

NILU : OR 16/98  
REFERANSE : N-96141  
DATO : MARS 1998  
ISBN : 82-425-0967-0

## PC/GIS-basert verktøy for korrosjonskostnader, tilstandsanalyse og vedlikeholdsplan for utvendige bygninger

Vidar Andreassen, Unni Elvedal,  
Jan F. Henriksen,  
Svein E. Haagenrud, Kolbjørn Mohn  
Jenssen, Guri Krigsvoll og Geir  
Bakke Nilsen



Norsk institutt for luftforskning  
Norwegian Institute for Air Research  
Postboks 100 - N-2007 Kjeller - Norway

NILU : OR 16/98  
REFERANSE : N-96141  
DATO : MARS 1998  
ISBN : 82-425-0967-0

**PC/GIS-basert verktøy for  
korrosjonskostnader,  
tilstandsanalyse og  
vedlikeholdsplan for  
utvendige bygninger**

**Vidar Andreassen, Unni Elvedal,  
Jan F. Henriksen, Svein E. Haagenrud,  
Kolbjørn Mohn Jensen, Guri Krigsvoll  
og Geir Bakke Nilsen**

NILU : OR 16/98  
REFERANSE : N-96141  
DATO : MARS 1998  
ISBN : 82-425-0967-0

# **PC/GIS-basert verktøy for korrosjonskostnader, tilstandsanalyse og vedlikeholdsplan for utvendige bygninger**

**Vidar Andreassen<sup>1</sup>, Unni Elvedal<sup>2</sup>, Jan F. Henriksen<sup>2</sup>,  
Svein E. Haagenrud<sup>2</sup>, Kolbjørn Mohn Jensen<sup>3</sup>, Guri Krigsvoll<sup>2</sup> og  
Geir Bakke Nilsen<sup>4</sup>**

- 1) INTERCONSULT International AS  
Postboks 6412 Etterstad, 0605 Oslo, Norge
- 2) Norsk institutt for luftforskning  
Postboks 100, 2007 Kjeller, Norge
- 3) Mycoteam A/S  
Postboks 5 Blindern, 0313 Oslo, Norge
- 4) NORGIT-Senteret  
Postboks 229, 1601 Fredrikstad, Norge

# Innhold

	Side
<b>Sammendrag</b> .....	<b>5</b>
<b>1. Bakgrunn og målsetting</b> .....	<b>7</b>
1.1 Bakgrunn.....	7
1.2 Målsetting.....	7
<b>2. SFTs LEVE prosjekt og beregning av korrosjonskostnader ved systemet AirQUIS CorrCost</b> .....	<b>8</b>
2.1 SFTs LEVE-prosjekt.....	8
2.1.1 Levetidsfunksjoner .....	9
2.1.2 Beregning av eksponerte materialmengder og typer bygg .....	11
2.1.3 Miljøparametere.....	13
2.1.4 Kostnader for vedlikeholds- og utskiftningsarbeid.....	13
2.1.5 Bygningsregistret GAB og kartgrunnlag .....	14
2.2 System - og funksjonalitetsbeskrivelse AirQUIS CorrCost.....	15
2.2.1 System AirQUIS.....	15
2.2.2 Funksjonalitet CorrCost.....	16
2.3 Anvendelser.....	18
<b>3. EU-prosjektet WOOD-ASSESS (“System and methods for assessing conservation state and environmental risks for outer wooden parts of cultural buildings”, norsk tittel: Tilstandsvurdering av gamle trebygninger)</b> .....	<b>19</b>
3.1 Målsettinger og resultater.....	19
3.2 Funksjonalitet GISWood.....	21
3.3 Funksjonalitet MMWood.....	21
<b>4. Pilotstudier med resultater</b> .....	<b>23</b>
4.1 Råterisiko av trehus i kommunene .....	23
4.1.1 Generelt.....	23
4.1.2 Scheffer’s indeks .....	23
4.2 AirQUIS CorrCost .....	24
4.3 Oslo .....	24
4.3.1 AirQUIS CorrCost hele Oslo.....	24
4.3.2 AirQUIS CorrCost Oslo kommunale boligbedrift.....	31
4.3.3 MMWood Fredensborgveien 5.....	33
4.4 Lillehammer .....	35
4.4.1 AirQUIS CorrCost hele Lillehammer.....	35
4.4.2 AirQUIS CorrCost kommunale bygninger, Lillehammer .....	38
4.4.3 GIS Wood-Assess, Maihaugen.....	39
4.4.4 MMWood Hammer gård .....	39
4.5 Voss.....	42
4.5.1 AirQUIS CorrCost hele Voss kommune .....	42
4.5.2 AirQUIS CorrCost kommunale bygninger, Voss.....	43
4.5.3 MMWood Neståshuset .....	44

<b>5. Diskusjon .....</b>	<b>44</b>
5.1 GAB-registeret.....	44
5.2 Beregning av årskostnader .....	46
5.3 Inngangsparametere .....	47
5.3.1 Levetidsfunksjoner .....	47
5.3.2 Materialmengder.....	47
5.3.3 Kostnader.....	48
5.3.4 Klimaparametere .....	48
<b>6. Utnyttelsespotensial hos mulige brukere .....</b>	<b>48</b>
6.1 Bygningsforvaltere.....	49
6.2 Offentlige myndigheter i forbindelse med planlegging .....	49
6.3 Konsulenter .....	50
6.4 Utnyttelsespotensial .....	50
6.5 Kobling mot andre systemer .....	50
<b>7. Konklusjon .....</b>	<b>50</b>
<b>8. Referanser.....</b>	<b>52</b>
<b>Vedlegg A Enkel brukerveiledning ArcView 2.1 .....</b>	<b>55</b>
<b>Vedlegg B Tilstandsanalyse Fredensborgvn.5.....</b>	<b>69</b>
<b>Vedlegg C Tilstandsanalyse Hammer gård .....</b>	<b>89</b>
<b>Vedlegg D Tilstandsanalyse Neståshuset .....</b>	<b>103</b>

## Sammendrag

Miljønedbrytning av bygningsmassen i de industrialiserte land er et stort økonomisk og miljømessig problem. Miljømyndigheter og offentlige/private forvaltere av bygningsmasse har et behov for å kjenne omfanget av og kostnadene forbundet med skadene, samt mulige tiltak og vedlikeholdsbehov og de kostnader som er forbundet med dette. Det er også behov for et verktøy til bruk til datainnsamling, analyse og vedlikeholdsplanlegging.

I SFTs LEVE-prosjekt og i EU-prosjektet "Wood-Assess" utvikles slike verktøy, og hovedformålet med prosjektet "PC/GIS-basert verktøy for korrosjonskostnader, tilstandsanalyse og vedlikeholdsplan for utvendige bygninger" er videreføring av disse til kommunene Oslo, Lillehammer og Voss. Prosjektet er utført av NILU i samarbeid med NORGIT-Senteret, Interconsult og Mycoteam på oppdrag av Norges forskningsråd og KOMTEK-programmet.

Det er internasjonalt gjennomført mange analyser av miljøets betydning for materialers levetid og hvilke kostnader dette representerer. AirQUIS CorrCost-modellen er den første modellen som integrerer alle nødvendige parametere i et modelleringsverktøy. Ved at bygninger, materialmengder og forurensninger er fordelt i et GIS basert rutenett vil det være mulig å benytte AirQUIS CorrCost til å beregne de midlere vedlikeholdskostnadene for bygningsmassen i ulike deler av en by og miljømyndighetene kan få et verktøy til å beregne effekten på materialer av nye miljøtiltak.

Totale kostnader for utvendig vedlikehold av bygninger er beregnet med AirQUIS CorrCost for 3 byer, Oslo, Lillehammer og Voss. Det er også foretatt beregninger for den kommunale bygningsmassen, i Oslo for Oslo kommunale boligbedrift. De beregnede kostnadene er sammenlignet med normtall for vedlikeholdskostnader. Sammenligningen viser et samsvar mellom beregnede verdier og forventede utfra erfaring og normtall.

Videre er det beregnet hvor stor del av kostnadene som skyldes forurensning. For Oslo var dette en relativt stor del, 17% i 1985 og 7% i 1994. Nedgangen skyldes hovedsakelig reduksjon i SO<sub>2</sub>-konsentrasjoner. For Voss og Lillehammer er andelen nærmest ubetydelig, med henholdsvis 1% og 2%.

For Oslo kommunale boligbedrift er også det akkumulerte vedlikeholdsbehovet over 10-årsperioden beregnet til nærmere 100 mill. kr. Dette gjelder bare ytre vedlikehold.

AirQUIS CorrCost 1.0 har forbedringspotensialer på flere av disse områdene. Noen av forbedringene krever mer grunnlagsforskning, mens andre er av mer økonomisk eller administrativ natur. Det er videre mulig å forbedre de faglige input parameterene på flere områder:

- Informasjon om bygninger og materialmengder er hentet fra kommunene, GAB-registeret og statistiske verdier fra MOBAK. For nedbrytning av materialer er det benyttet ulike levetidsfunksjoner. Det at registrering av bygninger i GAB ikke alltid blir gjort på samme måte skaper noe usikkerhet om antall bygninger og derav materialmengden. Det er behov for en materialundersøkelse a la MOBAK også i en typisk landkommune.

- Klimaparametere som inngår i levetidsberegningene blir tatt fra Det Norske Meteorologiske Institutt's målinger. Kvaliteten på målingene er gode, men det er mindre kjent hvor representative de er for et større område. I dagens modell er klimaparametrene lagt inn som faste størrelser for hvert beregningsområde. Lokale variasjoner er vanskelig å modellere. Modellene krever meget stor regnekapasitet og mye utviklingsarbeid. NILU og NORGIT har startet et arbeid med modellering av klima over større regionale områder ut fra DNMI's målinger.
- Modellering av forurensningsnivåer i byer og tettsteder er en av NILU's hovedområder. Modellene baserer seg på at en kjenner eller kartlegger de lokale utslipp av forurensninger i området, både lokale utslipp fra industri og fyring så vel som linjeutslipp fra trafikk. Denne modellen er benyttet for beregningene i Oslo og Lillehammer, og beregningene er verifiserte ved målinger på utvalgte steder i byene. I Voss er det ikke gjort noen modellberegning, men det er kjent fra målinger at forurensningsnivået er lavt og samme nivå er brukt over hele området. I flere av de mest forurensede og større byene i landet er det utført modellberegninger
- Sur nedbør er en parameter som inngår i flere levetidsfunksjoner. Mye av den sure nedbøren i Norge er langtransportert forurensning. NILU er europeisk senter for sur nedbørforskning og har modeller for hvorledes sur nedbør mengden varierer over landet. Disse dataene benyttes i dagens AirQUIS CorrCost-modell.

Utprøvingen av systemene i kommunene har vist at AirQUIS CorrCost gir en god oversikt over årlige kostnader til ytre vedlikehold. Systemet tar hensyn til lokale miljø- og klimaforhold. Man får også opplysninger om levetid for ulike materialer ved bruk av kartbaserte systemer.

Tilstandsanalyse systemet MMWood har vist seg å være et godt hjelpemiddel for registrering av skader og årsaker til disse. Utarbeidelse av arbeidskort gir god oversikt over hvilke arbeider som skal utføres, og frister for utførelse. GISWood gir forvalter en god oversikt over de bygningene man har ansvar for. Det er her mulig å legge inn alle informasjon man har om bygningen, inkludert bilder og tegninger.

Det er foretatt tilstandsanalyse for 3 bygninger, en i hver by. Det er kartlagt skader og utarbeidet arbeidskort med beskrivelse av skader og tiltak. Bygningene er lagt inn i databasen GISWood. MMWood er benyttet i tilstandsanalysen. GISWood og MMWood er totale systemer for utvendig tilstandsanalyse og er basert på NS 3424.

Programvarene AirQUIS CorrCost, MMWood og GISWood er installert i kommunene. Det er gitt opplæring i bruk av utstyr og programmer. De ansatte i kommunene har i noen grad manglet forkunnskaper og erfaring i PC-bruk. Det har heller ikke vært avsatt de nødvendige ressurser til dette.

Bruk av de forskjellige systemene forutsetter at de nødvendige ressursene stilles til den enkelte brukers disposisjon. Dette gjelder tid til opplæring, kompetanse og PC-utstyr. Det bør være god kontakt mellom de IT-ansvarlige og det personell som skal bruke systemene. Det er store forskjeller mellom kommunene i hvordan dette er organisert. Oslo kommunale boligbedrift har satt av store ressurser, selv om det også der har vært noen problemer. Bedriften deltar i videre utvikling, og er en av partnerne i et nytt EU-prosjekt. I Lillehammer har systemet vært tatt i bruk i teknisk etat.

# PC/GIS-basert verktøy for korrosjonskostnader, tilstandsanalyse og vedlikeholdsplan for utvendige bygninger

## 1. Bakgrunn og målsetting

### 1.1 Bakgrunn

Miljønedbrytning av bygningsmassen i de industrialiserte land er et stort økonomisk og miljømessig problem. Miljømyndigheter og offentlige/private forvaltere av bygningsmasse har et behov for å kjenne omfanget av og kostnadene forbundet med skadene, samt mulige tiltak og vedlikeholdsbehov og de kostnader som er forbundet med dette. Det er også behov for et verktøy til bruk til datainnsamling, analyse og vedlikeholdsplanlegging.

I SFTs LEVE-prosjekt og i EU-prosjektet "Wood-Assess" utvikles slike verktøy, og hovedformålet med prosjektet "PC/GIS-basert verktøy for korrosjonskostnader, tilstandsanalyse og vedlikeholdsplan for utvendige bygninger" er videreføring av disse til kommunene Oslo, Lillehammer og Voss. Prosjektet er utført av NILU i samarbeid med NORGIT-Senteret, Interconsult og Mycoteam på oppdrag av Norges forskningsråd og KOMTEK-programmet. Sarpsborg skulle også delta i prosjektet, men på grunn av omorganisering og tidspress er dette utsatt.

### 1.2 Målsetting

Prosjektets hovedmål:

Utvikle, utprøve og implementere i kommunene et PC/GIS-basert verktøy for:

1. Beregning av levetider, korrosjonskostnader og vedlikeholdsbehov for bygningsmassen i kommunen (AirQUIS CorrCost).
2. Tilstandsanalyse og vedlikeholdsplanlegging av kommunens utvendige trebygninger (GISWood og Maintenance Management Wood (MMWood)).

