører termograferingen være veldig observante og være klar over hva de ser etter. Forholdene som termograferingen gjennomføres i bør dokumenteres for at registreringen skal være etterprøvable og eventuelle feilkilder kan analyseres i ettertid. Ved å kommentere hvilke feilkilder det er vil det være mulig å avdekke hvilke avvik som kan være skjult. Det kan derimot være vanskelig å oppdage feil hvis det er feil over hele fasaden og fasaden kan ha vært utsatt for forskjellige påvirkninger både i form av sol, regn og vind. Termografering er en måte å undersøke skjulte detaljer uten å benytte seg av destruktive metoder. Det vil som de andre ikke-destruktive metodene ikke gi et helt sikkert svar på tilstanden til innfestningene, men veldig god indikasjon om det er store avvik. Ved bruk av termografering er det også muligheter for å lokalisere innfestningene, da disse er i metall som leder varme og blir en liten kuldebro. Forfatterne mener at det først og fremst er en metode som kan benyttes for å avdekke fukt i lektene som fasadene er festet til. Dette gir en temperaturdifferanse det er forholdsvis enkelt å avdekke. Ved gode forhold vil det også være mulig å avdekke korrosjon på innfestningene, men dette avhenger av at ansvarlig for utførelsen gjør et nøye arbeid og vet hva han eller hun ser etter. Når innfestningene skal undersøkes for korrosjon er man veldig avhengig av perfekte forhold på grunn av de små temperaturdifferansene dette medfører. Det vil derfor være store muligheter for at dette kan bli oversett. Derfor bør ikke termografering brukes som et verktøy for å avdekke muligheten for korrosjon, men heller påvise det om det blir oppdaget.

På grunn av avhengigheten termograferingen er av riktige værforhold, kan det føre til vanskeligheter rundt planleggingen av selve gjennomføringen. Er forholdene riktige er det muligheter for å avdekke både om det er tilstrekkelig lufting, fuktproblemer og korrosjon i konstruksjonen. Luftingen i veggen blir også sjekket med røykappuller på nivå 1 av registreringen. Forfatterne mener registreringen på nivå 1 med røyk er noe mer pålitelig enn ved termografering, da temperaturdifferansen mellom nederste del av veggen og øverste del også kan komme av forskjellige temperaturer i rommene inne i bygningen. Temperaturen kan også påvirkes av kuldebroer som leder varme ut i konstruksjonen. Forfatterne mener derimot at bruk av termografering kan bekrefte om det er god lufting, og skulle det være uvanlige temperaturdifferanser over fasade kan det være en indikasjon på at noe er galt.

Det som er mest relevant for registreringen på dette nivået vil være muligheten til å registrere fukt og råte i lektene som innfestningene er festet til. Fuktige materialer har en helt annen evne til å lagre

varme enn det tørre materialer har, og en differanse i temperaturen vil derfor være mulig å se. Er lekten utsatt for råte og soppangrep, vil den tiltrekke seg fukt og lagre fukten lengre enn friske materialer. Er det noen lekter som er friske og tørre, så vil det tydelig vises hvis noen lekter er råtne. Termografering viser seg å være en fin måte å bekrefte eller avkrefte dette problemet inne i fasaden.

5.6.3.3 NIVÅ 3

For å være sikker på hvordan tilstanden på innfestningene er må det gjennomføres en registrering på nivå 3. Dette stemmer overens med både det som blir presentert i kapittel 3.6 og hva som ble presisert i intervjuene. I standarden NS 3424 (2012) er en registrering på nivå 3 beskrevet som en registrering av spesiell art og tar for seg spesielle problemstillinger eller når det er avdekket fare for store avvik på registrering på nivå 1 og 2. Denne type registreringer vil ikke gjennomføres på hele bygningen, men på deler av den. Metodene som her vil være aktuelle er destruktive metoder eller demontering. Dette er forholdsvis dyre undersøkelser og bør kun brukes hvis det er fare for store og alvorlige avvik. Det anbefales at demonteringen blir gjort fra utsiden da dette innebærer kun å fjerne klimaskjermen og ikke lage hull i alle de innvendige delene av veggen. Ved å gjøre det fra utsiden mener forfatterne at det er mindre sannsynlighet for skade i membranene i veggen og mindre fare for at deler av veggen må skiftes enn ved å gjøre det fra innsiden. Fremgangsmetoden vil variere noe fra hvilken påhengsfasade det er og innfestningen som er benyttet. De forskjellige metodene står beskrevet i kapittel 4.7.

5.6.4 UTSTYR

Utstyrslisten som er vist i Tabell 3.6-2 er en oversikt over utstyr som trengs for å gjennomføre registrering på hele bygningen. Den inneholder alt forfatterne mener er nødvendig for å gjennomføre en tilstrekkelig tilstandsanalyse på alle nivåer, men ønsker å tilføye røykappuller under tilstandsanalyse på nivå 1, da dette er et utstyr forfatterne mener enkelt gir et godt inntrykk av luftingen i veggen. I tillegg ønsker forfatterne å legge til utstyr for å gjennomføre horisontale og vertikale vektprøver samt sugekopp til registreringer på nivå 2. Oppdatert liste over anbefalt utstyr er vist i Tabell 5.6-1.

TABELL 5.6-1 ANBEFALT UTSTYR FOR GJENNOMFØRING AV TILSTANDSREGISTRERING

Nivå	Tilstandsregistrering	Utstyr
Nivå 1	Generelt	-Målebånd -Meterstokk -Syl -Hammer -Lommelykt -Kamera -Blitz -Film -Skrivesaker -Vater -Pose for prøver
	Oppmåling	-Målebånd -Teleskopisk målestav -Enkel elektronisk avstandsmåler
	Bærekonstruksjon	-Enkelt borutstyr -Meisel -Risslupe -Overdekningsmåler -Gipspulver -Fenolftalinoppløsning -Røykampuller
	Lydforhold	-Enkel dBA-måler
	Temperatur og fukt	-Enkel fuktmåler
Nivå 2	Oppmåling	-Nivelleringsutstyr
	Bærekonstruksjon	-Kjernebor -Måleur -Kloridmåleutstyr -Slaghammer/gummiklubb -Videokamera -Fiberoptisk utstyr -Metalldetektor -Utstyr for lastpåkjenning

		-Sugekopp -Tegninger
	Lyd	-Trinn- og luftlydsutstyr
	Temperatur og fukt	-Termografi -Varmestrømmåler
	Lys	-Lysstyrkemåler
	Tetthet og ventilasjon	-Termografi -Tetthetsmåling -Mengdemåling -CO ₂ -måler
	Antikvarisk registrering	-Plastelina -Skyvelær -Profilm
Nivå 3		-Spesialutstyr for uttak til laboratorier -Utstyr for destruktiv innsats -Utstyr for antikvarisk kartlegging

5.6.5 TILSTANDSGRAD OG TILTAK FOR Å LUKKE AVVIK

Bruken av de forskjellige tilstandsgradene ble det ikke fokusert på i intervjurunden da det var mer interessant å se på hvordan tilstandsregistreringen skal gjennomføres. Grunnen til dette var at det er hvordan tilstandsregistreringen blir gjennomført som skiller innfestningene til påhengsfasadene fra andre synlige komponenter. Hvordan bruke og bestemme tilstandsgraden har tilsvarende lik fremgangsmetode som resten av bygningen og tar utgangspunkt i beskrivelsene i standarden Tabell 3.6-1. Forfatterne mener at denne inndelingen av tilstandsgrader er bra, da det ikke er mulig å velge en tilstandsgrad som bare er ok, men at det må tas stilling til om den er bra eller dårlig. Dette krever da litt mer av de som setter tilstandsgraden og gir eier av bygningen et bedre inntrykk av innfestningenes tilstand.

Bruken av TGIU vil etter hva forfatterne mener være nyttig for å vise hvilke detaljer som ikke er undersøkt skikkelig og belager seg på symptomer på nærliggende konstruksjoner. Det er derimot ønskelig å redusere andelen og bruken av TGIU da det gir sikrere estimater av gjenværende levetid å sjekke komponenten direkte. Grunnet problemer med å fastslå tilstandsgraden direkte på innfestningene av fasaden, vil det sannsynligvis bli gitt en tilstandsgrad TGIU. Ved bruk av TGIU må det tas utgangspunkt i symptomer på nærliggende detaljer og eventuelt dokumentasjon av utførelsen på bygningsdelen. For å redusere dette må det foreslås mer detaljert registrering. Å ta

tilstandsanalyser på innfestningene vil sannsynligvis gi TGIU, så langt det ikke gjennomføres destruktive metoder. Registreringer på detaljningsnivå 1 og 2 vil i mange tilfeller redusere usikkerheten til estimeringene og antagelsene. Dette fører til at det er en mulighet for å få gode vurderinger av tilstanden uten bruk av ikke-destruktive metoder.

6 KONKLUSJON

I innledningen beskrev forfatterne formålet med oppgaven samt fire mål. For å oppnå dette ble det etablert syv forskningsspørsmål. Forfatterne har gjennomgått et litteraturstudium som er bakgrunnen for teoridelen, en intervjurunde som er sammenfattet i resultatdelen og en drøfting av resultat opp mot teori, for å finne svar på spørsmålene og oppnå formålet og målene med oppgaven.

6.1 UTVIKLING

Det typiske byggeriet har hatt stor utvikling fra starten av 1900-tallet og frem til i dag. Rundt år 1900 og frem til 1930 var det midtveggen og ytterveggene som var bærende. Etter 1930 og frem mot 1945 ble det testet ut løsninger der det var bærende tverrvegger og gavler. Dette ble mer og mer vanlig og etter 2. verdenskrig ble dette mye brukt i oppbyggingen av landet. Ytterveggen var ikke lengre bærende. Dette medførte at det ble større tilpasningsdyktighet, fritt bruk av vinduer og fasade. Den nye metoden å bygge på gjorde det også lettere å bygge i høyden på grunn av de lette fasadene det nå var mulig å benytte.

Noe av grunnen til at dette er mulig er utviklingen av bygningsmaterialer. Fra 1900 og frem til i dag har det økt fra 50 til over 60 000 ulike materialer. Denne utviklingen har ført til at vi i dag kan benytte oss av armert betong og rustfritt stål i bærekonstruksjonene. Betongen som blir benyttet i dag er ofte en kombinasjon av plasstøpt og prefabrikkert betong, som fører til en effektiv byggeprosess. Stålskjelettene og hulldekkene er som regel også prefabrikkert og skal kun monteres og festes på byggeplassen. Det er for det meste brukt bærende tverrvegger eller søyler av stål og betong. Denne måten å bygge på gir et fritt valg av ikke-bærende fasader.

6.2 INNFESTNINGSMETODER

De ulike typer innfestninger som finnes for de forskjellige påhengsfasadene ble fremstilt i resultatdelen og er vist Tabell 6.2-1.

TABELL 6.2-1 ULIKE INNFESTNINGER FOR DE FORSKJELLIGE PÅHENGSPASADENE

Fasademateriale	Innfestning
Naturstein	<ul style="list-style-type: none"> - Hattebraketter og knekkebraketter som festes med dybler - Skinnesystemer - Patentert profilsystem - Syrefaste/rustfrie anker som er gysset fast i betongen, festet i underkant og overkant av steinen
Glass	<ul style="list-style-type: none"> - Aluminiumsrammer - Løsninger der platene limes på
Tegl	<ul style="list-style-type: none"> - Bindere som fester teglveggen til hovedbæresystemet
Plater	<ul style="list-style-type: none"> - Skjulte innfestningsmekanismer skrudd inn i bæresystemet hvor fasadeplatene festes til innfestningssystemet - Synlige, syrefaste skruer på vertikale lekter i enten stål eller trykkimpregnert tre

Det brukes forskjellige metoder for innfestninger tilpasset de forskjellige typene fasader og prosjekter. Påhengsfasaden med dens innfestning, bør tilpasses prosjektet i en tidlig fase slik at produktet blir best mulig. Den må dimensjoneres for de laster og påvirkninger de blir utsatt for.

6.3 SKADER VED PÅHENGSPASADER

Hovedskadene på innfestningene er korrosjon og manglende bindere som kan føre til at tegl kan falle ned. Natursteinsfasader og tegl kan utsettes for frostsprengning og det dannes sprekker. Natursteinsfasader kan også dellamineres på grunn av dette. Den største utfordringen med glass er at det gis for lite plass til at innfestningene og glasset kan bevege seg. Dette fører til økte spenninger i glasset, som vil knuse. Med innfestningene til platefasadene er knyttet lite problemer med annet enn korrosjon på eldre skruer og utpumping av spikre. Bortsett fra binderne til tegl er det som regel lite galt med selve innfestningen. Tidligere var ikke skruene laget av rustfrie materialer. Dette kan føre til et problem dersom disse ikke er byttet ut. Andre avvik på innfestningen er at den er montert feil, med feil antall bindere på teglfasader eller feil plassering av innfestningssystemer på platefasaden og natursteinsfasaden. Materialet som innfestningene er festet til i hovedbærekonstruksjonen, er også utsatt for nedbrytningsmekanismer. Mange av innfestningene er festet i organiske materialer i bakenforliggende vegg. Disse utsettes for fukt og hvis fukten ikke blir drenert ut og luftet kan materialene råtne og innfestningen miste heften.

6.4 SKADEÅRSAKER OG ANSVAR

De vanligste skadeårsakene for påhengsfasader er dårlig prosjektering og dårlig utførelse som fører til byggefeil, dårlig vedlikehold og mekaniske, kjemiske og biologiske påvirkninger fra ytre miljø. I følge skadene som forfatterne har kommet frem til er de alvorligste skadene forbundet med dårlig prosjektering og utførelse. Dette i kombinasjon med påvirkninger fra det ytre miljø, kan medføre både frostsprengning, korrosjon og råte.

De som er ansvarlig for skadene er leverandører, entreprenører og montører, samt prosjekterende og brukere av bygget. Hvem som vil stå ansvarlig hvis en skade skulle opptre på en påhengsfasade vil variere fra situasjon til situasjon. Hvor lang tid det er igjen av garantitiden til fasaden, om monteringsanvisningen er fulgt eller ikke og om eier har fulgt FDV-dokumentasjonen, er faktorer som spiller inn når ansvaret skal bestemmes i en gitt situasjon.

6.5 FDV-DOKUMENTASJON

I dag består FDV-dokumentasjonen først og fremst av produktdatablader og anbefalinger av vedlikeholdet på de synlige flatene. Det er derimot ytret et ønske og behov for mer utfyllende informasjon som tar for seg mer nøyaktige levetidsestimater, lokalisering av innfestningene og hvilke symptomer som indikerer skader ved en visuell kontroll. Dette vil medføre at det vil bli enklere å gjennomføre tilstandsanalyser og ombygginger samt vedlikeholde og drifte bygningen. Angående økt informasjon om vedlikeholdet av de skjulte detaljene anses det ikke behov for mer omfattende informasjon. Innfestningene skal være vedlikeholdsfrie og ha en lengre levetid enn de synlige overflatene. Det anbefales derimot at det gis en anbefaling der det presiseres at det bør opprettholdes tilstrekkelig lufting og drenering bak fasaden ved jevnlig vedlikehold av lufte- og dreneringsspaltene.

Det anbefales at det i fremtiden utarbeides mer konkretiserte lover og forskrifter som setter høyere krav til FDV-dokumentasjonen så det ikke lages rom for forenklinger. Det bør også fremstilles en mal for anbefalt oppbygging av dokumentet. På denne måten kan det utarbeides et oppsett som gjør FDV-dokumentasjonen enklere å finne frem i. Det bør skilles mellom produktdatabladene, tegningen og en egen bruksanvisning for bygget.

6.6 TILSTANDSANALYSE

For å få et tilstrekkelig inntrykk av fasadens innfestninger er det utarbeidet en metode som forfatterne anbefaler for gjennomføring av tilstandsanalyser. Metoden legger vekt på at gjennomføring av tilstandsanalysen skal avdekke feil og mangler på de skjulte detaljene. For hele

tilstandsanalysen anbefales det at det tas utgangspunkt i NS 3424 Tilstandsanalyse av byggverk. Gjennomføringsmetoden i standarden sørger for at formålet med tilstandsanalysen tidlig blir avklart og gir en oversiktlig fremgangsmetode for utførelsen. Bruk av standarden gjør resultatene mer sammenlignbare med andre tilstandsanalyser. Det er viktig at analysen gjennomføres av kompetente fagfolk som vet hvordan de ser etter avvik og hvordan avvikene kan lukkes.

For å ha muligheter for å gjøre mer detaljerte undersøkelser er man avhengig av å vite hvor innfestningene er. Valget av metode for lokalisering av innfestningene varierer med hvilken type fasade det er og hvilke innfestningsdetaljer som er benyttet. Både metoder som termografering, bruk av metalldetektor og beskrivelser kan benyttes til denne lokaliseringen.

Selve tilstandsregistreringen anbefales å gjennomføres som vist i Tabell 6.6-1. Tabellen viser hvilke metoder forfatterne anbefaler gjennomført under hvert nivå. For hver enkelt bygning vil behovet for informasjon variere og dermed også hvilke registreringsmetoder som bør benyttes. Behovet varierer med hva tilstandsanalysen skal benyttes til, når bygningen er bygget og hvilke avvik det er ønskelig å avdekke. Tabell 6.6-1 viser også en oversikt over nødvendig utstyr for tilstandsregistrering av innfestningene til en påhengsfasade.

TABELL 6.6-1 ANBEFALT TILSTANDSREGISTRERING

Nivå	Utstyr	Metode	Formål
Nivå 1	-Målebånd -Meterstokk -Syl -Hammer -Lommelykt -Kamera -Blitz -Film -Skridesaker -Vater -Pose for prøver -Målebånd -Teleskopisk målestav -Enkel elektronisk avstandsmåler -Meisel -Risslupe -Overdekningsmåler -Røykappuller -Enkel fuktmåler	Visuell kontroll	For å få en vurdering på et grovt overordnet nivå og avdekke synlige avvik på skadet innfestning. Symptomer som kan avdekkes er sprekker på grunn av setninger og frostsprengning, utbuling og andre uregelmessigheter, rustvann fra innfestningene som tegn på korrosjon, fuktinntrengning på innsiden av veggen, uttørkede pakninger, fuktinntrengning i glassfasadene samt nærkontakt mellom glass og andre materialer.
		Røykappuller	Avdekke om det er tilstrekkelig lufting bak fasaden.
		Fuktmåler	Bruk av fuktmålere på innvendige vegger for å avdekke problemer knyttet til dårlig drenering.

Nivå 2	<ul style="list-style-type: none"> -Nivelleringsutstyr -Slaghammer/gummiklubb -Videokamera -Fiberoptisk utstyr -Metalldetektor -Utstyr for lastpåkjenning -Sugekopp -Termografi -Varmestrømmåler -Plastelina -Skyvelær -Profil -Spesialutstyr for uttak til laboratorier 	Visuell kontroll i lift/stillas	Vil avdekke samme symptomer som en visuell kontroll under nivå 1, men også muligheter for å undersøke større deler av veggen noe nærmere.
		Tegningsgranskning	Avdekke svakheter og avvik der det er knyttet usikkerhet til tilstanden etter registreringen på nivå 1.
		Vertikale og horisontal lastpåkjenning	Teste om fasaden tåler de påkjenningene den er utsatt for.
		Sugekopp	Teste om fasadeplatene sitter fast.
		Endoskop	For å danne et bilde av innfestningen som kan avdekke tilstanden dens. Korrosjon, brudd og manglende innfestning.
		Termografering	Ved å analysere varmemønstre og temperaturdifferanser og dermed avsløre symptomer på avvik. Avvik som kan oppdages er fukt. Metoden kan også benyttes for å bekrefte om det er tilstrekkelig lufting i konstruksjonen og korrosjon på innfestningene. Det er også mulig å lokalisere innfestningene.
Nivå 3	<ul style="list-style-type: none"> -Utstyr for destruktiv innsats -Utstyr for antikvarisk kartlegging 	Destruktive metoder fra utsiden	Avdekke sikker tilstand av innfestningene

7 VIDERE ARBEID

Tematikken rundt påhengsfasader er meget spennende. Det er flere aktører som både jobber med påhengsfasader som et fokusområde og andre som ble mer bevisst under selve intervjuet hvor viktig disse detaljene er.

