

NILU OR: 80/89

NILU OR: 80/89
REFERANSE: E-8341
DATO: DESEMBER 1989
ISBN: 82-425-0096-7

Utvendige bygningsmaterialer i Sarpsborg - mengder og nedbrytning

J.F. Henriksen, A. Bartonova og T. Ofstad



FORORD

Nordisk Ministerråd har i flere år støttet et fellesnordisk prosjekt om "Beregning av reduserte korrosjonsskader på grunn av reduserte SO₂-utslipp". I Norge er prosjektet finansiert av Miljøverndepartementet og av NILUs grunnbevilgning. Fase II, Utvendige bygningsmaterialer i Sarpsborg - mengder og nedbrytning, ble gjennomført parallelt med en tilsvarende undersøkelse i Stockholm og etter tilnærmet samme undersøkelsesmetode.

Besiktningene ble gjennomført sommeren 1986, og tiden etter har gått med til datakontroll og statistisk bearbeidelse.

Spesielt under besiktningen sommeren 1986 var NILU svært avhengig av et godt samarbeid med Sarpsborg kommunes tekniske etat, Borregaard Industrier og aktuelle huseiere. Samarbeidet med alle de etater og personer vi var i kontakt med, har vært usedvanlig godt, og NILU ønsker å takke alle impliserte for godt samarbeid.

De som har vært med på å utarbeide inspeksjonsprotokollene, Odd Anda, Jan F. Henriksen, Thor Ofstad, Arild Rode og Kjell Skaug. Statistisk bearbeidning av materialet er utført av Alena Bartonova.

SAMMENDRAG

Materialmengder og typer benyttet på utvendige flater i Sarpsborg er beregnet ut fra et statistisk utvalg av inspiserte hus. Materialmengdene er fordelt på ulike hustyper og aldersklasser. Tilstanden til hovedmaterialet på tak, vegg og vindusrammer er vurdert.

Det inspiserte materialet var fordelt med 60% på småhus, 16% på handel- og kontorbygg, 15% på flerboliger og 9% på industri. Blant materialtypene fant en 30,3% tre, 22,5% puss og betong og 12,9% tegl. Totalt var det 1 980 000 m² materialareal eksponert mot ytre miljø i Sarpsborg, tilsvarende 0,2 m² pr. m² landareal.

Nedbrytningen av materialene med tiden og virkningen av forurensningene er vist for enkelte av materialene. Den klareste sammenhengen fant vi mellom tilsmussing og avstand til forurensningskilde. Biltrafikk og industri viste samme tendens.

Mulighetene for å bruke det innsamlede materialet til videre undersøkelser er drøftet, og kunnskapsmangler for sammenhengen mellom forurensning og materialtyper er påpekt for enkelte viktige bygningsmaterialer som tre, puss og betong.

INNHOOLD

	Side
FORORD	1
SAMMENDRAG	3
1 BAKGRUNN	7
2 MÅL	9
3 METODE	10
3.1 Valg av undersøkelsesområde	10
3.2 Forurensningsforholdene i Sarpsborg	10
3.3 Miljøpåvirkning	11
3.3.1 Våttid	12
3.3.2 Temperatur	13
3.3.3 Svoveldioksid (SO ₂)	14
3.3.4 Nitrogenoksider (NO _x)	15
3.3.5 Klorider	16
3.3.6 Andre forurensninger	18
3.4 Metoder for statistiske utvalg av hus	18
3.5 GAB-registeret	19
3.6 Utvalgsteknikk	20
3.7 Undersøkelse av nedbrytningstilstanden	22
4 GJENNOMFØRINGEN AV UNDERSØKELSEN	23
4.1 Praktiske forhold i Sarpsborg	23
4.2 Husutvalget	25
4.3 Husfordeling og miljøbelastningen	26
4.4 Besiktningen	27
5 RESULTATER OG DISKUSJON	28
5.1 Ytre overflate	28
5.2 Materialfordeling	30
5.3 Overflatebehandling av tre	32
5.4 Overflatebehandling av betong	33
5.5 Overflatebehandling av puss	33
5.6 Overflatebehandling av metaller	34
5.7 Bruk av ulike metaller	35
5.8 Tilstandsvurdering	36
5.8.1 Tilstand til trematerialet	37
5.8.2 Tilstand til malt forsinket stål	40
5.8.3 Tilstand til pussete flater	41
5.8.4 Tilstand til tak	43
5.8.5 Tilsmussing	45

	Side
5.9 Sammenligninger	46
5.9.1 Sammenligning med data fra tidligere arbeid	46
5.9.2 Sammenligning med Stockholmsundersøkelsen	49
5.9.3 Bruk av materialmengden i andre sammenhenger	51
6 KONKLUSJON	52
6.1 Materialmengder	52
6.2 Materialets tilstand	53
7 REFERANSER	54
VEDLEGG 1:	57

UTVENDIGE BYGNINGSMATERIALER I SARPSBORG - MENGDER OG NEDBRYTNING

1 BAKGRUNN

De fleste materialer som anvendes i bygninger, korroderer eller nedbrytes i kontakt med atmosfæren. Nedbrytningen av materialene øker med økende mengde av luftforurensninger.

I felt- og laboratorieforsøk har en kunnet vise at økt SO₂-belastning gir økt korrosjon. For enkelte materialer som stål og sink foreligger der i dag empiriske data som viser sammenheng mellom korrosjon og SO₂ (Haagenrud et al., 1984; Kucera, 1986; Henriksen og Fossestøl, 1989). I de senere år har en hatt økende interesse for andre gassers innvirkning, spesielt nitrogenoksider (Henriksen og Rode, 1986; Ericsson og Johansson, 1986), hvor det er vist at nitrogenoksider sammen med svoveldioksid kan gi økt korrosjon på mange materialer.

De økonomiske konsekvensene av materialnedbrytningen og dens sammenheng med SO₂ er blitt vurdert i flere arbeider i forskjellige land (Henriksen et al., 1981; OECD, 1981). Arbeidene går under betegnelsen kost- nytte-analyser og sammenligner utgiftene ved forurensningsreducerende tiltak med de reduserte utgifter en får på korrosjonssiden.

Til disse analysene er det brukt tre typer parametere:

1. Målte eller beregnete miljødata (gasser og partikler, nedbør- og klimadata).
2. Dose-effekt sammenheng mellom korrosjon og miljø.
3. Pris og mengde av materialer i de ulike tettsteder.

Det har i flere år vært hevdet at de største usikkerhetene i beregningene ligger i bestemmelsen av materialmengder og materialoverflater. Tidligere er de totale materialoverflatene blitt beregnet ut fra produksjons- og handelsstatistikk. Både den totale materialmengden eksportert ute og den geografiske fordelingen innen landet har vært vanskelig å fastslå.

Å utarbeide nye metoder for bedre å kvantifisere materialmengdene i byer og tettsteder er derfor av stor verdi. NILU tok i 1983 et initiativ overfor miljømyndigheter og Nordisk Ministerråd (NMR) for å utrede korrosjonsskadene i Norden som følge av reduserte SO₂-utslipp. I samråd med andre korrosjonsmiljøer i Norden ble et prosjektforslag med tre trinn godkjent i september 1983.

Planens 3 trinn var:

- Trinn 1 - Gjennomgang og vurdering av eksisterende tekniske og økonomiske data og metoder med tanke på best mulig nytte og gjennomføring av totalprosjektet (ett års prosjektid).
- Trinn 2 - "Case" studier for utvalgte byer i nordiske land.
- Trinn 3 - Fullskalaberegninger for Norden av reduserte korrosjonsskader som følge av reduserte SO₂-utslipp.

Prosjektet er nå ferdig med trinn 2, som har bestått av en materialoppmåling og en enkel skadevurdering av bygninger i Sarpsborg og Stockholm (Tolstoy et al., 1989), og en tilstandsvurdering av malte og pussete flater i Finland (VTT, 1986).

Deltakere i prosjektet har vært:

- Sverige: Korrosionsinstituttet (KI) og Statens institut för byggnadsforskning (SIB)
- Norge : Norsk institutt for luftforskning (NILU)
- Finland: Statens tekniska forskningscentral (VTT)
- Danmark: Korrosjonscentralen (KC).

Denne rapporten presenterer resultatene fra delprosjektet "Materialoppmåling og besiktigelse av korrosjonsskader på bygninger i Sarpsborg" som startet i 1985 samtidig med et tilsvarende prosjekt i Stockholmsområdet. Besiktningen foregikk i 1986, bearbeidingen i 1987-89. Prosjektet ble finansiert av Miljødepartementet og NMR, men NILUs egeninnsats har vært betydelig.

2 MÅL

Prosjektets mål var:

- å skaffe en representativ database for materialmengdenes fordeling på ulike bygningskategorier i Sarpsborg
- å undersøke hvor representative materialmengdene fra Sarpsborg var i et større geografisk område ved å sammenligne resultatene i Sarpsborg og Stockholm
- å vurdere nedbrytningstilstand til vegg, vindu og tak, og vise om det eventuelt er sammenheng mellom nedbrytning og luftforurensning for ulike materialgrupper.



Foto nr. 1: Eksempel på småhus bygd før 1920.

3 METODE

3.1 VALG AV UNDERSØKELSESONMRÅDE

Ved valg av undersøkelsesområde var det flere krav som ble stilt:

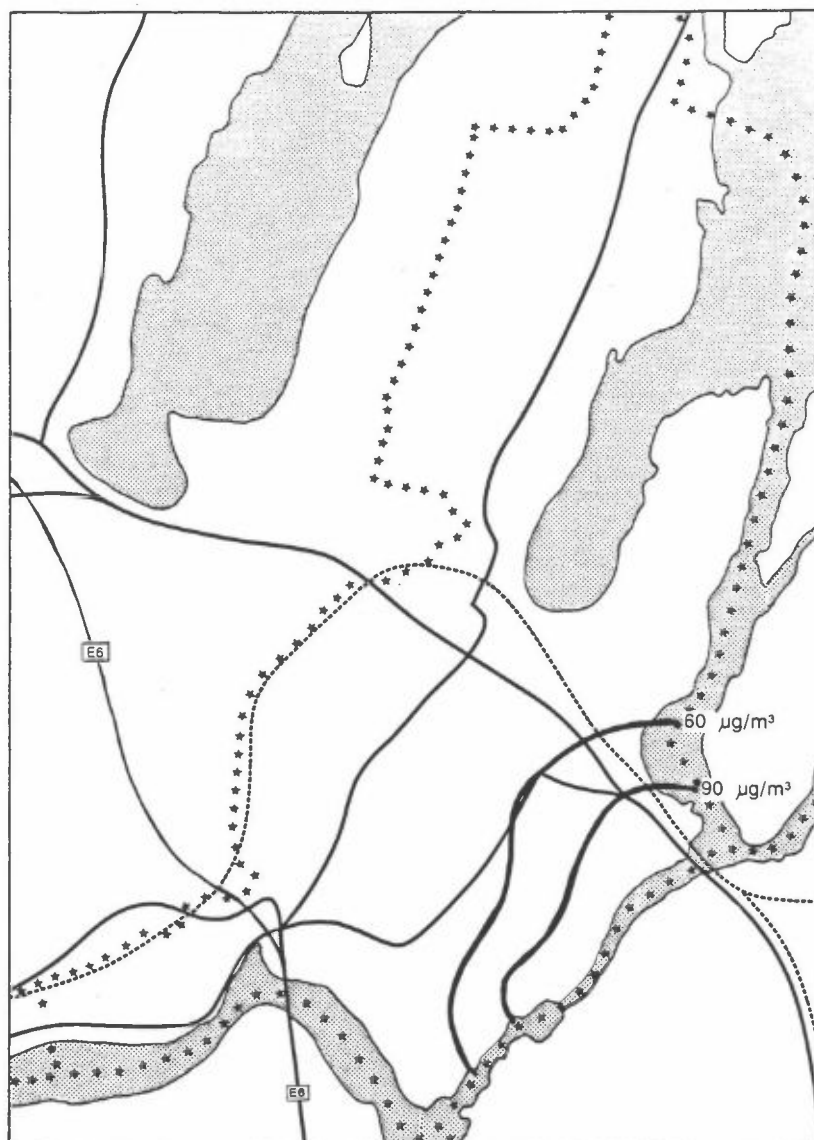
- forurensningsforholdene bør være godt kjent
- området bør ha variasjoner i forurensningsnivået
- bygningene i området bør være registrert på data for å lette det statistiske utvalgsarbeidet
- området bør være i rimelig nærhet av NILU (Østlandsområdet) for å holde kostnadene ved undersøkelsen nede.

Sarpsborg viste seg å være det best egnede området ut fra disse kriteriene. NILU har siden 1970 hatt undersøkelser i området, og i 1981-83 foretok NILU en større undersøkelse av hele Sarpsborg-Fredrikstad-området (Hagen, 1985). En kjente derfor de lokale forurensningsforholdene og visste at det var områder med både høy og lav belastning i Sarpsborg.

3.2 FORURENSNINGSFORHOLDENE I SARPSBORG

Sarpsborg er en liten kommune, og tettbebyggelsen fortsetter inn i nabokommunene. Forurensningsmessig er miljøet dominert av utslippene fra Borregaard Fabrikker. En del annen industri påvirker også miljøet. Biltrafikken er en tredje kilde. Tidligere gikk riksvei E6 gjennom byen med mye gjennomgangstrafikk. Nå går den i bro over sydenden av Sarpsborg og påvirker lokalmiljøet mindre.

Lokalmiljøet er i vesentlig grad dominert av utslipp av SO_2 i lav høyde fra Borregaard Fabrikker. Utslipp fra høye piper kan være større, men vil spres så godt at nærmiljøet blir mindre påvirket. Vindfordelingen gjør at den dominerende spredningen går langs elven, slik at de høyeste konsentrasjonene av SO_2 vil være på Borregaards eget område. Figur 1 viser et oversiktskart over Sarpsborg, hvor de mest trafikkerte gatene og isolinjer for ulike SO_2 -middelkonsentrasjoner er inntegnet. Konsentrasjonen faller fra ca. $100 \mu g/m^3$ inne på



Figur 1: Kartskisse over Sarpsborg med markering av de mest trafikkerte veiene og en inndeling i forurensningssoner $<90 \mu\text{g}/\text{m}^3$ og $60-90 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Resten av Sarpsborg har mellom 20 og $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Borregaard rundt cellulosekokeriet som benytter sulfitt-prosessen, til ca. $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i vestre og søndre deler av byen.

3.3 MILJØPÅVIRKNING

Alle bygningsmaterialer påvirkes av miljøet som omgir dem. Påvirkningens størrelse er imidlertid avhengig av materialtypen og en kombinasjon av meteorologiske og atmosfærekjemiske forhold. Ved økende

forurensning i luften er det flere faktorer som kan påvirke prosessene, og en kan få økt nedbrytning (synergistiske effekter). All erfaring viser derfor at nedbrytning av materialer skjer fortere i byer og industrialiserte strøk enn på landet.

En vesentlig forutsetning for at nedbrytningen av materialer skal skje, er at overflaten er fuktig. Mye av den nedbrytningen som finner sted kan derfor betraktes som en diskontinuerlig prosess hvor den totale nedbrytningen bestemmes av den tiden overflaten er våt (våttid) og mengden av forurensninger som er til stede. De viktigste parametrene for denne prosessen blir derfor beskrevet nærmere i de følgende avsnitt.

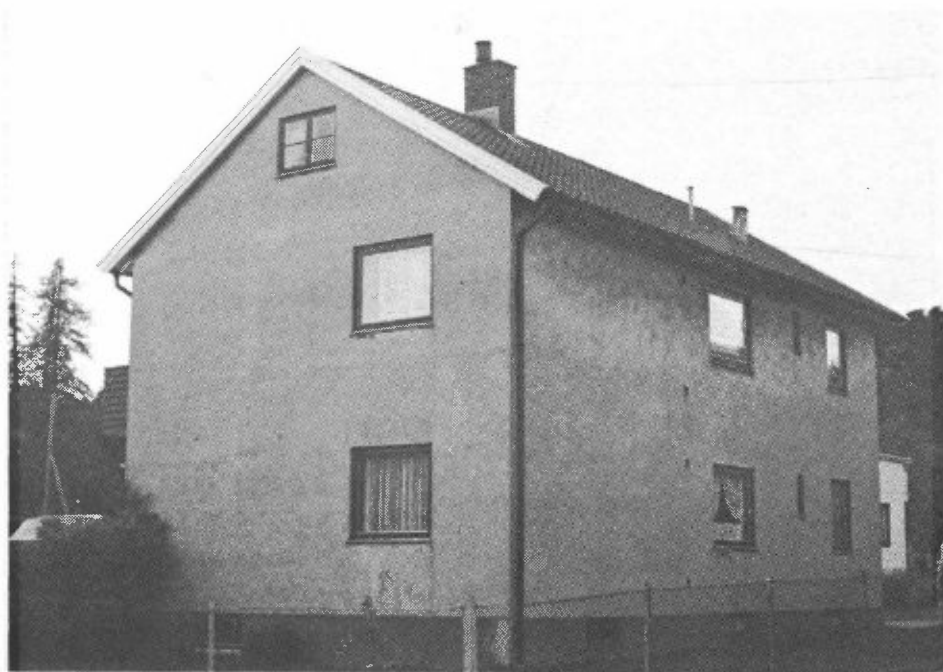


Foto nr. 2: Eksempel på småhus bygd mellom 1920 og 1960.