Delmål og delprosjekter:

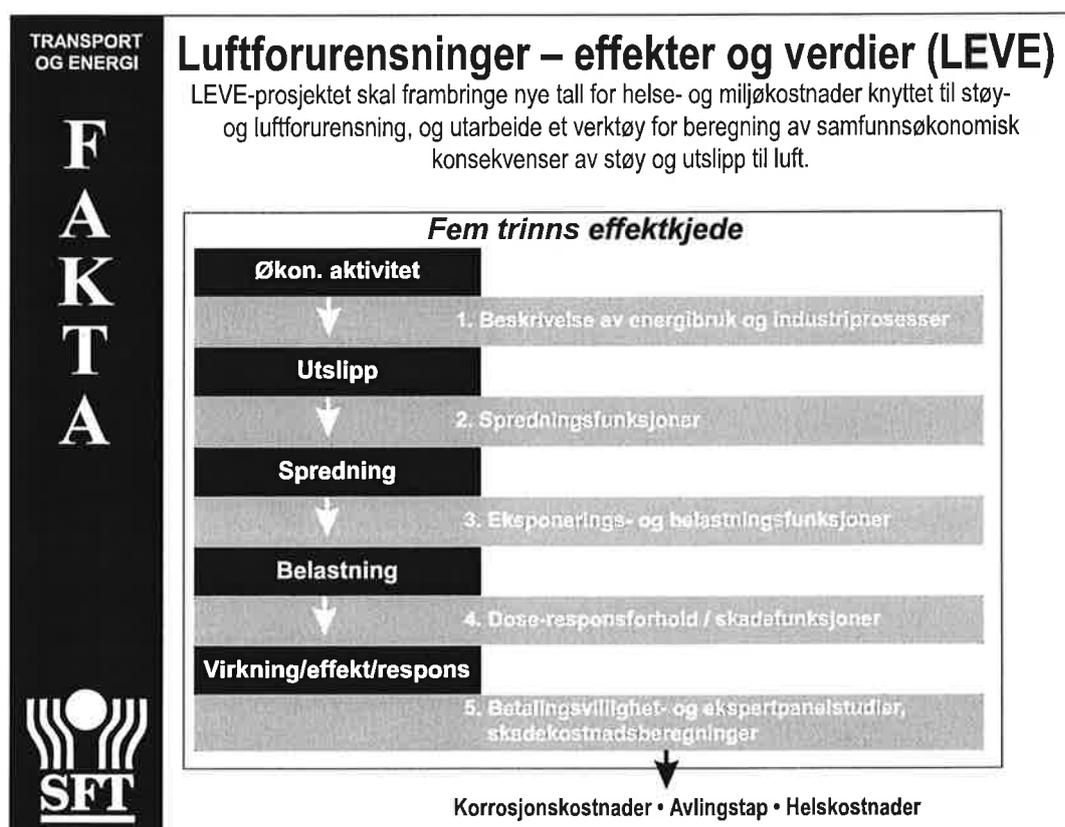
1. Installere, tilpasse og "lade opp" pilotversjonen av AirQUIS CorrCost, med lokale data, og beregne korrosjonskostnader og vedlikeholdsbehov for bygningsmassen i kommunen generelt, og for kommunens bygningsmasse spesielt, i Oslo, Lillehammer og Voss.
2. Installere, tilpasse og utprøve pilotversjonen av vedlikeholdssystemet "GISWood" og inspeksjonssystemet for tilstandsregistrering, MMWood, ved tilstandsanalyse av ett av kommunens trehus.
3. Beregning og implementering i "GISWood" av temakart over miljømessige risikofaktorer og -områder for trehus i de deltagende kommuner.

Innhold og funksjonalitet i applikasjonene AirQUIS CorrCost, hhv. GISWood og MMWood beskrives nærmere med basis i SFTs LEVE prosjekt og EU-prosjektet "Wood-Assess"

## 2. SFTs LEVE prosjekt og beregning av korrosjonskostnader ved systemet AirQUIS CorrCost

### 2.1 SFTs LEVE-prosjekt

SFTs LEVE-prosjekt skal frembringe nye tall for helse- og miljøkostnader knyttet til støy og luftforurensning, og utarbeide et verktøy for samfunnsøkonomiske konsekvenser av støy og utslipp til luft. Metodisk er prosjektet bygget opp omkring en modell med en 5-trinns effektkjede, fra økonomisk aktivitet/utslipp til verdsetting av helse- og miljøeffekter, samt tilbakekobling til den økonomiske aktiviteten (Figur 1).



Figur 1: Prinsippskisse for effektkjeden i SFTs LEVE-prosjekt (SFT-rapport 96:07).

LEVE-prosjektet utnytter gode modeller for sammenhengene på trinn 1, 2 og 3 som er etablert i samarbeid mellom DNMI, SSB, SFT og NILU. For NILUs vedkommende gjelder dette overvåkingsprogrammet for luftkvalitet, som nå utnytter det kontinuerlige og automatiske informasjonssystemet for luftkvalitet AirQUIS. Dette er i drift i Oslo fra oktober 1995.

Sammenstillingen av sammenhengene på trinn 4 "Dose-respons-forhold og skadefunksjoner" har vært en sentral oppgave i LEVE-prosjektet. Den første av NILUs to delprosjekter på materialkorrosjon i LEVE-prosjektet omhandlet dette. I SFT rapport 95:22 "Materialkorrosjon med vekt på dose-respons-sammenhenger" ble det sammenstilt nasjonale og internasjonale resultater fra de siste 10-15 års arbeid med materialkorrosjon, modellering av forurensningsforhold, dose-respons- og skadefunksjoner, materialmengdeberegninger og kostnadsanalyser (Haagenrud og Henriksen, 1995).

En hovedkonklusjon fra denne var at det nå forelå så mye ny kunnskap og nye verktøy, bl.a. GIS-baserte IT-applikasjoner via miljøovervåkingssystemet ENSIS AirQUIS, at det var grunnlag for å foreta reviderte beregninger for Norge.

I den neste fasen i 2. halvår 1995 ble det derfor foretatt en detaljert beregning for Oslo basert på denne nye kunnskapen og de nye hjelpemidler i form av den GIS-baserte korrosjonsmodulen CorrCost innenfor AirQUIS-konseptet (SFT rapport 96:07 "Materialkostnader på bygninger og biler i Norge"). I AirQUIS CorrCost fordeles de aktuelle miljøvariablene fra dose-respons/skadefunksjonene for materialnedbrytning ved hjelp av modellene, mens eksponerte materialmengder fordeles ved hjelp av integrering og beregning av bygningskategorier fra bygningsregisteret GAB og nøkkeltall for mengde materiale av hver type pr. aktuell bygningskategori. Nedenfor beskrives datagrunnlaget for disse inngangsvariablene slik de inngår i CorrCost.

I 1997 er CorrCost-applikasjonen ytterligere utviklet i prosjektet "AirQUIS CorrCost - Utvikling av 1.0 modul for beregning av korrosjonsskader i byer og kommuner" (Haagenrud et al., 1997). Målet med dette prosjektet var å videreutvikle, utteste og dokumentere en operativ CorrCost modul med definert funksjonalitet på AirQUIS 1.0 plattform. Denne er benyttet i det foreliggende prosjekt og funksjonaliteten beskrives i punkt 2.2.

### **2.1.1 Levetidsfunksjoner**

*Dose-respons funksjonene* beskriver de fysikalsk/kjemiske sammenhenger mellom materialnedbrytning og eksponeringsmiljøet. Ved beregning av korrosjonskostnader må imidlertid hastighetene oversettes til kapitalnedbrytning i økonomiske termer. I praksis settes det et kriterium for hvor langt korrosjonen kan gå innen vedlikehold eller utskifting av en bygningskomponent må foretas. Dose-respons funksjonen går med dette over i *en skade- eller levetidsfunksjon*.

Ved hjelp av disse kan en så beregne hvor mye vedlikeholds- og levetiden til bygningselementene påvirkes av forurensningene.

Den mest omfattende og best dokumenterte databasen for dose-responsfunksjoner i dag er *ECE-ICP-basen*. Eksponeringsprogrammet er avsluttet, og de foreløpige resultatene etter 4 av 8 års eksponering foreligger (Kucera et al., 1995). Sluttbearbeiding av resultatene foregår og vil bli endelig fastlagt i en sluttrapport sommeren 1998. En har foreløpig ikke ferdig utviklet ligninger for tidsforløpet av korrosjonen. *ECE-ICP-basen* har imidlertid beskrivelser av nedbrytningen som funksjon av SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> og H<sup>+</sup> innenfor et geografisk område som dekker størstedelen

av Europa. Den innbefatter også betydelig flere materialer enn tidligere undersøkelser.

Skade- og levetidsfunksjonene som funksjon av eksponeringsmiljøet kan også bestemmes direkte ved tilstandsanalyse av et statistisk utvalg av eksisterende bygg. Skadefunksjonene kan bestemmes *direkte* ved feltinspeksjon med visuell tilstandsbeskrivelse av slitasje og faktiske skader på bygninger, eller *indirekte* ved registrering av utførte vedlikeholdsintervaller.

Slik tilstandsanalyse av et omfattende statistisk utvalg av ulike hus i ulike forurensningsområder er utført for Nordisk Ministerråd (Kucera et al., 1993). Undersøkelsen, som kalles MOBAK-studien, er den mest omfattende av denne typen og har resultater både fra Praha, Stockholm og Sarpsborg. Ut fra disse er det også ekstrapolert resultater på nasjonal basis som i Sverige, (Andersson, 1994), og på europeisk skala (Cowell og Apsimon, 1994). Levetider og vedlikeholdsintervaller som funksjon av ulike SO<sub>2</sub>-nivåer foreligger for mange bygningsmaterialer. Ved hjelp av ekstrapoleringsteknikker har Andersson (1994) også introdusert sur nedbørfølsomhet (H<sup>+</sup>) i disse funksjonene ved beregning av materialkostnader i Sverige.

Ved beregning av korrosjonskostnader i CorrCost brukes dose-respons- og tilhørende levetidsfunksjoner for utvalgte bygningsmaterialer fremskaffet fra ECE ICP og MOBAK-undersøkelsene, disse er vist i tabell 1.

Tabell 1: Levetidsfunksjoner for eksponerte materialer.

Materialnavn	Levetidsfunksjon, år	Kilde
Forsinket stålplate, utskiftning	$L=30/(0,51+0,0015(TOW)(SO_2)(O_3)+2,82(H+)(regn))$	ECE-ICP
Forsinket stålplate, vedlikehold	$L=20/(0,51+0,0015(TOW)(SO_2)(O_3)+2,82(H+)(regn))$	ECE-ICP
Forsinket ståltråd	$L=30/(0,51+0,0015(TOW)(SO_2)(O_3)+2,82(H+)(regn))$	ECE-ICP
Forsinket stålprofil	$L=60/(0,51+0,0015(TOW)(SO_2)(O_3)+2,82(H+)(regn))$	ECE-ICP
Kalk/Sement puss	$L=1000/(0,124(SO_2)+15,5+13(H+)(regn))$	Andersson, B. 1994
Malt Puss	$L=1000/(0,278(SO_2)+18,8+70(H+)(regn))$	Andersson, B. 1994
Koppertekking på tak	$L=100/(0,53+(0,00031(SO_2)(O_3))+4,5(H+)(regn))$	ECE-ICP
Båndlakkert aluminium	$L=1000/(0,107(SO_2)+32,2+(27(H+)(regn))$	Andersson, B. 1994
Båndlakkert malt aluminium	$L=1000/(0,37(SO_2)+62,9+(95(H+)(regn))$	Andersson, B. 1994
Båndlakkert forsinket stål	$L=1000/(0,155(SO_2)+38,0+(39(H+)(regn))$	Andersson, B. 1994
Båndlakkert malt forsinket stål	$L=1000/(0,37(SO_2)+62,9+(95(H+)(regn))$	Andersson, B. 1994
Malt forsinket stål	$L=1000/(0,803(SO_2)+81,5+(200(H+)(regn))$	Andersson, B. 1994
Malt stål	$L=1000/(1,37(SO_2)+103+(350(H+)(regn))$	Andersson, B. 1994
Takpapp	$L=1000/(0,327(SO_2)+47,7+(80(H+)(regn))$	Andersson, B. 1994
Malt/Beiset tre	$L=1000/(1,03(SO_2)+87,5+(260(H+)(regn))$	Andersson, B. 1994
Kalkstein, Marmor	$5000/3,3+(0,6(TOW)(SO_2)+37,3(H+)(regn))$	Andersson, B. 1994
Kalkholdig sandstein	$5000/3,3+(0,6(TOW)(SO_2)+37,3(H+)(regn))$	Andersson, B. 1994
Murstein	HVIS(SO <sub>2</sub> <10 så 70 år ellers 65 år)	Heinz, I. 1995
Betong	HVIS(SO <sub>2</sub> <10 så 50 år ellers 40 år)	Heinz, I. 1995

### 2.1.2 Beregning av eksponerte materialmengder og typer bygg

En av konklusjonene fra MOBAK studiene var at materialsammensetningen for ulike typer bygg i Sarpsborg og Stockholm var svært sammenfallende, mens den for Praha var annerledes. Resultatet ble blant annet forklart ved at man innenfor Norden har forholdsvis lik byggeskikk. Dette kan igjen komme av at man har relativ lik tilgang på forskjellige typer bygningsmateriale og at klimaet er likt. Man anså derfor at materialsammensetningen på bygg i Sarpsborg kunne ekstrapoleres til resten av landet uten store feilmarginer. *På bakgrunn av dette resultatet har vi i CorrCost modellen valgt å bruke materialsammensetningen fra MOBAK-studien i Sarpsborg og Stockholm, som representativ for hele landet.* Det er ønskelig med en etterprøving av materialsammensetningen fra MOBAK-studien ved hjelp av stikkprøvestudier til å fastslå om materialsammensetningen er lik for hele landet.

Også materialer som ikke er eksponert på bygninger, men på såkalt infrastruktur, blir utsatt for korrosjon på grunn av luftforurensning. Vi har i CorrCost tatt med bidrag fra nettinggjerder rundt bygninger, elektriske høyspentledninger for elektrisitetsdistribusjon og jernbane, lyktestolper, trafikkskilt og bilparken. Også for disse er materialsammensetningen og -mengdene basert på MOBAK-studien.

CorrCost-modellen benytter den samme databasen for materialfordelingen som i LEVE-prosjektet, men typene "Rusttregt stål" og "stein" har fått en enda finere oppdeling, i hhv. 4 ståltyper og 3 steintyper, se tabellene 2 og 3.

Tabell 2: Prosentvis materialsammensetning for stål og stein.

	kstål um	kstål malt	ruststål	rfri stål	kalksten	skifer	granitt
Småhus	0,0	0,8	0,0	0,1	0,5	0,1	0,9
Blokk/flerbolig	0,1	2,5	0,0	0,1	0,5	0,1	1,0
Industri	0,2	4,3	0,1	0,0	0,5	0,1	0,9
Kontorer	0,1	2,6	0,0	0,1	0,5	0,1	0,9
Hotell	0,1	2,6	0,0	0,1	0,5	0,1	0,9
Institusjoner	0,1	2,6	0,0	0,1	0,5	0,1	0,9
Landbruk	0,1	2,4	0,0	0,1	0,3	0,1	0,6
Andre bygg	0,1	1,9	0,0	0,1	0,3	0,1	0,6

Tabell 3: *Materialsammensetning pr. bygningstype fra MOBAK-studien (prosent).*

Bygningstype i GAB	Middel Areal m <sup>2</sup> /bygg	Forzinket stål						Aluminium		Rust tregt stål	kob- ber	Tre beis/ malt	Puss		Bet- ong	Tak- papp	Tegl	Stein	Glass	Asb- est sem.	Annet	Sum	andel inkludert i beregn.
		ubehandlet				behandlet		ubeh.	b.l.				ubeh.	malt									
		pl. utsk	pl. vedl.	tråd	profil	b.l.	malt																
<b>Boliger</b>																							
Småhus(Garasjer inkl.)	470	0,6	0,6	0,0	0,0	2,8	1,7	0,1	1,1	0,9	0,1	42,5	2,5	5,7	13,2	5,1	11,6	1,5	3,9	5,2	0,9	99,9	87,4
Blokk/flerbolig	2470	1,6	1,6	0,0		10,3	3,6	0,2	4,0	2,7	0,2	6,6	8,3	23,5	12,6	5,2	8,2	1,6	7,8	1,3	0,8	100,0	85,6
<b>Bergverk/Industri</b>	2450	2,0	2,0	0,0	0,0	21,4	2,7	0,4	6,2	4,5	0,4	3,6	2,1	2,9	5,9	21,1	8,6	1,5	4,7	3,5	6,6	100,0	78,8
<b>Kontor/Forr/Samferdsel</b>																							
Vareh.&but,eksp.b, lagerb., gar	875	2,8	2,8	0,0	0,0	7,0	5,1	0,3	4,0	2,8	0,2	18,9	1,3	7,5	8,0	19,0	12,3	1,5	5,3	0,4	0,8	100,0	88,9
Garasje bolig, naust bolig	875	2,8	2,8	0,0	0,0	7,0	5,1	0,3	4,0	2,8	0,2	18,9	1,3	7,5	8,0	19,0	12,3	1,5	5,3	0,4	0,8	100,0	88,9
Kontor&adm.bygg, Annen bygn.	875	2,8	2,8	0,0	0,0	7,0	5,1	0,3	4,0	2,8	0,2	18,9	1,3	7,5	8,0	19,0	12,3	1,5	5,3	0,4	0,8	100,0	88,9
<b>Hotel l&amp; Restaurant</b>	875	2,8	2,8	0,0	0,0	7,0	5,1	0,3	4,0	2,8	0,2	18,9	1,3	7,5	8,0	19,0	12,3	1,5	5,3	0,4	0,8	100,0	88,9
<b>Off og Priv Tjenesteyting</b>	875	2,8	2,8	0,0	0,0	7,0	5,1	0,3	4,0	2,8	0,2	18,9	1,3	7,5	8,0	19,0	12,3	1,5	5,3	0,4	0,8	100,0	88,9
<b>Jordbruk, Skogbruk, Fiske&amp;F</b>	785	1,6	1,6	0,0	0,0	8,7	3,6	0,1	3,7	2,6	0,0	34,2	1,1	0,1	4,9	0,2	9,6	1,0	11,1	9,0	7,0	100,0	69,2
<b>Andre Bygg</b>	470	2,0	2,0	0,0	0,0	5,0	3,6	0,2	2,8	2,0	0,2	23,5	7,0	7,6	13,9	9,2	11,2	1,0	5,3	1,5	2,0	100,0	88,0
<b>Infrastruktur (pr innbygger)</b>	9,9	0,0	0,0	12,1	7,1	0,0	80,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	100,0

## Tegnforklaringer:

- pl.vedl. = plater, vedlikehold
- pl.utsk. = plater, utskiftning
- b.l = båndlakkert
- ubeh. = ubehandlet
- sem. = sement

Rusttregt stål og stein er delt opp slik som vist i tabell 2.