Forfatterne mener at besvarelsen gir et veldig fint inntrykk av hovedutfordringene rundt påhengsfasadene og hvordan en generell tilstandsanalyse bør gjennomføres. I de forskjellige delene som oppgaven består av kan det gås mye mer i dybden. Først og fremst er det mulig å gjennomføre intervjuene med enda flere intervjuobjekter. Det kan også gjennomføres flere intervjuer med aktører som takseringsfirmaer og lignende som ser veldig mange skader og som daglig bruker utstyr for å avdekke skadeomfang. Forfatterne skulle også gjerne sett flere intervjuer med rene montasjeentreprenører og rådgivere som kun sitter med dimensjoneringen samt flere arkitekter.

Det ville også vært interessant å undersøke de forskjellige fasadene nærmere hver for seg og fremstille de forskjellige metodene de kan demonteres på. Dette kan brukes som et verktøy ved tilstandsanalyser på nivå 3 og som en anbefaling til leverandører på hvilke metoder som er foretrukket av brukerne.

Gjennomgangen av case i oppgaven er noe tynn. Det vil derfor være spennende å se på case mer dyptgående. Ved å gjøre dette vil det kunne gi en bredere forståelse av casen. Flere av aktører kan få fortalt sin side av saken og det kan oppnås en bredere forståelse av kompleksiteten i mange av disse casene. Nøye gjennomgang av en gammel bygning hvor fasadene må byttes ut på grunn av alderdom er kanskje ikke så relevant. Disse casene kan derimot benyttes som case hvor det gjennomføres tilstandsanalyser og de anbefalte tilstandsanalysemetodene kan testes og metodene forbedres.

Et samarbeid med SINTEF vil også være en nyttig videreformidling av denne oppgaven da det vil være større mulighet for å tallfeste skadeomfanget mer nøyaktig knyttet opp mot skader på innfestninger. Ved utarbeidelse av en slik statistikk vil det også være mulighet for å få et enda tydeligere inntrykk av hvem det er som er ansvarlig for de forskjellige skadetyperne og om den generelle skadestatistikken er lik skadestatistikken for påhengsfasader.

Et tema som ikke ble videre diskutert i denne oppgaven er hvordan bruke tilstandsgradene og hvordan den resterende levetiden blir regnet ut med tilhørende risiko og feilkilder. For fastsetting av tilstandsgradene vil det være muligheter for å utarbeide en mal med symptomer på avvik på de forskjellige påhengsfasadene som kan benyttes. Levetidsestimeringen kan gjennomføres ved å utsette de forskjellige løsningene for forskjellige klima i et laboratorium for å teste hvilke nedbrytningsfaktorer som er mest avgjørende.

På grunn av klimaendringer og hvor mye dette har å si for nedbrytningen av innfestningene til påhengsfasadene, vil det være spennende å se på om det er stor sammenheng mellom hvilke skader som oppstår og hvor i landet de har oppstått. Både for å kunne forutse hvilke skader og avvik man må se etter, og hvordan de predikerte klimaendringene vil føre til nedbrytning på bygninger som i dag ikke står i et hardt klima.

REFERANSELISTE

- Alnæs, L. (2004). *542.302 Del 1: Naturstein i fasader, Luftet kledning*. Henta frå SINTEF Byggforsk: <http://bks.byggforsk.no/>
- Birkeland, Ø. (1960). *Ikke-bærende yttervegger -Håndbok 11*. Oslo: Norges Byggforskningsinstitutt.
- Bjørberg, S. (2007). "Veien til riktig utførte bygg" RUB [Lysarkpresentasjon]. *TBA4170 Ombygging, renovering og forvaltning*. Trondheim: Institutt for bygg, anlegg og transport, NTNU.
- Bjørberg, S. (2012a). NS 3424 Tilstandsanalyse av byggverk [Lysarkpresentasjon]. *TBA4176 Eiendomsutvikling og -forvaltning VK*. Trondheim: Institutt for bygg, anlegg og transport, NTNU.
- Bjørberg, S. (2012b). Riv Skiten [Lysarkpresentasjon]. *TBA4176 Eiendomsutvikling og -forvaltning VK*. Trondheim: Instituttet for bygg, anlegg og transport, NTNU.
- Bjørberg, S. (2013). Building Failures, - Damages . White Paper about Building politic [Lysarkpresentasjon]. *TBA4170 Ombygging, renovering og forvaltning*. Trondheim: Institutt for bygg, anlegg og transport, NTNU.
- Björk, C., Kallestenius, P., & Reppen, L. (2003). *Så byggdes husen 1880-2000*. Stockholm: Formas förlag.
- Bjørneboe, J., & Øyri, S. (1995). *612.011 Stilarter i arkitekturen etter 1945*. Henta frå SINTEF Byggforsk: <http://bks.byggforsk.no/>
- Bohne, R. A., & Hovde, P. J. (2010). Bygnings- og konstruksjonsmaterialer [Lysarkpresentasjon]. *TBA4122 Bygnings- og konstruksjonsmaterialer*. Trondheim: Institutt for bygg, anlegg og transport, NTNU.
- Bohne, R. A., Aalberg, A., Jacobsen, S., & Hovde, P. J. (2010). *Bygnings- og konstruksjonsmaterialer - Del 2*. Trondheim: Norges teknisk-naturvitenskaplige universitet.
- Brandt, J. (2009). *Naturstein i det danske byggeri, Anvisning nr.4-Naturstein, Dimensjonering av facader*. Danmark: Teknologisk institut og Rambøll Danmark A/S.
- Christiansen, H. (1994). *700.305 Tilstandsanalyse som grunnlag for vedlikeholdsplan*. Henta frå SINTEF Byggforsk: <http://bks.byggforsk.no/>
- Edvardsen, K. I. (2008). *770.008 Eldre byggevarer. Varmeisolasjonsprodukter, metallvarer og gass*. Henta frå SINTEF Byggforsk: <http://bks.byggforsk.no/>
- Edvardsen, K. I., & Ramstad, T. (2003). *Trehus -Håndbok 53*. Oslo: Norges byggforskningsinstitutt.
- Eknes, K. *Natursteinsfasade [Foto]*. Oslo.
- Eknes, K. *Natursteinsfasade [Foto]*. NTNU, Trondheim.
- Eknes, K. *Sprekk i stein [Foto]*. NTNU, Trondheim.

- Endoskopi*. (2009, 02 15). Henta frå Store Norske Leksikon, 14. mai 2013:
<http://snl.no/.versions/list/endoskopi>
- Forskrift om tekniske krav til byggverk*. (2010). Henta frå Lovdata: <http://www.lovdata.no/cgi-wift/ldles?doc=/sf/sf/sf-20100326-0489.html>
- Gjeving, S. (2007). *542.201 Utvendig kledning av profilerte plater, paneler og kassetter av metall*. Henta frå SINTEF Byggforsk: <http://bks.byggforsk.no/>
- Gjeving, S., & Thue, J. V. (2002). *Fukt i bygninger*. Oslo: Norges byggforskningsinstitutt.
- Grytten, O. H. (2010, 02 05). *The Economic History of Norway*. Henta frå EH.net: <http://eh.net/encyclopedia/article/grytten.norway> (03.06.2013)
- Haagenrud, S. E. (2004). *700.307 Definisjoner, etablering og bruk av levetidsdata for bygg og bygningsdeler*. Henta frå SINTEF Byggforsk: <http://bks.byggforsk.no/>
- Haavaldsen, T. (2012). Building Information Modelling (BIM) in the building sector [Lysbildepresentasjon]. *TBA4165 Design of complex buildings*. Trondheim: Institutt for bygg, anlegg og transport, NTNU.
- Hovde, P. J. (Udatert a). Climate Exposure and Durability [Lysbildepresentasjon]. *TBA4171 Bygnings- og materialteknikk, videregående kurs*. Trondheim: Institutt for bygg, anlegg og transport, NTNU.
- Hovde, P. J. (Udatert b). Levetid [Lysbildepresentasjon]. *TBA4171 Bygnings- og materialteknikk, videregående kurs*. Trondheim: Institutt for bygg, anlegg og transport, NTNU.
- Hugdalen, B. K., & Gjelsvik, T. (1993). *A 571.951 Bygningsglass*. Henta frå SINTEF Byggforsk: <http://bks.byggforsk.no/>
- Isaksen, T., Dreier, C., Gjelsvik, T., Herje, J. R., Homb, A., Nielsen, A. F., . . . Hallquist, Å. (1990). *Fasader av glass og metall*. Oslo/Trondheim: Norges byggforskningsinstitutt.
- ISO 15686-8. (2008). *Reference service life and service life estimation*. Henta frå Standard Norge: <http://www.standard.no/no/>
- ISO 15686-9. (2008). *Guidance on assessment of service-life data*. Henta frå Standard Norge: <http://www.standard.no/no/>
- Jelle, B. P. (2012a). Evaluation of Building Products by Conductiong Accelerated Climate Ageing in Laboratory [Lysbildepresentasjon]. *TBA4171 Bygnings- og materialteknikk VK*. Trondheim: Insitutt for bygg, anlegg og transport, NTNU.
- Jelle, B. P. (2012b). Glass -History, composition, properties an building applications [Lysbildepresentasjon]. *TBA4171 Bygnings- og materialteknikk VK*. Trondheim: Insitutt for bygg, anlegg og transport, NTNU.
- Johansen, T. S., & Kvande, T. (2001). *573.104 Fugemasser, Egenskaper og materialvalg*. Henta frå SINTEF Byggforsk: <http://bks.byggforsk.no/>

- Johansen, T. S., & Kvande, T. (2002). *520.406 Fugetetting med elastisk fugemasse*. Henta frå SINTEF Byggforsk: <http://bks.byggforsk.no/>
- Krohn, J. C. (2007). *542.502 Utvendig kledning med plane plater*. Henta frå SINTEF Byggforsk: <http://bks.byggforsk.no/>
- Kunnskapsforlaget ANS. (Udatert). Henta frå ordnett.no, 16 mai 2013 fra: <http://ordnett.no/>
- Kvande, T. (2009). *542.301 Del 1: Murt forblending*. Henta frå SINTEF Byggforsk: <http://bks.byggforsk.no/>
- Landrø, H. (2010). Brannteknisk rådgivning og prosjektering [Lysbildepresentasjon]. *TBA4125 BM4 Prosjektering*. Trondheim: Institutt for bygg, anlegg og transport, NTNU.
- Larsen, H. J. (2007). *700.320 Intervaller for vedlikehold og utskifting av bygningsdeler*. Henta frå SINTEF Byggforsk: <http://bks.byggforsk.no/>
- Meld. St. nr.28, (2011-2012). (2012). *Gode bygg for eit betre samfunn*. Henta frå <http://www.regjeringen.no/pages/37918068/PDFS/STM201120120028000DDDPDFS.pdf>
- Mørk, M. I. (2012a). Eldre byggeskikk, stilarter i arkitekturen, bygningsvern [Lysbildepresentasjon]. *TBA41707 Ombygging, reovering og forvaltning*. Trondheim: Institutt for bygg, anlegg og transport, NTNU.
- Mørk, M. I. (2012b). Historisk utvikling i materialbruk og konstruksjoner [Lysbildepresentasjon]. *TBA4170 Ombygging, reovering og forvaltning*. Trondheim: Insitutt for bygg, anlegg og transport, NTNU.
- Mørk, M. I. (2012c). Kort repetisjon om bygningsvern [Lysbildepresentasjon]. *TBA4176 Eiendomsutvikling og -forvaltning VK*. Trondheim: Institutt for bygg, anlegg og transport, NTNU.
- Mørk, M. I., Bjørberg, S., Sæbøe, O. E., & Weisæth, O. (2008). *Ord og uttrykk innen Eiendomsutvikling -Fasilitetsstyring*. NTNU & Norges bygg og eiendomsforening.
- Mørk, M. I., Valen, M. S., & Bjørberg, S. (2012). Introduksjon til TBA 4176 Eiendomsutvikling og -forvaltning [Lysbildepresentasjon]. *TBA4176 Eiendomsutvikling og -forvaltning VK*. Trondheim: Institutt for bygg, anlegg og transport, NTNU.
- Murray, S. (2009). *Contemporary Curtain Wall Architecture*. New York: Princeton Architectural Press.
- Novakovic, V., Hanssen, S. O., Thue, J. V., Wangsteen, I., Gjerstad, F. O., Aschehoug, Ø., . . . Øverli, J. M. (2007). *Enøk i bygninger*. Trondheim: Gyldendal Norsk Forlag AS.
- NS 3424. (2012). *Tilstandsanalyse av byggverk -Innhold og gjennomføring*. Henta frå Standard Norge: <http://www.standard.no/no/>
- NS 8405. (2008). *Norsk bygge- og anleggskontrakt*. Henta frå Standard Norge: <http://www.standard.no/no/>

- NS 8407. (2011). *Alminnelige kontraktbestemmelser for totalentrepriser*. Henta frå Standard Norge: <http://www.standard.no/no/>
- NS-EN 13187. (1998). *Bygningers termiske egenskaper -Kvalitativ metode for å oppdage termiske uregelmessigheter i bygnigners klimaskjerm -Infrarød metode*. Henta frå Standard Norge: <http://www.standard.no/no/>
- NS-EN 13187. (1998). *Bygningers termiske egenskaper -Kvalitativ metode for å oppdage termiske uregelmessigheter i bygnigners klimaskjerm -Infrarød metode*. Henta frå Standard Norge: <http://www.standard.no/no/>
- Olsson, N. (2010). *Praktisk Rapportskrivning*. Institutt for byggekunst, prosjektering og forvaltning, NTNU.
- Plan- og bygningsloven. (2008). *Lov om planlegging og byggesaksbehandling (plan- og bygningsloven)*. Henta frå Lovdata: <http://www.lovdato.no/all/nl-20080627-071.html>
- Risåsen, G. T. (2011). *612.010 Stilarter i arkitekturen fram til etterkrigstiden - hovedtrekk og eksempler*. Henta frå SINTEF Byggforsk: <http://bks.byggforsk.no/>
- Schichtling, E. (2009, 02 13). *Endoskopi*. Henta frå Store Norske Leksikon: <http://sml.snl.no/.versions/list/endoskopi>
- Schüco. (2013). *Mench. Natur. Technik -Innovationen 2013 [Produktbrosjyre]*. Schüco.
- Schüco. (Udatert). *Schüco systemer for energieffektive boliger [Produktbrosjyre]*. Schüco.
- Statistisk sentralbyrå. (2013). *Byggeareal -kvartalvis*. Henta frå Statistisk sentralbyrå, 13. mai 2013: <http://www.ssb.no/bygg-bolig-og-eiendom/statistikker/byggeareal/kvartal/2013-02-15>
- Statistisk sentralbyrå. (Udatert). *Byggeareal*. Henta frå Statistisk sentralbyrå, 5. juni 2013: <https://www.ssb.no/statistikkbanken/selectvarval/Define.asp?subjectcode=&ProductId=&MainTable=BoligLeilig&nvl=&PLanguage=0&nyTmpVar=true&CMSSubjectArea=bygg-bolig-og-eiendom&KortNavnWeb=byggeareal&StatVariant=&checked=true>
- Steni. (2012). *Detaljtegninger, monteringsanvisning*. Henta frå Steni, 4. april 2013 : http://steni.no/resources/pdf/detaljtegninger/MONTERINGSANVISNING_FS100.pdf
- Steni. (2012). *Prosjekter*. Henta frå Steni, 4 april 2013: http://steni.no/prosjekter/skole_og_barnehage/assendelft
- Svardal, S. J. (2005). *Påhengsfasadar -innfestingar og haldbarheit (Masteravhandling, Norges teknisk- naturvitenskapelige universitet)*. Trondheim: Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet.
- Swisspearl Architecture 15. (Udatert). Henta frå J.Reinisch & Co, 5. juni 2013: http://www.reinisch.it/fileadmin/user_upload/pdfs/Swisspearl_Architecture/Swisspearl_Architecture_15.pdf

- Thue, J. V. (2010a). *Husbyggingsteknikk -Bygningsfysisk grunnlag, kapittel 1-3*. Trondheim: Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet.
- Thue, J. V. (2013, april 22). *Påhengsvegg*. Henta frå Store norske leksikon: <http://snl.no/påhengsvegg>
- Tildelingskriterier*. (Utdatert). Henta frå Direktoratet for forvaltning og IKT, 06.06.2013: <http://anskaffelser.no/anskaffelser/fagtema/ulike-krav-i-anskaffelsesprosessen/tildelingskriterier>
- Varvin, S., & Rømo, S. (1996). *Tilstandsvurdering av skallmurer og teglsteinsforblendinger (Masteravhandling Norges teknisk- naturvitenskapelige universitet)*. Trondheim: Norges teknisk- naturvitenskapelige universitet.
- Veiledning om tekniske krav til byggverk*. (2011). Henta frå Direktoratet for byggkvalitet: <http://byggeregler.dibk.no/dxp/content/tekniskekrav/> (13.04.2013)
- Vik, H. (2010). *600.004 Byggforvaltning -begreper og definisjoner*. Henta frå SINTEF Byggforsk: <http://bks.byggforsk.no/>
- Vinduer*. (2013). Henta frå NorDan AS, 2. juni 2013: <http://www.nordan.no/vinduer/#>
- Østby-Deglum, E. (2012). *Prosjekteringsledelse -teoretisk grunnlag*. Trondheim: Kompeneieforlaget, Tapir Akademisk Forlag.

Personlig kommunikasjon:

Svein Bjørberg, rådgiver ansatt hos Multiconsult og professor 2 ved NTNU, forelesning i faget TBA4176 Eiendomsutvikling og –forvaltning VK, 20. september 2012

VEDLEGG

Vedlegg 1: Oppgavetekst.....	1
Vedlegg 2: Intervjuguide.....	5
Vedlegg 3.....	11
Vedlegg 4.....	17
Vedlegg 5.....	23
Vedlegg 6.....	27
Vedlegg 7.....	31
Vedlegg 8.....	34
Vedlegg 9.....	38
Vedlegg 10.....	39
Vedlegg 11.....	45
Vedlegg 12.....	47
Vedlegg 13.....	50
Vedlegg 14.....	53
Vedlegg 15.....	55
Vedlegg 16.....	59
Vedlegg 17.....	62
Vedlegg 18.....	66
Vedlegg 19.....	69
Vedlegg 20.....	71
Vedlegg 21.....	74
Vedlegg 22: Lovverk.....	78

MASTEROPPGAVE

(TBA4930-Eiendomsutvikling og forvaltning, masteroppgave)

VÅREN 2013

for

Ina Irgens Aasheim og Karoline Stagrum Eknes

Påhengsfasader- Hvordan har de det?

Kritiske detaljer vi aldri ser igjen!