3.3.1 Våttid

Våttiden på en flate bestemmes av flere faktorer som nedbør, relativ fuktighet, temperatur og forurensninger. Bygningens utforming og materialeegenskapene betyr også mye. Den sikreste metoden til å bestemme våttiden i mikromiljøet er derfor ved bruk av sensorer på det

aktuelle stedet. NILU har utviklet et slikt instrument med tilhørende sensor (WETCORR). Instrumentet har vært til utprøving i flere nordiske land med godt resultat. Der en mangler direkte målinger har en for praktiske formål innen korrosjonsforskningen definert våttid som den tid hvor relativ fuktighet er over 80% RF og temperaturen samtidig er over 0°C.

I det standardiseringsarbeidet som foregår i den internasjonale standardiseringsorganisasjonen ISO, har en søkt å klassifisere atmosfærens korrosivitet (ISO, 1988). I dette arbeidet har en delt våttiden i 5 våttidsklasser:

Våttidsklasse	Våttid (timer/år)
t_1	≤ 10
t_2	$> 10-250$
t_3	$> 250-2500$
t_4	$> 2500-5500$
t_5	> 5500

Store deler av den tempererte sone ligger i klasse t_4 . I Sarpsborg er gjennomsnittlig våttid 3 300 timer/år. I Sarpsborgundersøkelsen er også avstanden fra bygningen til nærmeste vann registrert.

3.3.2 Temperatur

Temperaturen påvirker den atmosfæriske korrosjon og nedbrytning på ulike måter. Korrosjonshastigheten øker med temperaturen. Imidlertid får en raskere opptørking av fuktigheten når temperaturen øker.

Ved temperaturer under ca. 0°C fryser vannet, og de kjemiske reaksjonene stopper. Skader på porøst, fuktig materiale kan imidlertid finne sted som frostsprengning når temperaturen synker.



Foto nr. 3: Eksempel på småhus bygd etter 1960.

3.3.3 Svoveldioksid (SO₂)

Både i felt- og laboratorieforsøk har en vist at svoveldioksid er sterkt korrosivt overfor metalliske materialer som stål og sink, men også karbonatholdige materialer som kalkstein og puss nedbrytes.

Innen ISOs klassifisering av korrosjonsmiljøet er SO₂-konsentrasjonen klassifisert i fire klasser:

SO ₂ -klasser	SO ₂ -konsentrasjon µg/m ³
P ₀	≤ 12
P ₁	> 12-40
P ₂	> 40-90
P ₃	> 90-250

I Sarpsborg har NILU god oversikt over SO₂-forurensningsnivået. Forurensningsnivåene, som er vist i figur 1, er inntegnet på grunnlag av resultatene fra basisundersøkelsen i området 1981-83. Siden SO₂-nivået i Sarpsborg er dominert av industriens prosessutslipp, kan en ha høye

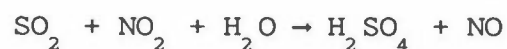
konsentrasjoner både sommer og vinter i Sarpsborg. I de fleste andre norske byer er sommerverdiene meget lave.



Foto nr. 4: Eksempel på småhus som opprinnelig var flerbolig, men som nå er utskilt som selveide enheter.

3.3.4 Nitrogenoksider (NO_x)

Nitrogenoksider ble i mange år betraktet som nærmest betydningsløse for atmosfærisk nedbrytning. I de senere år har en vist at NO_x kan ha til dels stor betydning for mange nedbrytningsprosesser. Spesielt viktig er den økte effekt en får av SO₂ når NO₂ er til stede på en del metaller. Dette skyldes at NO₂ øker omdannelseshastigheten fra SO₂ til svovelsyre etter reaksjonen



NO₂ er ikke klassifisert av ISO, men det finnes en del andre tilgjengelige klassifiseringsystemer. De norske grenseverdier for luftkvalitet (SFT, 1982) inneholder følgende grenseverdier for helse:

NO ₂	time	200 µg/m ³
	døgn	100 µg/m ³
	halvår	75 µg/m ³

I byer kommer det største NO₂-bidraget fra biltrafikken. "Nordisk beregningsmetode for bilavgasser" (NMR, 1984) gir en metode til å anslå forurensningen ut fra årstdøgntrafikktall (ÅDT).

NILU har overfor SFT foreslått følgende grenser for klassifisering av trafikkbelastning (Hagen og Schjoldager, 1986):

lav grense : ÅDT = 5 000
 middels grense: ÅDT = 10 000
 høy grense : ÅDT = 15 000

I Sarpsborg har de mest trafikkerte veiene ÅDT-verdier mellom 5 000 og 10 000. Ved denne trafikken kan en få høye NO₂-verdier opp til 20 meter fra veibanen.

3.3.5 Klorider

Klorider er korrosjonsfremmende for de fleste materialer. Eksponeringen i marin atmosfære og erfaringer fra salting av veier viser dette.

I ISOs klassifisering av korrosjonsmiljøet for metaller er kloridmengden inndelt i fire klasser hvor avsetningen uttrykkes som avsatt mengde klorid pr. tids- og flateenhet.

Kloridklasse	Kloridavsetningen mg/m ² · d
S ₀	≤ 3
S ₁	> 3-60
S ₂	> 60-300
S ₃	> 300-1500

I Sarpsborg vil avsetningen være i størrelsesorden 2-40 mg/m² · d og klassifiseres som S₁. På Borregaard er det et tilskudd av klorid fra klorfabrikken, ellers er det sjøsalt som er den vesentlige kilden til klorid. I de mest trafikkerte gatene kan en lokalt få et bidrag fra veisalt.

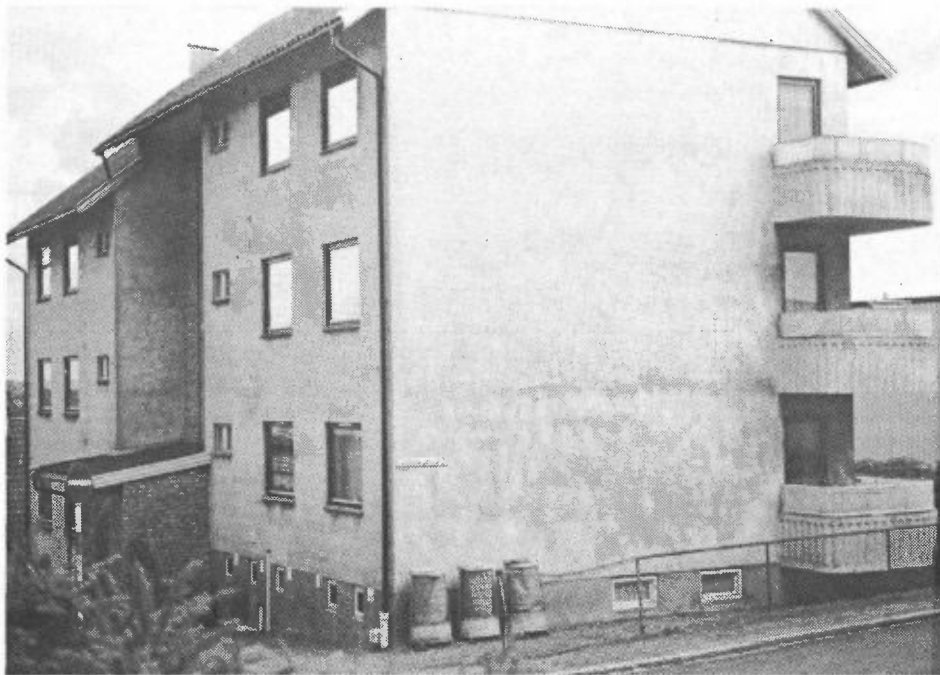


Foto nr. 5: Eksempel på flerbolig bygd mellom 1920 og 1960.

3.3.6 Andre forurensninger

Selv om en kjenner flere forurensninger som kan påvirke materialers levetid, er det ingen som til nå er blitt klassifisert av ISO. Aktuelle forurensninger er pH i regnvann, ozon, sulfider, støv og sot.

I Sarpsborg er nedbøren rundt Borregaard til tider så sur, pH lavere enn 4,0, at en virkning av surt regn er mulig. En kjenner imidlertid ikke til hvor langt ut i byen denne effekten kan strekke seg.

Støv og sot er andre forurensninger som kan bety en del korrosjonsmessig i tettbygde strøk. En grov sortering av nedsmussingen i 3 grader lite, middels og mye er utført ved inspeksjonene.

3.4 METODER FOR STATISTISKE UTVALG AV HUS

I de senere år har det blitt utført flere undersøkelser av materialmengder med forskjellige statistiske utvalgsmetoder. I USA, Canada, England og Vest-Tyskland har en benyttet utvalgssystemer basert på en oppdeling av området i et rutenett (Stakunas et al., 1983; Leman, 1985). Et hovedproblem i disse undersøkelsene har vært behandlingen og vektleggingen av utplukkede ruter uten bygninger og de tilfeller der huset går utover en rute. I Sverige har en i noen undersøkelser om energiøkonomisering fra 1980 og senere brukt det tilgjengelige eiendomsregisteret ("Fastighetsregisteret") til å plukke ut representative statistiske utvalg av hus (Tolstoy et al., 1989).

I den nordiske arbeidsgruppen var det enighet om at hvis en hadde et komplett hus- eller eiendomsregister i et land, var et slikt register det best egnede verktøy til å få et egnet utvalg ved en materialundersøkelse. Foruten at det statistiske utvalget var lett å oppnå, var det mulig å benytte samme register hvis en skulle flytte undersøkelsen til nye deler av landet eller oppskalere undersøkelsen til større regioner eller hele land.



Foto nr. 6: Eksempel på flerbolig bygd etter 1960.

3.5 GAB-REGISTERET

I Norge har en et offisielt landsdekkende eiendomsregister på EDB ved Kommunedata Øst Norge AS (KDØ). Registeret har opplysninger om grunneiendommen (G), adresser (A) og bygninger (B) (GAB). GAB-systemet er bygd opp med tre selvstendige registre:

G-registeret inneholder data tilknyttet:

- alle vanlige grunneiendommer
- alle festetomter
- selveierseksjoner.

A-registeret inneholder data tilknyttet:

- alle enheter med offisielle adresser som gatenavn og husnummer eller områdenavn og undernummer
- enheter som ennå ikke er tildelt adresse, men hvor eiendomsnummer tjener som adresse.

B-registeret inneholder data tilknyttet:

- alle bygningsenheter (eksempelvis hus, blokker, kjedehus o.l.)
- hver leilighet, bygninger med flere leiligheter.

Register G og A er komplette på landsbasis og kan utnyttes i et framtidig arbeid etter mønster av den svenske delundersøkelsen. B-registeret gjør utvelgelsen av bygninger lettere enn ut fra grunneiendommene, som kan inneholde mange bygninger. Dette registeret er komplett bare for bygninger satt opp etter 1.1.1983. Noen kommuner har registrert alle bygninger. Sarpsborg er en av kommunene som har et komplett bygningsregister.

Det er forventet at den planlagte revisjonen av skattetakstene på bygninger vil medføre at bygningsregisteret vil bli ferdigstilt i løpet av en 4-års-periode.

3.6 UTVALGSTEKNIKK

Statens institut för byggnadsforskning i Gävle var det instituttet i samarbeidsprosjektet som hadde den største erfaringen med statistiske utvalg av hus, og den anvendte teknikken som ble benyttet i Sarpsborg følger i store trekk de retningslinjer som er beskrevet i den svenske undersøkelsen (Tolstoy et al., 1989).

For å unngå store tilfeldige feil og samtidig redusere det totale antall hus som måtte inspiseres, ble husene delt i utvalgsgrupper. I hver gruppe ble det så trukket et bestemt antall hus. Utvalgsgruppene var de samme både i den svenske og norske undersøkelsen. En valgte å definere ni grupper etter følgende mønster:

Gruppe 1: Småhus bygd før 1920

Gruppe 2: Småhus bygd mellom 1920 og 1960

Gruppe 3: Småhus bygd etter 1960

Gruppe 4: Flerboliger bygd før 1920

Gruppe 5: Flerboliger bygd mellom 1920 og 1960

Gruppe 6: Flerboliger bygd etter 1960

Gruppe 7: Lokaler alle aldre

Gruppe 8: Industri alle aldre

Gruppe 9: Landbruk

I GAB-registeret kan en trekke ut hus både fra eiendomsnummer (G-registeret) og husnummer (B-registeret). Hvis en ville bruke eiendomsnummeret måtte en utarbeide en egen utvalgsmetode for å velge ut et av husene på eiendommen. For å unngå dette valgte vi i Sarpsborg å bruke bygningsregisteret til å plukke ut de husene som skulle inspiseres.



Foto nr. 7: Eksempel på småhus bygd før 1920 ombygd med fabrikkslakkerte fasadeplater.

Av de ni valgte husgruppene finnes det ingen hus i gruppe 9, Landbruk, i Sarpsborg. I gruppe 4, Flerbolighus bygd før 1920, ble det da utvalget skulle trekkes, opplyst at det ikke var flerboliger i Sarpsborg bygd før 1920. Dette skyldes at GAB-registeret ikke var komplett da opplysninger ble gitt. Antall hus som skulle inspiseres, ble derfor fordelt på de sju resterende gruppene. Senere ble det fastslått at det fantes så mange som 29 flerboliger i Sarpsborg som var bygd like før

1920. For å unngå en utvidelse av prosjektet og ny trekking av hus, ble det bestemt å inkludere disse i gruppe 5, slik at gruppe 5 består av alle flerboliger bygd tidligere enn 1960. Småhus ble definert som hus som inneholdt opptil to leiligheter. Ved forskjellig bruk av deler av huset ble den virksomhet som utgjorde 50% eller mer av husets areal, avgjørende for gruppeplasseringen.

For å komme fram til de totale materialmengdene på hus i Sarpsborg, må husutvalget i hver gruppe vektlegges. Vektleggingen utføres gruppevis ved å dividere totalantall av hus i gruppen med det inspiserte antall hus. Videre bør vekten justeres for utvalgte hus som ikke kunne inspiseres eller hus som var galt registrert. I Sarpsborg var interessen for undersøkelsen stor, og det var ingen som nektet oss å inspisere husene. De justeringene som ble gjort mellom gruppene var så få at en valgte å se bort fra dem ved vektleggingen.

3.7 UNDERSØKELSE AV NEDBRYTNINGSTILSTANDEN

Ved undersøkelsen i Sarpsborg ble hovedvekten lagt på å få fram data om materialmengder. Tilstanden til materialene har bare vært vurdert for yttervegg på husene, vinduer og takets hovedmateriale. Materiale-nes tilstand kan også beskrives med ulik grad av nøyaktighet. Teknologirådet i Danmark beskriver fire nivåer for tilstandsundersøkelser (Teknologisk institutt, 1986):

- nivå 1 = besiktning bare visuelt
- nivå 2 = besiktning med enkle hjelpemidler
- nivå 3 = besiktning med ikke-destruktive målinger
- nivå 4 = besiktning med destruktive målinger.

Valg av undersøkelsesmetode blir ofte et prisspørsmål. Kostnadene ved å gå fra nivå 1 til 4 antas å øke kostnadene med minst en faktor 10.

I Sarpsborg ble takene med få unntak besiktiget etter nivå 1, mens vindu og vegg enten hadde nivå 1 eller nivå 2. Ved besiktigelsen ble tilstanden til både underliggende materiale og overflatebehandlingen,

som maling, vurdert. Skalaen som ble benyttet var en grov 3-delt skala, hvor 0 = ubeskadiget, 1 = mindre skader og 2 = bør repareres.

Overflatebehandlingen ble vurdert nøyaktigere enn det underliggende materialet, da en ikke ønsket å beskadige en intakt relativt nymalt overflate for å undersøke om en fant skader i den underliggende konstruksjonen.



Foto nr. 8: Eksempel på nedbryting av malt treflate.

4 GJENNOMFØRINGEN AV UNDERSØKELSEN

4.1 PRAKTISKE FORHOLD I SARPSBORG

Da undersøkelsen i Sarpsborg startet i 1986, var ingen deler av GAB-registeret helt ferdig. Spesielt manglet det mye av gruppe 8, Industri. Teknisk etat i kommunen hadde imidlertid en imponerende detaljkunnskap om kommunen, og det var derfor mulig å velge en tilnærmet riktig strategi ut fra opplysninger fra Teknisk etat. I det hele var vårt samarbeid med kommunen av uvurderlig betydning for gjennomføringen av prosjektet. Den positive holdningen som vi ble møtt med i

kommunen, fant vi også igjen hos alle de industrier, borettslag og huseiere vi hadde kontakt med. Denne holdningen var en ekstra inspirasjon for medarbeiderne ved NILU under gjennomføringen av feltarbeidet.