### 2.1.3 Miljøparametere

For å beregne materialkorrosjon på grunn av luftforurensning er man avhengig av en kvantitativ beskrivelse av luftkvalitetstilstanden over det aktuelle geografiske området. Ved hjelp av data for energiforbruk, trafikk, utslipp og meteorologiske spredningsparametere som vind, temperatur, atmosfærens stabilitet etc. kan luftkvaliteten modelleres for definerte områder. AirQUIS-systemet utfører dette (kap. 2.2.1).

De miljøparametere som må beregnes eller fremskaffes er definert ut fra de parameterene som inngår i levetidsfunksjonene. Gasskonsentrasjonene for SO<sub>2</sub> og NO<sub>2</sub> varierer med de lokale utslippsforholdene. CorrCost 1.0-modulen er foreløpig konstruert slik at den ikke kan importere disse konsentrasjonsfelt direkte fra AirQUIS 1.0. De må legges over manuelt. Funksjonen for direkte import fra AirQUIS vil først bli utviklet i forbindelse med AirQUIS 2.0 (høsten 1998).

Surhet i nedbør antas å ha regional karakter og blir tatt fra EMEPs modellarbeid hvis det ikke eksisterer pH målinger av nedbøren i området. De meteorologiske dataene nedbør og våttid framkommer fra tilgjengelige målinger fra Det Norske Meteorologiske Institutt (DNMI) i regionen. I tabell 4 er parametrene og kilde for datainnhenting vist.

Beregningene av forurensningsnivået er basert på NILUs spredningsmodell Episode 1.5 som bygger på utslippsdatabasen AirQUIS emissions (Grønskei et al., 1993). Modellen beregner konsentrasjonen av SO<sub>2</sub> og NO<sub>2</sub> i et rutenett (ruter à 500×500 meter eller 1×1 km), over en valgt tidsperiode hvor en tar hensyn til utslipp fra fyring og trafikk, samt spredningsfaktorer som vind og temperatur. Velger en spredningsfaktorene som er representative for et årsgjennomsnitt vil forurensningsfordelingen bli representativ for forurensningsbildet og årsmiddelkonsentrasjonene i rutenettet kan skaleres ut fra kjente målinger.

O<sub>3</sub> modelleres ikke i Episode 1.5. Fra ECE-prosjektet kjenner en formelen for reduksjon av O<sub>3</sub> i byene som funksjon av NO<sub>2</sub>-konsentrasjonen. I CorrCost er denne beregningen benyttet til å generere et O<sub>3</sub>-felt i byene.

Tabell 4: Miljøparametere for CorrCost-modelleringen.

Parameter	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	O <sub>3</sub>	H <sup>+</sup>	Regn	TOW <sup>1</sup>
Enhet	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	mg/l	m/år	del av året
	Beregnes lokalt i rutenett i AirQUIS		Beregnes i CorrCost	Fra EMEP-regional	Fra DNMI	

1) Andel av året med relativ fuktighet over 80% og temperatur over 0°C.

### 2.1.4 Kostnader for vedlikeholds- og utskiftningsarbeid

Materialer og bygninger brytes ned av naturlig værpåvirkning og dette akselereres pga. forurensningene som vi ser av levetidsfunksjonene, tabell 1. Når man skal beregne korrosjonskostnader på bygningsmateriale pga. forurensninger må en

trekke fra det vedlikeholdet som ville vært nødvendig å utføre i «rene» omgivelser pga. naturlig korrosjon (bakgrunnskorrosjon) for å få et korrekt anslag over materialkostnader på grunn av luftforurensning. Reduserte utslipp og bedre luftkvalitet vil gi en besparelse på korrosjonskostnadene.

I CorrCost-modellen definerer vi bakgrunnskorrosjonen til å være den korrosjonen som ville funnet sted uten norske utslipp av SO<sub>2</sub> og NO<sub>2</sub>. Kostnadene vi beregner som følge av luftforurensning inkluderer altså ikke forurensning fra utlandet.

Eieren av bygget har selv mulighet til bestemme når vedlikeholdet skal utføres. En rimelig antakelse er at eieren ønsker å minimalisere de totale utgiftene til vedlikehold av bygget over tid og derfor aktivt tilpasser vedlikeholdsintervallet til vedlikeholdsbehovet. Vi skal også forutsette at eieren vet når hun skal gjennomføre vedlikehold for å minimalisere kostnadene.

For de fleste materialene i analysen er det aktuelt med vedlikehold i form av rengjøring og overmaling. Bare forsinket ståltråd, takpapp, koppertekke og delvis forsinket stålplate blir alltid skiftet ut. Prisene på vedlikehold og utskifting av materialer avhenger blant annet av skadeomfang, bygningsstørrelse og form, konstruksjonsløsning, materialkvalitet og valg av entreprenør.

CorrCost-modellen benytter de samme veiledende prisene som i LEVE-prosjektet. Kostnadene inkluderer materialkostnader pr. m<sup>2</sup> og gjennomsnittstall for utførelse av arbeidet, alt er i 1994-kroner.

Tabell 5: Vedlikeholdspriser gitt i 1994-kroner.

Materialtype	Behandling	Forutsetning	Priser (kr/m <sup>2</sup> )			
			Eks. mva			Inkl. mva.
			min	maks	gj.snitt	gj.snitt
Forzinket stålplate	vedlikehold	rengjøring + 2 strøk maling	100	200	150	<b>183</b>
Forzinket stålplate	utskifting		250	300	275	<b>336</b>
Forzinket ståltråd	utskifting		90	120	105	<b>128</b>
Forzinket stålprofil	vedlikehold	rengjøring + 2 strøk maling	250	350	300	<b>366</b>
Kalk/Sement puss	utskifting	3-sjikt ny puss inkl hugg og stilas	300	400	350	<b>427</b>
Malt Puss	vedlikehold	reperasjon + 2 strøk orginalmaling	200	300	250	<b>305</b>
Koppertekking på tak	utskifting	inkl. ny papp	400	500	450	<b>549</b>
Båndlakkert aluminium	vedlikehold	rengjøring + 2 strøk maling	100	200	150	<b>183</b>
Båndlakkert malt aluminium	vedlikehold	rengjøring + 2 strøk maling	100	200	150	<b>183</b>
Båndlakkert forzinket stål	vedlikehold	rengjøring + 2 strøk maling	100	200	150	<b>183</b>
Malt forzinket stål	vedlikehold	sandblåst + 3 strøk maling	250	350	300	<b>366</b>
Takpapp	utskifting	omtekking to lag	120	200	160	<b>195</b>
Malt tre	vedlikehold	rengjøring + 2 strøk maling	60	100	80	<b>98</b>
Murstein	vedlikehold	reperasjon, omspekking inkl stilas	200	400	300	<b>366</b>
Betong	vedlikehold	reperasjon og maling inkl. stilas	350	700	525	<b>641</b>

### 2.1.5 Bygningsregistret GAB og kartgrunnlag

CorrCost benytter GAB-registeret for detaljert informasjon om bygningsmassen i Norge. GAB (Grunneiendom Adresse Bygning) er et nasjonalt register og informasjonssystem med data om landets grunneiendommer, eiere, adresser og bygninger. Alle bygninger større enn 15 m<sup>2</sup> inngår, med varierende grad av

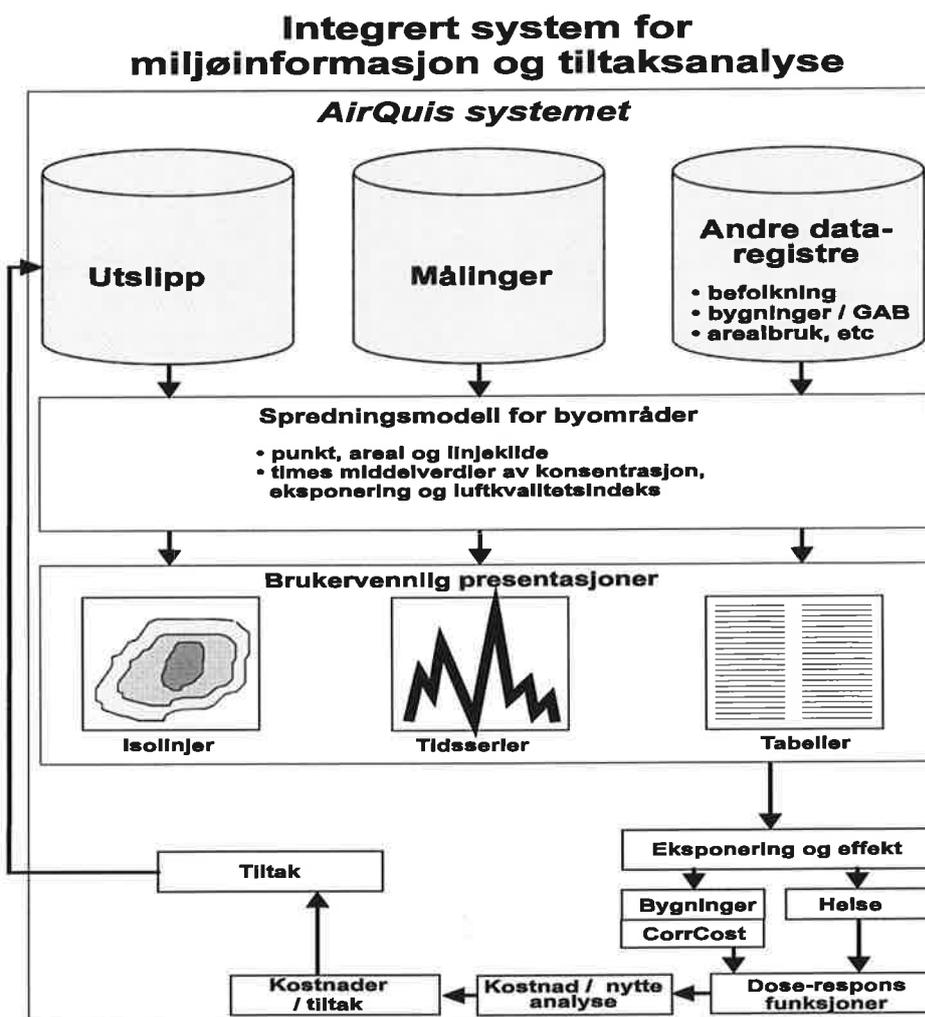
detaljinformasjon. GAB skal ajourføres daglig, ajourføringsrutinene er hjemlet i norsk lov. I realiteten er det annerledes (se diskusjon). En oversikt over innholdet i GAB er gitt i kap. 5.1.

De geografiske koordinatene i GAB har gjort det mulig å fordele bygningsmassen og de eksponerte materialmengder på digitale kart et rutenett over by/kommune med samme ruteinndeling som for forurensningsparametrene. Innenfor hver av disse rutene fås opplysninger om antall typer bygg etter bruksfunksjon.(se funksjonalitet).

## 2.2 System - og funksjonalitetsbeskrivelse AirQUIS CorrCost

### 2.2.1 System AirQUIS

AirQUIS er et GIS basert system for luftkvalitetsinformasjon og -tiltaksanalyse, og CorrCost er korrosjonsmodulen basert på og tilknyttet AirQUIS-konseptet. Figur 2 viser en skisse av systemet.



Figur 2: AirQUIS - integrert system for informasjon og tiltaksanalyse på luftkvalitet.

AirQUIS består av følgende moduler og delprodukter:

- monitoring** - måledatabase i ORACLE, hvor timevise data blir lagret i nær sanntid. Modulen lager tidsplott ut fra basen.
- emissions** - utslippsmodell utviklet i ORACLE, for simulering og bearbeiding av utslipp og energiforbruk knyttet til forskjellig aktiviteter, så som havner, flyplasser, industri, husoppvarming og trafikk.
- wind** - vindfeltmodell som genererer vindfelter til bruk i spredningsberegningene. Kompleksitet og brukerløsning vil avhenge av område og brukerens behov.
- GIS** - GIS-applikasjon utviklet i ArcView med Avenue som utviklingsverktøy. Omfatter topografi, bydels- og grunnkretsinnndeling, og befolkningsfordeling på grunnkretser og muligheter for dynamisk bruk av kartbaserte data knyttet opp mot utslipps- og beregningsresultater. Systemet fungerer også som overbygning og inngangssystem for brukerne.
- models** - spredningsmodeller for beregning av konsentrasjoner og befolkningseksponering langs veier og totalt for byområder.
- statistics** - modul for statistisk bearbeidelse av måledata og beregnede tidsserier med variabel tidsvariasjon og rapportering både grafisk og i tabeller.
- effects** - modul for beregning av befolkningseksponering og effekter på bygninger og materialer (CorrCost).

I korrosjonsmodulen AirQUIS CorrCost fordeles de aktuelle miljøvariablene (fra dose-respons funksjonene for materialnedbrytning) ved hjelp av modellene, mens eksponerte materialmengder fordeles ved hjelp av integrering og beregning av bygningskategorier fra bygningsregisteret GAB og nøkkeltall for mengde materiale av hver type pr. aktuell bygningskategori. Ved hjelp av AirQUIS CorrCost kan NILU/NORGIT modellere og kartlegge korrosjonskostnader for ulike typer av materialer og bygninger innenfor ruter på 500x500 m.

I det foreliggende prosjektet er formålet bl.a å utvide anvendelsen av systemet til å beregne vedlikeholdsintervall og vedlikeholdskostnader i et rutenett over byer, samt å beregne økte vedlikeholdskostnader på bygninger på grunn av luftforurensning. CorrCost skal også kunne brukes til beregninger av vedlikeholdskostnader og -planer for den enkelte bygningsforvalter.