BAKGRUNN

Det er i dag vanskelig å inspisere og fastsette tilstandsgrad for innfestningene til påhengsfasader. Innfestningene til påhengsfasader er ofte skjult bak selve fasaden og tilstanden påvirkes blant annet av varierende kvalitet og nedbryting over tid. Før 2. verdenskrig fantes det kun teglsteins- og steinfasader som går under betegnelsen påhengsfasader. Innfestningen til disse er svært variabel og dette har resultert i at både enkeltsteiner og hele fasader har falt ned. I nyere tid har det typiske byggeriet forandret seg og vi har fått flere platefasader i både betong og metall. Det har også vært en økende grad i bruken av glass som fasademateriale. For å unngå at fasadeplater faller ned og medfører skader, er det ønskelig å utarbeide en metode for gjennomføring av tilstandsregistrering på de skjulte innfestningene.

OPPGAVE

Beskrivelse av oppgaven

Oppgaven vil bestå av en litteraturstudie for å kartlegge hvilke innfestninger som brukes på forskjellige typer påhengsfasader, hvordan FDV-dokumentasjonen er og hvordan en tilstandsanalyse gjøres. For å få en bedre forståelse av hvordan ting blir gjort, både når det gjelder montering og tilstandsvurderinger av påhengsfasader, vil det også bli gjennomført en intervjurunde av både leverandører, entreprenører, montører, forvaltningsenheter og rådgivere.

Målsetting og hensikt

- Belyse hvilke problemer som kan oppstå ved påhengsfasadene, innfestningene og det innfestningene er festet til
- Ansvarlige aktører og nedbrytingsfaktorer for skader på påhengsfasader skal belyses
- Finne ut om det finnes et FDV-gap og hva det eventuelt innebærer
- Komme frem til en metodikk for hvordan man kan gjennomføre tilstandsanalyser for å registrere avvik på en påhengsfasade før den faller ned

Deloppgaver og forskningsspørsmål

- Hvordan har det typiske byggeriet utviklet seg fra 1900 og frem til i dag?
- Hvilke påhengsfasader har vi?
- Hvilke typiske innfestningsmetoder er brukt på ulike typer påhengsfasader?
- Hvilke typiske skader er registrert på selve fasaden, innfestningene og festemateriale fra innfestningen til bærekonstruksjonen?
- Hva er de vanligste skadeårsakene og hvem er ansvarlig hvis skader oppstår?
- Er det et gap mellom dagens FDV-dokumentasjon som omhandler påhengsfasader, og hva det egentlig er behov for etter at bygget tas i bruk?
- Hvordan anbefales det å utføre en tilstandsanalyse på påhengsfasader og deres innfestninger?

GENERELT

Oppgaveteksten er ment som en ramme for kandidatens arbeid. Justeringer vil kunne skje underveis, når en ser hvordan arbeidet går. Eventuelle justeringer må skje i samråd med faglærer ved instituttet.

Ved bedømmelsen legges det vekt på grundighet i bearbeidningen og selvstendigheten i vurderinger og konklusjoner, samt at framstillingen er velredigert, klar, entydig og ryddig uten å være unødig voluminøs.

Besvarelsen skal inneholde

- standard rapportforside (automatisk fra DAIM, <http://daim.idi.ntnu.no/>)
- tittelside med ekstrakt og stikkord (mal finnes på siden <http://www.ntnu.no/bat/skjemabank>)
- sammendrag på norsk og engelsk (studenter som skriver sin masteroppgave på et ikke-skandinavisk språk og som ikke behersker et skandinavisk språk, trenger ikke å skrive sammendrag av masteroppgaven på norsk)
- hovedteksten
- oppgaveteksten (denne teksten signert av faglærer) legges ved som Vedlegg 1.

Besvarelsen kan evt. utformes som en vitenskapelig artikkel for internasjonal publisering. Besvarelsen inneholder da de samme punktene som beskrevet over, men der hovedteksten omfatter en vitenskapelig artikkel og en prosessrapport.

Instituttets råd og retningslinjer for rapportskrivning ved prosjektarbeid og masteroppgave befinner seg på <http://www.ntnu.no/bat/studier/oppgaver>.

Hva skal innleveres?

Rutiner knyttet til innlevering av masteroppgaven er nærmere beskrevet på <http://daim.idi.ntnu.no/>. Trykking av masteroppgaven bestilles via DAIM direkte til Skipnes Trykkeri som leverer den trykte oppgaven til instituttkontoret 2-4 dager senere. Instituttet betaler for 3 eksemplarer, hvorav instituttet beholder 2 eksemplarer. Ekstra eksemplarer må bekostes av kandidaten/ ekstern samarbeidspartner.

Ved innlevering av oppgaven skal kandidaten levere en CD med besvarelsen i digital form i pdf- og word-versjon med underliggende materiale (for eksempel datainnsamling) i digital form (f. eks. excel). Videre skal kandidaten levere innleveringsskjemaet (fra DAIM) hvor både Ark-Bibl i SBI og Fellestjenester (Byggsikring) i SB II har signert på skjemaet. Innleveringsskjema med de aktuelle signaturene underskrives av instituttkontoret før skjemaet leveres Fakultetskontoret.

Dokumentasjon som med instituttets støtte er samlet inn under arbeidet med oppgaven skal leveres inn sammen med besvarelsen.

Besvarelsen er etter gjeldende reglement NTNUs eiendom. Eventuell benyttelse av materialet kan bare skje etter godkjenning fra NTNU (og ekstern samarbeidspartner der dette er aktuelt). Instituttet har rett til å bruke resultatene av arbeidet til undervisnings- og forskningsformål som om det var utført av en ansatt. Ved bruk ut over dette, som utgivelse og annen økonomisk utnyttelse, må det inngås særskilt avtale mellom NTNU og kandidaten.

(Evt) Avtaler om ekstern veiledning, gjennomføring utenfor NTNU, økonomisk støtte m.v.
Beskrives her når dette er aktuelt. Se <http://www.ntnu.no/bat/skjemabank> for avtaleskjema.

Helse, miljø og sikkerhet (HMS):

NTNU legger stor vekt på sikkerheten til den enkelte arbeidstaker og student. Den enkeltes sikkerhet skal komme i første rekke og ingen skal ta unødige sjanser for å få gjennomført arbeidet. Studenten skal derfor ved uttak av masteroppgaven få utdelt brosjyren "Helse, miljø og sikkerhet ved feltarbeid m.m. ved NTNU".

Dersom studenten i arbeidet med masteroppgaven skal delta i feltarbeid, tokt, befarings, feltkurs eller ekskursionsjoner, skal studenten sette seg inn i "Retningslinje ved feltarbeid m.m.". Dersom studenten i arbeidet med oppgaven skal delta i laboratorie- eller verkstedarbeid skal studenten sette seg inn i og følge reglene i "Laboratorie- og verkstedhåndbok". Disse dokumentene finnes på fakultetets HMS-sider på nettet, se <http://www.ntnu.no/ivt/adm/hms/>. Alle studenter som skal gjennomføre laboratoriearbeid i forbindelse med prosjekt- og masteroppgave skal gjennomføre et web-basert TRAINOR HMS-kurs. Påmelding på kurset skjer til sonja.hammer@ntnu.no

Studenter har ikke full forsikringsdekning gjennom sitt forhold til NTNU. Dersom en student ønsker samme forsikringsdekning som tilsatte ved universitetet, anbefales det at han/hun tegner reiseforsikring og personskadeforsikring. Mer om forsikringsordninger for studenter finnes under samme lenke som ovenfor.

Oppstart og innleveringsfrist:

Oppstart og innleveringsfrist er i henhold til informasjon i DAIM.

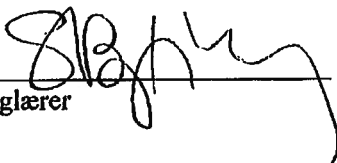
Faglærer ved instituttet: Svein Bjørberg

Institutt for bygg, anlegg og transport, NTNU

Dato: 29.01.2013.

Underskrift

Faglærer



VEDLEGG 2: INTERVJUGUIDE

Kontaktinformasjon

Bedrift	
Stilling i bedrift	

Spørsmål:

Leverandør

Type fasader	
Standard innfestningsmetode	
Standard type bæresystem for denne fasaden	
Oppstartdato for bedriften	
Hvilke detaljer og løsninger bruker dere?	
Hvilken kontroll gjennomføres på fasadene?	
Hvordan gjennomføres delutskiftninger av fasaden?	
Hvilken FDV-dokumentasjon følger med om fasaden ved overlevering?	
Hvem er ansvarlige hvis det skulle oppstå en skade på fasaden eller omgivelsene (mennesker, biler.....)?	
Har dere noen erfaringer med skader eller svakheter med fasadene og/eller innfestningene?	

Vedlegg

Hvordan dimensjonerer dere innfestningene til fasaden? Hvem er ansvarlige for dette?	
Hva er levetiden for fasadene deres? Hvordan estimeres dette? For at fasadene skal holde angitt levetid, hva anbefaler dere av vedlikehold? Tas det hensyn til lokalisering?	
Er det dere som velger innfestningene eller kan entreprenøren endre innfestningsmetode?	
Hvem monterer fasadene deres? Hvis dette er noen andre, hvem er da ansvarlig om noe skulle gå galt?	
Hvordan har dere kommet frem til produktet dere bruker i dag? Hvordan har utviklingen vært fra de første systemene til de som brukes i dag?	
Hvilke gummipakninger/plastpakninger bruker dere? Holder de lenge?	
Har dere noe forslag til hvordan man generelt kan gjennomføre en tilstandsanalyse på påhengsfasader?	

De som utfører tilstandsanalyser

Hvordan går dere frem for å utføre en tilstandsanalyse av fasadene?	
Hvilke forskjellige nivåer for tilstandsanalysen har dere?	
Har dere noen gang gjort en tilstandsanalyse av innfestningene? I så fall hvordan gjorde dere det?	
Hvilke instrumenter bruker dere?	
Hvilke skader registrerer dere oftest på fasadene?	
Hva er de vanligste skadeårsakene?	

Rådgivere

Hvilke rolle har dere i forhold til utforming av fasadene?	
Har dere noe ansvar for løsningene som blir benyttet for opphenget til fasadene?	
Hvilke erfaringer har dere med påhengsfasader? Hvilke svakheter har dere registrert?	
Utfører dere inspeksjon av de fasadene dere har vært med på å utforme? Hvordan gjør dere dette?	

Vedlegg

Case

Hvilken type fasade er det?	
Hvilket år er fasaden fra?	
Har det vært noen problemer knyttet til fasaden tidligere?	
Hvordan har dere vurdert tilstanden til fasaden?	
Vet dere om det er registrert noen problemer med andre bygninger hvor samme type fasade er benyttet?	
Hva vil dere gjøre med fasaden? Hva har dere gjort med fasaden?	
Er det byttet ut noen elementer av fasaden tidligere? Hvordan så innfestningene ut? Hvordan blir enheter byttet ut? Må alle av en skinne eller kan de byttes ut en og en?	
Hvilke vurderinger er gjort rundt fasaden? Hvor lang levetid er den estimert med? Har den vært utsatt for større påkjenninger enn normalt?	

Arkitekter

Når dere bestemmer dere for en type fasade er det da dere eller leverandøren som bestemmer detaljene?	
Har dere noe erfaring fra ombyggingsprosjekter der det har vært problemer med påhengsfasader? Hvilke problemer var det?	
Har dere noe ansvar i forhold til monteringen av fasaden? Har dere ansvar for hva som skjer med fasaden etter en viss tid?	
Hvilke rolle har dere i forhold til utforming av fasadene?	
Har dere noe ansvar for løsningene som blir benyttet for opphenget til fasadene?	
Hvilke erfaringer har dere med påhengsfasader? Hvilke svakheter har dere registrert?	
Utfører dere inspeksjon av de fasadene dere har vært med på å utforme? Hvordan gjør dere dette?	

Entreprenør

Hvem er det som har ansvaret for fasadeinnfestningen? Spesielt i total entreprise, hvem leverer detaljene?	
Hvem sitter på ansvaret for detaljene? Hvilken kontrakt har dere med evt. rådgiver eller annen tegner av detaljene om ansvaret for fasadene og innfestningene?	
Hvordan kvalitet sikrer dere innfestningene?	
Hvilken FDV-dokumentasjon leverer dere?	
Hva forventer dere av vedlikehold for å innfri garantien?	
Hvor lang er garantitiden?	

Diverse

--

VEDLEGG 3

Kontaktinformasjon

Bedrift	Rådgiver innenfor bygningsforvaltning
Stilling i bedrift	Rådgiver

Spørsmål:

De som utfører tilstandsanalyser

<p>Hvordan gjennomføres tilstandsanalyser? Hva kan avdekkes ved visuell kontroll?</p>	<p>Først bestemmes hvilken fasade som er mest utsatt og dimensjonerende, så bestemmes det hvor mange angrepspunkter det skal gjøres i kontrollen. For å sjekke innfestningen benyttes enten fiberoptisk kamera eller destruktive metoder med hammer og meisel. Viktig at man får sett skikkelig hvordan tilstanden er. Hvis ikke må det opplyses at infoen er opplyst av andre. Kan kun stole på det du ser selv. Visuell kontroll fra utsiden er ikke tilstrekkelig, men kan avdekke noen svakheter. Spikerproblemer kan avdekkes ved at fasader stikker litt ut eller det er synlig at spikerne er på vei ut. Det er også mulig å avdekke om det er fukt i hele glassfasader der det er kompakte vegger for å øke u-verdi der det er mulig. Ikke fare for råte da det ikke er organiske materialer men er ikke bra med fukt for økt u-verdi. Dette kan ses som kondens på veggfasaden.</p> <p>Fiberoptikk kan benyttes i luftede kledning, avhengig av hulrommet og ventilasjonen hvordan det gjennomføres.</p> <p>Nyttig å benytte termografering for å avdekke svakheter og lokale feil. Påføres bygningen undertrykk, sees disse enda bedre.</p> <p>Røykappuller kan være et nyttig verktøy for å avdekke utettheter. Veldig enkelt og greit verktøy.</p> <p>Tegningsgransking kan også være et nyttig virkemiddel for å hindre feil ved at dårlige detaljer blir avslørt før det bygges.</p>
---	--

Rådgivere

<p>Hvilke erfaringer har dere med påhengsfasader? Hvilke svakheter har dere registrert?</p>	<p>Det bygges også inne mye fukt. Dette har tidligere ikke ført til så store problemer da konstruksjonene ikke var så damp- og lufttette som de byggene som bygges i dag. I utlektede konstruksjoner er råte et problem på grunn av for dårlig lufting og drenering. Brukes det både horisontale og vertikale lekter er det fare for at fukt bygges inne i konstruksjonen. Brukes bare vertikale lekter er ikke dette noe problem. Feil kan også oppstå på grunn av ønske om arkitektoniske uttrykk. Det vil oftest bli et fuktproblem inne i selve veggen enn på fasaden selv om monteringen av fasaden har skylden for fuktproblemene. Det vil bli råte og fuktproblemene kan gå gjennom hele veggen som spesielt rundt vinduer er dette enkelt å oppdage.</p>
<p>Hvem er som regel ansvarlig for avvikene?</p>	<p>2/3 av feil stammer fremdeles fra prosjekteringsfasen. Stor mangel på grunnleggende kunnskap om bygningsfysikk og fuktforståelse. 75 % sies også enda å være fuktskader. Bildet har ikke forandret seg selv om stortinget har ønsket dette med stortingsmeldingene sine. Det er og blir et problem.</p>

Vedlegg

<p>Finnes det noen tidsepoker det er bygget mye feil?</p>	<p>Det ses at det i perioder med byggeboomer er vanskelig å få tak i dyktige håndverkere. Dette kan medføre økende andel feil i bygningsmassen. Mindre entreprenører ønsker å gjøre det billigst og raskest for å selge dyrt. Dette medfører mye innleid arbeidskraft. 80-tallet og nå.</p> <p>Utenlandsk arbeidskraft kan medføre utfordringer da de ikke er vant til ansvaret de ofte får på byggeplasser. De er vant til at det står en over og peker hva de skal gjøre. Det bygges også tekniske vanskeligere bygninger nå enn tidligere.</p> <p>Ser noen eksempler på at høyere kvalitet velges, men dette er enda sjeldent. Gode løsninger og god kvalitet bør selges bedre. Det er viktig å huske at TEK10 er laveste godkjente kvalitet, det er ikke så bra som det ofte fremstår.</p> <p>Det ses også en utvikling der det i dag benyttes sålbenker som nå begynner å bli så tykke så fare for at snø og is kan falle ned da disse heller utover for å unngå fukt. Dette er et eksempel på at arkitektene ofte er veldig flinke kunstnere men ikke alltid like praktisk anlagt. Arkitekter ønsker også ofte å benytte åpne fuger. Dette medfører at standardløsninger ikke lenger er tilstrekkelig grunnet for mye vann og fukt. Åpne fuger medfører også at vindsperrene må tåle mer UV-stråler hvis ikke kan de gå i oppløsning. I dag finnes det kun en vindsperre som tåler UV-stråling. Store fuger mellom platene vil også føre til at mer vann kommer inn, og man må lage et større hulrom bak regnskjermer slik at det er lenger vei for vann å gå for å treffe fasaden bak.</p>
---	---

Diverse

Tegl

Når han tenker på påhengsfasader er det hovedsakelig 2 typer. Den første som slår han er teglforblendinger. Disse var det mye problemer rundt og det ble prøvd å satt i gang et forskningsstudie på teglforblendinger og forankringene i denne type fasade. Dette ble ikke gjennomført pga manglende finansiering. Men det hadde vært interessant å kartlegge forskjellige bygninger fra forskjellige tider og sett hvilke problemer og gode løsninger som fungerer. Selv om det er eksempler på at steiner har falt ned er det svært sjeldent at hele vegger av teglforblending detter ned.

Platefasader

Den andre type fasade han tenkte på var platefasader. Et problem med disse var at de i en lengre periode (50- tidlig 80 tallet) var at de kun var festet med spiker i bakenforliggende treverk. På grunn av bevegelser i treet avhengig av fuktinnholdet har flere av disse spikerne blitt pumpet ut. Dette er relativt enkelt å avdekke da platene dette gjelder ikke vil stå like rett som de andre fasadeplatene og at spikerne stikker litt ut. Her er det tilstrekkelig med en visuell kontroll. Selv om det er forholdsvis enkelt å observere feil er det avhengig at man ser etter dem. Selve fasadeplatene ser ofte fine ut. Platefasader får ekstra oppmerksomhet og folk blir kanskje litt mer observante etter perioder med kraftig vind. Ved kraftig vind hender det ofte at plater eller tak detter ned. Dette skal ikke skje da fasader bør være dimensjonert tilstrekkelig mot vindlastene bygget utsettes for. Mener det ikke er riktig å skylde på "ekstremvær". Det er uvisst hvor mange av denne type som enda ikke er rehabilitert, men mange av dem er etterisolert og dermed er mest sannsynlig detaljene utbedret.

Fukt og temperaturbevegelser kan også være med på å utsette innfestningssystemet for store påkjenninger. Plater som inneholder trefiber og andre organiske materialer vil ved økt temperatur også redusere fuktinnholdet. Reduksjonen på grunn av redusert fuktinnhold er større enn økningen på grunn av temperaturøkningen. Derfor vil platene blir mindre. Stålprofilene de er festet i vil ekspandere og det kan komme til å oppstå spenninger i konstruksjonen, bevegelsene går i motsatt retning. Dette er derimot noe som tydelig kommer frem i løpet av de 2-4 første årene og er ikke problem med eldre bygninger. For å unngå dette er det derfor viktig at det gis rom for konstruksjonen å bevege seg.

Kassetter som ofte benyttes ved metallfasader hvor metallplater klippes og bøyes er noe utsatte for at vann trenger inn. Hvis det da er kun liggende lekter er det fare for fukt i konstruksjonen. Da vil dette etter hvert kunne oppdages på innsiden av veggen da det er den som skades av fuktinnholdet.