Ved starten av prosjektet var det ikke mulig å bruke GAB-registeret til statistisk utvelgelse for noen av gruppene. En visste imidlertid at ca. 50% av alle industribygg i Sarpsborg var innenfor Borregaards område. Borregaard hadde et eget nummerert register for sine bygninger, og en bestemte derfor å trekke ut 50% av det totale antall industribygg som skulle inspiseres fra dette registeret. Etter hvert som GAB-registeret ble ferdig utover sommeren, ble resten av utvalget trukket fra dette. I praksis ble derfor gruppe 1, Lokaler, inspisert etter industribyggene på Borregaard, deretter småhus og så til slutt resten av industribyggene og flerboligene.



Foto nr. 9: Eksempel på gammel industribebyggelse i Sarpsborg.

4.2 HUSUTVALGET

Undersøkelsen i Sarpsborg omfattet 191 hus av et totalt antall på 3 194. Husutvalget ble fordelt på sju av de ni definerte utvalgsgruppene. Da tilgjengelig informasjon fortalte at det ikke var jordbruk i Sarpsborg og at det ikke skulle være flerboliger eldre enn 1920 som det ble påpekt i avsnitt 3.6 "Utvalgsteknikk", ble denne fordelingen opprettholdt, selv etter at det ble oppdaget flere flerboliger bygd før 1920. Alle flerboligene i Sarpsborg bygd før 1960 ble derfor i praksis registrert i samme gruppe.

Laveste antall hus som skulle inspiseres i hver gruppe, ble satt til 20 hus. Prosentvis betyr dette at andelen inspisererte hus i gruppene flerboliger, industri og lokaler ble høyt sammenlignet med eneboligene. Dette vil etter tidligere erfaringer være akseptabelt, siden det er større variasjoner både i størrelse og materialvalg i disse gruppene enn i gruppene for eneboliger.

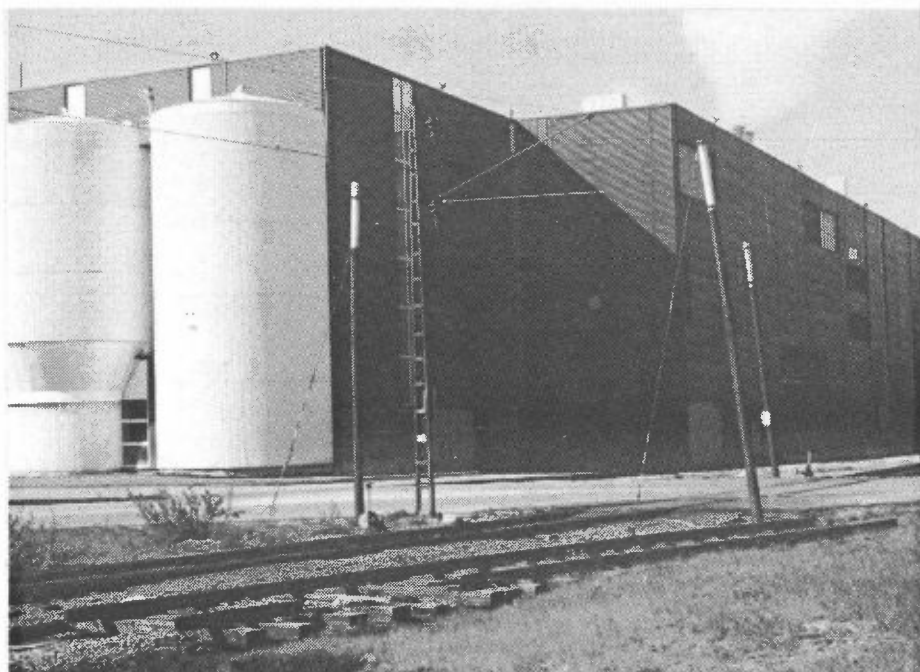


Foto nr. 10: Eksempel på nytt industribygg.

Ved trekking av hus fant en at registreringen har vært meget nøyaktig, og de feilplasseringer i utvalgene en fikk skyldtes at byggeårene 1920 og 1960 ble med i flere av trekningene. En har derfor ikke vektlagt dem som feilregistrert, men bare flyttet dem til riktig gruppe. Dette er årsaken til at antall inspiserte hus i enkelte grupper avviker noe fra det planlagte antallet.

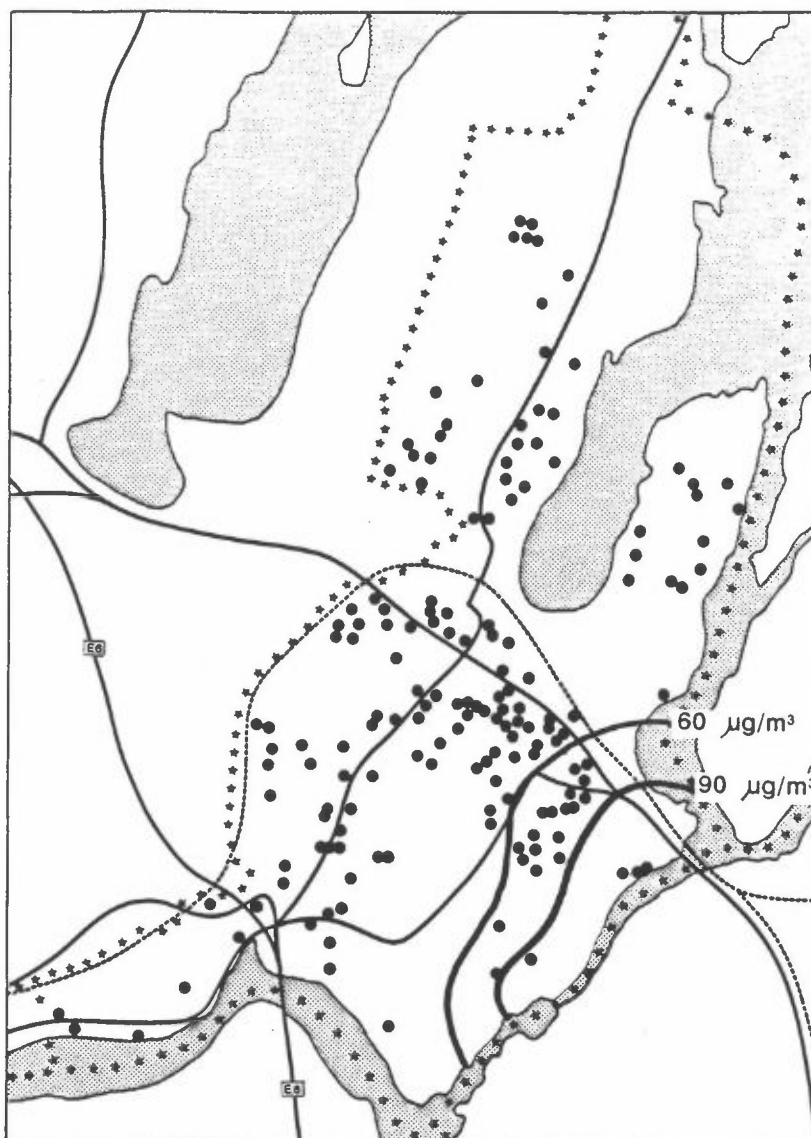
Den endelige oversikten over antall hus som ble inspisert og det totale antall hus i gruppen, er gitt i tabell 1.

Tabell 1: Oversikt over antall hus i Sarpsborg fordelt på utvalgsgruppene samt antall og prosentvis mengde av inspiserte hus.

Gruppe nr.	1	2	3	4+5	6	7	8	9	
Hustype	Småhus <1920	Småhus 1920-1960	Småhus >1960	Flerbolig <1960	Flerbolig >1960	Industri	Lokaler	Landbruk	Totalt
Totalt antall	624	1 165	794	29+49= 78	72	71	390	0	3 195
Antall inspiserte	19	46	23	22	20	20	41	0	191
% inspiserte	3,0	3,9	2,9	28,2	27,8	28,2	10,5	-	100

4.3 HUSFORDELING OG MILJØBELASTNINGEN

Forurensningsmessig er området rundt Borregaard mest belastet. Med bakgrunn i NILUs tidligere målinger i Sarpsborg er det mulig å trekke linjer (isolinjer) som skiller mellom områder med SO_2 middel over $90 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mellom $90 \mu\text{g}/\text{m}^3$ og $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ og mellom $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ og $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$. I figur 3 har en tegnet inn de inspiserte hus i Sarpsborg og isolinjer for de ulike SO_2 -nivåer på samme kart. Bortsett fra i den mest forurensede delen av byen som stort sett inneholder industribygg, er de andre gruppene representert i begge forurensningssonene. Ca. 1/10 av utvalget er i forurensningssonen $60-90 \mu\text{g}/\text{m}^3$ og 9/10 i sonen $20-60 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



Figur 2: Geografisk plassering av inspisererte hus i Sarpsborg og i de ulike forurensningssoner.

4.4 BESIKTNINGEN

Besiktningen ble foretatt i løpet av sommeren og høsten 1986 av tre lag bestående av to personer. De aller fleste huseiere ble kontaktet på stedet for å få tillatelse til å inspisere huset. Borettslagene ble kontaktet gjennom leder eller vaktmester samt gjennom Sarpsborg Boligbyggelag, og industri og lokaler gjennom eier eller tilstedeværende kontaktperson. Alle kontakter i Sarpsborg var positive.

Til besiktigelsen ble det utarbeidet en egen besiktigelsesprotokoll med kodelister og instruksjoner. En skjematisk beskrivelse av protokollene med kodeliste er vist i vedlegg 1. Protokollen er delt i en generell del med miljøbeskrivelse og en spesifikk materialdel som måsetter materialmengdene og til dels også beskriver tilstanden etter en skala beskrevet i vedleggene 2, 3 og 4.

Tidsbehovet for besiktigelsene varierte mye. 1 til 2 timer var et vanlig gjennomsnitt for småhus, mens enkelte industribygg kunne ta opptil to dager.



Foto nr. 11: Mange hus i Sarpsborg hadde butikk i første etasje og leilighet i annen.

5 RESULTATER OG DISKUSJON

5.1 YTRE OVERFLATE

Det totale antall hus som var registrert i Sarpsborg var 3 195, hvorav 2 583 var småhus. Eneboligene utgjorde altså 80% av den totale bygningsmassen.

Den totale ytre overflaten som ble beregnet ut fra oppmålingen av 191 hus, var 1,98 million kvadratmeter. Av denne flaten fant en ca. 60% på småhus, 15% på flerboliger, 9% på industri og 16% på handel + lokaler. Eneboliger bygd mellom 1920 og 1960 utgjorde det største arealet.



Foto nr. 12: Eksempel på en flerbolig som er etterisolert og kledd med "Steni"-plater og eternitt.

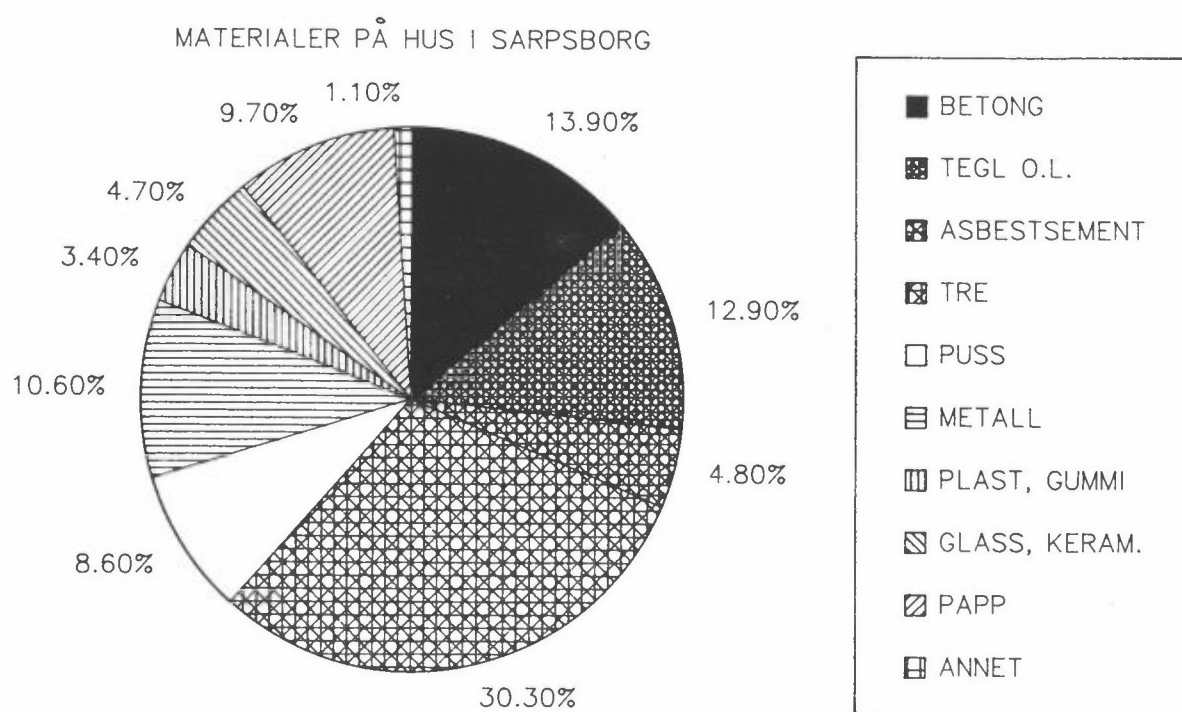
Ser en på de ulike utvalgene i tabell 2, ser en at småhusgruppene er svært like i overflatestørrelse, og at standardavvikene er rimelig lave. Spredningen mellom bygningene i de andre gruppene er betydelig større. Dette gjelder spesielt industrigruppene som skal dekke alt fra store produksjonshaller på Borregaard til en liten tomannsbedrift. En ser også at flerboligene har økt i størrelse etter 1960, og gruppen er ifølge våre målinger den gruppen som har det største overflatearealet pr. bygning.

Tabell 2: Antall kvadratmeter overflate beregnet i Sarpsborg fordelt på utvalgsgruppene og totalt. Middellareal pr. hus i hver gruppe er også beregnet.

	Total utvendig overflate i Sarpsborg		Middellareal pr. hus	
	$m^2 \times 10^6$	%	m^2	Standard- avvik $\frac{m^2}{m}$
Småhus bygd før 1920	0,30	15,3	486,6	± 117,6
Småhus bygd 1920-1960	0,49	24,7	419,5	± 99,5
Småhus bygd etter 1960	0,40	20,3	507,2	± 146,4
Flerbolig bygd før 1960	0,12	6,0	1 515,2	± 641,5
Flerbolig bygd etter 1960	0,19	9,6	2 648,1	± 1 305,6
Industri	0,17	8,8	2 449,5	± 3 732,4
Handel + lokaler	0,30	15,4	781,4	± 687,6
Totalt	1,98	100,0	1 086,4	± 1 546,8

5.2 MATERIALFORDELING

Figur 3 gir et bilde av de store materialgruppene mengdeforhold i Sarpsborg og tabell 3 en oversikt over materialmengdene i de ulike husutvalg og totalt på boligmassen. Den største materialgruppen er tre som står for 30,3% av alle materialer på hus i Sarpsborg, og puss og betong som står for 22,5%. Metall hvor en har størst kunnskaper om virkninger av forurensninger, står for 10,6%. Ser en på resultatene i utvalgsgruppene finner en enkelte overraskende resultater. Det mest iøynefallende resultatet er plast på flerboliger bygd før 1960 med 26,8% plast. Årsaken er at mange av disse borettslagshusene er blitt etterisolert og kledd med steinbesatte plastplater (Steni-plater). På samme måte finner en at gamle småhus er modernisert med tak- og fasa-deplater av fabrikkklakkert metall. I Sarpsborg ser en utstrakt bruk av asbestsement. Materialet ble særlig brukt i den perioden da asbestsement ble lansert som et vedlikeholdsfritt materiale for vegg og tak. Tegl er primært takstein, men en del eldre industri- og forretningsgårder er bygd i tegl. Dette var et naturlig byggemateriale i Sarpsborg i den perioden da Borregaard hadde eget teglverk.



Figur 3: Prosentvis fordeling av materialet på bygningenes ytterside i Sarpsborg.

Tabell 3: Materialmengdene i prosent for hver utvalgsgruppe.

	Småhus			Flerboliger		Industri	Handel + lokaler	Totalt
	<20	20-60	>60	≤60	>60			
Naturstein	3,4	0,5	0,6	0,4	0,2	0,3	0,8	1,0
Betong	12,6	10,4	16,5	16,2	23,7	11,9	11,3	13,9
Tegl	8,9	13,0	12,9	6,0	6,4	18,3	20,0	12,9
Asbestsement	6,7	3,2	5,8	5,8	6,7	1,5	4,4	4,8
Tre	42,7	43,1	41,6	6,0	15,4	2,9	18,1	30,3
Puss	4,4	12,1	8,1	7,0	7,8	1,0	13,2	8,6
Metall	11,9	6,9	4,8	21,1	11,7	23,0	10,8	10,6
Glass	4,2	3,8	3,6	5,6	5,0	5,4	7,2	4,7
Papp	3,8	5,9	5,5	4,9	15,5	32,6	12,0	9,7
Plast/gummi	1,3	1,1	0,6	26,8	7,6	2,1	2,0	3,4
Annet	0	0	0	0,2	0,2	0,9	0,2	0,2
Sum	99,9	100	100	100	100,2	99,9	100	100,1

Materialfordelingen en finner i Sarpsborg illustrerer noen av de problemene en kan få hvis en skal benytte datamassen i andre områder av landet. I så begrensede områder som Sarpsborg vil en dyktig forhandler dominere det totale markedet i større grad enn i store byer som Oslo.