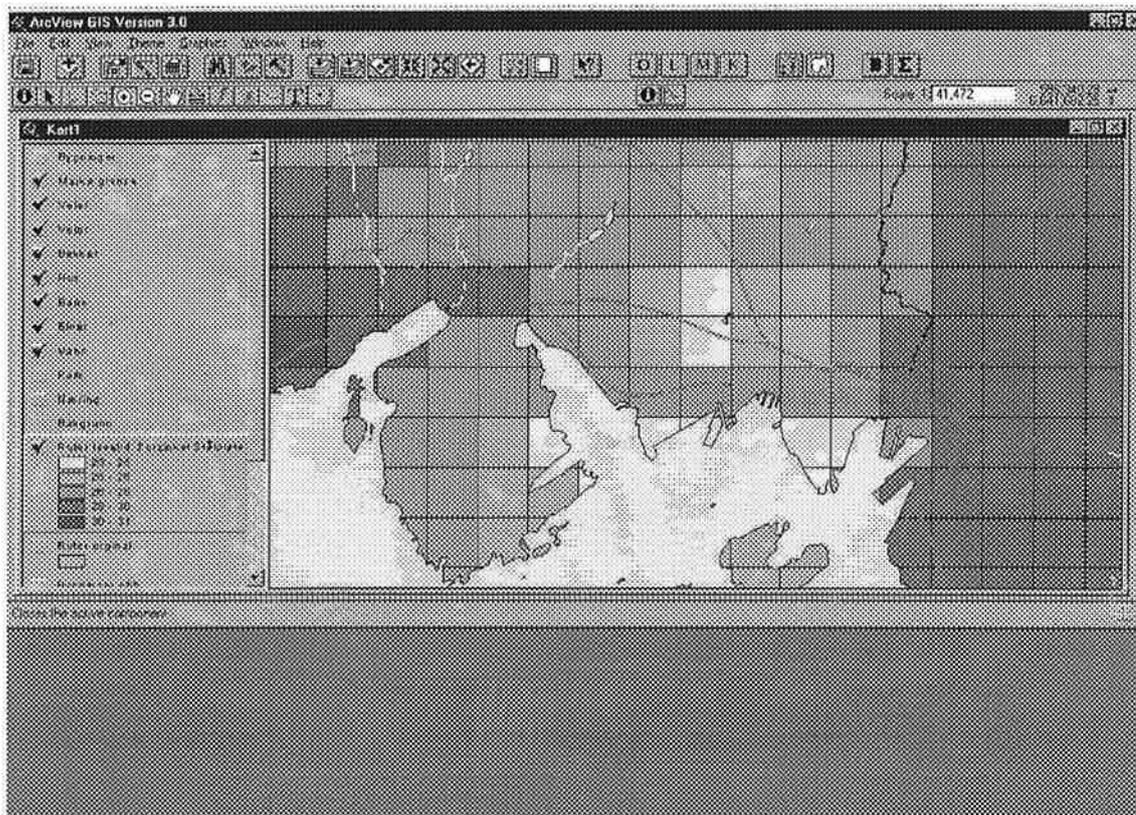
### **2.2.2 Funksjonalitet CorrCost**

Systemet er utviklet i ArcView 3.0a. Standard ArcView menyer og knapper finnes øverst til venstre på skjermbildet. For generell bruk av ArcView se Vedlegg A *Enkel brukerveiledning ArcView*.

CorrCost-funksjonaliteten er lagt til standard ArcView og finnes som et sett med ekstra knapper øverst til høyere på skjermbildet. Alle disse knappene blir beskrevet nedenfor.

Resultatene kan presenteres grafisk som rutenett eller isolinjer, eller i tabellform.

Figur 3 viser skjermbilde i CorrCost.



Figur 3: Skjerm bilde i CorrCost.



Generer et tomt rutenett for området. Dette rutenettet er utgangspunkt for alle videre beregninger. Definisjonen av rutenettet er fast for et område og kan ikke forandres. For Oslo er rutenettet definert med 500 \* 500 meters ruter, 44 ruter i X-retning (Øst) og 36 ruter i Y-retning (Nord).



Beregner rutenett med levetider for materialer basert på levetidsfunksjonene (tabell 1) i alle ruter. Det beregnes levetider for et begrenset antall materialer. Rutenettet inneholder også SO<sub>2</sub>- og NO<sub>2</sub>-konsentrasjoner for hver rute. Forutsetter at det er generert tomt rutenett for området.



Lager tabell med materialmengde fordelt på bygningstype for hver rute. Denne beregningen forutsetter at det finnes GAB-bygningsdata for området. Dersom ikke slike data finnes må denne tabellen fylles i manuelt. Forutsetter at det er generert tomt rutenett for området.



Lager rutenett med materialmengde for hver rute. Her summeres alle bygninger og materialer i hver rute slik at en får en verdi per materiale. Forutsetter at det er generert tomt rutenett for området og tabell med materialmengde fordelt på bygningstype for hver rute. Denne regnes ut fra fordelingen gitt i MOBAK-undersøkelsen, tabell 2 og 3.



Beregning av vedlikeholdskostnader per år. Det beregnes totale vedlikeholdskostnader, kostnader på grunn av generell bakgrunnsforurensning og kostnader forbundet med lokale forurensninger. Forutsetter at det er beregnet rutenett med levetider for materialer i alle ruter og rutenett med materialmengde for hver rute. Materialkostnader fra Tabell 5.



Setter fargeskala for en verdi i aktivt rutenett. Farger og antall trinn er predefinert for denne funksjonen, dersom det ønskes andre farger/trinn må standard ArcView funksjonalitet benyttes.



Beregner nøkkelverdier for hele området



Genererer isolinjer for en verdi i aktivt rutenett.



Viser informasjon om spesifisert rute.

### Eksempel

Start med å generere et tomt rutenett for området . Beregn så rutenett med levetider for materialer i alle ruter . Lag en tabell med materialmengde fordelt på bygningstype for hver rute . Lag rutenett med materialmengde for hver rute . Beregn vedlikeholdskostnader pr. år . Bruk så  for å sette fargeskala for en verdi i aktivt rutenett og  for å generere isolinjer for en verdi i aktivt rutenett.

### 2.3 Anvendelser

AirQUIS CorrCost kan benyttes til beregning av årskostnader og akkumulert vedlikeholdsbehov for flere nivåer, fra enkelthus til hele landet. Resultatene kan brukes som underlagsmaterieell og dokumentasjon for beslutningstakere. Systemet regner i utgangspunktet med statistiske verdier for materialmengder, slik at man for få bygninger eller enkeltbygninger må legge inn de reelle verdiene dersom disse er tilgjengelige for å få gode resultater.

Videre kan systemet brukes til å undersøke effekter av ulike utslippsscenarioer på levetider og vedlikeholdskostnader for eksponert bygningsmasse.

### 3. EU-prosjektet WOOD-ASSESS (“System and methods for assessing conservation state and environmental risks for outer wooden parts of cultural buildings”, norsk tittel: Tilstandsvurdering av gamle trebygninger)

#### 3.1 Målsettinger og resultater

En stor mengde eldre trebygninger er utsatt for rask miljønedbrytning i mange europeiske land. Nedbrytningen gjelder både nyere og eldre trehus. Årsakene til nedbrytningen er både miljøpåvirkninger, feilnvendte og gale konserverings-teknikker, manglende data for miljøfaktorene, samt manglende ressurser og teknologiske hjelpemidler for å kunne foreta riktig konservering og vedlikehold.

EU-prosjektet WOOD-ASSESS ledes av NILU, og øvrige norske deltakere er NORGIT og Interconsult (og etter hvert Mycoteam). Fra Sverige deltar KTH, Gävle og Stockholm, og ellers partnere fra Tyskland og Polen. Hovedformålet for prosjektet er å utvikle metoder og teknologier som kan brukes til en riktig tilstandsanalyse av eldre trebygninger og systemer for vurdering og kartlegging av miljønedbrytningsfaktorene på forskjellige steder i Europa. Systemene er evaluert og validert ved feltinspeksjon av et representativt utvalg av bygninger i de valgte lokalitetene i Tyskland, Polen, Norge og Sverige.

Prosjektet startet 1. februar 1996 og avsluttes 30. april 1998. Det har følgende tre målsettinger og delprosjekter:

#### *Utvikle og utprøve:*

1. Systemer og metoder for tilstandsanalyse av ytterdelene av eldre trehus, herunder PC/GIS-basert tilstandsprotokoll og inspeksjonssystem.
2. Målemetoder for 1) overflatefukt og resulterende fukt i treverket 2) skader i tre.
3. Metoder for å beskrive og kartlegge miljømessige risikofaktorer og -områder for tre på makro-, meso- og mikronivå på utvalgte lokaliteter i Europa.

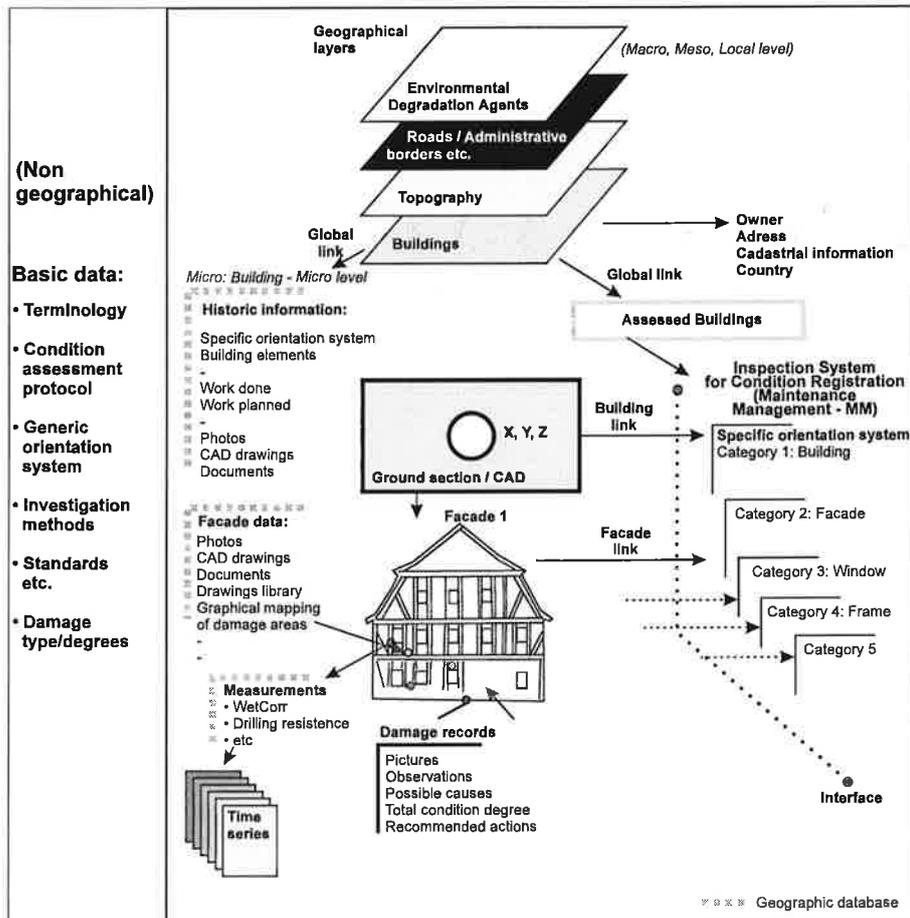
Prosjektet er nå inne i sluttrapporteringsfasen og følgende oppsummering av resultatene gis:

#### **Delprosjekt 1 - Utvikling av PC-basert tilstandsprotokoll og inspeksjonssystem**

**Plan:** Det er utviklet en felles tilstandsprotokoll basert på de nasjonale standarder/retningslinjer i de 3 landene. Protokollen bygger på NS 3424 “Tilstandsanalyse for byggverk” og den tilgrensende Anvisning 35 “Tilstandsanalyse av utvendig treverk”.

Protokollen definerer og beskriver nivåer for undersøkelser med tilhørende, undersøkelsesmetoder, typer og grader av skader, billedatlas for ulike typer av skader, system for grafisk kartlegging av skadene på bygg, erfaringsdatabase for å bedømme årsaker og konsekvenser av skader, samt forslag til utbedringstiltak, m.m.

Protokollen er PC/GIS basert ut utviklet i ArcView. Applikasjonen GISWood er skjematisk vist i Figur 4 og funksjonalitet beskrevet i pkt . 3.2.



Figur 4: Skjematisk oversikt over informasjonselementer i GISWood.

Interconsult har utviklet et PC basert *inspeksjonssystem for tilstandsanalyse* (Maintenance Management) av NSBs stålbroer i felt, altså en svært lik problemstilling. Utviklingen har skjedd gjennom en 5-årig SND-kontrakt. *Hjelpemidlene* her er en *bok med strekkoder* for de opplysningene som skal registreres, *håndterminal med avleserpenn* for strekkoder, *spesialkamera*, og standard PC.

I Wood-Assess prosjektet er det foretatt en tilpasning av samme system til trehus, ved at det er utviklet eget bibliotek for tilstandsanalyse av skader på utvendige trebygninger. Metodikk og funksjonalitet for MMWood er beskrevet i pkt 3.3

### Delprosjekt 3 - Kartlegging av miljømessige risikofaktorer og -områder

Temperatur og fuktighet er avgjørende for råtedannelse. I USA finnes det "klimabaserte indekser" (Scheffer's indeks) som angir råterisiko, uttrykt ved nedbørvarighet og temperatur. Dette delprosjektet beregner og etterprøver slike indekser for de valgte lokaliteter i Norge, Sverige og Tyskland. Et mål er dessuten å transformere/utvikle en ny klimaindeks for *mikromiljø* på forskjellige steder av

bygget og ikke bare på regional basis. Råterisiko-kart på europeisk, regional og mikroskala vil bli tilgjengelig i den PC-baserte GIS-versjonen av tilstandsanalyse-verktøyet.

Dette delprosjektet ledes av NILU.

Detaljerte målinger er utført ved alle testbyggene, klimatiske data er samlet og modellert og første versjon av Scheffer's index vist i GIS-applikasjonen foreligger.

### **3.2 Funksjonalitet GISWood**

GISWood gir brukeren et verktøy til å behandle og systematisere data, fra nødvendig grunnleggende bakgrunnsdata som terminologi til detaljerte målingsdata.

GISWood er basert på standard ArcView 2.1. ArcView er Windows-basert.

Systemet har både geografiske- og ikke-geografiske informasjonselementer. Grunnleggende informasjon som ikke er geografisk definert, lagres og bearbeides som MS-Office-filer. Kartdata for å finne bygningene må legges inn, disse behandles ved standard ArcView funksjoner. Miljø- og klimadata kan også legges inn som temalag i systemet.

Bygninger registreres med adresse og geografiske koordinater, og deretter kan man legge inn den informasjon man ønsker om bygningen, både som tegninger, bilder og data, så som utførte målinger, og alle måledata. Et registrert hus markeres i GIS med en annen farge på kartet.