Korrosjon er sjeldent et problem på bygg fra de siste 30 årene. Har sett tilfeller på tak, men ikke på fasader. Ikke sett noe på selve innfestningene da disse som regel har et tykkere lag med sink. Sinklaget i seg selv er ikke tilstrekkelig men med lakk skal det være veldig godt beskyttet mot korrosjon. Tidligere kunne det være lokale steder som på grunn av industri sto i klima med veldig forurenset luft. Fukt er som regel ikke farlig for korrosjon av innfestningene da fukten trekker inn i veggen før det begynner å korrodere.

Konstruksjoner med sandwich- elementer hvor det er stål-isolasjon-stål er svært sårbare for fukt under byggeperioden da det fort kan komme inn fukt i konstruksjonen enten ved lagring eller manglende fuging. Dette er vanskelig å avdekke, og fukten bidrar til økte u-verdier.

Naturstein

Naturstein er det mye spennende da det er eksempler på at natursteinsplater kun var limt fast på metallplater som er heftet på fasaden. Det er ikke ofte dette skjer, men "røvere" i entreprenørbransjen finner "Reodor Felgen løsninger" for å spare penger.

Er natursteinene montert riktig på skinnesystemer er dette som regel enkle, solide løsninger som er enkle å montere.

Glass

Glass har det største problemet med at det kan være vanskelig å ta hensyn til bevegelsene som oppstår. Både med selve glasset og stålet rundt. Eksempler på skader: Hydro-kontoret hvor det var en ganske spesiell for på bygget med hjørne hvor vinkelen var mindre enn 90 grader knuste. Glasset var her limt i hjørnet og det var vanskelig å bekrefte om det var en mekanisk påkjenning eller trykk i glasset grunnet bevegelser som forårsaket det knuste kasset. Et annet eksempel er glassplater som hadde 7-8 mm mellomrom for å gi rom til bevegelser. I dette mellomrommet blir det plassert installasjoner for vindusvask ol. Dette tok plass fra bevegelsene i glasset. Dette er et gjennomgående problem med glassfasader. Dette sees ofte i hjørner der to glassplater møtes. Glass og metall krymper og utvider seg motsatt i forskjellig klima. Når både metallet og glasset beveger på seg må det være rom for at dette kan skje slik at ikke noe blir ødelagt.

Glassfasadenes aluminiumprofiler må ha mulighet for å drenere vann som kommer inn når pakningene begynner å bli dårlige. Dette vil skje før eller siden da pakningene er et svakt punkt i glassfasadene.

Fuger

Det er sterkt anbefalt med drenerte løsninger da dette setter mindre krav til fugene. Ved kompakte konstruksjoner er det veldig viktig at konstruksjonen til enhver tid er tett for å unngå oppsamling av vann. Fugemassens levetid er antatt å være mellom 20-30 år avhengig av hvilket klima de utsettes for. Dette betyr ikke at de må skiftes ut da, men det bør gjøres en tilstandsanalyse av dem og vurdere om det bør refuges. Det bør være to-trinnstetting av fuger, slik at vannet kan bli drenert bort, da ingen fuger er tette nok til kun en-trinnstetting.

Natursteinsbygg

Ved byggingen av Aker brygge på 80-tallet ble mange av flisene støpt fast i elementene på fabrikk. Dette ble gjort på alle fasadene bortsett fra en. Der ble flisene limt på på byggeplassen. På denne siden kom det inn vann og ved tine/fryseprosesser mistet limet heft og platene datt ned. Tydelig at det har vært problemer også siden med denne fasaden da den er kledd inn på de mest utsatte stedene. Det var også et eksempel på en natursteinsfasade der innfestningen sviktet. Enten feil dimensjonering eller feil utførelse.

Gap i hva som bør gis av FDV-dokumentasjon og hva som faktisk blir gitt:

Det gis i dag for det meste brosjyrer som sier mest om de synlige overflatene. Det bør inneholde mer info angående det som ikke er så synlig som oppbygging av konstruksjonen og hvordan det er mulig å utføre del-reparasjoner og ombygging. Bør også inneholde mer info om hvordan det på en enkel måte kan bruke bygningen innvendig. Dette gjelder spesielt engangsbyggere da de ikke har så god erfaring. Bli ofte bare henvisninger til produktbladene for de spesifikke produktene, som jo ikke sier noe om hvert lag på badet for eksempel, om membran og div.

VEDLEGG 4

Kontaktinformasjon

Bedrift	Leverandør
Stilling i bedrift	Administrerende direktør

Spørsmål:

Leverandør

Type fasader	Naturstein
Standard innfestningsmetode	Hattebraketter, knekkebraketter (de flate som ble knekket) og skinner
Standard type bæresystem for denne fasaden	Betong, stål- og trestendere
Oppstartdato for bedriften	Navnet opprinnelig 1905, men først på proffmarkedet for 25 år siden.
Hvilke detaljer og løsninger bruker dere?	<p>Frem til nå har det for det meste vært brukt braketter, men i det siste har det også blitt benyttet mer skinnesystemer</p> <p>Brukes plater som er mekanisk festet til bæresystemet enten gjennom braketter eller skinnesystemer. Innfestningen varierer fra prosjekt til prosjekt og tilpasses hver gang.</p> <p>Skruene og innfestningene er av rustfritt stål og aluminium</p> <p>I 70-80 % av alle prosjekter benyttes det åpne fuger. Det benyttes ikke silikonbaserte produkter på naturstein da dette gir fettrenner på steinen</p> <p>For å sikre drenering borres det hull i skinnene. Luftingen er bevart ved at det er plass til luftgjennomstrømningen mellom skinnen og steinen.</p>

Vedlegg

<p>Hvilken kontroll gjennomføres på fasadene?</p>	<p>Hvert lag må gjennomgå sjekklister for monteringen av fasadene. Det gjennomføres ikke noe mer kontroll enn en visuell befaring ved overlevering.</p> <p>Er ikke hoved- eller totalentreprenør og går derfor ikke 2,3 og 5 års befaringer. Er kun med hvis det er avdekket feil og mangler.</p>
<p>Hvordan gjennomføres delutskiftninger av fasaden?</p>	<p>Brakettene er festet i fugene så for å få skiftet deler av fasaden så må dyblene skjæres av, steinen løftes av. For å sette på plass stein igjen må det borres hull til dyblene og på den ene siden også borres et lengre hull så dybelen kan presses helt inn, steinen lagt på plass og dybelen dras ut av det lange hullet og inn i den nye steinen. Limet på dyblene er ikke noe problem da dette kun er for å låse dyblene, ikke avhengig av limet for at platene skal henge. De henger på dyblene. På travertinen er det brukt braketter så ikke samme problem som oppsto på realfagsbygget. Brakettene er avhengig av at steinens dimensjoner er riktige da brakettene festes i stendere, må gå opp i cc 60. Går dette ikke opp er det mulig å bruke skinner da de ikke er avhengig stenderavstanden på samme måte.</p>
<p>Hvilken FDV-dokumentasjon følger med om fasaden ved overlevering?</p>	<p>Det fylles ut en FDV-mal med informasjon fra underleverandører og hvor produktene kommer fra, limtype, skruetyper og vedlikeholdsanbefalinger. Vedlikeholdsanbefalingene gjelder hovedsakelig på synlige detaljer og flater da bakenforliggende detaljer som innfestningene har en antatt mye høyere levetid enn det synlige. Det oppgis ikke akkurat steintype, brudd og detaljert informasjon da det er ønskelig at Leverandør skal finne tilsvarende stein ved utskifting.</p> <p>FDV-dokumentasjonen utvikles ofte av konsulentene i de store prosjektene. Da er ikke Leverandør ansvarlig for dette.</p>
<p>Hvem er ansvarlige hvis det skulle oppstå en skade på fasaden eller omgivelsene (mennesker, biler.....)?</p>	<p>De fleste sakene er det påkjørsler av fasaden og da er det forsikringsselskapet som tar seg av skaden.</p> <p>Leverandør monterer også fasadene, så er det noe feil med montering eller selve fasaden er de ansvarlige</p>

Vedlegg

<p>Har dere noen erfaringer med skader eller svakheter med fasadene og/eller innfestningene?</p>	<p>Dårlig stein, stikk i steinen har forekommet en gang</p> <p>Ikke vært problemer med selve innfestningen siden 80- tallet. Da var det tilfelles hvor det var mye å gjøre og noen av sveisene på innfestningen var svekket på grunn av korrosjon etter bare 10 år. Disse ble byttet ut</p>
<p>Hvordan dimensjonerer dere innfestningene til fasaden? Hvem er ansvarlige for dette?</p>	<p>Entreprenør og rådgiver må prosjekteringsgodkjenne det da Leverandør ikke har mulighet til det. Leverandørens leverandører kommer med tilstrekkelig informasjon om produktene så entreprenør/rådgiver kan godkjenne.</p>
<p>Hva er levetiden for fasadene deres? Hvordan estimeres dette? For at fasadene skal holde angitt levetid, hva anbefaler dere av vedlikehold? Tas det hensyn til lokalisering?</p>	<p>Generelt sett er levetiden estimert fra 100-150 år, men den avhenger mye av steinen som er brukt og utformingen av prosjektet. Innfestningene har en levetid på 150 år, steinen og fugene som er dimensjonerende.</p> <p>Fugenes estimerte levetid er på 30 år. Dagens fuger ses på som svakere enn tidligere da de skal være så miljøvennlige. Når de skal byttes ut skjæres de gamle ut og erstattes med nye.</p> <p>Levetiden vil variere med klima. Kystklima er større påkjenning på steinen enn innlandsklima. Dette påvirker ikke innfestningen, men steinen.</p> <p>Hvis fasaden synkes ned i sjøvann benyttes syrefaste detaljer og ikke rustfritt.</p>
<p>Er det dere som velger innfestningene eller kan entreprenøren endre innfestningsmetode?</p>	<p>Til syvende og sist er det Leverandør, men de må tilpasse innfestningen prosjektet og den bakenforliggende veggen det skal monteres på.</p>
<p>Hvem monterer fasadene deres? Hvis dette er noen andre, hvem er da ansvarlig om noe skulle gå galt?</p>	<p>Leverandør monterer de selv.</p>

Vedlegg

Hvordan har dere kommet frem til produktet dere bruker i dag? Hvordan har utviklingen vært fra de første systemene til de som brukes i dag?	Samme prinsippene, men benyttes nå også skinnesystemer.
Skader generelt på påhengsfasader	Vannlekkasjer på grunn av at vinduer er plassert helt ute i fasaden og det ikke er plass til skikkelig beslag. Våte trelekter og stendere som det benyttes for store skruer i sprekker opp
Har dere noe forslag til hvordan man generelt kan gjennomføre en tilstandsanalyse på påhengsfasader?	Prøvebelastning med vekter. BILDE Visuell kontroll, avdekke setningsskader, rustutslag gjennom mørtelfuge i dekkeforkant (Typisk problemer med dårlig drenering) For å få et skikkelig innblikk må man komme se på baksiden av fasadeplatene

Diverse

Historie om fasadene (SE TEGNING)

1920-1945 benyttet flatt stål og kobbertråder

Fra 1950- jern. Galvanisert så lite rust. Ble ofte boltet rett inn i betongen og det trengtes ikke så mye av innfestningen som det gjør i dag på brakettene.

Luftet kledning kom på slutten av 1960-tallet

Kassetene benyttet på den svarte fasaden i barcode er naturstein limt på aluminium. Limet skal ha en levetid på 50 år og er testet i andre land i Europa som for eksempel Tyskland, men ikke Sintef.

Limingen er gjort inne under kontrollerte forhold og uten påvirkninger som temperatur- og fuktforandringer.

Som regel ikke noe problem å få tak i lignende stein ved utskifting da det ofte er store brudd steinen er tatt ut fra. Eneste som kan skille steinen er når den nye settes opp nypolert og dermed skiller seg fra de eksisterende steinene.

På en bygning var det åpne fuger på 30 mm. Antatt at dette ble for mye men det ble gitt tilbakemeldinger på at natursteinen virker som en låve. Det hindrer piskingen av regn så det holdes tørt.

Det er tilstrekkelig med 20-30 mm for å sikre luftingen med skinnene

Det fuges rundt alle kantene på steinene om fugene ikke er åpne

Operaen var det isen som knuste steinen da den ikke var støttet opp med noe ekstra i vannkanten. Dette hadde ingenting med innfestningene å gjøre. Usikkert om dette er forbedret.

Det bygges i dag avanserte, myke bygg som beveger seg en del. Det er viktig å gi rom for bevegelse for å unngå unødvendig mye belastning på stein og innfestning.

Positivt med arbeidsinnvandring fordi det ellers hadde vært mangel på arbeidskraft. Positive erfaringer. De har ofte lyst, kapasitet og moral så de får gjort mye og gjort det skikkelig.

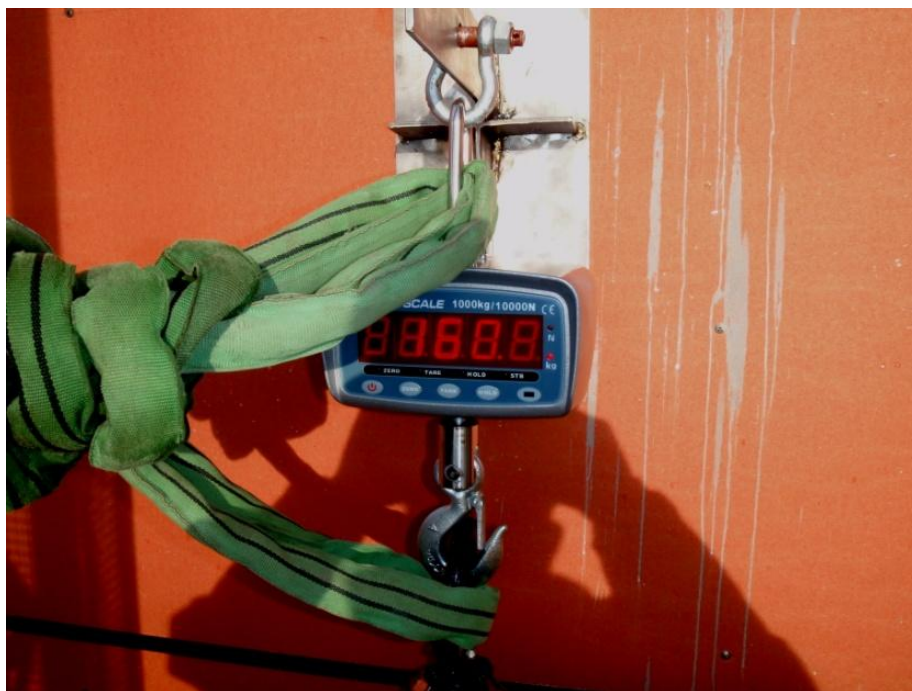
Understreker at opplæring er svært viktig og at dette muligens gjør at de ikke har negative

Vedlegg

opplevelser med dem. Gir eierfølelse til alle arbeidere når de monterer sitt eget produkt. Veldig viktig for å lykkes. Innstillingen angående opplæring og riktig utførelse er viktig da de anser konsekvensene av at en stein faller ned som veldig stor.

Skinnene har ikke tålt belastningen. De som monterte er konk nå fordi de ikke har klart å levere ordentlig.

Bilde av vertikalbelastning:



Bilde av vektbelastning på innfestning. Bilde er fått av intervjuobjekt på epost.

VEDLEGG 5

Kontaktinformasjon

Bedrift	Rådgiver innenfor byggingsforvaltning
Stilling i bedrift	Bygningsfysikere for spesielt gamle bygg

Spørsmål:

De som utfører tilstandsanalyser

Hvordan går dere frem for å utføre en tilstandsanalyse av fasadene?	<p>Bruke NS3424</p> <p>Viktig å bruke øynene</p> <p>Åpne fasaden er ofte eneste løsningen for å vite hva som er bak den</p>
Hvilke forskjellige nivåer for tilstandsanalysen har dere?	<p>Nivå 1: Visuell kontroll, har mye erfaring så kan godt holde med bare visuell befarings da de gjør det såpass ofte</p> <p>Nivå 2: Lift, gå gjennom tegninger og beskrivelser</p> <p>Nivå 3: Ved tvistesaker må dette nivået brukes for å få en mest mulig konkret kontroll. Destruktiv metode-skjære hull, demontere plater. Må åpne for å se ordentlig. Bruke kubein eller få en entreprenør til å fjerne for dem for så å feste igjen etterpå.</p>
Har dere gjennomført mange tilstandsanalyser av fasadene? Hvor ofte gjøres dette?	Utfører mange tilstandsanalyser, men da på oppdrag av kunder. Ved prosjekter gjøres kontroller underveis i byggingen.
Har dere noen gang gjort en tilstandsanalyse av innfestningene? I så fall hvordan gjorde dere det?	Visuell analyse: Store sprekker, utbulinger i fasaden. Dette er tegn på at noe er galt bak eller inne i fasaden.

Vedlegg

<p>Hvilke instrumenter bruker dere?</p>	<p>Kubein for å løsne panel</p> <p>Kamera kan brukes men er ofte ikke bra nok for å se skikkelig bak fasaden.</p>
<p>Hvilke skader registrerer dere oftest på fasadene?</p>	<p>Plater med spenn, temperatursvingninger kan gi spenning i platene hvis den er innfestet stivt. Dette kan føre til skade på innfestningen fordi platen beveger på seg.</p> <p>Skjeve fuger.</p> <p>Tegl: Ikke brukt rustfritt stål så stålet korroderer. Rustfritt fra 1995 og utover, før det er det noe usikkert om det er brukt rustfritt stål i binderne.</p> <p>Sprekk i fasadeplatene, steinplatene</p> <p>Mulighet for råte i lekter. Dårlig lekting og den er lagt horisontalt i stedet for vertikal som fører til null luftning og fukt inne i fasaden</p> <p>Utbuling, riss, sprekker, setningsskader</p> <p>Mangel av bevegelige fuger fører til riss</p>
<p>Hva er de vanligste skadeårsakene?</p>	<p>Største problem er plassering av innfestning. At noe ikke er ordentlig innfestet. Det blir en meget svak løsning og ting kan dette av eller ut. Montasjesvikt og mangelfull montering av fasadeplatene er et stort problem i byggebransjen for bygget i etterkant.</p> <p>Eksempel på tegl: Stein 25 x 25 cm, ubøyle som er en krampe satt så vidt fast i lekten bak. Sto bare av gammel vane.</p> <p>Ekstremt vær</p> <p>Det er viktig med god utførelse. Entreprenør svikter oftest. Riktig skruer i riktig festemateriale. System og material er som oftest bra</p>

Vedlegg

	<p>da det er testet hos Sintef og lignende. Men monteringen svikter når entreprenøren finner på å bruke sine egne løsninger som ikke følges leverandøren sine henvisninger.</p> <p>For store skruer er et problem da lektene kan sprekke over tid fordi de tørker og beveger seg. Sprekket lekt vil ikke holde skruen ordentlig på plass.</p> <p>Klar anbefaling: Det bør åpnes i fasaden for å sjekke 100 prosent, dette er ofte vanskelig men må gjøres. Kan ikke stole på all dokumentasjon og de som eier bygget. Det er jukset mye i utførelse og montering. Ikke montert slik som leverandørene anbefaler</p>
--	---

Rådgivere

Hvilke rolle har dere i forhold til utforming av fasadene?	Er med i prosjekteringen og samkjører med arkitekt og leverandører.
Har dere noe ansvar for løsningene som blir benyttet for opphenget til fasadene?	<p>Definere hva som skal gjøres og leveres. Primært leverandørens anvisning. Leverandør har da ansvaret hvis monteringen er fulgt i henhold til deres montasjebeskrivelser. Usikkerhet i innfestningsmaterialer.</p> <p>Driver med rehabilitering av fasader. Det er ofte avvik i bakenforliggende materialer.</p> <p>Tar ansvar for det de har gjort og prosjektert</p>

Diverse

Utvikling

På slutten av 1980-tallet var det byggeboom og mye banditter i bransjen. 83-89 var dette primært. Det brukes bedre materialer i dag enn da.