Likeledes vil et boligbyggelag være ansvarlig for mesteparten av flerboligene, og de tekniske løsningene vil kunne bli de samme over større deler av boligmassen, slik som valg av Steni-plater.

I de fleste tabellene om materialfordeling og -tilstand finner en at prosentene ikke adderes opp til 100%. Dette skyldes tildels avrundinger, men også at små arealmengder er registrert på enkelte grupper uten at mengden blir så høy som 0,1%.

5.3 OVERFLATEBEHANDLING AV TRE

Av det totale trearealet, 0,58 mill. m², dominerte beiset og oljemalte flater. Siden en ikke alltid fikk tilstrekkelige opplysninger om malingstypene som var brukt på huset, er det mulig at noe latexmaling kan være registrert som oljemaling. Feilkategoriseringen antas å være liten. Vi fant at 40% av overflatene var beiset og 58,5% oljemalt. Latexmaling ble bare registrert på 3 hus. Maling dominerte på den eldre bebyggelsen, mens beis hadde størst andel for hus bygd etter 1960 og ved utskifting av ytterkledning på eldre hus. Både for gruppen industri og handel + lokaler dominerte oljemaling. Den totale treoverflaten innen gruppe industri var imidlertid liten og betydde lite for det endelige beregnede arealet.

Tabell 4: Overflatebehandling av trematerialet. Prosentvis fordeling av overflatebehandlingen for hver utvalgsgruppe og totalt.

	Småhus			Flerboliger		Industri	Handel + lokaler	Totalt
	<1920	1920-60	>1960	<1960	>1960			
Ubehandlet	2.8	0.8	1.7	0.1		15.6	1.0	1.6
Beis/lakk	21.8	25.1	67.7	56.3	86.5	11.4	28.5	39.8
Maling								
oljemaling	75.4	73.9	30.5	43.6	13.5	57.5	59.0	57.3
latex						1.6	0.1	
slammaling				0.1				
ikke bestemt		0.2	0.1			14.0	11.5	1.3

5.4 OVERFLATEBEHANDLING AV BETONG

Av den totale mengde betongareal 0,27 mill. m² fant en mesteparten som ubehandlet betong, 74,7%. Ubehandlet frilagt ballast (steinsatt overflate) for det meste i form av prefabrikerte detaljer, sto for 4,8% av arealet. Bare 20,3% av betongen var malt, og av malingstypene dominererte latex- og kalk- og sementmaling. En vesentlig del av malingen på betongen, 8,7%, ble ikke typebestemt.

For småhus er det bruk av ubehandlet betong i grunnmuren som dominerer, og over 90% av arealet finnes her. Også for de andre utvalgsgruppene betyr grunnmuren mye, men her brukes betong også i andre deler av bygningen.

Tabell 5: Overflaten til betong. Prosentvis fordeling. Overflatebehandlingen innen hver utvalgsgruppe og totalt.

Overflate betong	Småhus			Flerboliger		Industri	Handel + lokaler	Totalt
	<1920	1920-60	>1960	<1960	>1960			
Betong ubehandlet	95,0	90,3	88,2	54,1	30,6	67,5	74,4	79,7
glatt				0,1			0,2	
profilert	1,9						0,2	
frilagt ballast		0,2	3,6	9,3	7,1	20,0	4,6	4,8
Malt betong	1,0	1,7	0,5	15,0	30,1		18,0	8,7
kalk + sementmaling		2,2	7,7		6,4			3,3
annet					9,6	0,1	0,2	1,6
latex	2,1	5,3		21,5	14,0	1,2	2,3	5,4
alkyd + olje		0,3			2,1	11,2	0,3	1,4
								20,4

5.5 OVERFLATEBEHANDLING AV PUSS

Av den totale mengden av pussete overflater i Sarpsborg på 0,17 mill. m² var 27% ubehandlet. Latexmaling var det dominerende malings-systemet på puss og utgjorde 53,5%. Kalk og sementmaling synes å være malingssystemer som har fått bedre innpass i de senere årene. Totalt utgjør de bare 8,9%, mens for eneboliger og flerboliger etter 1960 utgjør de henholdsvis 25,9% og 34,7%.

I denne oversikten har en slått sammen tykk- og tynnpuss. Hovedgrunnen til dette var at det ble registrert små mengder med tynnpuss i Sarpsborg og at det ofte var vanskelig å fastslå om veggen besto av tynn- eller tykkpuss.

I tillegg til pussete fasader fant en kalk og sementholdige materialer som mørtel. Mørtel ble primært registrert som fugemasse i grunnmurer og teglsteinsmurer. Siden mørtel skiller seg så vesentlig fra puss i bruk, har en holdt den utenfor i pussmengdene. Med så store teglsteinshus som en fant i Sarpsborg, vil en forskyve mengdeforholdet i betydelig grad hvis mørtel legges til pussverdiene. Mørtel vil i denne rapporten bli rapportert som en del av tegloverflaten.

Tabell 6: Overflaten til puss. Prosentvis fordeling mellom overflatebehandlingen innen hver utvalgsgruppe og totalt.

Overflate puss	Småhus			Flerboliger		Industri	Handel + lokaler	Totalt
	<1920	1920-60	>1960	<1960	>1960			
Ubehandlet	19,0	34,8	36,4	50,1	2,3	42,3	14,5	27,0
Kalk + sementmaling		1,6	25,9	7,3	34,7		0,3	8,9
Organisk maling	1,0	3,6		1,6	24,1		7,8	5,4
Latex	79,4	51,6	33,6	41,0	38,8	57,7	71,4	53,5
Alkyd oljemaling	0,5	8,4	4,1				6,0	5,2

5.6 OVERFLATEBEHANDLING AV METALLER

Den totale mengden av metall på hus i Sarpsborg er 0,20 mill. m². Fabrikklakkerte plater var det dominerende materialet for alle bygningskategorier. 55,3% av alle metaller var fabrikkklakkert. Plastisol var det eneste overflatebelegget som ble registrert ved inspeksjonen. I enkelte tilfeller var typen kjent av eieren, men mesteparten ble registrert som fabrikkklakkert uten typebestemmelse. De store andelene av ubehandlet metall skyldes aluminiumprofiler på nye vindustyper, at eldre industri tildels har tak av galvaniserte plater, og at galvaniserte takrenner og nedløpsrør ofte er ubehandlet på hus som er beiset. Takrenner og nedløpsrør utgjorde også den vesentligste andelen av plassmalte flater (flater malt på stedet) i undersøkelsen.

Tabell 7: Overflaten til metall. Prosentvis fordeling mellom overflatebehandlingen innen hver utvalgsgruppe og totalt.

Overflate metall	Småhus			Flerboliger		Industri	Handel + lokaler	Totalt
	<1920	1920-60	>1960	<1960	>1960			
Ubehandlet	13,5	15,8	30,6	17,3	19,0	13,8	28,9	19,0
Fabrikkklakkerte flater	32,5	32,2	25,6	61,9	37,8	75,2	28,4	43,7
Latex			0,2					
Alkyd + oljemaling		0,5				0,1		0,1
Plastisol	38,8	6,9	12,5	6,8	13,9	1,4	8,0	12,6
Plassmalte flater	14,9	40,2	26,5	13,8	28,9	8,6	20,1	20,9
Latex		0,2			0,1		0,6	0,2
Alkyd + oljemaling	0,3	4,2	4,6	0,1		1,0	4,6	2,1
Asfalt							0,3	
Eloks					0,1		8,8	1,4
Annet					0,1			0,1

5.7 BRUK AV ULIKE METALLER

Metallene sto for 10,6% av den totale flaten.

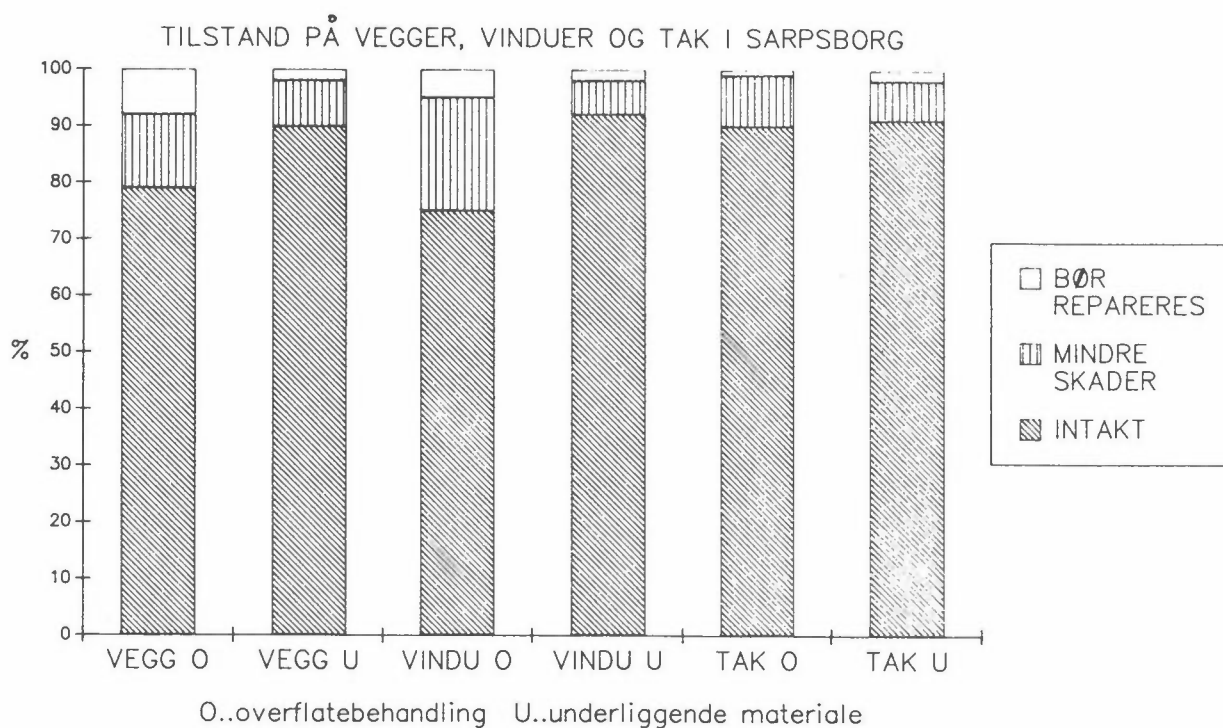
Tabell 8: Fordeling av de viktigste metallene.

Metall	Andel av total overflate %
Forsinket stål	7,5
Stål uforsinket	1,2
Aluminium	1,7
Kopper	0,1
Rustfritt stål	0,1
Metall totalt	10,6

Forsinket stål var det dominerende materialet, og det er sannsynlig at mengden skulle vært enda større. En del gamle lager og industritak av stål var så jevnt rustet at en ikke kunne finne rester av et sink-sjikt. Disse flatene ble derfor registrert som ubehandlet stål, selv om en kunne anta at de en gang hadde vært galvanisert. Aluminium fant en mye av som vindusbeslag spesielt, i nye bygg. Vi fant derimot få fasader med fabrikkklakkert aluminium i de hus vi inspiserte. Det er derfor mulig at et større utvalg av inspiserte hus ville kunne øke andelen av aluminium i metalloversikten. Kopper og rustfritt stål bidro litt til den totale metallmengden, mens bly og ren sink ikke ble registrert i tilstrekkelige mengder i undersøkelsen til å komme med i tabellen.

5.8 TILSTANDSVURDERING

Tilstanden ble vurdert for tak, vindu og vegg etter en tredelt skala. Vurderingen av denne typen ute i felt krever et godt samkjørt lag som vurderer det de ser tilnærmet likt. Det ble derfor gjort forsøk i starten på å standardisere vurderingen. I etterhånd synes det som om vi har klart å holde en rimelig lik skala for overflatebehandlingen, mens vurderingen av underlaget har variert mer. Spesielt ble underlaget i for stor grad vurdert ut fra funksjonsdyktigheten, og et angrepet materiale kunne få beste karakter hvis det gjorde nytten sin. Det gjør det vanskelig å benytte resultatene til å se på sammenhengen mellom skade og forurensning. Eksempelvis vil rustet stål på tak kunne holde taket tett. En har derfor konsentrert rapporteringen til overflatebehandlingen på de mest aktuelle materialtypene, tre, metall, puss og betong. En oversikt over den generelle tilstanden til vegg, vindu og tak er vist i figur 4.

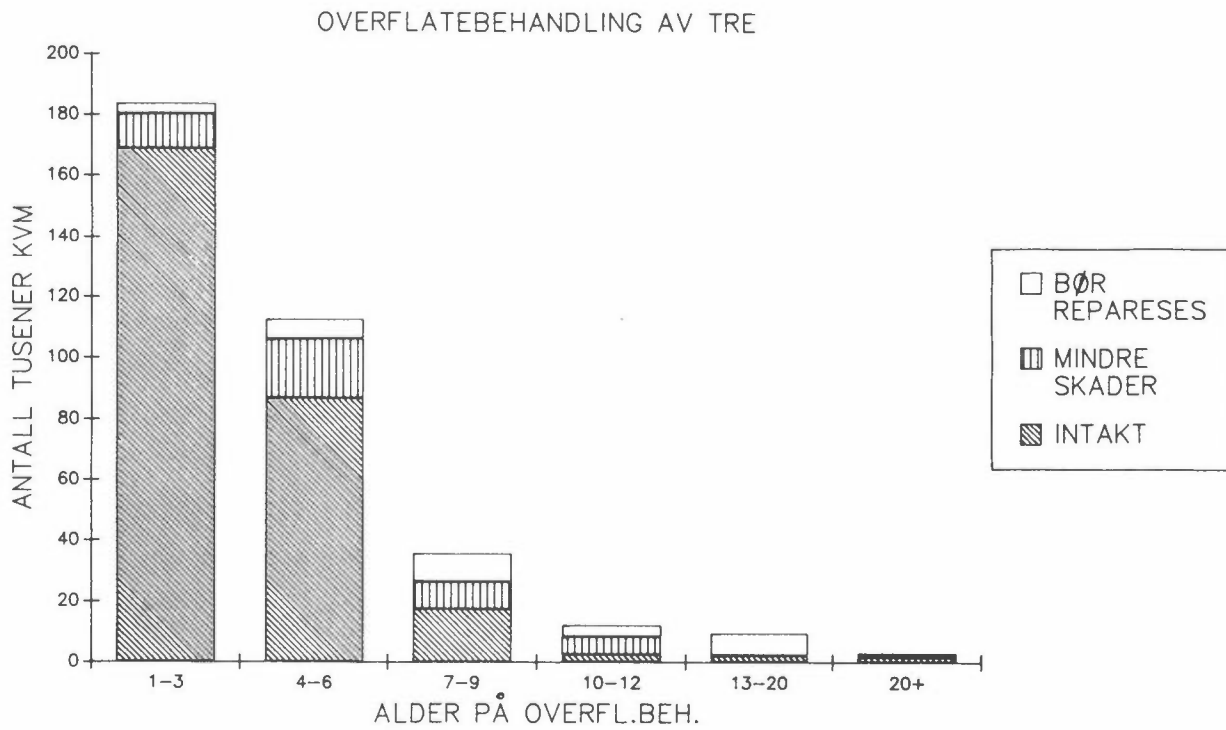


Figur 4: Tilstanden til vegg, vindu og tak i Sarpsborg. Både overflate og underlag er presentert.