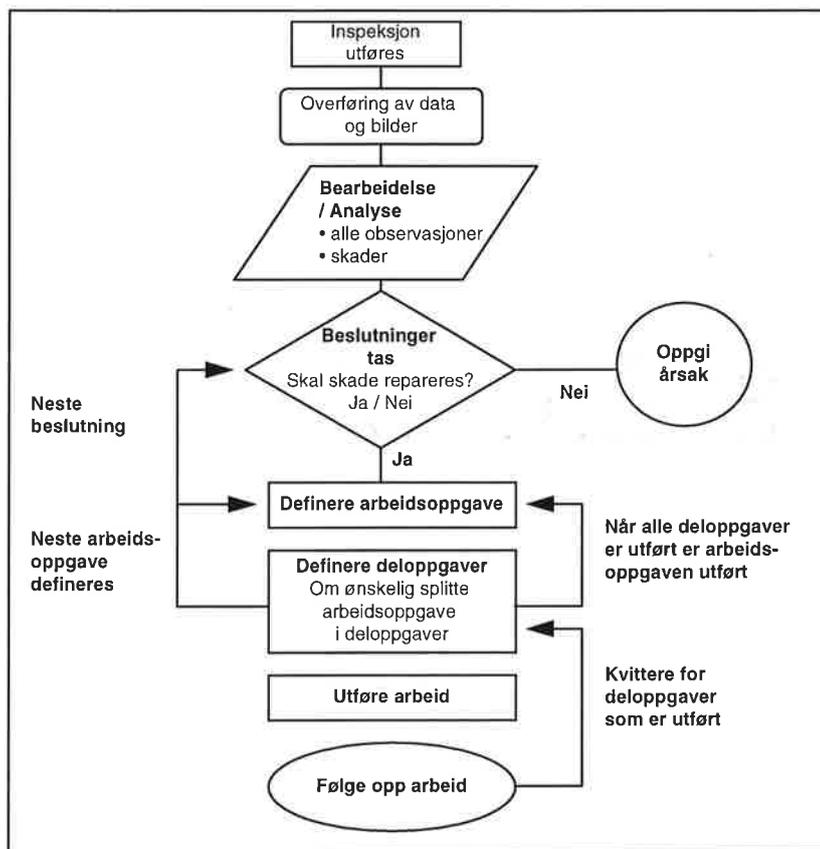
### **3.3 Funksjonalitet MMWood**

MMWood er et EDB-basert system utviklet for å strukturere arbeidet med inspeksjoner, samt være et hjelpeverktøy i planlegging og oppfølging av vedlikeholdsarbeider. MMWood strukturerer og bearbeider informasjon fra tilstandskontroll og gir et godt grunnlag for å ta riktige beslutninger.

Figur 5 viser prinsippskisse av MMWood med sammenhenger mellom de enkelte aktivitetene

Tilstandsanalysen i MMWood kan deles inn i følgende hovedaktiviteter:

- Tilstandsregistrering og innlegging av inspeksjonsdata til håndterminal
- Digitale bilder av observasjoner
- Innlesing av inspeksjonsdata og bilder til PC
- EDB-behandling av inspeksjonsdata og analyse
- Utarbeidelse av arbeidsordre og utskrift av arbeidskort
- Gjennomføring og oppfølging av vedlikeholdsarbeider
- Registrering og tilbakemelding til EDB-system på utførte arbeider
- Rapportering og statistikk over skader, utførte/ikke utførte arbeider.



Figur 5: Prinsippskisse for tilstandsanalysen i MMWood.

En inspeksjon består av en gruppe observasjoner av tilstanden av objektet. En observasjon vil normalt være av type “skade” eller “måling”. Inspeksjonen defineres med inspeksjonsdato og inspeksjonstype. Objektet deles inn i elementer for at stedsbestemmelsen og beskrivelsen av observasjoner skal være best mulig definert og beskrivende.

Det benyttes en håndterminal, og inspeksjonsdataene inneholder kobling mellom skader og bilder. Bilder tas med digitalt kamera og bildene leses inn på PC.

Alle skader genereres av systemet på grunnlag av de observasjoner som er gjennomført under inspeksjonen og forhåndsdefinerte systemdefinisjoner. En observasjon kan omfatte en eller flere skader. Det er skadene og ikke observasjonene som danner grunnlaget for vedlikeholdsarbeider og rapportering. Registreringen og analysen er bygget opp etter NS 3424.

Alle skader som er generert av MMWood og ennå ikke behandlet dvs som det ennå ikke er tatt beslutning om skal repareres eller ikke, har status *Ubearbeidet*. Når skader er bearbeidet og det er tatt beslutning om hva som skal gjøres, får skaden status *Analysert*. Hvis skaden ikke ønskes behandlet for øyeblikket, kan skaden merkes med status *Utsatt*.

Når alle arbeider for å utbedre skaden er gjennomført kvitteres det tilbake i vedlikeholdssystemet og skaden får status *Utført*.

## 4. Pilotstudier med resultater

### 4.1 Råterisiko av trehus i kommunene

#### 4.1.1 Generelt

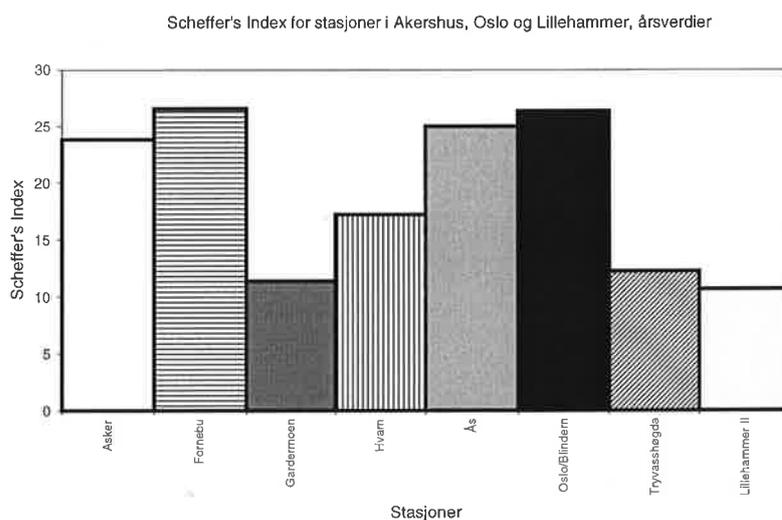
Viktige nedbrytningsfaktorer vil være temperatur/fuktighet, ozon og luftforurensning. Fuktighet, både som nedbør og slagregn, relativ fuktighet og overflatefukt har betydning for biologisk og mekanisk nedbrytning av tre. UV-stråling og ozon er også viktige nedbrytningsfaktorer. For å kunne estimere levetiden for et gitt tilfelle må man ha kjennskap til de lokale forholdene. Alle disse faktorene har svært store lokale og regionale variasjoner.

Modeller gjør det mulig å beregne klimapåkjenningen i et gitt punkt ut fra data fra meteorologiske stasjoner og kjennskap til topografi, bebyggelse og lokale forhold.

#### 4.1.2 Scheffer's indeks

I USA finnes det "klimabaserte indekser" (Scheffer's indeks) som angir råterisiko, uttrykt ved nedbørvarighet og temperatur. Scheffer's indeks sammenfatter virkninger av temperatur og fuktighet med tanke på sopp og råte. Scheffer's indeks =  $\sum_{\text{jan}}^{\text{des}} \frac{(T-2)(D-3)}{17}$ , hvor T = månedlig middeltemperatur og D er antall dager med nedbør over 0,25 mm.

Fare for råte er definert som stor når Scheffer's indeks er større 65, moderat mellom 35 og 65, og liten under 35. Figur 6 viser Scheffer's indeks for stasjoner i Akershus, Oslo og Lillehammer. Scheffer's indeks er ikke for noen av stedene så høy at det er en klimatisk fare for råte. Scheffer's indeks er utviklet for amerikanske forhold, og amerikanske treslag, og det er nødvendig å definere tilsvarende for norske forhold og treslag.



Figur 6: Scheffer's indeks for meteorologiske stasjoner i Oslo, Akershus og Lillehammer.

Fylkesvise temakart som viser råterisiko basert på Scheffer's indeks vil foreligge som et resultat av EU-prosjektet Wood-Assess.

## 4.2 AirQUIS CorrCost

Utprøvingen har vært gjennomført i tre kommuner: Oslo, Lillehammer og Voss.

I det følgende er utprøvingen dokumentert ved følgende resultatfiler:

- Forurensningsnivået i  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  for  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_2$  og  $\text{O}_3$  for hele rutenettet for Oslo vist på kart. Figurene 7-9.
- Forurensningsnivået for  $\text{SO}_2$  ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), vist med ISO-linjer for Lillehammer vist på kart. Figur 12.
- Levetiden for sink (år) for hele rutenettet for Oslo vist på kart. Figur 10.
- Levetiden for sink (år) vist med ISO-linjer for Lillehammer vist på kart. Figur 13.
- Materialmengde for en bestemt rute for Oslo. Tabell 6.
- Kostnadsoversikt for vedlikeholdet i en bestemt rute for Oslo. For å vise hvor mye kostnadene kan forandre seg fra rute til rute vises kostnadene for nærliggende ruter. Tabell 7.
- Materialmengde for en bestemt rute for eiendommene til Oslo kommunale boligbedrift. Tabell 10.
- Kostnadsoversikt for vedlikeholdet i en bestemt rute for eiendommene til Oslo kommunale boligbedrift. For å vise hvor mye kostnadene kan forandre seg fra rute til rute vises kostnadene for nærliggende ruter Tabell 11.
- Årlige totale, bakgrunns- og forurensningskostnader for Oslo, OKB, Lillehammer, Lillehammer kommune, Voss og Voss kommune. Tabell 8, Tabell 12, Tabell 14, Tabell 16, Tabell 18 og Tabell 20.
- Sammenligning med normtall. Tabell 9, Tabell 13, Tabell 15, Tabell 17, Tabell 19 og Tabell 21.

## 4.3 Oslo

### 4.3.1 AirQUIS CorrCost hele Oslo

For beregninger med 1994 data er Oslo delt i ruter med dimensjon 500 m \* 500 m. For beregninger med data fra 1985 er dimensjonen 1 km \* 1 km brukt. Ulik dimensjon på rutenettet gir forskjeller i avrundingen foretatt i beregningene. Dette er årsaken til at vedlikeholdskostnader som skyldes bakgrunnspåvirkning, Tabell 8, er forskjellig for de to årene. Kart er hentet fra Oslo kommune og oversikt over bygningstyper er hentet fra GAB.

Figur 7 til Figur 9 er kart som viser luftforurensningsnivå, gitt ved gassene  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_2$  og  $\text{O}_3$ . Figurene viser at de høyeste konsentrasjonene av  $\text{SO}_2$  er i sentrum. For  $\text{NO}_2$  er de høyeste nivåene i sentrum og langs innfartsårene som Drammensveien.  $\text{O}_3$  har de laveste nivåene i sentrum og langs Drammensveien.

Kart som viser levetid for et valgt bygningsmaterial, forsinket stålplate, er gitt i Figur 10. Ved å sammenligne figurene ser man at levetiden for sink gir omtrent samme bilde som SO<sub>2</sub>-konsentrasjonen. Tilsvarende kart kan utarbeides for alle bygningsmaterialene som er beskrevet med levetidsfunksjoner, Tabell 1.

Rute 22-20 er valgt ut for å vise fordeling av materialmengde i en rute, og forskjellen i kostnader mellom ruter. Materialmengdene er gitt i Tabell 6, og kostnadene i rute 22-20 og nærliggende ruter er gitt i Tabell 7. Kostnadene er i 1994-kroner. Tabell 7 viser at det er stor forskjell i kostnader mellom rutene. Dette skyldes både forskjeller antall bygninger og materialmengder, og at materialfordelingen varierer fra rute til rute.

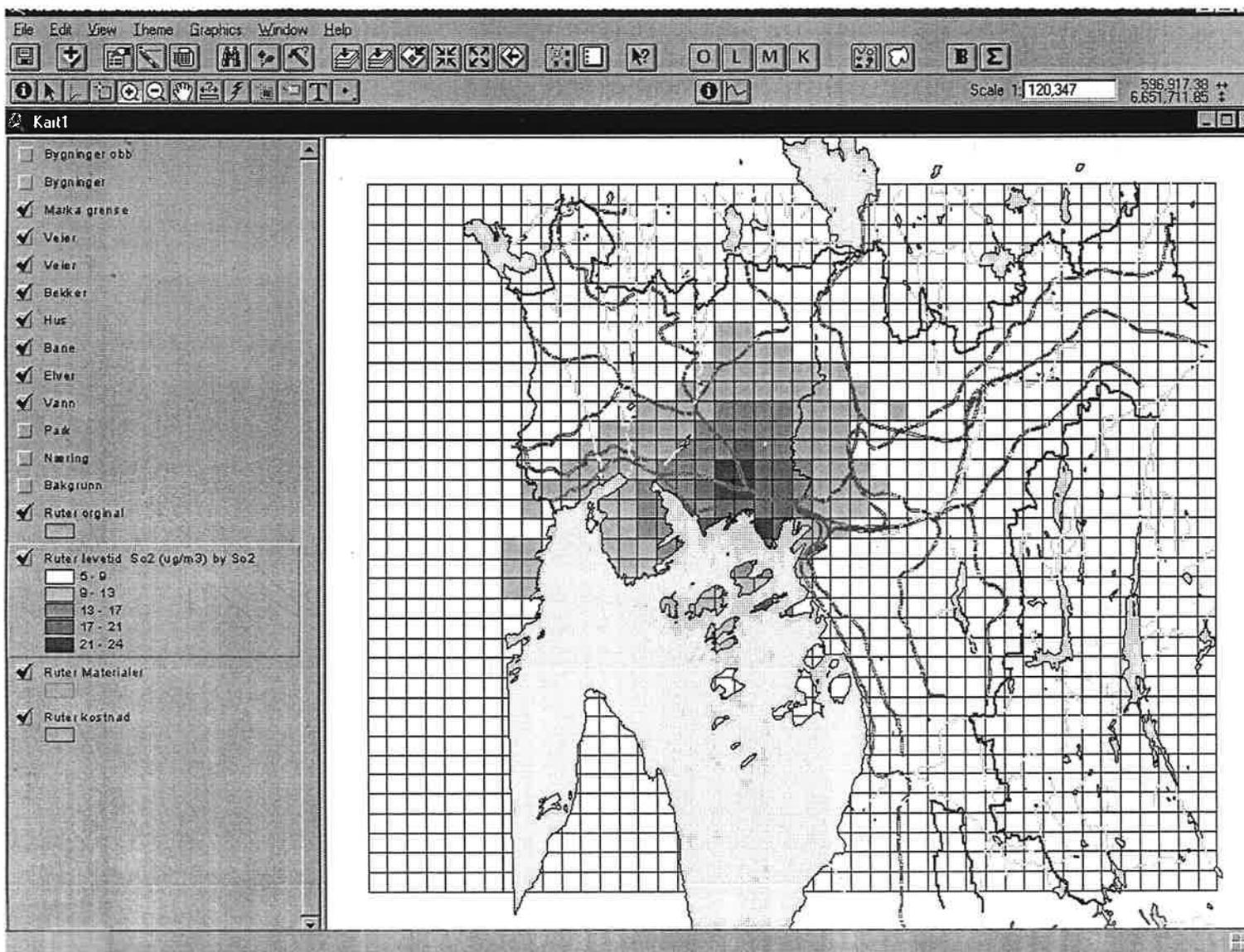
Tabell 8 gir årlige kostnader forbundet med materialnedbrytning for hele Oslo. Både totale kostnader, kostnader som skyldes bakgrunnspåvirkning og kostnader som følge av luftforurensning er tatt med. Tabellen viser også den prosentvise delen av kostnadene som skyldes forurensning. Beregningene er basert på forurensningsnivå 1985 og 1994. Kostnadene er i 1994-kroner. Tabellen viser tydelig at reduserte forurensning det siste tiåret, hovedsakelig SO<sub>2</sub>-utslipp, gir stor nedgang i de totale kostnadene. Man ser av tabellen at luftforurensning fortsatt har stor innvirkning på bygningsmaterialenes levetid i Oslo, og utgjør 7% av de utvendige vedlikeholdskostnadene.