FDV-dokumentasjon

Entreprenør lager FDV-dokumentasjonen. Den er ofte mangelfull. Er generelle brosjyrer om hvordan montasjen er utført fra leverandør, eier må selv se i brosjyrene for å prøve å finne ut hvilket system som er brukt i hans/hennes bygg. Er ofte bare spesifisert hvilken farge det er. Mangler ofte hvilket glass det for eksempel er, om det er herdet eller lignende. Levetiden mangler ofte, hvilken fuge som er brukt, hvilket vedlikehold som bør gjøres, når tilstandsanalyser bør utføres, osv.

Utenlandske arbeidere

Gjør en god jobb om anleggsledere og baser tar ansvar.

Entrepriseformer

Hoved og general-entreprise: Bedre helhet og resultat

Totalentreprise: Dårlig prosjektering, billige løsninger, leverandør får detaljprosjekteringen i stedet, lite vurderinger

VEDLEGG 6

Kontaktinformasjon

Bedrift	Leverandør
Stilling i bedrift	Regionssjef

Spørsmål:

Leverandør

Type fasader	Platefasade
Standard innfestningsmetode	Skruer på vertikale lekter i enten stål eller trykkimpregnert tre festes cc60, med en ekstra understøtting i midten som skal sørge for at platene ikke bøyer seg. Brukes ca 20 syrefaste skruer pr m ² .
Standard type bæresystem for denne fasaden	Det er ikke laget noen restriksjoner på dette. Kan festes på det meste så lenge lektingen er godt festet til primærbæresystemet.
Oppstartdato for bedriften	1963
Hvilke detaljer og løsninger bruker dere?	Fasadeplatene består av polymerkompositt med en kjerne av knuste mineraler som er armert med to lag av glassfiber (Teknisk godkjenning). Platene er av knust marmor. Platen blir sendt i et varmekammer på 800°C. Puttes så inn i microovn, påføres et acrylbelegg og herdes. Herdegraden vises i platenes glansklasse. Ved siden av platene kan det også leveres profiler i stål eller aluminium og syrefaste skruer i A4 kvalitet.
Hvilken kontroll gjennomføres på fasadene?	Underveis følges prosjektet opp ved at leverandøren besøker byggeplasser. Ellers er det lite kontroll på utføring. Entreprenør som har ansvaret for montering. Leverandøren gir kun garanti ved riktig utførelse etter montasjeanvisningen. Platene kontrolleres i fabrikken og følger et kvalitetssystem i henhold til ISO 9001:2000

Vedlegg

<p>Hvordan gjennomføres delutskiftninger av fasaden?</p>	<p>Det skrues av plater. Dette er veldig enkelt å gjennomføre.</p>
<p>Hvilken FDV informasjon/dokumentasjon følger med om fasaden ved overlevering?</p>	<p>Det gis FDV-dokumentasjon i form av brosjyrer og ordrebestillinger med dimensjoner og fargekoder for eventuelt senere bestillinger. Anbefales at fasadene spyles av og til for at de skal se finere ut. 40 års garantien er funksjonsbestemt og ikke etter estetiske forhold. Fargen vil blekes med tiden og fargegarantien er satt til 15 år. Sintef's levetidsberegning for fasaden er satt til 60.</p>
<p>Hvem er ansvarlige hvis det skulle oppstå en skade på fasaden eller omgivelsene (mennesker, biler.....)?</p>	<p>Dette er først og fremst entreprenøren som stilles ansvarlig da det som regel er avvik fra montasjeanvisningen som medfører avvik.</p>
<p>Har dere noen erfaringer med skader eller svakheter med fasadene og/eller innfestningene?</p>	<p>Lite erfaringer med skader. Tidligere problemer da det brukt keramiske skruer. Skader som ellers har oppstått har enten vært korrosjon pga bruk av feil skruer eller råte i lektene grunnet for lite lufting eller lekkasje fra taket. Skadene sees ikke fra utsida av fasadeplaten og det må enten være tegn på innsiden av konstruksjonen, indikasjoner på avvik andre steder eller at det tilfeldig oppdages.</p> <p>Fukt er spesielt oppdaget rundt vinduer og lignende der det kommer vann inn sørger for fukt i treverket. Treverket skal i utgangspunktet være trykkimpregnert og ikke utsatt for råte.</p> <p>Ikke påvist store forskjeller i værutsatte steder vs mer skjermede steder.</p> <p>Feil utførelse av entreprenør. Feil skruevalg, ikke trykkimpregnert trevirke, skruene treffer ikke lektene</p>
<p>Hvordan dimensjonerer dere innfestningene til fasaden? Hvem er ansvarlige for dette?</p>	<p>Dette er utviklet av Leverandøren, de har en viss lengde på skruene som skal tåle belastningen av platene deres som er dimensjonert av Leverandør i samarbeid med Sintef som har godkjent løsningen. Innfestningene skal holde platene oppe og dette har Leverandør ansvar for hvis entreprenør har fulgt montasjehenvisningen riktig og brukt de skruene som Leverandør anbefaler å bruke.</p>

Vedlegg

<p>Hva er levetiden for fasadene deres? Hvordan estimeres dette? For at fasadene skal holde angitt levetid, hva anbefaler dere av vedlikehold? Tas det hensyn til lokalisering?</p>	<p>Levetiden til fasaden er av Sintef estimert til 60 år. Det er nå akkurat valgt å øke garantitiden fra 25 til 40 år. Dette gjelder kun fasadeplatene. De syrefaste skruene i kvalitet A4 er satt til å ha en «evigvarende» levetid. Folien mellom platene og trevirket har kortere levetid og mulig den må byttes ut før selve platene er ferdige.</p> <p>Estimert etter Sintef sine metoder. Hvilke metoder som er benyttet står nærmere beskrevet i den tekniske godkjenningen</p> <p>Fasadene skal være så godt som vedlikeholdsfrie, men det anbefales at de spyles slik at de skal se fine ut. Er fargegaranti på 15 år. Dvs at fargene vil falme men at de skal falme likt så det ikke vises så tydelig. Males det oppå platene er det malingens levetid som gjelder, ikke fasadens.</p> <p>Vanskelig å tvinge underentreprenører til å levere produkter i samme kvalitet og med samme levetid. Derfor vil ikke alle komponentene ha like lang levetid som selve fasadeplatene. Blant annet har folieremsen mellom lektene og fasadeplatene kortere levetid enn selve fasadeplaten. Denne folien monteres for å sikre at de åpne fugene ikke tilfører konstruksjonen fukt. De horisontale fugene bør tettes med profiler der de er utsatt for store klimapåkjenninger</p>
<p>Er det dere som velger innfestningene eller kan entreprenøren endre innfestningsmetode?</p>	<p>Det blir angitt en monteringsanvisning som viser hvordan fasaden skal monteres for at levetid og garantitid skal gjelde, men til slutt er det opp til entreprenøren hvordan det blir gjort og hvilke skruer som benyttes.</p>
<p>Hvem monterer fasadene deres? Hvis dette er noen andre, hvem er da ansvarlig om noe skulle gå galt?</p>	<p>Entreprenøren monterer de. Om noe skulle gå galt og monteringsanvisningen ikke er fulgt er det entreprenøren. Om alt er gjort som anbefalt må det ses nærmere på saken</p>

Vedlegg

<p>Hvordan har dere kommet frem til produktet dere bruker i dag? Hvordan har utviklingen vært fra de første systemene til de som brukes i dag?</p>	<p>1963 startet det med mineralforedling med frilagt stein hvor asbest ble benyttet</p> <p>1982 asbest blir forbudt og vi får produktet som benyttes i dag.</p> <p>Før ble det benyttet keramiske skruer. De er i dag byttet ut med syrefaste skruer i kvalitet A4.</p>
<p>Har dere noe forslag til hvordan man generelt kan gjennomføre en tilstandsanalyse på påhengsfasader?</p>	<p>For å få et skikkelig svar på hvordan innfestningene har det må det nok gjøres destruktive tiltak. En forutsetning for at innfestningene skal holdes intakt er at det er tilstrekkelig lufting i veggen. For å sjekke dette kan det føres røyk med farge inn nederst i veggen og dermed sjekke om tilsvarende mengde røyk kommer ut i toppen av veggen. Luftes veggen skikkelig vil det være mindre fare for korrosjon.</p> <p>Fasadene skal stå mot vær og vind, det vil derfor være vanskelig å sjekke tilstanden uten å ta ned noen plater</p>

VEDLEGG 7

Kontaktinformasjon

Bedrift	Forvaltningsenhet
Stilling i bedrift	Driftsleder

Spørsmål:

Case

Hvilken type fasade er det og hvilken innfestning er brukt?	Fasaden var oppført med skifer (format: 1180x280x30-35mm) - som luftet påhengt kledning, hvor bakenforliggende konstruksjon er betong. Det er brukt syrefaste/rustfrie anker som er gysert fast i betongen. Skiferen var festet i ankrene med dybler (lengde 60 mm, tykkelse 5 mm) – 4 dybler pr stein. Festet i over- og underkant av stein.
Hvilket år er fasaden fra?	2002
Har det vært noen problemer knyttet til fasaden tidligere?	Det ble tidlig registrert noe avskalling (naturlig overflate), men dette mente man avtok med tiden.
Er det byttet ut noen elementer av fasaden tidligere? Hvordan så innfestningene ut? Hvordan blir enheter byttet ut? Må alle av en skinne eller kan de byttes ut en og en?	Nei – ikke byttet. Innfestingene står igjen i fasaden nå etter demontering av stein, det er ikke observert noen feil ved innfestingene.
Hvilke vurderinger er gjort rundt fasaden? Hvor lang levetid er den estimert med? Har den vært utsatt for større påkjenninger enn normalt?	Fasaden har vært utsatt for normale påkjenninger i forhold til beliggenheten, men fasadematerialet er uegnet med denne type innfesting i Norge. Dette på grunn av vær, vind og frostspreng bl.a. Levetiden på naturstein er normalt like lang som bygget.

Vedlegg

<p>Hva er det som er problemet med fasaden? Hvilke skader og hva er skadeårsaken?</p>	<p>Skiferen dellaminerte – noe som førte til nedfall av stein. Stedvis knyttet til dybelhull, men også delaminering i sidekanter (kløvplan har åpnet seg 1-5 mm). Det var også en del uheldige avslutninger av gesimsbeslag, hvor beslaget ikke var avsluttet ut forbi skiferen, men i flukt eller midt oppå skiferen.</p> <p>Ved nærmere undersøkelse viste det seg at skadeomfanget på fasaden var omtrent 75%, så det ble besluttet å plukke ned hele fasaden.</p>
<p>Er det utført noen tilstandsanalyse av fasaden etter bygget sto ferdig? Hvis ja: Hvordan ble dette gjennomført?</p>	<p>Årlig byggekontroll</p>
<p>Vet dere om det er registrert noen problemer med andre bygninger hvor samme type fasade er benyttet?</p>	<p>Har ikke tilsvarende fasader.</p>
<p>Hva vil dere gjøre med fasaden? Hva har dere gjort med fasaden?</p>	<p>All stein er plukket ned. Ny fasade skal monteres opp – materiale og innfestingssystem er ikke bestemt ennå.</p>



Bilde av delaminering av skifer. Bildet er mottatt av intervjuobjekt på epost.

VEDLEGG 8

Kontaktinformasjon

Bedrift	Takstkontor
Stilling i bedrift	Leder

Diverse

Firmaet ser på både småskader som for det meste er på boligbebyggelse og opp til store skader på næringsbygg. De hjelper ofte med ansvarsavklaring, kontakter riktige folk som kan fikse opp skadene og taksering. Dette gjelder alle typer skader. Både vann, brann og setningsskader.

Sakene omhandler ofte reklamasjonssaker der huseiere føler seg lurt ved overtakelse av nye boliger. Reklamasjonssakene kan også gå på at byggherrene ikke er fornøyd ved ferdigstilling.

Det ender som regel opp med at det er entreprenøren som er ansvarlig i saker hvor garantien ikke tilfredsstilles eller at skaden er tegn på unormal holdbarhet i forhold til normalforventet levetid. Er det saker der det er tydelig at det er feil ved et produkt hoppes det over kontaktleddet med entreprenøren og produsenten kontaktes direkte.

Leder av firmaet har fagbrev og mesterbrev som tømmer og startet i 1981 med termografering for tømmerfirmaet han da jobbet i. Siden 1998 har han drevet takseringsfirmaet. Først fra en pult under trappa til kontoret som i dag består av 8 personer. Ønskes det hjelp ved å praktisk brukes et termograferings kamera er han behjelpelig med dette.

Det er flere ting som kan avdekkes ved en visuell befaring.

- Rustvann som renner fra bolter
- Sprekker av murpuss
- Vanninntrenging på innsiden av teglvegg kommer ofte før store skader på selve fasaden.

Skadene er som regel en konsekvens av svakheter både i prosjekteringen og utførelsen. Dette oppstår på grunn av vekslende kunnskaper, fremmed arbeidskraft og dårlig kontinuitet på hvem som jobber på prosjektene på grunn av ferie, sykdom og bytte av arbeid.

Termografering

Forskjellen av temperatur og refleksjon gir forskjellig infrarød stråling som oppfattes av kameraet. Bildene er avhengig av mange faktorer og det kan være store feilkilder. Er de som utfører testen klar over problemene er det derimot mulig å avdekke flere svakheter ved fasaden ved bruk av termografering

- I regnvær vil veggen være ujevnt utsatt for fuktpåvirkning og vil derfor ikke kunne gi noen gode bilder.
- Når sola skinner vil dett også være ujevnt på fasaden. Mye stråling tilføres fasaden men skygger, solskjermer ol vil være områder som viser store temperaturforskjeller selv om fasaden ellers er lik.
- Vind vil kunne jevne ut temperaturdifferansen og medføre at det er vanskelig å oppdage kuldebroer og andre årsaker til temperaturforskjeller.
- Det optimale er å gjennomføre termograferingen etter 1 uke med opphold og tidlig på morgenen før veggen har vært utsatt på sol og vind.
- Avdekke tilstrekkelig lufting ved at temperaturen nederst på veggen er lavere og gradvis blir høyere. Lav nede på grunn av "frisk" luft og økende på grunn av varme fra veggen oppover.
- Mulig å avdekke korrosjon da fukten kan sitte litt lengre her og dermed medføre en veldig liten differanse i temperaturen. Ikke lett men kan ses på som en mulighet.
- Råte vil kunne avdekkes da dette vil virke som en svamp og dermed inneholde mye vann som medfører differanse i temperaturen
- Må ha mulighet til å sammenligne med noe for å avdekke feil. Må ha en differanse i temperaturen.

Avhengig av riktige forhold. Det vil si man må vente på riktig vær, fuktighet og andre faktorer som påvirker de termiske egenskapene

Muligheter:

- Vann lagrer varmer lengre enn tørre materialer. Det vil derfor være mulig å avdekke svakheter i en konstruksjon ved å se på forskjellen i temperaturer
- Kan avdekke hvor boltene er enten ved å fremprovosere med varme eller vann. Boltene vil være mindre kuldebrområder og derfor ha annen temperatur enn resten av fasaden.
- Metallplater vil ikke trekke til seg noe fukt. Det er derimot mulig at noe fukt lagres rundt korroderte deler. Eksempel på dette kan være i skruehull

Eksempler på skader/feil

- Setningsskader på grunn av graving under fundament førte til at teglvegg raste.
- Råtne lekter
- Korrosjon
- Generelt alderssvækkelse. Medførte at en plate blåste ned.

FDV-gap

Mest erfaring når det kommer til boligbebyggelse. FDV-permen er som regel en ringperm full av produktinformasjon som aldri blir brukt. Det burde heller stått mer om hvordan bruke selve bygningen og symptomer på når ting blir brukt feil. Eksempel er hvordan skap, nattbord og seng bør plasseres og indikasjon på høy RF på rommet er kondens på vinduene. Da bør det enten tilføres mer luft eller temperaturen økes.

Utfordringer fremover

Det knyttes stor usikkerhet rundt produktene som benyttes i dag. Det kommer stadig nye løsninger som brukes uten at man rekker å anskaffe erfaringer med dem før de erstattes av nye. Eksempler er vindsperre. Først 50 år, så tyvek i 20 år og nå kommer stadig nye materialer og produkter.

Vedlegg



Bilde av utrasing av teglforblending på grunn av setninger. Bildet er mottatt på epost fra intervjuobjekt.

VEDLEGG 9

Kontaktinformasjon

Bedrift	Montasjeentreprenør
Stilling i bedrift	Prosjektleder

Leverandør

Hvilken kontroll gjennomføres på fasadene?	Det fylles ut kontrollskjema hvor det skal sjekkes at fasadene er utført i henhold til tegninger og beskrivelser. Det vil si det gjennomføres egenkontroll og i tillegg en visuell kontroll av arbeidsgiver. Eksempel prosjektleder totalentreprise tar runder og ser over.
Hvilken FDV-dokumentasjon følger med om fasaden ved overlevering?	FDV-dokumentasjonen inneholder informasjon over hvilke leverandører som er benyttet og produktdatablad for produktene fasaden består av. Det gis i tillegg informasjon over hvordan fasaden bør vedlikeholdes for at den skal holde den estimerte levetiden. Dette er på de synlige flatene.
Har dere noen erfaringer med skader eller svakheter med fasadene og/eller innfestningene?	Har ingen erfaring med noen "typiske" skader da det brukes så mange forskjellige typer fasader. Det som kan og har oppstått er at den dimensjonerende vindlasten overstiges på grunn av formen på bygningen. Det har vært eksempler på at vindlasten har vært 3-4* dimensjonerende last
Har dere noe forslag til hvordan man generelt kan gjennomføre en tilstandsanalyse på påhengsfasader?	Fiberoptiske kamera da dette gir mulighet for å ta en visuell kontroll av innfestningene ved å benytte seg av luftespalten bak fasaden.
Hva forventer dere av vedlikehold for å innfri garantien?	Forventer ingenting på selve innfestningen da det i utgangspunktet er vedlikeholdsfritt. Det viktigste at fasaden er utført med en sammensetning av metaller som ikke skal føre til galvanisk korrosjon og at fasaden er utformet med tilstrekkelig lufting.

VEDLEGG 10

Kontaktinformasjon

Bedrift	Forvaltningsenhet
Stilling i bedrift	Regionssjef Teknisk

Spørsmål:

Leverandør

Type fasader	Eiendomsporteføljen består av 40 bygg. Hovedsakelig mest teglsteinsfasader, glass og element fasader.
Hvilken FDV-dokumentasjon følger med om fasaden ved overlevering?	Veldig lite, nye bygg har det. Veldig dårlig dokumentasjon på gamle bygg. Dette er meget utfordrerne med bygg som er veldig sammensatt med lag på lag, da man ikke vet hvordan de er bygget opp og hva som er inni veggene.
Hvem er ansvarlige hvis det skulle oppstå en skade på fasaden eller omgivelsene (mennesker, biler.....)?	Forvaltningsenheten har ansvar for all sin eiendomsmasse
Har dere noe forslag til hvordan man generelt kan gjennomføre en tilstandsanalyse på påhengsfasader?	Rive å røske i fasaden for å se at den holder i forhold til vind og sug. Lage hull, sette på vekter bak og foran for å sjekke at den holder. Blir veldig fort til at man må demontere fasaden for og sikkert se hva som er bak.