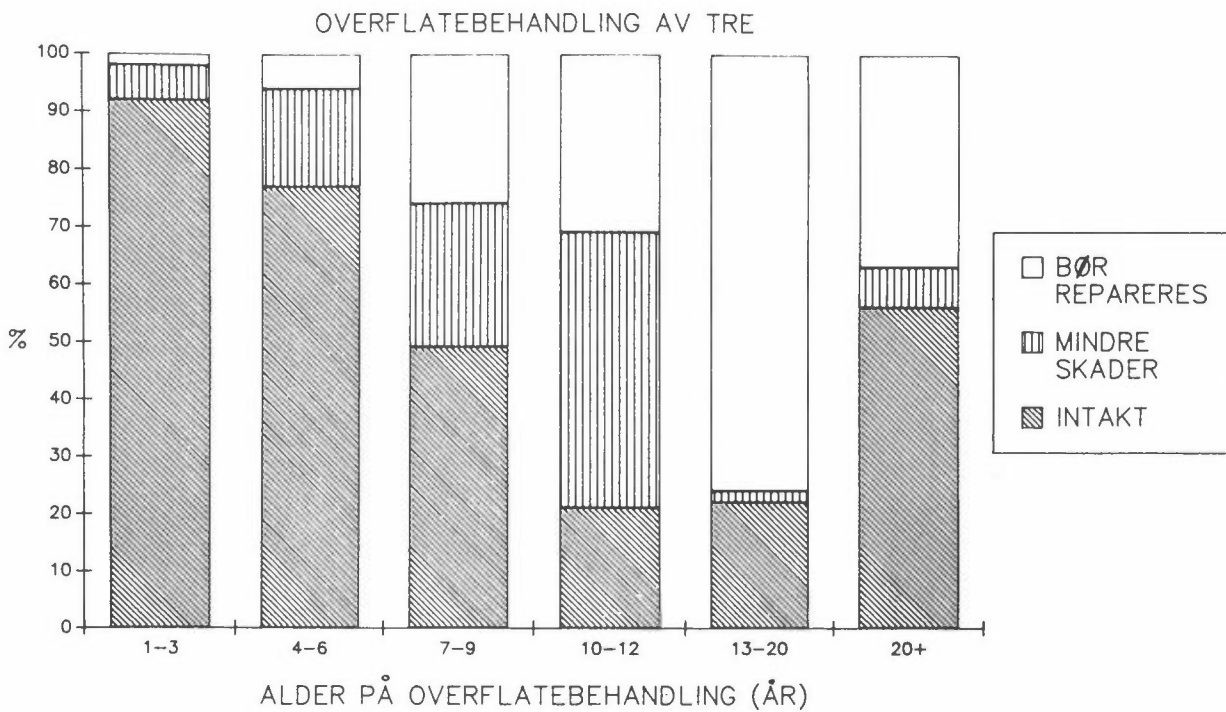
5.8.1 Tilstand til trematerialet

Tilstanden til overflatebehandlingen på tre er vist i figur 5 og 6. Figur 6 viser at overflatebehandlingen blir dårligere med tiden. Resultatene for overflatebehandling eldre enn 20 år er ikke representativt da utvalget er for lite. Av figur 5 ser en at hovedmengden av tre blir malt innen 9 år. At folk sannsynligvis maler oftere enn nødvendig kan en se av figur 7, som viser at 50% av all maling i Sarpsborg er 3 år eller yngre.

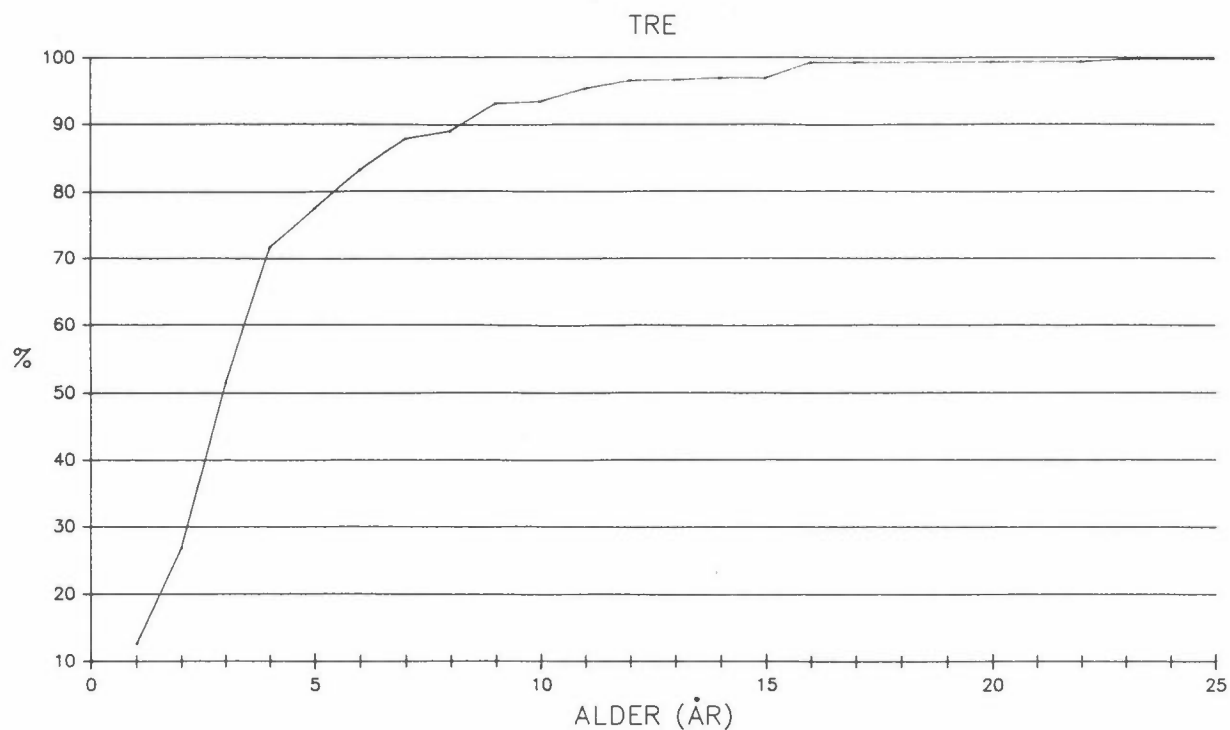
Maling av trevinduer er behandlet spesielt og resultatene er vist i figur 8. Resultatene er oppdelt på de ulike himmelretningene. Det er ingen vesentlig forskjell på resultatene i de ulike retningene. Det er mulig at vindretningene sør og vest har noen flere skader på eldre maling. Borregaard ligger øst for bebyggelsen og synes derfor å gi mindre utslag på vinduenes tilstand enn sol og slagregn som er mer sannsynlig på sør- og vestveggene. Antall vinduer som hadde maling som var eldre enn 20 år var for lavt i utvalget til å kunne bli med i sammenligningen. Folk synes å male vinduene like ofte som resten av huset og 50% av malingen var 3 år eller yngre.



Figur 5: Overflatebehandlingens tilstand for tre ved ulike aldersgrupper.

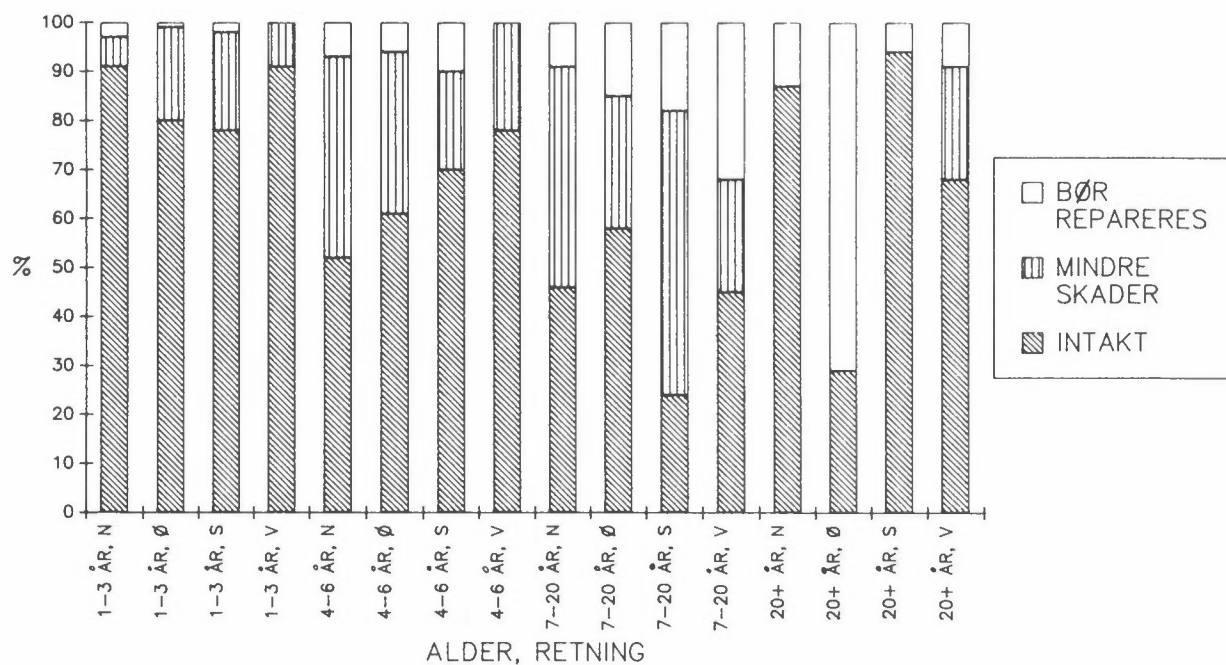


Figur 6: Overflatebehandlingens tilstand for tre utregnet som prosent for ulike aldersgrupper.



Figur 7: Akkumulert prosent av overflatebehandlingsalder for tre. 50% av overflatebehandlingen er 3 år eller yngre.

OVERFLATEBEHANDLING AV TREVINDUER I ULIKE ALDER OG RETNING

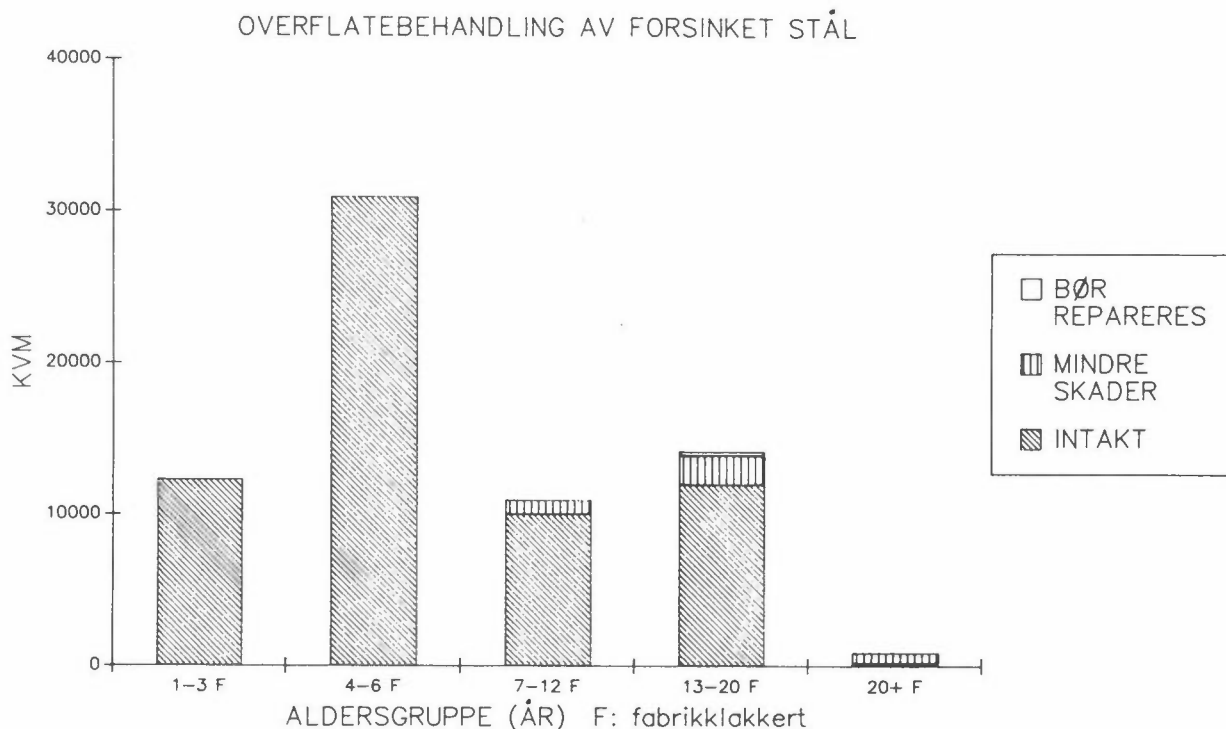


Figur 8: Tilstanden til overflatebehandlingen på trevinduer utregnet i prosent for ulike aldersgrupper.

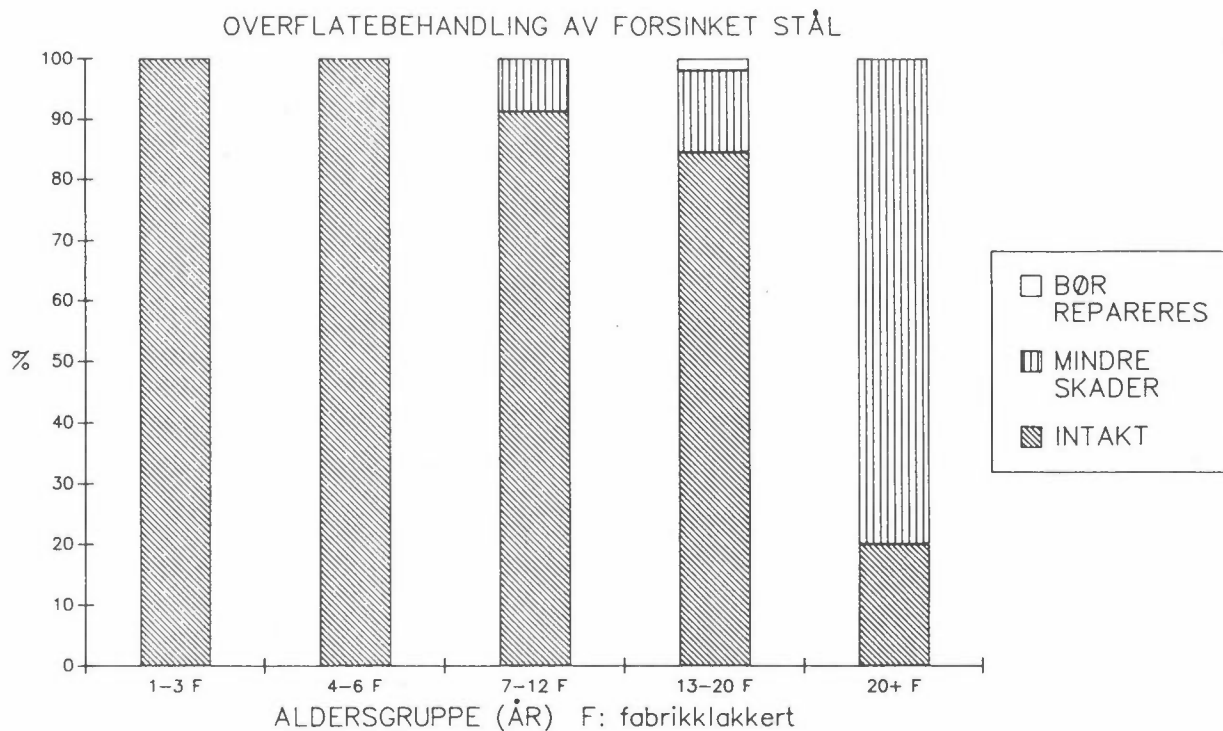
5.8.2 Tilstand til malt forsinket stål

Siden tilstandsvurderingene bare er utført på tak, vegg og vindu, er det bare fabrikkklakkerte materialer som finnes i så store mengder at en kan trekke noen slutninger. Metaller som er hånd- eller sprøytemalt på stedet (plassmalt) finnes i betydelige mengder på bygningene, men hovedmengden er på takrenner, avløpsrør o.l. og kommer derfor ikke med i denne sammenstillingen.

I figur 9 og 10 er materialmengdene og tilstanden til fabrikkklakkert forsinket stål vist. Det fremgår at vedlikehold av disse materialtypene vil være nødvendig, og allerede i gruppen 13-20 år er det behov for reparasjoner. Det er ikke gjort noe forsøk på å skille beleggtypene på alder, og det er mulig at dagens fabrikkklakkerte plater er mer motstandsdyktige overfor miljøpåvirkninger enn 13 til 20 år gammel produksjon.



Figur 9: Malingsbeleggets tilstand på fabrikkklakkert forsinket stål for ulike aldersgrupper.