Som en kontroll på beregnet kostnadsnivå er det foretatt en sammenligning mot eksisterende normtall for vedlikehold. Kostnadene er fordelt på m<sup>2</sup> golvareal og sammenlignet med gjennomsnittlige normtall for 1994. Dette er vist i Tabell 9.

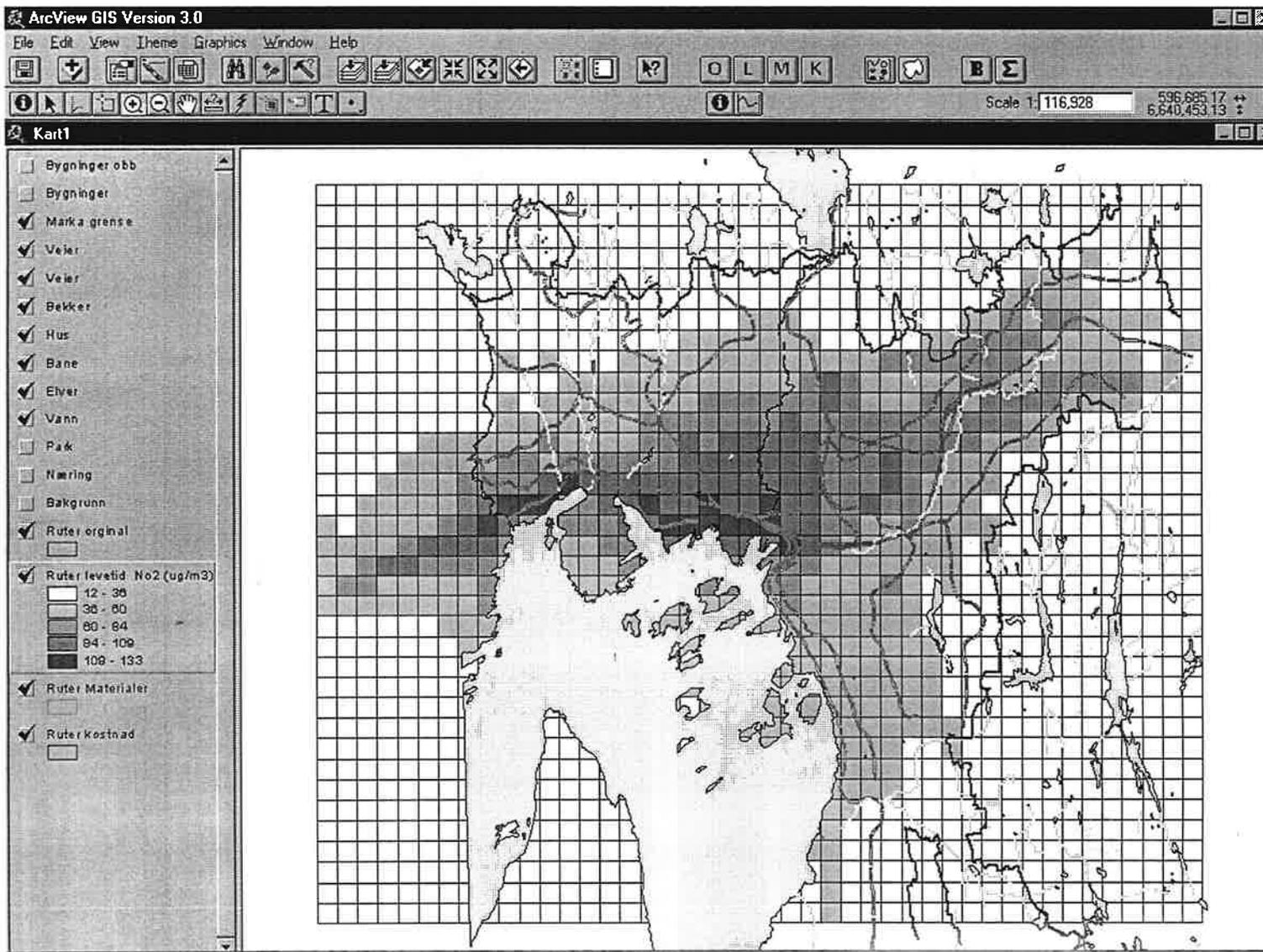
Materialmengden for Oslo ligger mye høyere enn MOBAK-resultatene for Stockholm, hvor det var 132 m<sup>2</sup>/person. Mye av forklaringen ligger i problemer med GAB-registeret. Ved innhenting av data derfra blir blant annet flere oppganger i samme bygning regnet som selvstendige bygninger, og det fører til at materialmengden blir for høy. Varierende praksis i registrering av bygningstype vil også gi utslag.

Golvarealet er ikke hentet fra GAB, men beregnet/antatt ut fra bygningsmaterialmengden. Den totale materialmengden er jevnt fordelt på 103 000 enheter. Ved å anta 3 etasjes bygninger, etasjehøyde 2,75 m, og dybde 9 m, ble golvarealet 300 m<sup>2</sup> pr. bygning. Det er da forutsatt flatt tak. Med skrått tak blir golvarealet mindre, og kostnadene pr. m<sup>2</sup> golvareal. En takvinkel på 45° gir en økning i kostnadene på 4 kroner. Arealet er usikkert, men størrelsene synes å ligge innenfor hva man kunne tenke seg. Til tross for usikkerhetene gir arealene nødvendig informasjon for å sammenligne beregnede kostnader med normtall.

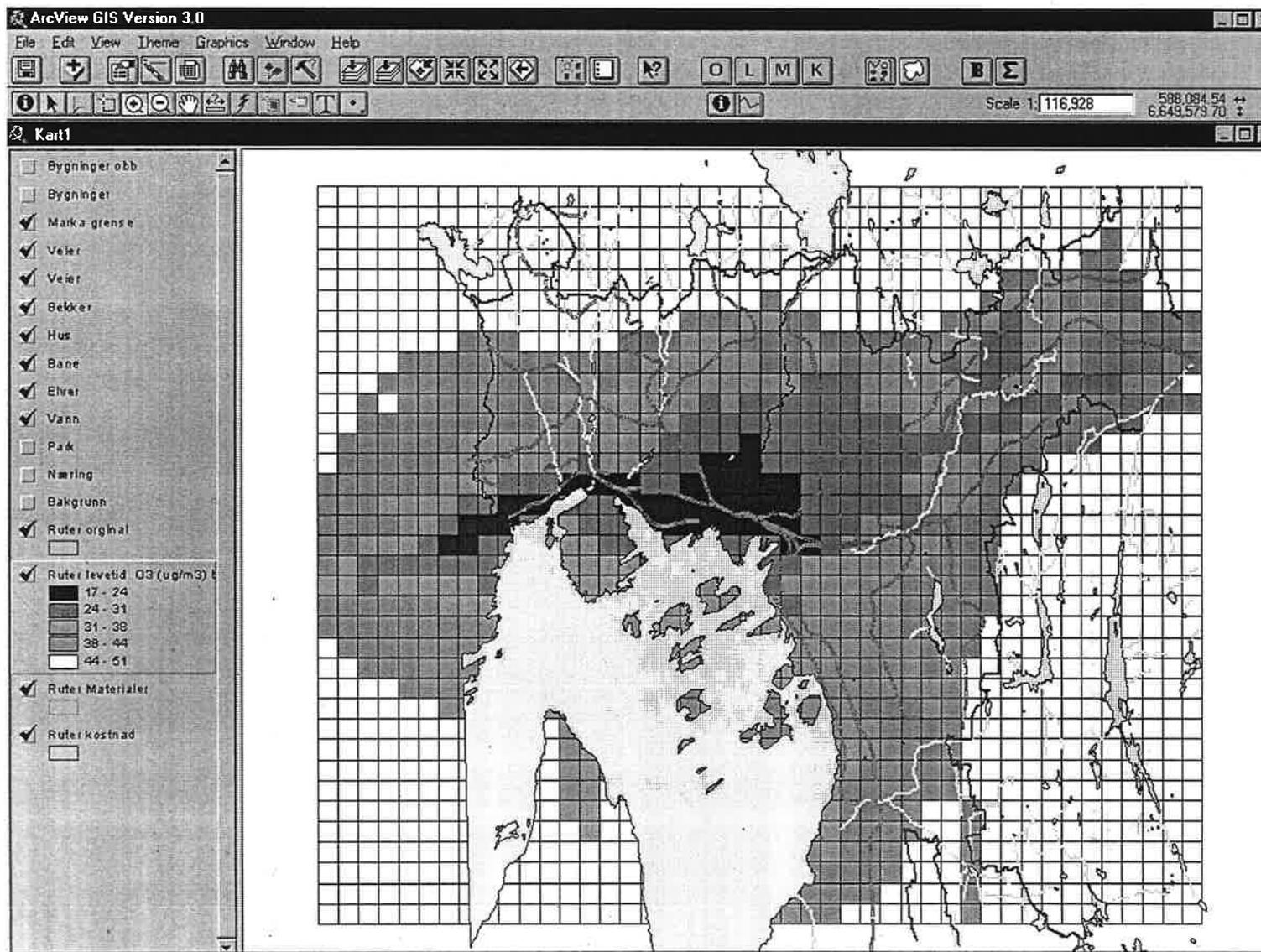
Beregnete vedlikeholdskostnadene omfatter bare ytre vedlikehold, mens normtallet inkluderer både utvendig og innvendig vedlikehold. Hvor stor andel som er ytre vedlikehold vites ikke. Våre resultater gir at ytre vedlikehold er en tredel av totalkostnadene gitt i normtall. Selv med store usikkerheter gir sammenligningen likevel en indikasjon på at de beregnede kostnadene er på riktig nivå.



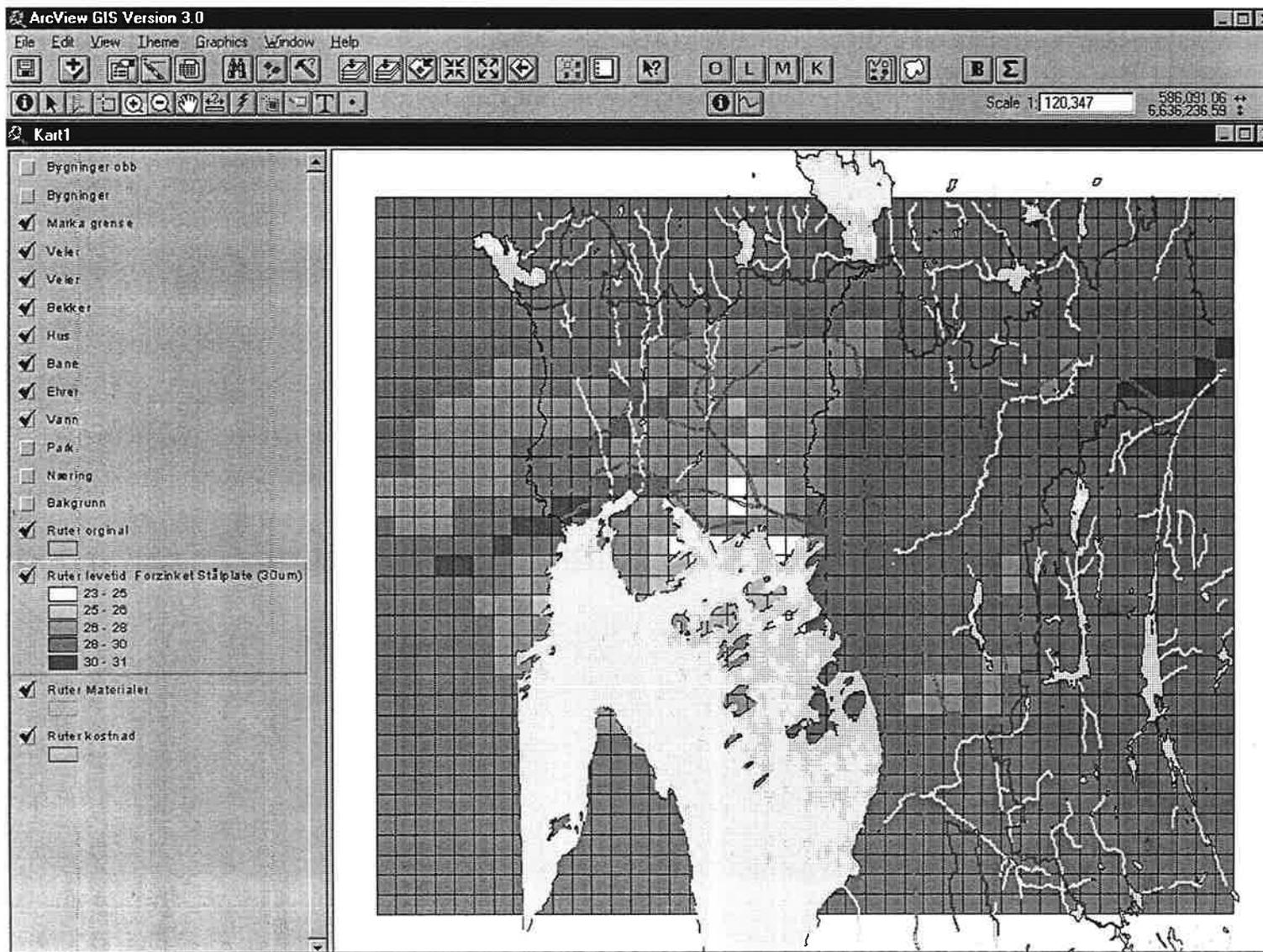
Figur 7: Kart over SO<sub>2</sub>-innholdet (µg/m<sup>3</sup>) i Oslo pr. rute, 1994 data.



Figur 8: Kart over  $\text{NO}_2$ -innholdet ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) i Oslo pr. rute, 1994 data.



Figur 9: Kart over O<sub>3</sub>-innholdet (µg/m<sup>3</sup>) i Oslo pr. rute, 1994 data.



Figur 10: Kart som viser levetiden (år) for forsinket stålplate i Oslo, 1994 data.

Tabell 6: Mengde av ulike materialtyper (m<sup>2</sup>) for rute 22-20, Oslo kommune.

Materialtype	Antall m <sup>2</sup>
Forsinket stålplate	8 086
Forsinket ståltråd	957
Forsinket stålprofil	558
Kalkpuss	2 321
Malt puss	11 401
Kobber	293
Karbonstål umalt	149
Karbonstål malt	3 782
Rusttregt stål	0
Rustfritt stål	146
Båndlakkert aluminium	5 817
Båndlakkert forsinket stål	10 267
Malt forsinket stål	13 764
Tak papp	27 118
Malt tre	27 596
Aluminium	433
Kalksten	725
Skifer	146
Granitt	1 310
Tegl	17 897
Betong	12 099
Glass	7 837
Sement	656

Tabell 7: Kostnader for rute 22-20 (uthevet), Oslo kommune, 1994.

Rute identifikasjon		Kostnader		
XID	YID	Totale	Bakgrunn	Forurensning
21	19	458 000	377 000	81 000
22	19	177 000	148 000	29 000
23	19	123 000	111 000	12 000
21	20	1 251 000	1 061 000	190 000
<b>22</b>	<b>20</b>	<b>1 220 000</b>	<b>1 039 000</b>	<b>181 000</b>
23	20	137 000	122 000	15 000
21	21	1 409 000	1 192 000	217 000
22	21	1 481 000	1 261 000	220 000
23	21	1 779 000	1 583 000	196 000

Tabell 8: Årlige kostnader Oslo kommune, 1985 og 1994.