De som utfører tilstandsanalyser

<p>Hvordan går dere frem for å utføre en tilstandsanalyse av fasadene?</p>	<p>Bruker NS</p> <p>Egen tilstandsanalyse på nivå 1, finnes daglig tilsyn av eiendommen av driftspersonale.</p> <p>Regionssjef for Oslo med 40 bygg han har en egen årlig tilstandsanalyse av alle byggene. Ekstern tilstandsanalyse på nivå 2 og 3 foregår minimum hvert 5. år. Rådgiverfirma som befarer for dem på nivå 2 og 3 og Entreprenør som tar ned og opp igjen som entreprenør. Det foregår også 1+ analyser der rådgiver går opp i lift for å få en mer nøye visuell befaring av fasadene.</p>
<p>Hvilke forskjellige nivåer for tilstandsanalysen har dere?</p>	<p>Nivå 1, 1+, 2 og 3</p>
<p>Har dere noen gang gjort en tilstandsanalyse av innfestningene? I så fall hvordan gjorde dere det?</p>	<p>Nivå 1:</p> <p>Foretas fra tak og gate, visuell kontroll. Prøver å se etter uregelmessigheter i fasaden, utbuling, er det symmetrisk eller ikke. Ser etter ujevnheter - er det noe galt, er det skummelt, så da er det rett opp på nivå 2 og 3 med rådgiver og entreprenør. De ser på de svakeste punktene for å enten friskmelde eller sykmelde fasaden. Hvis den sykemeldes må drastiske tiltak til.</p> <p>Nivå 1+</p> <p>Visuell kontroll, gjennomført i lift</p> <p>Nivå 2</p> <p>Banker og trekker og sjekker fasaden uten å demontere den for å avdekke om det er noen svakheter i fasaden</p> <p>Nivå 3</p> <p>Demonterer</p>

Vedlegg

	<p>Hvis en fasade er helt strøken sideveis og i dybden, er det ofte ikke noe feil. Men fasaden må uansett tilstandsanalyses. Men trenger ikke gå på nivå 2 og 3 med det første da andre fasader trenger det mest sannsynlig mer.</p> <p>Det antas at alle byggene har feil. Og alle skal gjennom nivå 2 og 3 i løpet av en kort tid i fremtiden. Det prioriteres nå bare å ta det som er verst og så skal de byggene som ser mindre risikofull ut bli tatt i seinere år. Men alle 40 byggene skal gjennom nivå 2 og 3 for å ha en fullstendig oversikt.</p> <p>Venter kanskje 3 år eller 5 år med å rehabilitere fasaden fordi den ser grei ut men må bli tatt en ny analyse i nær fremtid for å se på utviklingen</p>
<p>Hvilke instrumenter bruker dere?</p>	<p>Nivå 2: Bruke noe å slå med, gummiklubb, lift</p> <p>Nivå 3: Skjære hakk i platene, setter på last, utsetter for vindlast, stresstest i fasadene, tar av fasaden og drar i boltene for å se hvor mye de tåler. Sjekke om de er festet i rett underlag.</p>
<p>Hvilke skader og svakheter registrerer dere oftest på fasadene?</p>	<p>Svakheter med monteringen, nesten alle fasader har en byggefeil. Feil innfestning og for lite innfestning. Har funnet granitt som er limt fast.</p> <p>Påhengsplater av naturstein, granitt: Montert annerledes enn det er prosjektert, brukt andre innfestninger, detaljene som er dårlig, vindusforinger og små detaljer som er dårlig utført. Må teste og belaste for å se om det ryker. Ta stikkprøver for å se om festemetodene er riktige. Ofte limt i vindussmug og der det er små detaljer.</p>

Vedlegg

<p>Hva er de vanligste skadeårsakene?</p>	<p>En hel fasade har 10 prosent byggefeil som er feil som er oppstått i monteringsfasen.</p> <p>Det ene metallet tærer opp det andre, ikke galvaniseringsskille, litt for mye eksperimentering på nye materialer.</p> <p>Dårlig hele veien</p> <p>På eldre bygg har det vært brukt mye salt i betongen, så stålet har korrodert. Var vanlig å bruke salt i betongen da det var kaldt for at den skulle fungere. Dette gjør at betongen kan være bra noen steder men elendig andre steder, for der har de bygget da det har vært kaldt.</p> <p>Ingenting som tyder på at de var mer nøye før enn nå. Byggefeil gjelder hele veien. Før var det mange forskjellige løsninger, så derfor ble det mye rart.</p> <p>Eks på monteringsfeil på tegl: Murt opp mur og bare dytta inn binderne i stedet for å legge de i mellom teglsteinen</p> <p>Mest av alt feil montering, banka inn boltene i stedet for å feste de på platene, feil skruer, for små skurer. Prosjekteringen er ofte grei, byggefeil og manglende dokumentasjon. Må gå langt for å finne ut hva de egentlig har tenkt.</p> <p>Byggefeil skjer på nye fasader. Det er småtteriet som er dårlig. Alt som er litt annerledes på fasaden.</p> <p>I tidligere bygg er det byggefeil som er gjort annerledes enn forutsatt</p> <p>I nyere bygg er materialene som ikke fungerer og sammensetning av materialer</p>
---	--

Case 1

Påhengsfasade med granitt

Fra sent på 80-tallet

90 prosent er god av fasaden. De store elementene er i orden. De små detaljene, vindussmyg og sånn har mye juks. Mange dårlige metoder.

Etterforankrer nå alt av sånne detaljer, setter inn plugger på alle detaljer

Hoveddelen kan stå i 20 år til. Har forlenget levetiden 20-30 år

Ikke byttet ut noe på fasaden tidligere

Innfestningen: Knekte sånne rammegreier

Testa alle knektene og trekker ut boltene til de ryker for å se at det holder

Limt fast i smug, stor risiko for platene som er limt fast i smugene, boltes fast nå med en spesialløsning, drar de fast med bolter

Case 2

Betongfasade med pålimte fliser eller heller, ligner med på larvekitt, festet fast med tråder inn i bakstøpen, bakstøpen er forankra inn bygget med anker.

Flater på 100 kilo

Fra 50-tallet

Problemet: Korrosjon i armeringen som presser platene ut. Masse salt i betongen - de små festene ryker fordi de blir pressa ut.

Prøver å forlenge levetiden på 10 år ved og borre 4 hull i hver plate og går inn i bakstøpen. Setter inn bolter med gummiforing, Forsenket bolt på platene, kan da gå noen millimeter før det trengs å gjøres noe med dem. Må ha visuell kontroll for å se på platene, kan løsne boltene litte grann så de kan gå ut noen millimeter før man skal ta ned hele fasaden om en 10 år.

Ikke falt noe ned

Case 3

Teglsteinsfasade, 50-tallet

Problemet: Stor overflate. Teglstein rundt hele. Ikke noen diltasjonsfuge. Ingen fuger som tar opp bevegelse. Det er blitt riss og sprekker.

Tiltak: Lage fuger som tar opp bevegelser

Det er en krone på toppen, den er gjort på en annen måte og er ikke forankret, den er løs. Hele toppen blir da tatt ned og murt opp igjen.

Skal sjekke hele fasaden, antagelig må hele fasaden etterforankres.

Det er falt noen stein ned pga vindkast.

Case 4

Pussa teglstein ut mot gata. Rå teglstein mot innsida.

1900-tallet. Mørtel og trebindingsverk

Må holdes oppe. Den må rehabiliteres fullstendig. Må bytte ut noen av delene.

Case 5

Sammensatt platefasade fra 1960

Stein og plater, ser fin ut nå, men må nok ta den etter hvert.

VEDLEGG 11

Kontaktinformasjon

Bedrift	Forvaltningsenhet
Stilling i bedrift	Fagsjef, drift og vedlikehold

Spørsmål:

De som utfører tilstandsanalyser

Hvordan går dere frem for å utføre en tilstandsanalyse av fasadene?	<p>Forvaltningsenheten gjennomfører de visuelle tilstandsanalysene selv. Dette innebærer å se over fasadene. Hvis det er satt opp stillas i sammenheng med annet arbeid som utføres på veggene vil det også være mulig å se nærmere på fasaden også i høyden. Det kan være det også innebærer å ha med utførende leverandør som blir med for delta i tilstandsanalysen.</p> <p>Mistenkes det skader på fasaden og det er ønske om en mer gjennomgående tilstandsanalyse på nivå 2 eller 3 kontaktes konsulenter som for eksempel Multiconsult.</p> <p>Kommer helt an på bygget, alder, erfaring med lignende bygninger eller om det skal gjøres arbeider med stillas/lift på bygningen.</p>
Hvilke forskjellige nivåer for tilstandsanalysen har dere?	<p>De har et nivå de selv gjennomfører (nivå 1) med visuell kontroll.</p> <p>Nivå 2 og 3 vet han ikke helt hva innebærer da de ikke gjennomfører dette selv, men setter det bort.</p>
Har dere noen gang gjort en tilstandsanalyse av innfestningene? I så fall hvordan gjorde dere det?	<p>Selve innfestningen gjør de ikke selv. Dette er det konsulenter som gjør</p>

Vedlegg

<p>Hvilke skader registrerer dere oftest på fasadene?</p>	<p>Oftest korrosjon</p> <p>Valgt feil løsninger, manglet lufting i veggen</p> <p>Dårlig med selve innfestningen grunnet slurvete arbeid</p> <p>Riss i fasade som fører til frostsprengning og svekkelse av innfestningen</p> <p>Tidligere ble det også veldig ofte benyttet salt i sementen når det var kaldt. Dette gjør at innfestningene korroderer lettere</p> <p>Pussen smuldrer opp rett og slett fordi byggene er gamle som fører til vanninntrenging og økt fare for korrosjon</p> <p>Det ingen spesiell skade som går igjen, er som regel noe litt nytt hver gang</p>
<p>Hvordan er det med ansvarsfordelingen? Hvis dere har overtatt et bygg men med tiden viser seg at det er feil med fasaden. Leverandør, entreprenør eller dere?</p>	<p>Tar det som regel selv da det ofte er snakk om bygninger som er 20-30 år gamle.</p> <p>Har ikke vært med på å kjøre noe reklamasjon</p>
<p>Er det mulig å avdekke feil utenpå før det skjer noe inni eller begynner det som regel med synlige tegn før dere tar en tilstand på det?</p>	<p>Riss og sprekker kan gi indikasjon på at fasaden bør sjekkes nærmere, eller hvis det er mistanke om feil grunnet svakheter på lignende bygninger.</p>

VEDLEGG 12

Kontaktinformasjon

Bedrift	Rådgiver innenfor bygningsforvaltning
Stilling i bedrift	Rådgiver

Spørsmål:

Case

Hvilken type fasade er det?	Aluminiumsfasade
Hvilket år er fasaden fra?	Bygning fra 1980, revet og bygget ny fasade, den nye fasaden er glass og aluminiumprofiler som bærer glasset. Satt inn i glass i klem. Bygning sentralt i Oslo fra 1975, skal rive fasaden og bygge nytt igjen
Er det byttet ut noen elementer av fasaden tidligere? Hvordan så innfestningene ut? Hvordan blir enheter byttet ut? Må alle av en skinne eller kan de byttes ut en og en?	Kassetter, og fylt med isolasjon, vannet som ble drenert ut rant inn i stedet. Var slik fra starten. Første aluminiumsbygget i Norge, kopi av leavrhuse. Pelene hadde for liten dimensjonering-setningskader, for dårlig plass til ventilasjon. Kunne fikset fasaden med en dobbeltfasade for å drenere på forsiden men valgte å rive fasaden og bygge ny. Fasadene var egentlig i orden. Men veldig dårlig u-verdi

Diverse

Generelt for bygninger bygget med påhengsfasader:

Dårlig U-verdi, voldsomme kuldebroer. Veldig mange er byttet ut eller revet. Isolert på utsiden eller på innsiden. Er ofte ikke et problem med fasaden. De geometriske ønskene er også låst ved en type fasade. Arkitekter ønsker et annet uttrykk på bygningen, og da byttes fasaden. Ikke vits å holde på de gamle fasadene.

U-verdi er veldig viktig for hvilken fasade man ønsker å benytte

Lite kondens i kontorbygg, god ventilasjon, veldig tørr luft

Sjeldent problemer med en påhengsfasade

Skader på fasadene:

Overflateskader, aluminiumskledninger som er lakkert på verksted med eloksering fungerer bra (elektrolyse behandling av platene) har god bestandighet. Men i forbindelse med at man har lagt beslag over og de kun er lakkert på byggeplassen kan dette korrodere i metallet.

Korrosjonskader, flest overflateskader, overflatebehandlingen har sviktet. Ikke sett alvorlige konstruktive skader på påhengsfasader.

Lekkasje, mugg og korrosjon er problemer som kan skje ved dårlige systemer.

Mye som bygges vått, og det får ikke tørket ut fuktigheten fordi veggene er så tykke. Står fuktig mye lenger nå enn før. Dette fører til dårlig inneklima, litt korrosjon og mugg i konstruksjonen.

Glassfasader

Generelt på glassfasade: Når vannet renner gjennom pakningen, renner det inn i en renne under som renner horisontalt til de vertikale profilene som går ned og så ut i bunnen og så ut. Drenerte systemer kom på midten av 80-tallet. Trodde man skulle få det tett med fuger før og da kom bare vannet inn.

Ansvarsfordeling

Ansvaret for innfestningen er entreprenøren. Arkitekten og prosjekteringsprosessen tenker ikke på det. Vanlig å feste vertikalt, etasje fra etasje. 1. etasje står på en grunnmur og der er det stivt. I 2. etasje legges det inn en teleskopløsning for å få bevegeligheten i fasadene til å bli tilfredsstillt.

Arkitekten har ingen ansvar for innfestningen, dette er leverandøren og en rådgiver som dimensjonerer sammen. I en totalentreprise tar leverandøren ansvar for å hele fasaden i en egen entreprise og har da ansvaret for alt med fasaden.

Ofte dårlig kvalitetssikring på byggene. Bygningsfysikken er ikke underlagt noen kontroll.

Bærekonstruksjonen blir kontrollert og det blir kontrollert i forhold til brann, men tettheter og slike ting blir ikke kontrollert. Skal egentlig være uavhengig kontroll av den bygningsfysiske delen, men dette gjøres svært lite. Det skal gjøres kontroll på vanntetthet, energi(u-verdi) og tetthet.

Gjøre tilstandsanalyse

Demontere innerkledningen fra innsiden fordi forankringen er festet til bæresystemet på innsiden. Ta av innerkledningen, fjern isolasjonen, bruke teknskoper og fiberskoper for å skikke inn. Må fjerne isolasjonen for å se litt mer.

En episode der stålet var sveist med vått stål og det ble porer. Dette ble sendt tilbake før det ble montert, 70 tallet, bra de kontrollerte stålet før det ble montert opp ellers hadde fasadeplatene falt ned mest sannsynlig.

Utvikling

På 70 og 80 tallet ble fasadene prosjektert av leverandøren for ett og ett prosjekt. Veldig mange av dem er begynt å lekke vann. Mye er blitt byttet ut eller det er blitt festet nye fasader på utsiden av den opprinnelige fasaden. Dagens fasader er mye bedre fordi materialene er testet. Det er i dag mye bedre kvalitetssikring enn før. Hvert firma hadde før sine egne løsninger som ble litt Texas.

Nå er det byggeboom, man kan risikere mange byggefeil. Men de som holder seg til de anerkjente løsningene har lite skader.

VEDLEGG 13

Kontaktinformasjon

Bedrift	Entreprenør
Stilling i bedrift	Teknisk direktør

Spørsmål:

Entreprenør

Hvem er det som har ansvaret for fasadeinnfestningen? Spesielt i total entreprise, hvem leverer detaljene?	Leverandørene av fasadene. Det er de som kontaktes og deres kunder som setter opp fasadene. Viktig at montasjeanvisningene blir nøye fulgt
Hvem sitter på ansvaret for detaljene? Hvilken kontrakt har dere med evt. rådgiver eller annen tegner av detaljene om ansvaret for fasadene og innfestningene?	Leverandørene
Hvordan kvalitet sikrer dere innfestningene?	I utgangspunktet skal det kun følges sjekklister for arbeidet. Det har tidligere vært tenkt at entreprenøren er sikret så lenge de tegner gode kontrakter med leverandørene er tilstrekkelig for å sikre gode løsninger. Viser seg at det ikke er nok, det må i tillegg gjennomføres stikkprøver ved gjennomføring for å sikre god kvalitet. Stikkprøvene kan gjennomføres som visuell kontroll og strekkprøver. I tillegg kan det være lurt å ta bilder for å kunne dokumentere hvor innfestningene er i ettertid som endel av FDV-dokumentasjonen.

Vedlegg

	<p>For å sikre bedre eierskap og deltakelse fra arbeiderne er det viktig å gjennomføre risikokartlegging for å sikre at ting som de skjulte detaljene blir nøye gjennomtenkt før montasje og at det ikke er tilstrekkelig med sjekklister i etterkant. SJA er en viktig del av dette der risikovurderinger blir tatt før jobben gjennomføres og har blitt bedre på dette den siste tiden.</p>
Hvilken FDV-dokumentasjon leverer dere?	<p>Leverandørene som står for dette. STORT potensial for forbedring da det er alt for lite fokus på vedlikehold, kun på produktinformasjon. Unntaket er når det kommer til utvendig drenering. Fler burde se på dette eksempelet og få øynene opp for insitamentene for en god FDV. Følges FDV-dokumentasjonen vil det bli færre reklamasjonssaker for leverandør.</p> <p>Med dagens muligheter i BIM bør det også være enkelt å få til en bedre FDV-dokumentasjon for prosjektene der også vedlikehold blir en del som enkelt implementeres inn i BIM-modellen</p>
Hva forventer dere av vedlikehold for å innfri garantien?	<p>At FDV-dokumentasjonen er fulgt</p>
Hvor lang er garantitiden?	<p>3-5 år</p>

Diverse

Termografering kan kanskje avdekke flere feil enn kuldebroer som vann i konstruksjonen ved at det er temperaturforskjeller i materialene.

ET-lillemarkens. Kun dekkekant som står igjen. Klager grunnet lyd og trekk. Veggen ble revet fra utsiden og satt inn ferdigelementer av trevegger. Disse må også festes på dekkekant. Kan være forslag til arbeid som også er utsatt for skjulte innfestninger

Telenorbygget hadde skifer som datt ned grunnet frostsprengning i innfestningen. Skifer delt. Ingen synlige skader. Visuell kontroll, vanskelig å se dette

På andre konstruksjoner brukes det sikkerhetsfaktorer, men på skjulte innfestninger brukes det her 1,0. Eksempel på påler i sjøen brukes det ekstra mye stål for å tåle mer korrosjon

Utenlandsk arbeidskraft er en utfordring. Men har både veldig positive og negative erfaringer. Like mye opp til entreprenør som arbeiderne. Må legge opp til god opplæring for at alle får en god forståelse av kultur, ansvar og kommunikasjon. Legge opp til at det ikke blir noe problem. Eksempel er å ha opplæring og sjekklister på polsk.