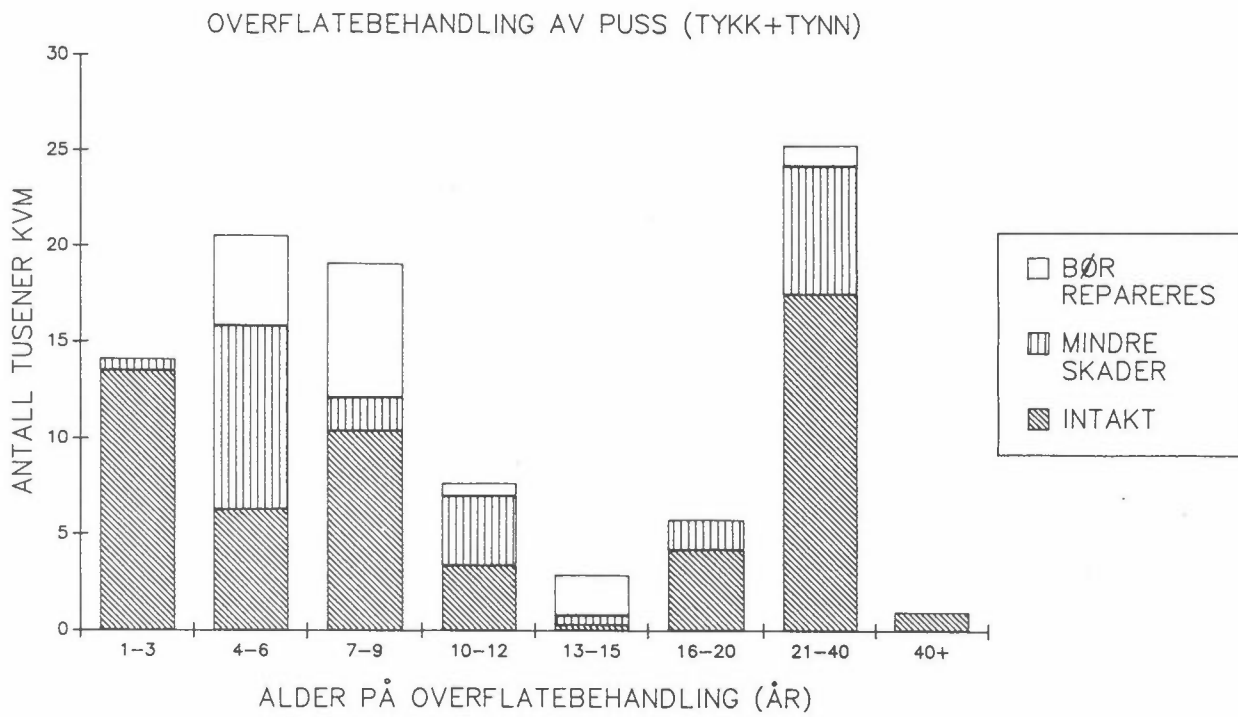


Figur 10: Malingsbeleggets tilstand på fabrikkklakkert forsinket stål utregnet som prosent for ulike aldersgrupper.

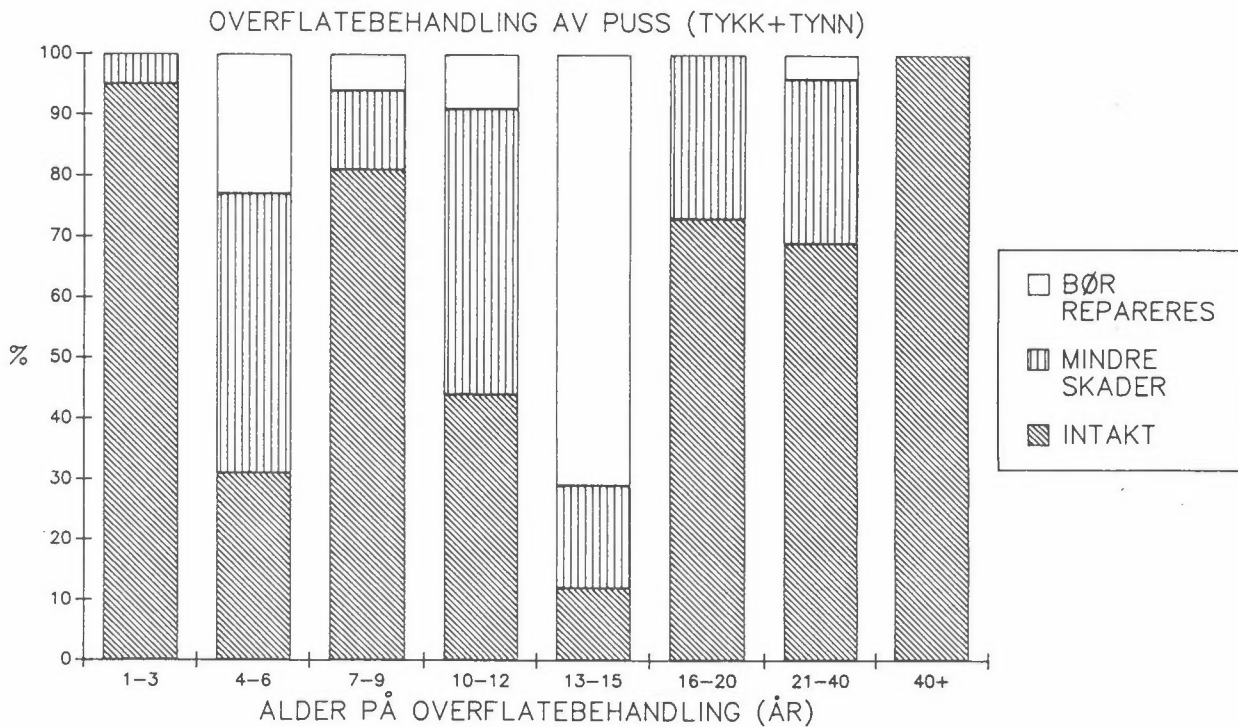
5.8.3 Tilstand til pussete flater

Overflatebehandlet puss består i det vesentligste av tykkpuss. I figur 11 og 12 er resultatene for tilstanden til overflatebehandlet puss vist.

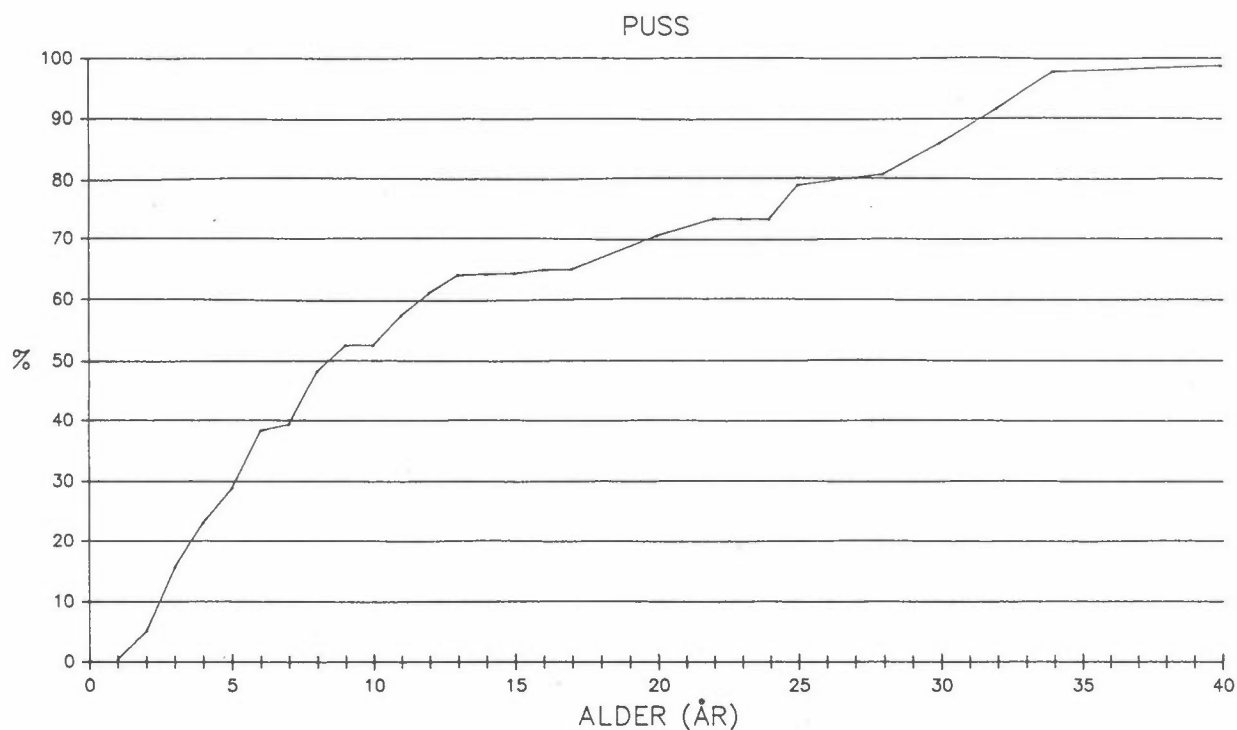
Resultater gir ikke noe entydig bilde. Det er mulig at en oppdeling i flater som fort tar skade og en med flater som holder seg meget godt over tid kan være hensiktsmessig. Dette kan tyde på at bygningstekniske løsninger og materialvalg ved oppussing betyr mer for det endelige resultat enn miljøpåvirkningen. Miljøbelastningen vil dessuten være avhengig av pusstypen, og i denne undersøkelsen har en ikke skilt mellom kalkholdig puss og ren sementpuss. Likevel synes puss å ha en hyppig vedlikeholdsfrekvens. I figur 13 ser en at så mye som 50% av alle overflatebehandlede flater er 8,5 år eller yngre.



Figur 11: Overflatebehandlingens tilstand for puss ved ulike aldersgrupper.



Figur 12: Overflatebehandlingens tilstand for puss utregnet som prosent for ulike aldersgrupper.



Figur 13: Akkumulert prosent av overflatebehandlingens alder for puss. 50% av overflatebehandlingen er 8,5 år eller yngre.

5.8.4 Tilstand til tak

I tabell 9 er det gitt en oversikt over materialtypene som er anvendt på tak i Sarpsborg og tilstanden til takmaterialet. Totalt ble takarealet beregnet til 0,57 mill. m².

Tabell 9: Prosentvis fordeling av materialer på tak og tilstanden til materialet.

Materiale	% andel	intakt	%	
			mindre skader	bør repareres
Papp	25,1	83	16	1
Betong	23,9	99	1	
Tegl	25,2	95	4	1
Asbestsement	8,9	65	35	
Forsinket stål	9,6	85	6	9
Gummi	1,9	100		
Annet	5,4			

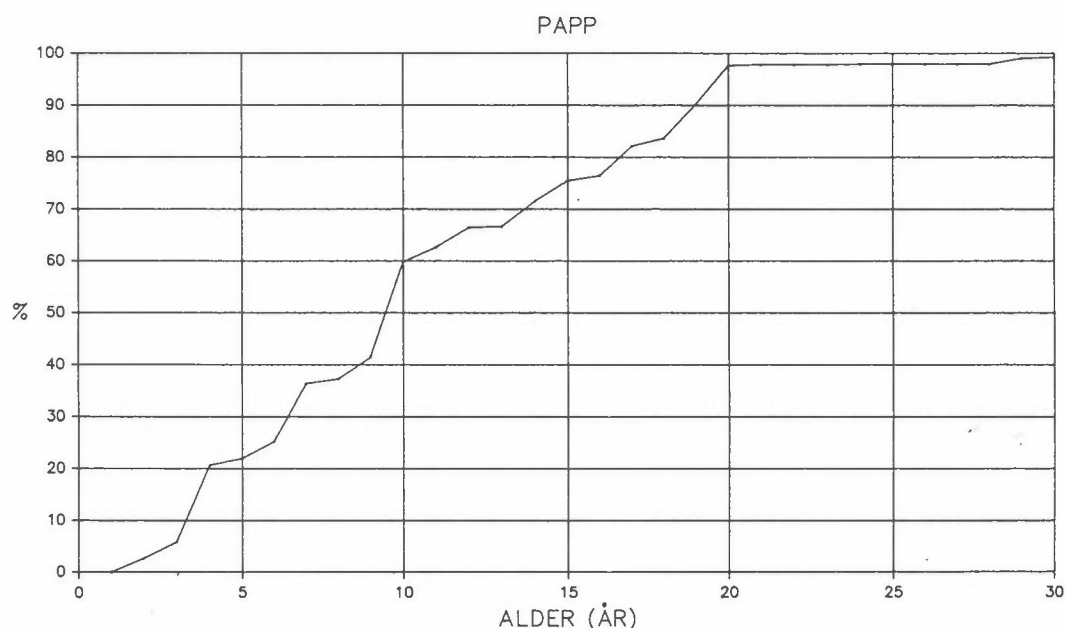
De tre dominerende materialene til takbelegg er papp og takstein av betong og tegl som utgjør hver sin fjerdepart av materialet. Den siste fjerdedelen domineres av forsinket stål med 9,6% og takstein av asbestsement med 8,9%.

Både betong og teglstein var tilsynelatende i meget god forfatning. Om takstein kan ha fått redusert styrke etter flere års bruk er ikke kontrollert. Vedlikeholdet av disse takene gjør det også vanskelig å tidfeste levetiden, da mekaniske skader på enkeltsteiner normalt vil bli skiftet ut etter hvert som skadene oppstår.

Takstein av asbestsement var generelt i dårlig forfatning. 65% ble vurdert som intakt, mens 35% hadde mindre skader.

Forsinket stål hadde den høyeste prosentandel av tak som burde repareres. En vesentlig del av disse flatene var gamle bølgeblikketak på mindre viktige lager- og industribygg.

Pappbelagte tak vil byttes ut med visse mellomrom. I figur 14 er den akkumulerte prosenten av papptak tegnet. Figuren viser at 50% av takpappen er 9 år eller yngre. Likevel er det en del dårlige papptak som ble registrert. 16% av takpappen hadde mindre skader og 1% burde skiftes ut.



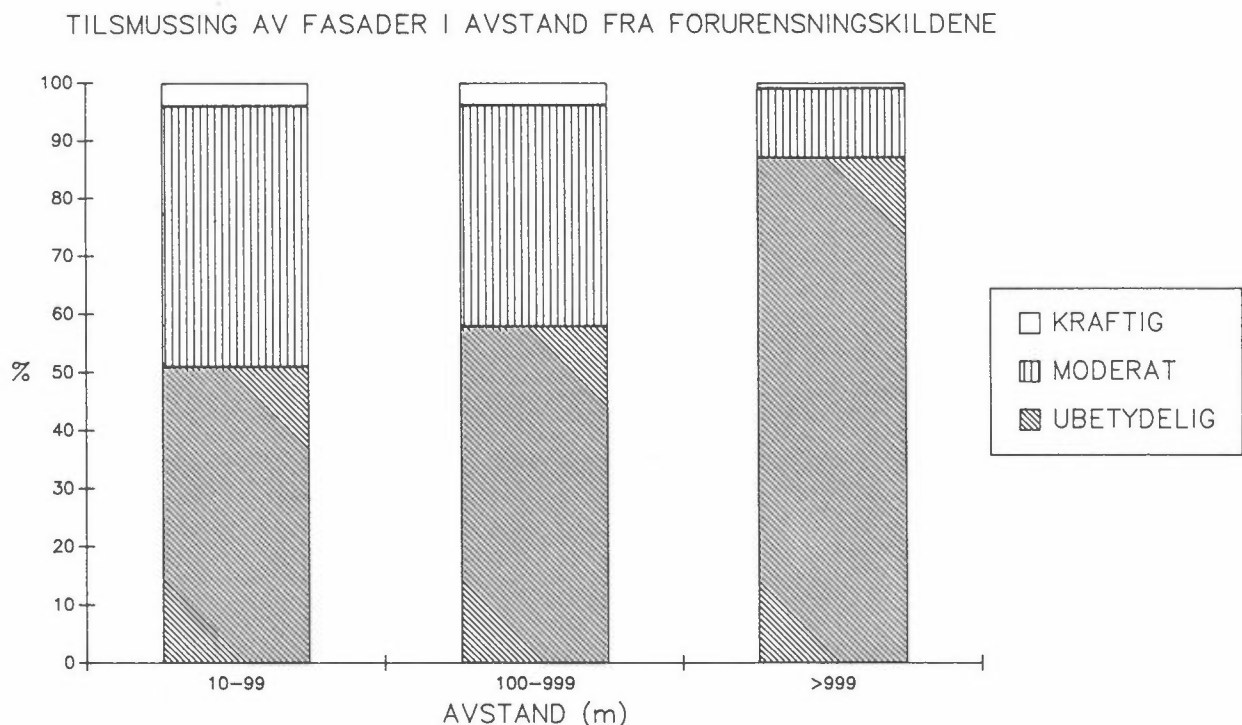
Figur 14: Akkumulert prosent av takpappens alder. 50% av takpappen er 9 år eller yngre.

5.8.5 Tilsmussing

Ved besiktingen av husene ble tilsmussingen av bygningenes fasader vurdert etter en skala på tre: ubetydelig, moderat og kraftig.