Årlige kostnader Oslo by	1985 data	1994 data	Differanse
Totale	677 970 000	604 878 000	73 029 000
Bakgrunn	560 612 000	560 365 000	247 000
Forurensning	117 295 000	44 513 000	72 782 000
Andel forurensning, %	17	7	

Tabell 9: Totalt gulvareal (m<sup>2</sup>) og vedlikeholdskostnader pr. m<sup>2</sup> (kr) for Oslo by sammenlignet med normtall fra Multiconsult (Multiconsult, 1997).

	Bygningsmateriale pr. person (m <sup>2</sup> )	Totalt gulvareal (m <sup>2</sup> )	Vedlikeholds- kostnader pr. m <sup>2</sup> (kr)	Normtall kr/m <sup>2</sup>
Oslo by	213	30 960 000	20	65

#### 4.3.2 AirQUIS CorrCost Oslo kommunale boligbedrift

Oslo kommunale boligbedrifts bygninger er funnet ved hjelp av GAB-registeret. Det er visse mangler i registreringen som gjør det vanskelig å skille mellom bygninger der boligbedriften har alle boligene og bygninger hvor en eller få boliger tilhører boligbedriften. I beregningene er det benyttet 289 av boligetatens 900 bygninger. Årsaken til at ikke alle bygningene er tatt med er problemer med GAB-registeret. Boligetaten benytter en annen registrering av sine bygninger.

Rute 25-26 er valgt ut for å vise fordeling av materialmengde. Vedlikeholdskostnader for Oslo kommunale boligbedrift er vist for denne og tilgrensende ruter. Dette er gitt i Tabell 10 og Tabell 11. Man ser av tabellen at det her for det meste er bygninger oppført i pusset tegl eller betong. Kostnadene er i 1994-kroner.

Årlige kostnader forbundet med materialnedbrytning er gitt i Tabell 12. Både totale kostnader, kostnader som skyldes bakgrunnsnivå og kostnader som følge av luftforurensning er tatt med. Prosentvis del av kostnadene som skyldes forurensning er også tatt med. Hvis det ikke er foretatt noe utvendig vedlikehold kan akkumulert vedlikeholdsbehov beregnes. Vedlikeholdskostnader er beregnet med miljødata for 1985 og 1994. Akkumulert manglende vedlikehold er beregnet som summasjon for verdiene 1985-1994, hvor de mellomliggende verdiene er funnet ved å anta linearitet. Bare 289 av boligetatens 900 bygninger er tatt med i beregningene. Totalkostnadene vil derfor være omlag 3 ganger så høye.

Som en kontroll på beregnet kostnadsnivå er det foretatt en sammenligning mot eksisterende normtall. Kostnadene er fordelt på m<sup>2</sup> gulvareal og sammenlignet med gjennomsnittlige normtall for 1994. Dette er vist i Tabell 13.

Tabell 10: Mengde materiale av ulike typer (m<sup>2</sup>) for rute 25-26, Oslo kommunale boligbedrifts eiendommer.

Materialtype	Antall m <sup>2</sup>
Forsinket stålplate	7 580
Forsinket ståltråd	558
Forsinket stålprofil	325
Kalkpuss	20 296
Malt puss	57 465
Kobber	489
Karbonstål umalt	489
Karbonstål malt	6 113
Rusttregt stål	0
Rustfritt stål	245
Båndlakkert aluminium	9 781
Båndlakkert forsinket stål	25 187
Malt forsinket stål	12 520
Tak papp	12 716
Malt tre	16 139
Aluminium	489
Kalksten	1 223
Skifer	245
Granitt	2 445
Tegl	20 051
Betong	30 811
Glass	19 073
Sement	3 179

Tabell 11: Kostnader for rute 25-26 (uthevet), Oslo kommunale boligbedrifts eiendommer, 1994.

Rute identifikasjon		Kostnader		
XID	YID	Totale	Bakgrunn	Forurensning
24	25	22 000	20 000	2 000
25	25	11 000	10 000	1 000
23	26	11 000	10 000	1 000
<b>25</b>	<b>26</b>	<b>1 114 000</b>	<b>1 016 000</b>	<b>98 000</b>
24	27	136 000	123 000	13 000
25	27	261 000	236 000	25 000

Tabell 12: Årlige kostnader Oslo kommunale boligbedrift, 1985-1994.

Årlige kostnader OKBs eiendommer	1985 data	1994 data	Akkumulerte vedlikeholdskostnader 1985-1994
Totale	3 210 000	2 772 000	29 910 000
Bakgrunn	2 553 000	2 542 000	25 475 000
Forurensning	657 000	230 000	4 435 000
Andel forurensning, %	20	8	15

Tabell 13: Totalt gulvareal (m<sup>2</sup>) og vedlikeholdskostnader pr. m<sup>2</sup> (kr) for Oslo kommunale boligbedrifts eiendommer sammenlignet med normtall fra Multiconsult (Multiconsult, 1997).

	Totalt gulvareal (m <sup>2</sup> )	Vedlikeholdskostnader pr. m <sup>2</sup> (kr)	Normtall
Oslo kommunale boligbedrift	162 000	17	65

Den totale materialmengden er jevnt fordelt på 289 enheter. Ved å anta 4 etasjes bygninger, etasjehøyde 2,75 m, og dybde 9 m, ble gulvarealet 560 m<sup>2</sup> pr. bygning. Beregningene forutsetter flatt tak. Skrått tak gir mindre gulvareal, og dermed større kostnader pr. m<sup>2</sup> gulvareal. En takvinkel på 45° gir en økning i de utvendige vedlikeholdskostnadene på 3 kroner. Gulvarealet er usikkert, men gir likevel nødvendig informasjon for å sammenligne beregnede kostnader med normtall.

Beregnete vedlikeholdskostnader pr. m<sup>2</sup> gulvareal er lavere enn for Oslo totalt. Det kan forklares i andre materialtype og forskjeller i mengde materialer pr. m<sup>2</sup> gulvareal. Sammenligning med normtall gir at de beregnede kostnadene til ytre vedlikehold er 25% av totalkostnadene.

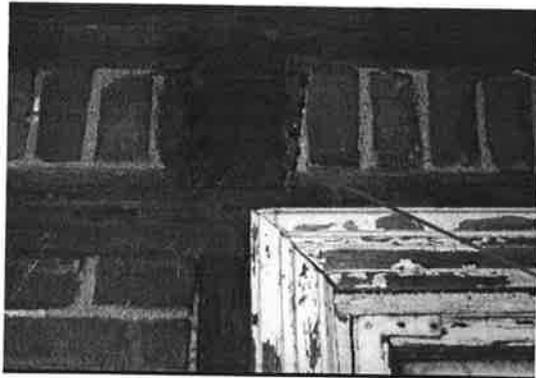
Man ser av resultatene at andelen kostnader til vedlikehold som skyldes forurensning er større enn totalt for Oslo. Dette var ventet, da de av Boligetats bygninger som er tatt med i beregningene ligger i de mest forurensede områdene av byen.

Sammenligningen av beregnede kostnader mot normtall og en innbyrdes sammenligning gir en indikasjon på at de beregnede kostnadene er på riktig nivå.

#### 4.3.3 MMWood Fredensborgveien 5

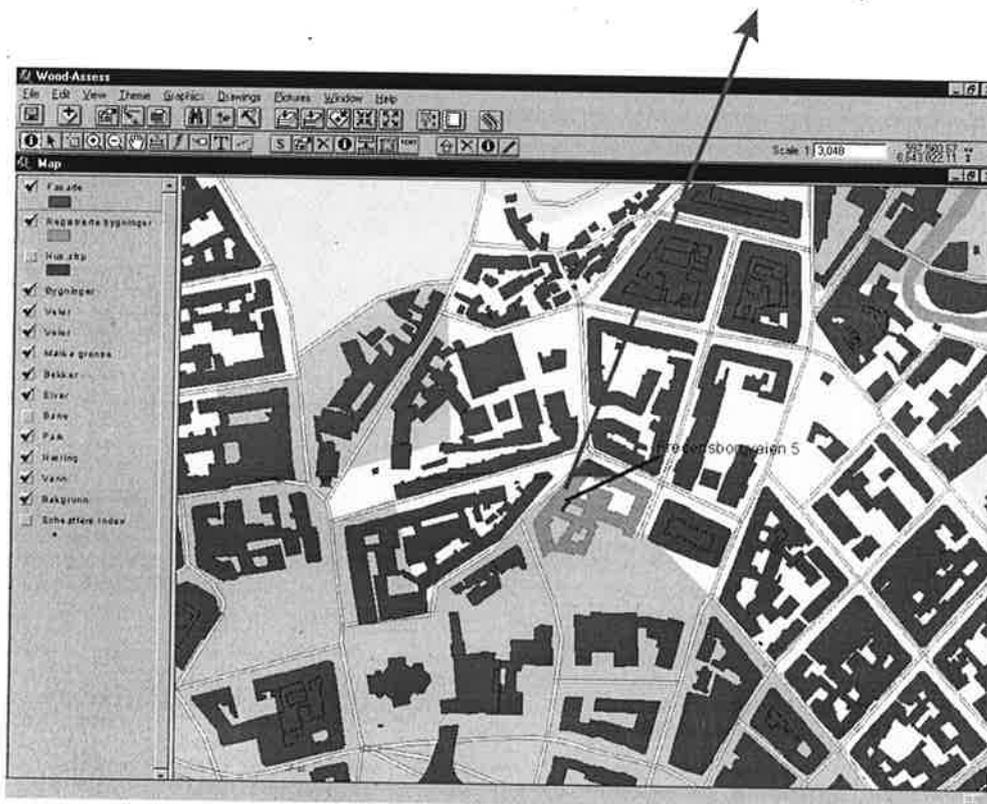
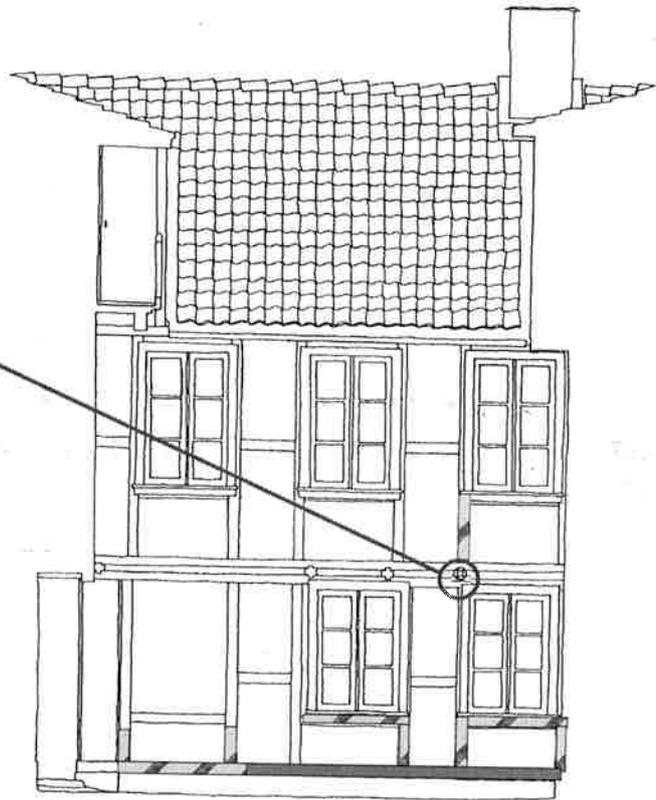
Det er foretatt tilstandsanalyse av Fredensborgveien 5 ved bruk av MMWood, skade- og arbeidsbeskrivelse er gitt på arbeidskort. Disse er lagt ved rapporten som vedlegg B.

Resultatene er deretter lagt inn i GISWood. Kart, fasade og skade er vist i Figur 11. Fasade med skadebeskrivelse er vist i vedlegg B.



Mindre råteskader i endevend til gulvbjelke.

-  = Ulike råtesopper (kjellersopp/tømmersopper o.l.)
-  = Erstattet med støp



Figur 11: GISWood, Fredensborgvn. 5.

## 4.4 Lillehammer

### 4.4.1 AirQUIS CorrCost hele Lillehammer

Lillehammer by er delt inn i ruter med dimensjon 1 km x 1 km. Kart og oversikt over bygningstyper er hentet fra Lillehammer kommune.

Figur 12 viser forurensningsnivået for SO<sub>2</sub>, i Lillehammer by, med grenseverdiene 2.5 og 3.5 µg/m<sup>3</sup>. Dette er relativt lave verdier. Til sammenligning er maksimalverdien i Oslo 24 µg/m<sup>3</sup>, og minimumsverdien 4 µg/m<sup>3</sup>. Figur 13 viser levetiden for forsinket ståltråd (år).

Årlige kostnader forbundet med materialnedbrytning er gitt i Tabell 14. Både totale kostnader, kostnader som skyldes bakgrunnsnivå og kostnader som følge av luftforurensning er tatt med. Prosentvis andel som skyldes luftforurensning er også vist. Beregningene er basert på forurensningsnivå 1994. Det er bare de sentrale deler av Lillehammer kommune som er inkludert i rutenettet. Antall bygninger i Lillehammer by som er med i beregningene er i underkant av halvparten av antallet i hele kommunen, 6581 av 14785. Totalkostnadene vil derfor være omtrent dobbelt så store som vist i tabellen. Tabellen viser at ytre vedlikehold i Lillehammer er lite påvirket av luftforurensning. Kostnadene er i 1994-kroner.

Som en kontroll på beregnet kostnadsnivå er det foretatt en sammenligning mot eksisterende normtall. Kostnadene er fordelt på m<sup>2</sup> gulvareal og sammenlignet med gjennomsnittlige normtall for 1994. Dette er vist i Tabell 15.

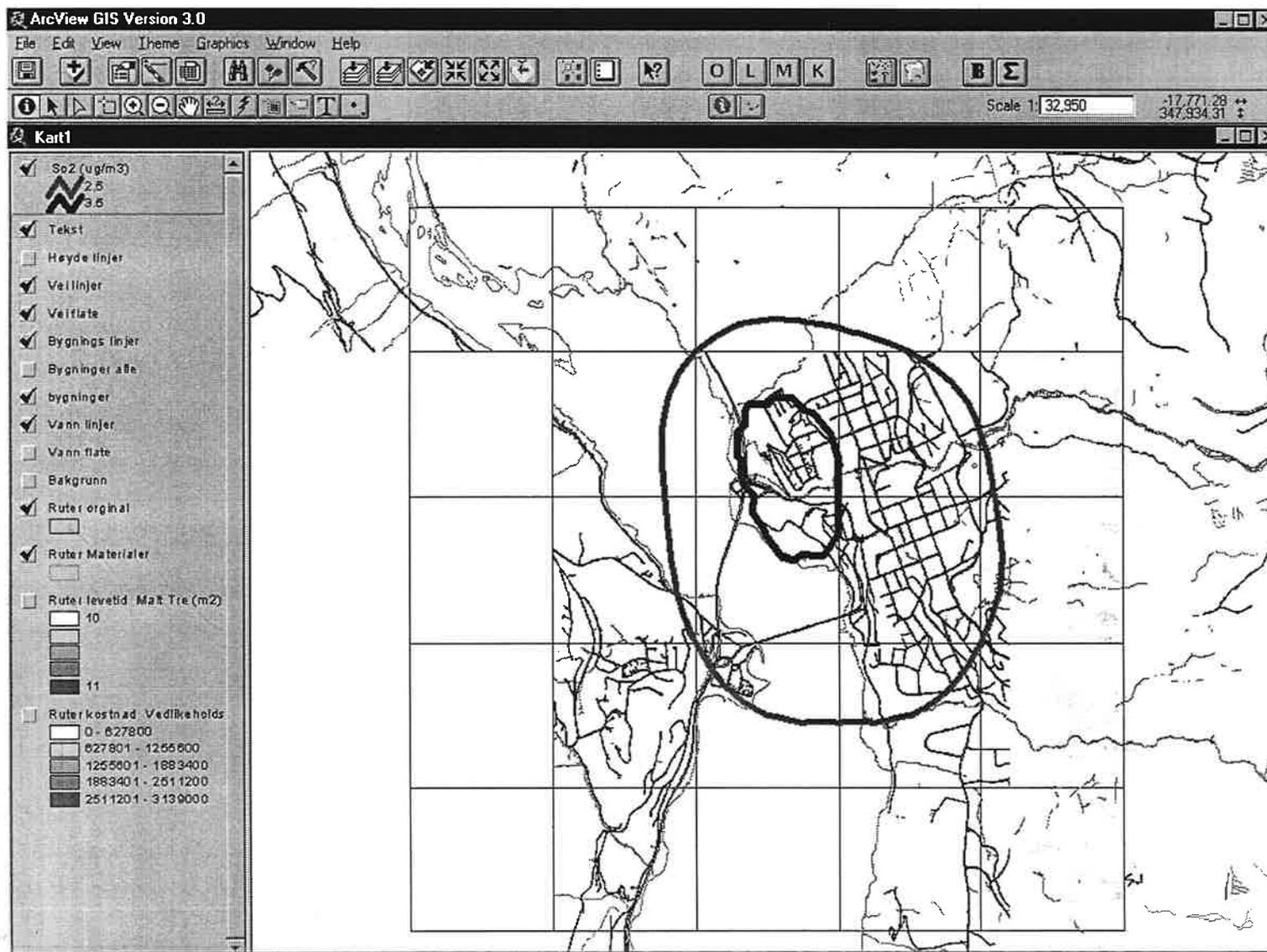
Tabell 14: Årlige kostnader Lillehammer by, 1994.