VEDLEGG 14

Kontaktinformasjon

Bedrift	Leverandør
Stilling i bedrift	Direktør

Spørsmål:

Leverandør

Type fasader	Betong, keramikk og høytrykkslaminat
Standard innfestningsmetode	Oppheng på patentert profilsystem
Standard type bæresystem for denne fasaden	Varmforsinkede stålprofiler
Oppstartdato for bedriften	1979
Hvilke detaljer og løsninger bruker dere?	Egenutviklede teknikker
Hvilken kontroll gjennomføres på fasadene?	Prøveliming på bakenforliggende veggens motstand
Hvordan gjennomføres delutskiftninger av fasaden?	Steinene kan hakes av hvor som helst på fasaden
Hvilken FDV-dokumentasjon følger med om fasaden ved overlevering?	Monteringsanvisninger og håndtering av arbeidsplassen
Hvem er ansvarlige hvis det skulle oppstå en skade på fasaden eller omgivelsene (mennesker, biler.....)?	Det er ikke skjedd, men om det skjer blir det et forsikringsspørsmål

Vedlegg

Har dere noen erfaringer med skader eller svakheter med fasadene og/eller innfestningene?	Siden 1979 har vi ingen rapporterte skader eller tilbud
Hvordan dimensjonerer dere innfestningene til fasaden? Hvem er ansvarlige for dette?	For hvert store prosjekt gjør en rådgiver disse beregningene

VEDLEGG 15

Kontaktinformasjon

Bedrift	Entreprenør
Stilling i bedrift	Driftsleder

Spørsmål:

Leverandør

Type fasader	Tegl
Standard innfestningsmetode	Bindere som fester teglveggen til hoved-bærekonstruksjonen
Hvilken kontroll gjennomføres på fasadene?	Kontrollskjema som følges under utførelse. Har også vært med på at Sintef har benyttet seg av muligheten når stillaset var oppe til å gjennomføre kontroll ved kamera inn bak veggen
Hvilken FDV-dokumentasjon følger med om fasaden ved overlevering?	Farge på fuge, type stein, type bindere. Står ikke noe om anbefalt vedlikehold.
Hvem er ansvarlige hvis det skulle oppstå en skade på fasaden eller omgivelsene (mennesker, biler.....)?	Garantitid er 3-5 år etter loven. Grov uaktsomhet (begge veier) må tas til etterretning. Enten om det er fullstendig mangel på vedlikehold eller veldig dårlig utført må dette tas hensyn til. Generelt mye ansvarsfraskrivelse i bransjen. Ingen vil sitte igjen med dette tilslutt.
Hvordan dimensjonerer dere innfestningene til fasaden? Hvem er ansvarlige for dette?	Gitte grunntall som antall bindere pr m ² . Ellers følges tegninger fra rådgivere.

Vedlegg

Hva er levetiden for fasadene deres? Hvordan estimeres dette? For at fasadene skal holde angitt levetid, hva anbefaler dere av vedlikehold? Tas det hensyn til lokalisering?	Levetiden ses på som "uendelig" ved tilstrekkelig vedlikehold.
Er det dere som velger innfestningene eller kan entreprenøren endre innfestningsmetode?	Utfører jobben etter tegninger mottatt fra rådgiver. Reagerer hvis det ikke ser ut til å stemme. Stoler ikke blindt på tegningene. Samarbeider også av og til med prosjekteringsgruppa og får delta i utarbeidelsen av detaljene.

De som utfører tilstandsanalyser

Hvordan går dere frem for å utføre en tilstandsanalyse av fasadene?	<p>Ønsker helst ikke å gjennomføre tilstandsanalyser da det fort oppstår beskyldninger mot at de sier veggen er verre enn den er for å få en jobb. De ønsker heller å stille på lik linje med de andre som gir tilbud på jobbene. Men om de ser bort fra at de helst ikke ønsker å gjennomføre det blir det gjort på følgende måte:</p> <p>Går først gjennom tegningene til bygget for å se om bæresystemet er av tre eller betong. Ser også hvordan detaljene rundt etasjeskillene er.</p> <p>Så visuell befaring, ofte med lift</p> <p>Etter erfaring vet de ca hvor binderne skal være, de åpner så veggen på 8 forskjellige steder og sjekker tilstanden på binderne. Disse forskjellige stedene velges etter hvor veggen og binderne er mest utsatt for nedbryting. Destruktive metoder fører ofte til ødelagt membraner, drensapp ol. og kan derfor medføre store kostnader</p> <p>Forslag: se etter buler, se på overdekningen over vinduene, åpne veggen eller benytte kamera for nøye undersøkelse.</p> <p>De har gjennomført endel og ser jo hvordan veggen ser ut når de river før de forbedrer de i rehabiliteringsprosjekter</p>
---	---

Vedlegg

<p>Har dere noen gang gjort en tilstandsanalyse av innfestningene? I så fall hvordan gjorde dere det?</p>	<p>Destruktiv måte, må fjerne steiner for å være sikker.</p>
<p>Hvilke instrumenter bruker dere?</p>	<p>Har vært benyttet kamera, dette ser ut som den eneste måten å sjekke tilstanden uten å fjerne store deler av veggen.</p>
<p>Hva er de vanligste skadeårsakene?</p>	<p>Korrosjon på bindere Korrosjon på armeringsjern Frostsprengning, noe må gi etter ved det økte trykket Fukt i konstruksjonen gir sopp og råte</p> <p>Flere eksempler på at teglfasader har falt ned</p>
<p>Hva er som regel årsaken til skadene?</p>	<p>Feil bruk av maling. Benytter maling med for mye plastikk som ikke slipper fukt gjennom. Fukten sperres inne i konstruksjonen. Kan sjekke malingen ved å tenne på den. Kan ofte lukte svidd plastikk og gi svart røyk.</p> <p>Dårlig vedlikehold, gjelder spesielt offentlige bygninger, hvor de ansatt føler lite eierskap og ytrer lite ønske om verdibevarende vedlikehold av bygningene, og eiere som ikke har peiling på bygningsdrift (som hoteller). Private tar ofte mer vare på bygningene da de låner på verdiene og er avhengig av at eiendommene ikke synker for mye i verdi. Vedlikeholdet går ut på å skifte ut deler, sørge for tilstrekkelig lufting ol.</p> <p>For lite luftig av fasaden. Enten på grunn av beslag som tetter igjen eller tetter drenerings/ventilasjonsåpninger</p> <p>Fasadene har stått veldig lenge, rett og slett gamle bygninger. Her er det ofte korrosjon</p> <p>Juks med antall bindere for å spare penger i prosjekter</p> <p>Dårlig kvalitet på mørtelet for å spare penger i prosjekter</p>

Diverse

Store forskjeller i byggebransjen når det gjelder anbudene. Mange er litt cowboy og priser alt for lite for å sikre jobber. Dette kan medføre dårlig utførelse og lite fokus på kvalitet. Ved anbudskonkurranse er det vanlige med en fordeling 20/80 på kvalitet/pris.

Også et problem med stadig økende grad av utenlandsk arbeidskraft i næringen. Eksempel på sas, ingen norske arbeidere og ingen NBI-godkjente materialer.

VEDLEGG 16

Kontaktinformasjon

Bedrift	Montasjeentreprenør
Stilling i bedrift	Regionssjef

Spørsmål:

Leverandør

Type fasader	Stål, aluminium, natursteinplater. Nå benyttes det mer sandwichelementer.
Standard innfestningsmetode	Tidligere typisk skjult med innfestningsmekanismer skrudd inn i bæresystemet hvor fasadeplatene festes til innfestingssystemet. Nå er det mer vanlig at det er synlige skruer som skrues inn i profiler festet til bæresystemet.
Standard type bæresystem for denne fasaden	Det er akkurat det samme da det finnes innfestninger tilpasset etter hvilket materiale bæresystemet er i. Det går bra med både til tre, betong og stål
Oppstartdato for bedriften	1985
Hvilke detaljer og løsninger bruker dere?	<p>Dette varierer ettersom hva byggherre ønsker og hvilke leverandører som benyttes</p> <p>Vanlig på rehabilitering fra midten av 1980 → var det vanlig at veggene ble utført 7,5 cm, at det ble etterisolert og lagt ny vindsperre og stålpanelet ble festet i stålprofiler utenpå dette og profilene ble skrudd inn i trevirket.</p>

Vedlegg

<p>Hvilken kontroll gjennomføres på fasadene?</p>	<p>Gjennomføres befaringer under utførelsen.</p> <p>I etterkant gjennomføres det 3 (5) års kontroll. Dette gjennomføres som en visuell kontroll av fasadens utside, ingen kontroll av innfestningen. Tegn på råteskader kan sees på misfarging av fasadene. Ellers kan det oppstå ujevnheter (buler) som tyder på at noe er galt på baksiden.</p>
<p>Hvordan gjennomføres delutskiftninger av fasaden?</p>	<p>Kommer an på hvilken type fasade det er.</p>
<p>Hvilken FDV-dokumentasjon følger med om fasaden ved overlevering?</p>	<p>FDV-dokumentasjon følger med dagens prosjekter, men var ikke vanlig før i tiden. Fasadene er så og si vedlikeholdsfrie.</p>
<p>Hvem er ansvarlige hvis det skulle oppstå en skade på fasaden eller omgivelsene (mennesker, biler.....)?</p>	<p>Eier av bygget er ansvarlige for vedlikeholdet som er i form av vasking av fasaden</p> <p>De tre-fem første årene er det i henhold til NS Profil Fasade (PF) som er ansvarlige og inntil 10 år hvis det viser seg at det er montasjesvikt fra PF sin side (kjøpsloven). Levetiden til fasadene er satt til 25-30 år og da skal alle elementene være ca like lenge. Levetiden varierer noe med klima, innenlandsklima gir ikke så store påkjenninger på fasadene som kystklima.</p>
<p>Har dere noen erfaringer med skader eller svakheter med fasadene og/eller innfestningene?</p>	<p>De skadene de har vært borte i er først og fremst forråtnelse av treverket og da spesielt rundt vinduer og gjennomføringer som sørger for dårlig innfestninger.</p> <p>Av og til også korrosjon, men ikke et gjennomgående problem</p> <p>Tidligere impregnering av trevirke var hardt mot skruene, spesielt da disse ikke var syrefaste, og førte til svekkelse av skruene</p>
<p>Hvordan dimensjonerer dere innfestningene til fasaden? Hvem er ansvarlige for dette?</p>	<p>Leverandør. Har tidligere vært utført uttreksprøver, men holder seg til montasjeanvisninger.</p>

Vedlegg

<p>Hvordan har dere kommet frem til produktet dere bruker i dag? Hvordan har utviklingen vært fra de første systemene til de som brukes i dag?</p>	<p>Utviklingen har gått fra ikke syrefaste detaljer mot mer og mer syrefast. I dag benyttes det syrefast på det som utsettes for vær og vind, men det som er tørt benyttes forsinket skruer.</p> <p>Vil tro det vil komme enda mer fuktproblemer grunnet høye krav til utforming av dagens nybygg. Vanskelig å få tilstrekkelig lufting?</p> <p>Språkproblemer grunnet mye utenlands arbeidskraft kan også medføre vanskeligheter med dagens bygg</p>
<p>Hvilke gummipakninger/plastpakninger bruker dere? Holder de lenge?</p>	<p>Benyttes gummipakninger mellom noen plater og innfestninger, men de står skjermet og skal holde like lenge som resten av fasaden</p>
<p>Har dere noe forslag til hvordan man generelt kan gjennomføre en tilstandsanalyse på påhengsfasader?</p>	<p>Ta av plater for å fysisk se bak, se på om veggen buler-innfestningen kan være på vei ut, se på miss-farging av farge, der kan det være råte bak eller korrosjon.</p>

VEDLEGG 17

Kontaktinformasjon

Bedrift	Leverandør
Stilling i bedrift	Regionssjef

Spørsmål:

Leverandør

Type fasader	Aluminiums- og stålprofiler til glassfasader
Standard innfestningsmetode	Det sekundære bæresystemet i aluminium/stål festes til hovedbærekonstruksjonen
Oppstartdato for bedriften	1951, 1976 i Norge
Hvilken kontroll gjennomføres på fasadene?	Leverandør gjennomfører ikke noen kontroll selv. De leverer tegninger og opplæring av montørene. Skulle noen trenger mer hjelp kontaktes firmaet i Tyskland. De har ikke mulighet for å følge opp mer på grunn av konkurranse i næringen. Ved brannskiller blir det selvfølgelig gjennomført 3. parts kontroll, men dette er noe alle må gjennomføre så da går det ikke ut over konkurransefortrinnene.
Hvordan gjennomføres delutskiftninger av fasaden?	Det er enkelt å bytte ut deler av fasaden. Listene skrues av og glasset byttes. Noe mer vanskelig når det er fasader med høy tyverisikring
Hvilken FDV-dokumentasjon følger med om fasaden ved overlevering?	Katalog av produktet som er levert og en vaskeinfo for pleie av vinduer. De som monterer fasadene tar seg av FDV-dokumentasjonen og tilpasser den hvert enkelt prosjekt. De mottar mye underlagsinformasjon for å tilfredsstille BREEAM Nor.
Hvem er ansvarlige hvis det skulle oppstå en skade på fasaden eller omgivelsene (mennesker, biler.....)?	Leverandør gir garantier på selve produktet og løsningen deres. De er derimot ikke ansvarlig for riktig montering. Dette vil si at Leverandør er ansvarlig så lenge montasjeanvisningene er fulgt. Bistår med hjelp om det skulle være noen problemer.

Vedlegg

<p>Har dere noen erfaringer med skader eller svakheter med fasadene og/eller innfestningene?</p>	<p>Svakheter er at glass kan knuse, men det er registrert svært få innvendige skader på stål/aluminium rammer og innfestningene da de ligger i tørt klima på innsiden. Eneste hvor det har vært registrert korrosjon er i pirbadet hvor fasadene var utsatt for ekstreme påkjenninger på grunn av høy luftfuktighet.</p> <p>Svakheter kan oppstå der det benyttes løsninger som ikke er utviklet av Leverandør men montøren selv har valgt innfestning.</p> <p>Ved store nedbøyninger av dekker kan det oppstå spenninger i glasset som fører til sprekkdannelse og knusing</p> <p>Generelt er det registrert få skader med denne type fasade.</p> <p>Generelt på glassfasader så er det eksempler på at limte glass i hele glassfasader i USA har ramlet ned. Ikke hørt noe om det i Norge.</p>
<p>Hvordan dimensjonerer dere innfestningene til fasaden? Hvem er ansvarlige for dette?</p>	<p>Kundene er ansvarlige for dimensjoneringen av innfestningene så lenge de ikke benytter seg av Leverandøren sine egne løsninger. Brukes det Leverandøren sine innfestninger riktig er det Leverandøren som er ansvarlig. Disse en dimensjonert ut fra en tabell Leverandøren selv har utviklet.</p>
<p>Hva er levetiden for fasadene deres? Hvordan estimeres dette? For at fasadene skal holde angitt levetid, hva anbefaler dere av vedlikehold? Tas det hensyn til lokalisering?</p>	<p>Dimensjonerende levetid er satt til 50 år for fasade og 30 for vinduer, men de bør holde lengre. Nye krav fører til utvikling, eks u-verdi. Løsningene testes i laben både med UV-stråling og salttåke.</p>
<p>Er det dere som velger innfestningene eller kan entreprenøren endre innfestningsmetode?</p>	<p>Kundene velger dette selv, men det anbefales å bruke Leverandøren sine løsninger. Leverandøren har egne tabeller som viser hvilke innfestninger de anbefaler.</p>

Vedlegg

<p>Hvem monterer fasadene deres? Hvis dette er noen andre, hvem er da ansvarlig om noe skulle gå galt?</p>	<p>Kunder av Leverandøren. Montører og entreprenører.</p>
<p>Hvordan har dere kommet frem til produktet dere bruker i dag? Hvordan har utviklingen vært fra de første systemene til de som brukes i dag?</p>	<p>Utviklingen av produktet er først og fremst styrt av kravene til u-verdi for å kunne tilfredsstillе krav og etterspørsel i markedet. Har gått fra en u-verdi på 3,0 til 0,8. Det har også vært en utvikling av materialoptimaliseringen og detaljer, men ingen store endringer.</p>
<p>Hvilke gummipakninger/plastpakninger bruker dere? Holder de lenge?</p>	<p>De skal holde like lenge som resten av fasaden og er ikke registrert som et svakt punkt.</p>
<p>Har dere noe forslag til hvordan man generelt kan gjennomføre en tilstandsanalyse på påhengsfasader?</p>	<p>Ligger godt pakket inn for å sikre en tett fasade. Det er derfor ikke mulig å gjøre en tilstandsanalyse på en enkel måte uten å benytte demontering eller destruktive metoder. Kun det estetiske som farge som kan sjekkes visuelt. Fargene kan både falme og lakken kan flasse på grunn av korrosjon ved de avkuttete endene.</p>

Diverse

Leverandøren sine produkter er tredelt. Metallfasader, Solenergi og kunststoff som PVC.

Ble mye satset på solenergi men grunnet nye ordninger er dette lagt mer og mer på is på grunn av stor konkurranse fra blant annet Kina. De har derfor gått tilbake til at de kun konsentrerer seg om produksjon av solenergi i fasader.

PVC har et enormt potensial i fremtiden grunnet krav til stadig lavere u-verdi. Det er fortsatt lite brukt i Norge, men mye på kontinentet.

Eksempel på moderne curtain-wall er Helsfyr hvor Leverandøren sine fasadesystemer er benyttet.

Leverandøren har sin egen testlab, tilsvarende Sintef sine, for å kunne teste produkter og stadig forbedre løsningene. Disse benyttes før de sendes til godkjenning

Deres ønske er å komme inn i prosjekter så tidlig som mulig for å kunne utvikle de beste løsningene. Dette er en fremgangsmetode som pr dags dato er krevende å få til i Norge. Her utsettes som regel det meste så det blir lite tid til utforming av løsninger og det ender opp med standardløsninger.

Utfordringer i dagens byggeprosjekter er blant annet bruken av utenlandsk arbeidskraft. Det påpekes at det ikke er et problem, men en utfordring. De fleste forstår seg på engelsk og mange av de tyske som lærer opp de utførende kan også polsk. Så med litt peking og forklaring forstås det meste. Det kan derimot oppstå problemer med at de utenlandske bruker egne løsninger som er tilpasset og velfungerende i hjemlandet men som er en dårlig løsning i norsk klima. Det er mange utførende som ikke tenker så mye kvalitet, men kun på å tjene penger. Velger det billigste av det billige.

Det viktigste for at fasadene skal holde er at de er tettest mulig, tåle damptrykket, har tilstrekkelig drenering og gir glasset bevegelsesmuligheter.

VEDLEGG 18

Kontaktinformasjon

Bedrift	Forvaltningsenhet
Stilling i bedrift	Prosjektleder

Spørsmål:

De som utfører tilstandsanalyser

Hvilke forskjellige nivåer for tilstandsanalysen har dere?	<p>Det gjennomføres tilstandsanalyser hos borettslag som har utvidet kontrakt med forvalteren. Dette gjøres på 3 forskjellige nivåer:</p> <p>Nivå 1 er en visuell kontroll, banking i veggen, evt skraping med noe skarpt i fuger.</p> <p>Nivå 2 er kontroll av karboniseringsdybden opp mot overdekningen. Bruk av lift og kjenne litt og røske litt i fasaden og se nærmere om vinden får tak i fasaden.</p> <p>Nivå 3 settes bort til andre, til betong eller blikkenslager.</p>
Hvor ofte gjøres det?	<p>I kontrakten står det hvert 5. år. Dette avhenger noe av alderen til bygningen, terrenget og klimapåkjenningen. Her benyttes levetidstabeller da det rundt estimert levetid er viktig å sjekke oftere da det kan ha oppstått store forskjeller fra år til år. Fasader som er vestvendt er også mer utsatt (da dette er dimensjonerende vindretning) for vær og vil sjekkes som dimensjonerende fasade.</p> <p>Bør sjekkes årlig av byggherre visuelt egentlig.</p> <p>Tar de som bor i boligen kontakt fordi det har oppstått problemer rykker det ut folk fra boligbyggerlaget for å se nærmere på saken.</p>

Vedlegg

	<p>Det er ikke bare været som påvirker karboniseringsdyben i betongen, men også hvor nærme bygningen ligger veien og hvor utsatt den dermed er for CO₂. Det er derfor viktig å sjekke alle de forskjellige byggene selv om det er påvist lite skader på liknende bygninger i liknende omgivelser</p>
<p>Hva er de vanligste skadeårsakene?</p>	<p>Råteskader på grunn av feil fra blikkenslager</p>
<p>Hva krever dere av FDV-dokumentasjon og ser dere noen gap mellom hva dere får og hva dere bør få?</p>	<p>Det er viktig at byggherren stiller krav til økt dokumentasjon. I kontraktene forlanges det å oppgi skadeforebyggende tiltak, hva som kreves av vedlikehold og i hvilke sykler dette bør gjennomføres.</p>

Diverse

Frostsprengning på balkonger har vært registrert.