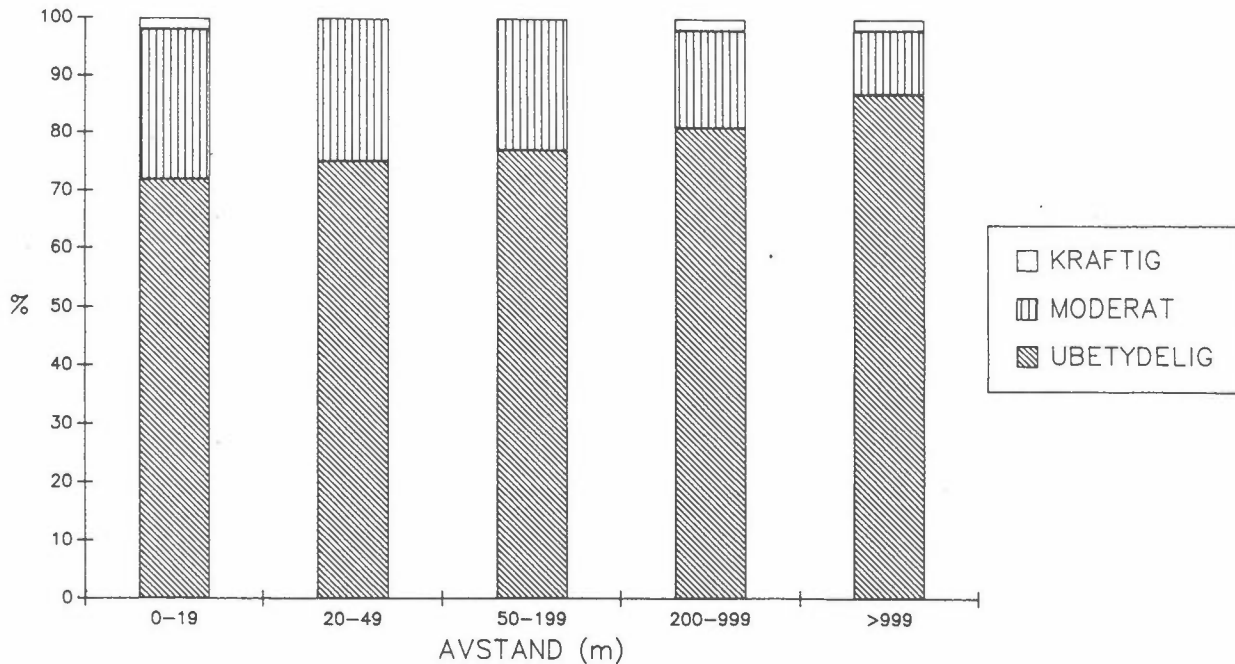
I figur 15 og 16 er tilsmussingen gruppert etter varierende avstand til SO₂-kilden i Sarpsborg (figur 15) og i avstand fra nærmeste sterkt trafikkerte gate (figur 16).

Som det fremgår av figurene, var det en liten prosent av bygningene som var kraftig tilsmusset, noe som i stor grad må tilskrives et hyppig vedlikehold. Derimot hvis en sammenligner prosentfordelingen mellom ubetydelig tilsmusset og moderat tilsmusset, ser en at tilsmussingen øker når en nærmer seg forurensningskildene. Både trafikk- og industriforurensning synes å gi en økt tilsmussing.



Figur 15: Tilsmussing av fasadene i ulike avstander fra nærmeste industriforurensningskilde.

TILSMUSSING PA FASADER ETTER AVSTAND TIL TRAFIKKERT GATE



Figur 16: Tilsmussing av fasadene i ulike avstander fra nærmeste sterkt trafikkerte gate.

5.9 SAMMENLIGNINGER

Et viktig moment ved undersøkelsen har vært å få en sammenligning mellom resultatene med andre undersøkelser. Dette kan avdekke svakheter i tidligere beregninger av skadeomfang, avdekke nye materialer av spesiell interesse og gi en indikasjon om representativiteten av databasen.

5.9.1 Sammenligning med data fra tidligere arbeid

I et tidligere arbeid for Miljøverndepartementet om reduserte korrosjonsskader på grunn av reduserte svovelutslipp ble produksjonsstatistikk benyttet til å anslå materialmengdene for malt stål og forsinket stål i Sør-Norge (Henriksen et al., 1981). En gikk ut fra de totale produksjonstall for maling og forsinket stål og antok at 50% av forsinkete plater, 25% av forsinket profil og 33% av tråd ble brukt utendørs, mens 15% av produsert maling brukes til korrosjonsbeskyttende maling. Disse reduksjonene fulgte de antagelser som ble gjort i et OECD arbeid som Korrosjonsinstituttet i Sverige hadde gjennomført

(OECD, 1981). Materialmengde ble geografisk fordelt ved at en antok at materialmengden var likt fordelt på innbyggertallet i området. I tabell 10 er det anslåtte materialarealet for Sarpsborg fra 1981 listet. De reduksjoner i materialmengden for utendørs bruk som ble anvendt ble gjort i samråd med bransjepersonell, men med basis i materialinventeringer i Sarpsborg i 1986 synes tallene fra 1981 likevel å være for høye. Selv malt tre som finnes i store mengder i Sarpsborg vil ikke dekke malt stål i undersøkelser fra 1981. En viktig forskjell mellom metodene i 1981 og 1986 er at mens en i 1981 inkluderte alle konstruksjoner av sink og stål i undersøkelsen, så tok 1986 undersøkelsen kun med materialer tilknyttet bygningen.

Tabell 10: Enkelte materialmengder for forsinket stål i Sarpsborg som ikke er anvendt i husmassen.

FORSINKET PROFIL:			
<u>Jernbanen</u>			
Linjestolper	7 m ²	x 130	910 m ²
Stolper på stasjon	42 m ²	x 20	840 m ²
<u>Kommunen</u>			
Gatebelysning	2 m ³	x 3 000	6 000 m ²
<u>Veivesenet</u>			
Veiskilting			350 m ²
<u>E-verket</u>			
Nedgravd nett			
Totalt			<u>8 100 m²</u>
FORSINKET TRÅD			
I Norge vil et nettinggjerde normalt inneholde 39 m tråd pr. kvadratmeter gjerde med tråddiameter 2,7 mm.			
Småhus, anslått til			6 800 m ²
Industri + jernbane, anslått til			7 000 m ²
Totalt			<u>13 800 m²</u>

En vesentlig del av malt stål og forsinkede detaljer vil en finne utenfor huset. Noen av de viktigste konstruksjonene er biler, lysmaster, gjerder, skilter og søppelkasser. Overflaten for en del av disse konstruksjonene er anslått og summert i tabell 10. I tabell 11 er mengdene for de enkelte materialgruppene gitt.

Tabell 11: Sammenligning mellom materialmengdene beregnet ut fra produksjonstall (Henriksen, 1981) og målt ved materialinventeringen i 1986.

Material	Red. korr. 1981	Materialinventeringen 1986	
		Bygninger	Andre konstruksjoner
Forsinket plate	$158,4 \times 10^3 \text{ m}^2$ $13,2 \text{ m}^2/\text{innb.}$	$16,1 \times 10^3 \text{ m}^2$ $1,3 \text{ m}^2/\text{innb.}$	
Forsinket profil	$585 \times 10^3 \text{ m}^2$ $44 \text{ m}^2/\text{innb.}$	-	$8,1 \times 10^3 \text{ m}^2$ $0,7 \text{ m}^2/\text{innb.}$
Forsinket tråd	$360 \times 10^3 \text{ m}^2$ $30 \text{ m}^2/\text{innb.}$	-	$13,8 \times 10^3 \text{ m}^2$ $1,2 \text{ m}^2/\text{innb.}$
Malt forsinket stål + malt stål	$900 \times 10^3 \text{ m}^2$ $75 \text{ m}^2/\text{innb.}$	$154 \times 10^3 \text{ m}^2$ $13 \text{ m}^2/\text{innb.}$	$100 \times 10^3 \text{ m}^2$ $8 \text{ m}^2/\text{innb.}$
Malt tre		$573 \times 10^3 \text{ m}^2$ $48 \text{ m}^2/\text{innb.}$	
Aluminium		$13,8 \times 10^3 \text{ m}^2$ $1,2 \text{ m}^2/\text{innb.}$	
Kopper		$2,2 \times 10^3 \text{ m}^2$ $0,2 \text{ m}^2/\text{innb.}$	

Resultatene i tabell 10 gir ikke en komplett oversikt over konstruksjoner i en by, men gir en del representative tall for materialer hvor en lett kunne få en oversikt fra ulike etater eller bransjer. For forsinkete profiler hadde Sarpsborg kommune en komplett oversikt over gatebelysninger i byen. Belysningsstolper er den klart største materialgruppen for profiler. Jernbanen som går gjennom byen betyr også mye, mens kraftforsyningen har et nedgravd nett i Sarpsborg. Det er

ikke gjort noe for å lokalisere industriens konstruksjoner utenfor bygningene.

For forsinket tråd har en gått ut fra standard nettinggjerde og anslått mengdene ved å anta at halve omkretsen av tomtene på 50% av husene er skjermet med nettinggjerde.

De største mengdene av lakkert stål og forsinket stål finner en i transportsektoren. Bilparken kan muligens bety like mye som fasadeflater på vegg og tak til sammen, men tilgjengelig statistikk for Sarpsborg er ikke kjent.

5.9.2 Sammenligning med Stockholmsundersøkelsen

Hensikten med å gjennomføre materialinventeringer samtidig i Stockholm og Sarpsborg var å kunne sammenligne resultatene. Metodikk og utvalgsteknikk var derfor så like som mulig i undersøkelsene.

I utgangspunktet er det få fellestrekk mellom en storby som Stockholm med 1,4 mill. innbyggere og en liten industriby som Sarpsborg med 12 000 innbyggere. Hvis en likevel kan finne fellestrekk innenfor de ulike materialgruppene i de to byene spesielt hvis en deler opp bygningsmassen i naturlige utvalgsgrupper, så er dette en indikasjon på at en slik database kan ha større anvendelsesområder. I tabell 12 er den prosentvise fordelingen av de ulike materialer vist.

En ser av tabellen at det er store likheter i materialfordelingen for Stockholm og Sarpsborg, både innen de enkelte utvalgsgruppene og totalt i masse. De avvik som en finner kan være av ulik karakter. Det at en i Sarpsborg anvender mer tre og Stockholm mer puss og metall både totalt og i de enkelte utvalg er sannsynligvis en generell observasjon som en vil finne igjen i senere undersøkelser der en har store forskjeller i bystørrelsen. Når en i Sarpsborg finner en utstrakt bruk av asbestement i eneboliger og flerboliger og plast i flerboliger kan dette være et lokalt fenomen som en ikke behøver finne i samme utstrekning i andre byer. Imidlertid er det også en mulighet for at spesielt asbestement har vært brukt mer i Norge enn i Sverige. I

Tabell 12: Sammenligning av materialmengdene i prosent i Stockholm og Sarpsborg. For Stockholm oppgis også doble standardavvik.
S = Sverige (Stockholm) N = Norge (Sarpsborg)

Hustype	Småhus			Flerboliger			Lokaler	Industri	Jordbruk	Totalt	
	<1920 1920-60 >1960			<1920 1920-60 >1960							
	Byggeår S	Byggeår N		Byggeår S	Byggeår N						
Natursten	S	2,3 (1,5)	1,1 (0,7)	0,2 (0,2)	4,1 (2,2)	0,6 (0,3)	0,2 (0,3)	1,5 (0,9)	1,5 (2,0)	1,0 (1,0)	1,0 (0,3)
	N	3,4	0,5	0,6	-	0,4	0,2	0,8	0,3	-	1,0
Betong	S	9,7 (8,7)	15,1 (5,2)	20,5 (4,9)	0,5 (0,6)	5,6 (1,8)	31,8 (13,4)	8,0 (4,2)	5,9 (3,5)	4,9 (6,1)	13,9 (2,2)
	N	12,6	10,4	16,5	-	16,2	23,7	11,3	11,9	-	13,9
Tegl	S	21,3 (7,4)	15,8 (4,3)	9,1 (4,4)	10,1 (7,2)	11,7 (4,5)	2,9 (3,8)	12,3 (5,9)	8,6 (5,4)	9,6 (9,2)	11,2 (1,8)
	N	8,9	13,0	12,9	-	6,0	6,4	20,0	18,3	-	12,9
Tre	S	38,5 (6,1)	33,8 (6,1)	38,3 (4,9)	5,4 (2,3)	6,6 (1,0)	7,8 (4,1)	18,9 (5,2)	3,6 (2,2)	34,2 (11,7)	23,5 (2,7)
	N	42,7	43,1	41,6	-	6,0	15,4	18,1	2,9	-	30,3
Metall	S	12,1 (4,4)	10,5 (2,5)	9,7 (2,0)	33,4 (3,3)	20,9 (4,7)	17,9 (5,8)	25,0 (8,6)	39,5 (14,5)	21,8 (14,4)	17,8 (2,2)
	N	11,9	6,9	4,8	-	21,1	11,7	10,8	23,0	-	10,6
Puss	S	9,2 (5,8)	13,9 (4,8)	3,8 (1,8)	37,8 (7,0)	41,2 (4,4)	16,4 (10,5)	8,8 (4,9)	5,0 (4,5)	1,2 (2,6)	14,6 (2,6)
	N	4,4	12,1	8,1	-	7,0	7,8	13,2	1,0	-	8,6
Glass	S	3,9 (0,6)	3,5 (0,3)	3,7 (0,3)	8,3 (0,8)	7,8 (0,4)	7,3 (0,9)	5,3 (0,9)	4,7 (1,8)	11,1 (18,2)	5,3 (0,4)
	N	4,2	3,8	3,6	-	5,6	5,0	7,2	5,4	-	4,7
Papp	S	2,0 (1,3)	3,5 (2,2)	10,5 (4,9)	0,0 (0,1)	2,5 (2,8)	13,2 (5,9)	19,0 (7,8)	21,1 (11,7)	0,2 (0,4)	9,2 (2,2)
	N	3,8	5,9	5,5	-	4,9	15,5	12,0	32,6	-	9,7
Asbest- sement	S	0,3 (0,6)	0,4 (0,5)	1,7 (2,1)	0,0 (0,0)	2,1 (2,6)	1,9 (1,9)	0,4 (0,5)	3,5 (6,0)	9,0 (9,7)	1,5 (0,9)
	N	6,7	3,2	5,8	-	5,8	6,7	4,4	1,5	-	4,8
Plast/ Gummi	S	0,6 (0,7)	2,3 (0,9)	1,9 (1,4)	0,1 (0,1)	0,1 (0,1)	0,2 (0,2)	0,5 (0,3)	6,3 (0,8)	6,4 (10,3)	1,5 (0,4)
	N	1,3	1,1	0,6	-	26,8	7,6	2,0	2,1	-	3,4
Annet	S	0,1	0,1	0,6	0,3	0,9	0,4	0,3	0,3	0,6	0,5
	N	0,0	0,0	0,0	-	0,2	0,2	0,2	0,9	-	0,2

lokaler og industribygninger er det også en forskyvning av materialer fra metall i Stockholm til murstein (tegl) i Sarpsborg. En hovedgrunn kan være at Borregaard fabrikker i lengre tid hadde egen teglsteinsfabrikk, og at teglstein i en lengre periode derfor var et rimelig og lett tilgjengelig materiale i Sarpsborg.

5.9.3 Bruk av materialmengden i andre sammenhenger

Et av siktepunktene ved materialinventeringen har vært å fremskaffe en datamasse som kan være anvendbar i fremtidige undersøkelser om materialer og materialnedbrytning i større deler av Norden.

Studiene i Stockholm og Sarpsborg viser at det er store likheter mellom materialmengden i byene uttrykt i prosent. Oppdelingen i ulike bygningskategorier gjør det også mulig å skalere resultatene fra en by til en annen selv om den prosentvise fordelingen mellom bygningskategoriene er forskjellig.

Det største problemet ved å overføre resultatene fra et sted eller et land til et annet, er at byggeteknikken kan forandres. Et eksempel på dette kan være bruk av Steni-plater på bygg i Sarpsborg. Ofte kan byggeskikken forandres mer fundamentalt, som det at det er redusert bruk av tre i konstruksjonene i deler av Europa sammenlignet med Norge. Forskjellene er imidlertid mulig å registrere uten store undersøkelser, og der en finner forskjeller er det mulig å få disse kvantifisert i mindre begrensede utvalgsstudier.

En ønsket bruk av resultatene er å benytte den til å kvantifisere utgiftene som funksjon av forurensningssituasjonen i området. Tidligere undersøkelser har vært konsentrert om metallenes nedbrytning, da en der har de største kunnskapene om effektene av forurensningene.

Resultatene viser at slike undersøkelser bare dekker fra 10 til 20% av hele materialmengden. De største gruppene er tre, puss og betong, hvor effekten av forurensningene er betydelig dårligere kjent. Tilstandsvurderingene ble utført for å få indikasjoner om dette. Imidlertid har det vist seg at vedlikeholdshyppigheten i Sarpsborg er så stor at

tolkningen blir vanskelig. Den klareste indikasjon på forurensningens virkning har en for tilsmussing, som viser økt belastning på fasadene både mot trafikkert vei og mot industriforurensning. Egne dose-respons studier for de mest benyttede materialer og overflatebehandlingen av disse vil være nødvendige for å få eliminert en del av de praktiske tolkningsproblemene en får ut fra vurderingen av hus i felt. Ved slike undersøkelser vil en kunne fjerne usikkerheter rundt spørsmål som kvaliteten av malearbeidet, grunnarbeidet og hvor nødvendig vedlikeholdet var. Samtidig er det mulig å kvantifisere miljøbelastningen bedre ved spesielle undersøkelser sammenlignet med den grovsorteringen i grupper ut fra modellberegninger som er benyttet i denne undersøkelsen



Foto nr. 13: Ombygging av et gammelt hus fra 1840-årene.

6 KONKLUSJON

6.1 MATERIALMENGDER

Undersøkelsen som ble utført i Stockholm og Sarpsborg er den første i sitt slag i Norden. Resultatene i tabell 11 viser at tidligere anslag for materialmengder benyttet utvendig på bygninger avviker betydelig fra de oppmålte mengdene.

Ut fra inspeksjon og oppmåling av 191 hus i Sarpsborg ble den totale ytre flaten på hus i Sarpsborg beregnet til 1,98 millioner kvadratmeter, som tilsvarer 0,2 m² husflate pr. m² landareal. Av dette arealet fant en 60% av overflaten på småhus. Av de materialer som ble registrert var 30,3% tre, 22,5% puss og betong og 12,9% tegl.

En sammenligning mellom resultatene i Stockholm og Sarpsborg viser at materialmengdene i prosent er sammenlignbare. De avvik som en har funnet, er at Stockholm har mer puss og metall og Sarpsborg mer tre, plast og asbestement.

De materialmengdene som ble oppmålt for metall, var betydelig mindre enn de mengdene som er benyttet ved kost-nytte beregningene som ble brukt ved NILUs beregning for SFT i 1981 (Henriksen et al., 1981). Metallarealene som ble oppmålt ved husinspeksjon, vil gi et for lavt tall for de totale mengder metall som eksponeres i Sarpsborg. Anslag for metall som ikke er knyttet til bygninger, viser at store mengder er brukt i andre konstruksjoner i byen, eksempelvis kjøretøy, stolper og skilt. Likevel synes det som de tidligere anslåtte tallene er noe høyere enn det en kan finne ved en total inspeksjon av byen.

Metoden for besiktning av hus i et statistisk utvalg synes å fungere tilfredsstillende. Antall besiktigede hus og fordelingen av husene i utvalgsgrupper synes å gi et brukbart grunnlag for beregningen av det totale materialarealet i Sarpsborg.

6.2 MATERIALETS TILSTAND

Tilstanden til materialet er vurdert etter en tre trinns skala for vegg, vindu og tak. Resultatet viser at byen er godt vedlikeholdt og at vedlikeholdet skjer ofte. 50% av alt trematerialet er malt i løpet av de siste 3 årene og for pussete flater er 50% blitt pusset opp i løpet av 8,5 år.

På grunn av det hyppige vedlikeholdet ble det vanskelig å vurdere tilstandens sammenheng med forurensningen. Det statistiske materialet ble for lite.

Tilsmussing av fasadene var den faktoren hvor forurensningsbelastningen kom klarest frem. Her kunne en bruke hele utvalget på 191 hus, og resultatene viste at både nærliggende trafikkbelastede gater og industriforurensning vil bidra til tilsmussing av bebyggelsen.

Spesielt siden en ikke ønsket å skade overflatebelegget ved inspeksjonen, var det ofte svært vanskelig å vurdere det underliggende materialet når malingen var intakt. Dette har medført at presentasjonen av tilstandsvurderingen er noe redusert i forhold til de data som ble samlet inn.

For enkelte materialtyper har en funnet enkle sammenhenger. Fabrikklakkerte plater synes å få svakheter i belegget etter 13-20 år. Papp må vedlikeholdes regelmessig, og 50% av takpappen var 9 år eller yngre. Eternitt-takstein var i dårligere stand enn takstein av tegl eller betong. Så mye som 35% av eternitt-takene ble vurdert til å ha mindre skader.

6 REFERANSER

- Ericsson, P. og Johansson, L.-G. (1986) The role of NO_2 in the atmospheric corrosion of different metals. I: 10th Scandinavian Corrosion Congress, Stockholm. Proceedings. pp 39-42.
- Haagenrud, S.E., Henriksen, J.F. og Gram, F. (1984) Basisundersøkelse av luftkvaliteten i Sarpsborg og Fredrikstad 1981-83. Delrapport B: Korrosjon og miljø. Lillestrøm (NILU OR 28/84).
- Hagen, L.O. (1985) Basisundersøkelse av luftkvaliteten i Sarpsborg og Fredrikstad 1981-83. Hovedrapport. Lillestrøm (NILU OR 18/85).
- Hagen, L.O. og Schjoldager, J. (1986) Klassifisering av luftforurensninger i byer og tettsteder. Lillestrøm (NILU OR 39/86).
- Henriksen, J.F., Haagenrud, S.E. og Gram, F. (1981) Innvirkning av påbud av lavsvovlig olje på atmosfæriske korrosjonskostnader. Lillestrøm (NILU OR 17/81).

- Henriksen, J.F. og Rode, A. (1986) Corrosion rate of various methods in SO₂/NO_x polluted atmospheres. I: 10th Scandinavian Corrosion Congress,² Stockholm. Proceedings. pp. 39-42.
- Henriksen, J.F. og Fossetøl, B. (1989) Corrosion by SO₂ in Sulitjelma, a copper mining town in Norway. 11th Scandinavian Corrosion Congress, Stavanger (NILU F 48/89).
- ISO Draft international standard 9223 (1988) Corrosion of metals and alloys - Classification of corrosivity of atmospheres.
- Kucera, V. (1986) Influence of Acid Deposition on Atmospheric Corrosion of Metals. A review. I: Materials Degradation Caused by Acid Rain, Washington DC. American Chemical Society (ACS Symposium series 318), pp. 104-118.
- Leman group inc. (1985) Acid rain impact on the urban environment, phase 1 Methodology. National Research Council, Canada.
- Nordisk Ministerråd (1984) Nordisk beregningsmetode for bilavgasser, sluttrapport august 1984. Lillestrøm (NILU OR 56/84).
- OECD (1981) The costs and benefits of sulphur oxide control, OECD Environment Directorate.
- Stakunas, et al. (1983) Air pollution damage to man-made materials: Physical and economic estimates, TRC Consultants inc. (EPRI. Research project 1004-1).
- Statens forurensningstilsyn (1982) Luftforurensning, Virkning på helse og miljø. Oslo (SFT-rapport nr. 38).
- Statens tekniske forskningscental - VTT (1986) Inverknad av luftens svoveldioxid på ommålnings- og reparationsbehov av målade metallyter och fasader behandlade med kalkfärg eller kalkputs E 560. Esbo.
- Teknologisk institut (1986) Et rammesystem for tilstandsbeskrivelser. Tåstrup (Teknologirådrapport august 1986).
- Tolstoy, N., Andersson, G., Kucera, V. og Sjöström, C. (1989) Utvändiga byggnadsmaterial - mängder och nedbrytning. Gävle (SBI M:25).

VEDLEGG 1

Data som ble registrert i besiktningsprotokollen:

Allmenne data:

Grunn- og bruksnr.

Eierens navn

Bygningens adresse

- Spørsmål 1: Antall hus (besiktningsaktuelle, kompletteringshus)
- 2: Byggår og eventuelle ombygningsår
- 3: Frittliggende/sammenbygd
- 4: Forurensningsnivå (SO_2 , Cl^- , våttid)
- 5: Forurensningskilder (type, avstand, retning)
- 6: Tilsmussing
- 7: Avstand fra vann/sjø og trafikkert vei
- 8-13: Hustype og bruk av huset
- 14: Materiale bærende konstruksjoner
- 15: Fyring
- 16: Husstørrelse (omkrets, største lengde, bygningsflate, fasadeareal, takareal, takutspring)
- 17-18: Tak (form, helling)
- 19 Kantkorrosjon på fasadeplater

Material- og tilstandstabellene:

Himmelretning

Bygningsdel

Materiale

Overflatebehandling

Mengde

Tilstand

BYGNINGSDEL

- 10 GRUNNMUR hoveddel, m²
- 11 Ventil standard, stk.
12 Ventil, m²
13 Fuger, m
19 Forøvrig, m², skriv!
- 20 VEGGER hoveddel, m²
- 21 Ventil standard, stk.
22 Ventil, m²
23 Skilter, m²
24 Fuger, m
25 Lamper, stk.
26 Stiger, m
27 Innfestningsdetaljer (ikke mengde)
29 Forøvrig, m², skriv!
- 30 VINDUER standard, stk. (angi karm-/buemateriale)
- 31 Ikke standard vinduer, m²,
(angi karm-/buemateriale)
32 Vindusbeslag, solbenk ?, m
38 Forøvrig, m, (kitt m.m.) skriv!
39 Forøvrig, m², skriv!
- 40 DØRER standard, stk.
- 41 Dør, port, m²
48 Forøvrig, m, skriv!
49 Forøvrig, m², skriv!
- 50 BALKONGER oversiden, m (hvis tilkommelige)
- 51 Balkonger undersiden, m
52 Balkar, bjelker, m
53 Rekkverk, m
54 Skjerm, m²
59 Forøvrig, m², skriv!
- 60 TAK hoveddel, m²
- 61 Vindskier, vannbrett, m
62 Skorstein, stk.
63 Ventilasjonspiper, stk.
64 Beslag, stiger, snøfanger, m
69 Forøvrig, m², skriv!
- 70 UNDERTAK hoveddel, m²
- 71 Underside takfot, m²
79 Forøvrig, m², skriv!
- 80 AVRENNING
- 81 Takrenner, m
82 Avløpsrør, m
89 Forøvrig, m, skriv!
- 90 KOMPLETTERINGSHUS
- 91 Grunnflate, m²
92 Vegger, m²
93 Vinduer, m²
94 Dører, stk.
95 Tak, m²
96 Undertak, m²
97 Avrenning, m
98 Forøvrig, m², skriv!

BYGNINGSDEL

MATERIALE

NATURSTEIN

- 01 Granitt, gneis
02 Sandstein
03 Polert marmor
04 Kalkstein
05 Skifer
09 Annet, skriv!

BETONG, LETTBETONG

- 11 Betong
12 Betong støpt på stedet
13 Prefabriert betong
14 Murt betong
15 Lettklinker betong
16 Lettbetong

TEGL OG KALKSANDSTEIN

- 21 Tegl
22 Kalksandstein
23 Fugemasse
29 Annet, skriv!

30 ASBESTSEMENT

40 TRE

- 41 Tømmer
42 Trepanel
43 Trefiberplater
44 Trefiberplater, asfaltimpregnert
45 Sponplater
46 Finér
49 Annet, skriv!

50 PUSS

- 51 Tynnpuss (0.5-2.0 mm)
52 Tynnpuss på betong
53 Tynnpuss på lettbetong (element)
54 Tynnpuss på plate (metall)
59 Annet, skriv!
- 61 Tykkpuss (tradisjonell 3-sjikt, 8.0-25 mm)
62 Tykkpuss på lettbetong
63 Tykkpuss på betong
64 Tykkpuss på tegl
65 Tykkpuss på tre
69 Annet, skriv!
- 71 2-sjiktspuss (ofte nettarmert 4.0-10 mm)
72 Tosjiktspuss på lettbetong
73 Tosjiktspuss på celleplast
74 Tosjiktspuss på mineralull

80 METALL

- 81 Stål
82 Rustfritt stål
83 Forsinket stål
84 Rust-tregt stål
85 Aluzink stål
86 Kobber
87 Aluminium

ANNET

- 91 Plast
92 Gummi
93 Keramikk
94 Glass
95 Grus
96 Papp
97 Ritt (fugemasse)
98 Annet, skriv!

MATERIALE

OVERFLATEBEHANDLING

TRE

- 01 Ubehandlet
- 02 Lakert eller beiset
- 03 Slamfarge ????
- 04 Annen dekkfarge
 - 05 Latex-maling (vannbasert)
 - 06 Alkyd- og oljemaling (løsemiddelbasert)
- 09 Annet, skriv!

BETONG

- 11 Betong, naturgrå eller gjennomfarget
 - 12 Glatt overflate
 - 13 Profilert overflate
 - 14 Slipt overflate
 - 15 Strukturert overflate
 - 16 Frilagt ballast, type?
- 21 Betong, malt
 - 22 Kalk- og sementmaling (uorganisk)
 - 23 Annen dekkmaling (organisk)
 - 24 Latex-maling (vannbasert)
 - 25 Alkyd- og oljemaling (løsemiddelbasert)
 - 26 Asfalt
 - 29 Annet, skriv!

PUSS OG MURVERK SAMT TAKTEGL

- 31 Ubehandlet
- 32 Kalk- og sementfarget (uorganisk)
- 33 Annen dekkmaling (organisk)
 - 34 Latex-maling (vannbasert)
 - 35 Alkyd- og oljemaling (løsemiddelbasert)
- 36 Asfalt
- 37 Glassering (taktegl)
- 39 Annet, skriv!

METALL

- 41 Ubehandlet
- 42 Fabrikklakkert dekkmaling
- 43 Latex-maling (vannbasert)
- 44 Alkyd- og oljemaling (løsemiddelbasert)
- 45 Plastisol
- 46 Dekkmaling malt på stedet
 - 47 Latex-maling (vannbasert)
 - 48 Alkyd- og oljemaling (løsemiddelbasert)
- 49 Asfalt
- 50 Anodisering (eloksering)
- 59 Annet, skriv!

FORØVRIG

- 61 Grus
- 62 Skifer og asfalt
- 63 Asfaltmasse og lignende
- 69 Annet, skriv!

MENGDETYPE ETTER BYGNINGSDELSKODENTILSTAND

OVERFLATEBEHANDLING

- 00 Intakt
- 10 Mindre skader
- 20 Bør repareres

UNDERLAG

- 00 Intakt
- 01 Mindre skader (behøver ikke repareres)
- 02 Bør repareres

ÅRSÅK TIL TILSTAND

00 UKJENT

10 BEVEGELSER

- 11 Krypning
- 12 Utvidelse
- 13 Krypning
- 14 Temperatursvingninger
- 15 Setninger
- 16 Vibrasjoner

20 NEDBRYTNING

- 21 Korrosjon
- 22 Frost
- 23 Insektangrep
- 24 Andre skadedyr enn insekter (rotter m.m.)
- 25 Soppangrep
- 26 Kjemikalieangrep, saltsprengninger
- 27 Forvitring, erosjon
- 28 Slitasje
- 29 Nedsmussing

30 FUKT

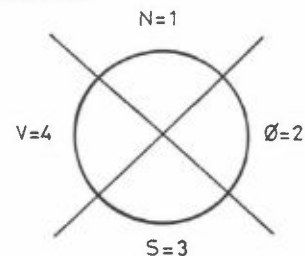
- 31 Inntrengende vann eller snø
- 32 Kondensasjon
- 33 Lekkasje i avløpsvann og annet VVS-utstyr
- 34 Bygningsfuktighet
- 35 Markfuktighet

40 ANDRE YTRE PÅVIRKNINGER

- 41 Vandalisme
- 42 Brann, eksplosjon
- 43 Kollisjon, påkjørsel

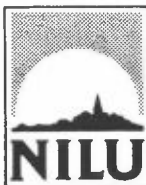
ALDER, TILSTAND OG ÅRSÅK TIL TILSTAND
SKRIVES BARE VED:

- >>> VEGG hoveddel (20)
- >>> VINDUER (30, 31)
- >>> TAK hoveddel (60)

HIMMELRETNING

Tilstandsbeskrivelse (prinsippskjema):

x overflate- behandling y under- liggende materiale	0 og Intakt	1 og Mindre skader	2 og Bør repareres
x0 Intakt	00	10	20
x1 Mindre skader	01	11	21
x2 Bør repareres	02	12	22



NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING (NILU)
NORWEGIAN INSTITUTE FOR AIR RESEARCH
POSTBOKS 64, N-2001 LILLESTRØM

RAPPORTTYPE OPPDRAGSRAPPORT	RAPPORTNR. OR 80/89	ISBN-82-425-0096-7	
DATO DECEMBER 1989	ANSV. SIGN. <i>Storland</i>	ANT. SIDER 62	PRIS NOK 105,-
TITTEL Utvendige bygningsmaterialer i Sarpsborg - mengder og nedbrytning		PROSJEKTLEDER J.F. Henriksen	
		NILU PROSJEKT NR. E-8341	
FORFATTER(E) J.F. Henriksen, A. Bartonova og T. Ofstad		TILGJENGELIGHET A	
		OPPDRAGSGIVERS REF.	
OPPDRAGSGIVER (NAVN OG ADRESSE) Nordisk Ministerråd - Sekretariatet Store Strandstrædet 18 DK-1255 København K			
3 STIKKORD (å maks. 20 anslag) Materialmengder Nedbrytning Forurensning			
REFERAT (maks. 300 anslag, 7 linjer) En kvantifisering av materialmengder og deres tilstand er gjennomført i Sarpsborg. 60% av alle materialer finner en på småhus og tre er det mest brukte materialet, 30,3%. Tilsmussingen av fasaden økte når en nærmet seg forurensningskilder som trafikk og industri.			

TITLE	Materials used on buildings outside in Sarpsborg - amount and deterioration
ABSTRACT (max. 300 characters, 7 lines)	A quantification of the amount of materials and their performance has been carried out in Sarpsborg. 60% of all materials were found on small houses and 30.3% of the materials were wood structures.

* Kategorier: Åpen - kan bestilles fra NILU A
 Må bestilles gjennom oppdragsgiver B
 Kan ikke utleveres C