Kildeforslag: Håndbok for rehabilitering av puss, teknologisk institutt. Sjekk om dette finnes på våre typer fasader.

I stedet for å gjennomføre en dyr tilstandsanalyse bør det ses på om det like gjerne bør gjennomføres en oppgradering der nytten kan være stor ved energibesparing og økt komfort.

Kost/nytte forholdet er viktig å vurdere.

Viktig å høre på erfaring fra eldre og folk som har vært i bransjen lenge.

Løsninger med dårlig kvalitet for å sikre større fortjenester skjer ofte.

Ved store isolasjonstykkelser som kommer som et resultat av økte krav til energiforbruk er det viktig å nøye regne på innfestningene da dette medfører stort moment på forankringen.

Krav til uavhengig kontroll for bygningsfysikk og brann vil medføre mindre feil i prosjektering.

For å sikre bedre utførelse er det viktig at entreprenørene har gode rutiner for kvalitetssikring som sjekklister ol. Feil i utførelse ses ofte i sammenheng med gode tider i byggebransjen da det er mye arbeid og stor pågang hos entreprenørene. Dette gjelder ikke bare i gode tider, men også i dårlige når entreprenører må prise seg billig. Dette kan medføre dårlige løsninger og dårlig kvalitet på resultatet.

VEDLEGG 19

Kontaktinformasjon

Bedrift	Entreprenør
Stilling i bedrift	Prosjektleder og driftsleder

Spørsmål:

Entreprenør

Hvem er det som har ansvaret for fasadeinnfestningen? Spesielt i total entreprise, hvem leverer detaljene?	Det er alltid Entreprenøren som må ta tak ved reklamasjoner da det er de som er ansvarlige ovenfor byggherren. Det meldes over til fasadeentreprenør og det er de som skal stå ansvarlige for endringene. Dette er saker som ofte kan ta år og "småentreprenørene" har som regel endret struktur. Det er vanskelig å få erstatning for det.
Hvem sitter på ansvaret for detaljene? Hvilken kontrakt har dere med evt. rådgiver eller annen tegner av detaljene om ansvaret for fasadene og innfestningene?	Fasadene settes som regel ut som en totalunderentreprise der fasadeentreprenøren har ansvaret for prosjektering av innfestningene også. Lastene fås av totalentreprenør men beregnes ikke av totalentreprenør.
Hvordan kvalitet sikrer dere innfestningene?	Gjennomføres ikke noe 3.mannskontroll eller noe lignende Må gjennomgå kvalitetssikringssystemet med sjekklister. Tas visuelle kontroller, men dette er helst for å se om ting er skjevt. Lite av selve innfestningen.
Hvilken FDV-dokumentasjon leverer dere?	Standard FDV-dokumentasjon med produktdatablad Hvordan holde fasaden fin, umulig å vedlikeholde innfestningen. Står også hvordan man skal skifte platene. Har eksempel på FDV-dokumentasjon. Sto veldig mye men ikke cc avstand og akkurat hvor innfestningene er.

Vedlegg

Hva forventer dere av vedlikehold for å innfri garantien?	At anbefalingene i FDV-dokumentasjonen følges
Hvor lang er garantitiden?	3 og 5 år

Diverse

Levetiden til innfestningene er lengre enn de synlige platene så det ses ikke på som noe problem.

Utfordringene med utenlandsk arbeidskraft har ikke vært noe problem. Ingen språkbarrier da det leies inn norske selskaper som er ansvarlige, ses på et større problem om det er utenlandske firmaer som leies inn.

Eksempel på at Steniplater knakk, men her ble ikke monteringsanvisningene fulgt. For liten avstand fra kant og inn til hull.

Snøskuffing og oppbevaring av store mengder snø medførte stor deformasjoner på eksisterende senter på Sørlandssenteret. Gjaldt en teglfasade.

Ved for dårlig lufting vil det være kondens i bunnen av veggen. Dette kan ofte skje på grunn av at mørtelen tetter igjen luftingen. Bedre på dette nå.

Vanligste skadene de har sett er korrosjon og manglende innfestning.

70-80 tallet ble det benyttet mange uprøvde løsninger og materialer. Det ble brukt mye rart.

VEDLEGG 20

Kontaktinformasjon

Bedrift	Rådgiver innenfor bygningsforvaltning
Stilling i bedrift	Rådgiver

Spørsmål:

De som utfører tilstandsanalyser

Hvordan går dere frem for å utføre en tilstandsanalyse av fasadene?	<p>Har sammen med en forvaltningsenhet kommet fram til forskjellige nivåer for tilstandsanalyse av eksisterende bygninger og deres fasader.</p> <p>Nivå 1: Driftsansvarlig som kjenner bygningen tar en visuell kontroll for å avdekke defekte overflater. Det vurderes også hvilke konsekvenser feil kan føre til. Ses også på dokumentasjon av bygningen, tegninger, FDV ol. Det er ofte et problem at det ikke finnes tilstrekkelig dokumentasjon. Ved visuell kontroll kan det avdekkes korrosjonsvann på fasadestein, forskyvninger. Som regel ser fasadene helt fine ut helt til noe detter ned og det gjennomføres nærmere analyser. Fiberoptisk kamera kan benyttes, men dårlige erfaringer med dette da det ofte er både trangt og mørkt i hulrommene.</p> <p>Nivå 2: Gjennomgås på de fasadene det er størst behov for å se nærmere på. Fasaden går gjennom med lift og der det er mulig tas det av noen stein. Lift, gå gjennom tegninger og beskrivelser</p> <p>Nivå 3: Det settes opp stillas og det gjennomgås testing og prøving av fasaden pluss demontering/destruktive analyser</p>
---	---

Vedlegg

Har dere noen gang gjort en tilstandsanalyse av innfestningene? I så fall hvordan gjorde dere det?	Gjort i forbindelse med fasaden på Pilestredet. Se div.
Hvilke instrumenter bruker dere?	Sugepropp, vertikal og horisontale laster, stillas.
Hvilke skader registrerer dere oftest på fasadene?	Plater som i utgangspunktet er limt med lim av grei kvalitet vil før eller siden løsne grunnet alderdom på limet. Korrosjon grunnet saltinnhold i betongen. Korrosjon i armeringen av teglfasadene. Riss Misfarging på grunn av korrosjon
Hva er de vanligste skadeårsakene?	Feil utførelse Uvitenhet om materialers påvirkning av salt i utførelsesfasen
Forslag til tilstandsanalyse	Teoretiske beregninger, men vanskelig å ta hensyn til alle faktorene som påvirker nedbrytingen av innfestningene.

Rådgivere

Har dere noe ansvar for løsningene som blir benyttet for opphenget til fasadene?	Selv om det er gjennomført analyser og analyser av fasaden kan de ikke garantere 100 % at fasaden står da det ikke er sjekket hele fasaden, men stikkprøver. Tilstandsanalysene vil gi et grunnleggende inntrykk av fasaden og vil avdekke de mest alvorlige og kritiske tilfellene.
--	--

Diverse

Granittplater datt ned på en fasade. Fasaden var bygget på 80-tallet og rundt vinduene besto deler av fasaden av pålimte fasadeplater. De fikk heldigvis tak i tegninger (skjer ikke ofte) så det var mulig å se på detaljer. Disse viser at det er vanskelig å gjøre delutskiftninger da dette medfører at alle platene må skiftes for å få ut de innerste på skinnen. Det ble tidlig satt opp stillas for å sikre at folk ikke ble truffet om det skulle dette ned flere plater. Entreprenøren som satt opp stillaset begynte å demontere deler av fasaden så det var mulig å sjekke tilstanden bak og avdekket svakheter med bakenforliggende vegg og at boltene var dårlige. Fasadeplatene ble så utsatt for sugeproppforsøk av entreprenøren og stikkprøver av rådgiver som utsatt de for horisontal last som skulle tilsvare 1,5*dim 50 års vindlast. Tilsvarende ca 90 kg/m² og vertikal last. Ingen av platene gav etter verken for rådgiver eller entreprenørens tester. Det ble også testet ut kapasiteten til innfestningene med gjengestagforsøk. Det er viktig å se på hele systemet og ikke bare på innfestningene separat. Det er et helhetlig system som er avhengig av mange komponenter.

Viktig å huske på at byggherrer har ulike levetider de ønsker bygningen skal vare. Eksempel skal man selge eller rive om 15 år. Det er derfor viktig å få en god forståelse av hva som er problemet med fasadene og hva som er årsakene til skadene. På denne måten kan det utarbeides alternative løsninger som er tilpasset byggherrens ønsker. Denne forståelsen kan skaffes ved å gjennomføre grundige tilstandsanalyser. Det er ofte lettere å tilpasse løsningen med proffe byggherrer da det enklere kan kommuniseres med dem. De forstår seg ofte på bygningsteknikk.

Når det gjennomgås denne typer utprøving av fasadene er det viktig at det ikke befinner seg personer i nærheten som kan skades. HMS er viktig.

Kan være vanskelig å få tak i lik stein hvis noen natursteinsplater må byttes ut.

STO fasader ble gjentatt svært mange ganger i alle intervjuene.

VEDLEGG 21

Kontaktinformasjon

Bedrift	Leverandør
Stilling i bedrift	Daglig leder

Spørsmål:

Leverandør

Type fasader	Rammestruktur til glass og platefasader
Standard innfestningsmetode	Aluminiumsrammer
Standard type bæresystem for denne fasaden	Festes i betongdekker med enten betongsøyler eller stål som bærende konstruksjon
Oppstartdato for bedriften	Slutten av 1950- tallet
Hvilke detaljer og løsninger bruker dere?	<p>Dette varierer fra prosjekt til prosjekt men i stålrammene klemmes platene fast, det som kalles tørrglassing. Det horisontale profilet bærer lasten av vinduet mens de vertikale holder det på plass. Lastene overføres til hovedbærekonstruksjonen enten pr etasje eller samlet i bunnen.</p> <p>Det finnes også løsninger det platene limes på. Dette skal holde men gjør delutskiftninger vanskelig</p>
Hvilken kontroll gjennomføres på fasadene?	Det gjennomføres ikke noe kontroll fra Leverandør sin side da de kun står for katalogprodukter. Det er opp til fasadeentreprenørene å ta kontroller.
Hvordan gjennomføres delutskiftninger av fasaden?	<p>Dette er veldig enkelt med curtain wall. Dette gjøres fra utsiden ved å skru av listene og ta ut glassplatene</p> <p>Limet må skrapes av der dette er brukt. Noe mer tidkrevende.</p>

Vedlegg

<p>Hvilken FDV-dokumentasjon følger med om fasaden ved overlevering?</p>	<p>Dette utarbeider fasadeentreprenørene. Fra 1.7.2013 må alle produkter CE-merkes og produktene kan da spores hele veien. Gis vedlikeholdsanvisningen men det er helst for overflatene og det synlige.</p>
<p>Hvem er ansvarlige hvis det skulle oppstå en skade på fasaden eller omgivelsene (mennesker, biler.....)?</p>	<p>Dette kan være flere, alle blir som regel involvert for å finne ut av feilen. Eksempel er brannglasset som begynte å reagere. Kunne enten være feil utforming, feil produsert glass, ikke tilstrekkelig luft og drenasje, feil utførelse, temperatur for høy</p>
<p>Har dere noen erfaringer med skader eller svakheter med fasadene og/eller innfestningene?</p>	<p>Brystninger. Glassene var her festet med bolter og en fuge mellom som gav plass til bevegelser. I disse fugene var det også festet skinner for vaskeheis. Når vaskeheisen kjørte ble det kontaktflate mellom glass og brakett som førte til at glasset knuste</p> <p>Silikon i hjørnet mellom to glass. Risikoområdet. I utgangspunktet en svakhet som også har blitt utsatt for mekanisk påkjenning+ sol → knust glass</p> <p>Lite skader på selve innfestningen. Kun der det har blitt brukt forskjellige materialer og i ekstreme miljøer som svømmehaller har det blitt estetisk lite pent på grunn av misfarging/korrosjon</p>
<p>Hvordan dimensjonerer dere innfestningene til fasaden? Hvem er ansvarlige for dette?</p>	<p>Leverandør grovdimensjonerer mens det er rådgivende ingeniører som findimensjonerer. Leverandør tar selve systemet, rådgivende tar innfestningene.</p>
<p>Hva er levetiden for fasadene deres? Hvordan estimeres dette? For at fasadene skal holde angitt levetid, hva anbefaler dere av vedlikehold? Tas det hensyn til lokalisering?</p>	<p>Svakeste punktet er glasset 10 års garanti, 25 år før punktering</p> <p>Aluminiumsrammene har 50 år</p> <p>Pakningene tørker ut etter rundt 30 år. Er da ikke lengre tette.</p> <p>Levetiden ikke så kritisk da det ofte skiftes ut grunnet for lav u-verdi</p>
<p>Er det dere som velger innfestningene eller kan entreprenøren endre innfestningsmetode?</p>	<p>Fasadeentreprenør tilpasser dette etter prosjektet.</p> <p>Følges Leverandørs montasjeanvisninger er de ansvarlig. Endres noe er det entreprenørens ansvar.</p>

Vedlegg

<p>Hvem monterer fasadene deres? Hvis dette er noen andre, hvem er da ansvarlig om noe skulle gå galt?</p>	<p>Fasadeentreprenørene monterer fasaden. De lærer opp gjennom Leverandørens academy. Det er ikke garanti at alt av anvisninger når ut til alle, men entreprenør må også ta litt ansvar. Sees lite feil i montasje</p> <p>1980-90 tallet ses det mange rare løsninger på typiske glassgårder. Spesielt med løsninger angående beslag.</p>
<p>Hvordan har dere kommet frem til produktet dere bruker i dag? Hvordan har utviklingen vært fra de første systemene til de som brukes i dag?</p>	<p>Driveren fremover vil være påvirket av to faktorer. Krav i teknisk forskrift og utviklingen i arkitekturen med større glassflater og større krav til innfestningen. Også produksjonsvennlighet vil være en drivende faktor for å sørge for en mer rasjonell produksjon. Handler tilslutt om penger.</p>
<p>Hvilke gummipakninger/plastpakninger bruker dere? Holder de lenge?</p>	<p>Aldringstester sier 20-25 år</p> <p>Var et problem med piratløsninger på pakninger som ikke holder samme kvalitet.</p> <p>Pakningene er testet i egne testlabor i Tyskland.</p>
<p>Har dere noe forslag til hvordan man generelt kan gjennomføre en tilstandsanalyse på påhengsfasader?</p>	<p>Visuelt kan pakninger analyseres. Kan se tegn på uttørking</p> <p>Generelt er de skjulte detaljene lite utsatt da de ligger på tørr og varm siden av veggen.</p> <p>Aldri vært noe tema med innfestningene da ting tas ned på grunn av for stort varmetap</p>

Diverse

Fasadene skiftes ut før de er ødelagte på grunn av strengere krav til u-verdier og økt fokus på komfort

Elementmontasje blir bedre og bedre og mer og mer brukt. Gir mindre rom for feil og slurvete arbeid og går raskere. God kontroll på produktene

Limleverandør har også fuger

OPS avtaler kan fremme gode løsninger hos entreprenør, kan løse noe av problemene og viktig med sparringspartnere tidlig i prosjektet for å utnytte kompetanse og sammen utvikle gode løsninger

Fasadene må dimensjoneres for store bevegelser og gi rom for at alle delkomponentene beveger seg.

Når det gjelder garanti på komponenter fremkommer disse i "Hinweis..."-vedlegget i form av henvisninger til DIN- eller EN-standarder når det gjelder fremstilling / produksjon.

Levetid på en lakkert overflate vil arte seg ulikt i et område med mye vind og sandpartikler i luften sammenliknet med et beskyttet innlandsklima, og pakninger som er sterkt soleksponert belastes naturlig nok hardere enn de som ikke er det. Riktig vedlikehold vil i slike situasjoner være utslagsgivende. Vedlikeholdsmanualen gir veiledning om dette.

VEDLEGG 22: LOVVERK

Gjeldende lover gjelder for FDV-dokumentasjonen av bygningen.

Plan- og bygningsloven (2008)

§ 21-10. Sluttkontroll og ferdigattest

Søknadspliktige tiltak skal avsluttes med ferdigattest, som utstedes av kommunen når det foreligger nødvendig sluttokumentasjon og erklæring om ferdigstillelse fra tiltakshaver eller ansvarlig søker. For tiltak som krever uavhengig kontroll skal det foreligge dokumentasjon for utført sluttkontroll, jf. § 24-2. Sluttokumentasjonen skal vise at tiltaket er utført i samsvar med tillatelsen og bestemmelser i eller i medhold av denne lov. Kommunen kan utstede ferdigattest også der det foreligger bagatellmessige overtredelser av krav i eller i medhold av denne lov.

Ved ferdigattest skal det fra tiltakshavers eller de ansvarlige foretaks side foreligge tilstrekkelig dokumentasjon over byggverkets, herunder byggeproduktene, egenskaper som grunnlag for forvaltning, drift og vedlikehold av bygget. Departementet kan gi forskrift om innhold, avlevering og oppbevaring av slik dokumentasjon.

Når det gjenstår mindre vesentlig arbeid og kommunen finner det ubetenkelig, kan det utstedes midlertidig brukstillatelse for hele eller deler av tiltaket. I midlertidig brukstillatelse skal det framgå hvilke arbeider som gjenstår og en frist for ferdigstillelse. Kommunen kan kreve at det stilles sikkerhet for at gjenstående arbeider blir rettet. Dersom gjenstående arbeider ikke blir utført innen fristen, skal kommunen gi pålegg om ferdigstillelse, som kan gjennomføres ved sanksjoner etter kapittel 32.

For bygningstekniske installasjoner kan det gis driftstillatelse før de skal tas i bruk. Driftstillatelsen kan være tidsbegrenset og skal følge den enkelte installasjon.

Departementet kan gi forskrift om unntak fra krav om ferdigattest for særskilte tiltak, ferdigstillelsen av tiltak, sluttkontroll, dokumentasjon for kommunens behandling av søknad om ferdigattest og midlertidig brukstillatelse.

Forskrift om tekniske krav til byggverk (TEK10) (2010)

§ 4-1. Dokumentasjon for driftsfasen

(1) Ansvarlig prosjekterende og ansvarlig utførende skal, innenfor sitt ansvarsområde, framlegge for ansvarlig søker nødvendig dokumentasjon som grunnlag for hvordan igangsetting, forvaltning, drift og vedlikehold av byggverk, tekniske installasjoner og anlegg skal utføres på tilfredsstillende måte.

(2) I tilfeller der slik dokumentasjon åpenbart er overflødig, bortfaller kravet.

§ 4-2. Oppbevaring av dokumentasjon for driftsfasen

Dokumentasjon for driftsfasen skal overleveres til og oppbevares av eier av byggverket