Årlige kostnader Lillehammer by	1994 data
Totale	22 408 000
Bakgrunn	22 017 000
Forurensning	391 000
Andel forurensning, %	2

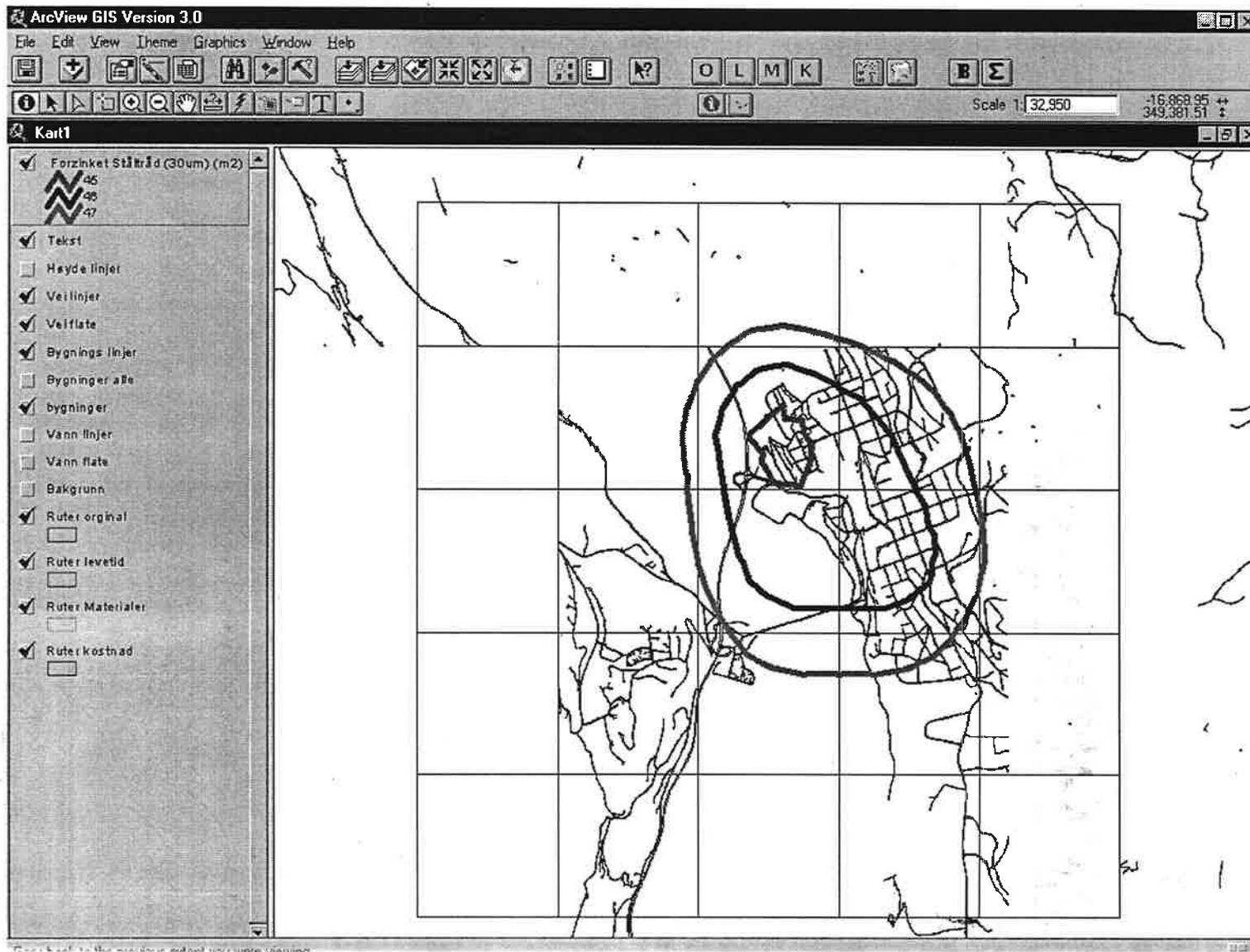
Tabell 15: Totalt gulvareal (m<sup>2</sup>) og vedlikeholdskostnader pr. m<sup>2</sup> (kr) for Lillehammer by sammenlignet med normtall fra Multiconsult (Multiconsult, 1997).

	Bygningsmateriale pr. person (m <sup>2</sup> )	Totalt gulvareal (m <sup>2</sup> )	Vedlikeholdskostnader pr. m <sup>2</sup> (kr)	Normtall
Lillehammer by	169	1 543 000	15	65

Bygningsmateriale pr. person er for Lillehammer sammenlignbart med resultatene for Sarpsborg fra MOBAK-undersøkelsen, 165 m<sup>2</sup> pr. person. Byene er sammenlignbare, og materialmengdene bør også være det. Vi kan derfor trekke den konklusjon at de benyttede materialmengdene er relativt riktige.



Figur 12: Kart over SO<sub>2</sub>-innholdet (µg/m<sup>3</sup>) i Lillehammer, 1994-data.



Figur 13: Kart som viser levetiden (år) for forsinket ståltråd i Lillehammer, 1994-data.

Den totale materialmengden er jevnt fordelt på 6581 enheter. Ved å anta 2 etasjes bygninger, etasjehøyde 2,75 m, og dybde 9 m, ble golvarealet 234 m<sup>2</sup> pr. bygning. Det er da forutsatt flatt tak. Med skrått tak blir golvarealet mindre, og kostnadene pr. m<sup>2</sup> gulvareal større. En takvinkel på 45° gir en økning i kostnadene på 4 kroner. Arealet er usikkert, men gir likevel noe informasjon for å sammenligne beregnede kostnader med normtall.

De beregnede vedlikeholdskostnadene omfatter bare ytre vedlikehold, mens normtallet inkluderer både utvendig og innvendig vedlikehold. Beregnede ytre kostnader er mindre enn 25 % av totale kostnader iflg. normtall. Lave kostnader kan skyldes at Lillehammer i stor grad har trehus, og maling av trehus er en rimelig form for bygningsvedlikehold. Sammenligningen mot normtall gir likevel en indikasjon på at de beregnede kostnadene er på riktig nivå.

Man ser av resultatene at bare en liten del, 2 %, av kostnadene til ytre vedlikehold skyldes luftforurensning.

#### **4.4.2 AirQUIS CorrCost kommunale bygninger, Lillehammer**

Lillehammer kommunes eiendommer er funnet ved hjelp av GAB.

Årlige kostnader forbundet med materialnedbrytning er gitt i Tabell 16. Både totale kostnader, kostnader som skyldes bakgrunnsnivå og kostnader som følge av luftforurensning er tatt med. Andelen som skyldes luftforurensning er også vist i prosent. Beregningene er basert på forurensningsnivå 1994. Kostnadene er i 1994-kroner. Tabellen viser at luftforurensningen har liten betydning på vedlikeholdskostnadene.

Som en kontroll på beregnet kostnadsnivå er det foretatt en sammenligning mot eksisterende normtall. Kostnadene er fordelt på m<sup>2</sup> gulvareal og sammenlignet med gjennomsnittlige normtall for 1994. Beregnede gulvareal er sammenlignet med innsamlet data fra Sør-Trøndelag. Dette er vist i Tabell 17.

Det er antatt at forholdet mellom materialmengde og gulvareal er det samme som for de andre bygningene i byen. Vedlikeholdskostnadene pr. m<sup>2</sup> gulvareal er satt lik som beregnet for hele byen. Beregnede vedlikeholdskostnadene her omfatter bare ytre vedlikehold, mens normtallet inkluderer både utvendig og innvendig vedlikehold. Forklaringene til avvik vil være de samme som for Lillehammer by.

Samlet kommunal bygningsmasse pr. innbygger er i Lillehammer 9 m<sup>2</sup>. Dette samsvarer bra med undersøkelser gjort i Sør-Trøndelag (Norsk kommunalteknisk forening, 1997) hvor arealene varierte mellom 4 og 12,5 m<sup>2</sup>, med et gjennomsnitt på 7 m<sup>2</sup>. Det innsamlede materialet viste her at kommunen brukte 10-40 kr pr. m<sup>2</sup> på vedlikehold, mens bnr-verdien var 60-100 kr pr. m<sup>2</sup>, jfr. normtall. Slike sammenligninger gir, til tross for usikkerheter, en indikasjon på at de beregnede kostnadene er på riktig nivå.

Tabell 16: Årlige kostnader kommunale bygninger, Lillehammer, 1994.

Årlige kostnader Lillehammer kommunes eiendommer i byen	1994 data
Totale	2 827 000
Bakgrunn	2 771 000
Forurensning	56 000
Andel forurensning, %	2

Tabell 17: Totalt gulvareal (m<sup>2</sup>) og vedlikeholdskostnader pr. m<sup>2</sup> (kr) for kommunal bygninger i Lillehammer sammenlignet med normtall fra Multiconsult (Multiconsult, 1997).

	Totalt gulvareal (m <sup>2</sup> )	Gulvareal pr. innbygger (m <sup>2</sup> )	Gj.snitt Sør-Trøndelag (m <sup>2</sup> )	Vedlikeholdskostnader pr. m <sup>2</sup> (kr)	Normtall (kr)
Lillehammer kommunes eiendommer	212 000	9	7	15	65

#### 4.4.3 GIS Wood-Assess, Maihaugen

Det er foretatt tilstandsanalyse av Hjeltarstua på Maihaugen. Resultatene er overført til GISWood. Kart og fasadetegning er vist i Figur 14.

#### 4.4.4 MMWood Hammer gård

Det er foretatt tilstandsanalyse av Hammer gård ved hjelp av MMWood. Skadebeskrivelse og arbeidskort er gitt på arbeidskort. Disse er lagt ved rapporten som vedlegg C. Resultatene er overført til GISWood. Bilde av fasade, tegninger med avmerking av skader og skadebeskrivelse er gitt i Figur 15.



Figur 14: Hjeltarstua.

# Hammer gård

## Fasadebesiktigelse

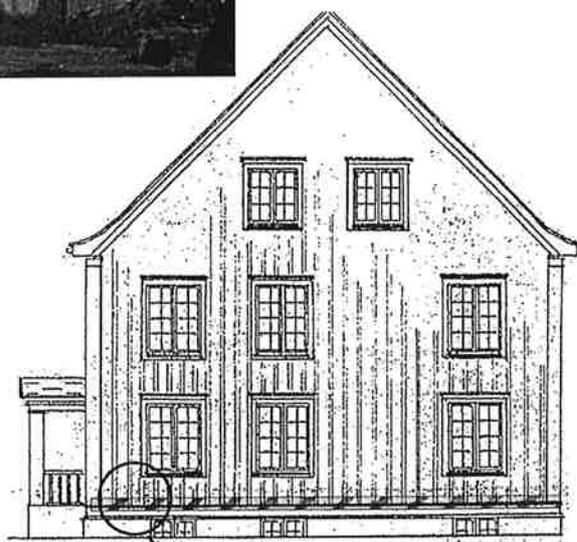


Hammer gård er et eldre, kledt tømmerhus. Utvendige fasader virker å være i relativt god stand.

Taknedløp defekt



Terranget ligger helt opp til vannbrett og bunnsvill. Terranget må senkes - jord graves vekk. Skadegrad 1, konsekvensgrad 2.



Østfasade (gammel tegning, stemmer ikke med virkeligheten) har råtesopp-skader, skadegrad 2) i nedre del av kledning. Bør utbedres. Konsekvensgrad 1-2.



= Ulike råtesopper (kjellersopp/tømmersopper o.l.)

Figur 15: Hammer gård, fasadebesiktigelse.

## 4.5 Voss

### 4.5.1 AirQUIS CorrCost hele Voss kommune

Voss er delt inn i ruter med dimensjon 1 km x 1 km. Kart og oversikt over bygningstyper er hentet fra GAB. For Voss er hele området gitt samme forurensningsnivå, SO<sub>2</sub>-konsentrasjonen er 1,5 µg/m<sup>3</sup> og O<sub>3</sub>-konsentrasjonen er 60,5 µg/m<sup>3</sup>. Forurensningsnivået er lavere enn det som er benyttet for Lillehammer, og langt lavere enn for Oslo.

Årlige kostnader forbundet med materialnedbrytning er gitt i Tabell 18. Både totale kostnader, kostnader som skyldes bakgrunnsnivå og kostnader som følge av luftforurensning er tatt med. Andel som skyldes luftforurensning er også vist i prosent. Beregningene er basert på forurensningsnivå 1994. Kostnadene er i 1994-kroner. Tabellen viser at behovet for ytre vedlikehold i svært liten grad er påvirket av luftforurensning.

Som en kontroll på beregnet kostnadsnivå er det foretatt en sammenligning mot eksisterende normtall. Kostnadene er fordelt på m<sup>2</sup> gulvareal og sammenlignet med gjennomsnittlige normtall for 1994. Dette er vist i Tabell 19.

Tabell 18: Årlige kostnader Voss kommune, 1994.

Årlige kostnader Voss	1994 data
Totale	41 425 000
Bakgrunn	41 156 000
Forurensning	56 000
Andel forurensning, %	1

Tabell 19: Totalt gulvareal (m<sup>2</sup>) og vedlikeholdskostnader pr. m<sup>2</sup> (kr) for Voss sammenlignet med normtall fra Multiconsult (Multiconsult, 1997).

	Bygningsmateriale pr. person (m <sup>2</sup> )	Totalt gulvareal (m <sup>2</sup> )	Vedlikeholds- kostnader pr. m <sup>2</sup> (kr)	Normtall
Voss kommune	561	2 821 000	15	65

Bygningsmaterialmengden pr. person er veldig høy. Dette har flere årsaker. Voss har mange hytter, og dette gir et stort utslag når materialmengden fordeles på innbyggerne. I tillegg kommer omfanget av landbruksbygninger. Til tross for disse momentene er materialmengden høy. Vi ser det derfor som nødvendig å utføre en forenklet bygningsinventering, med oppmåling av bygninger og materialmengder, for slike landkommuner.

Den totale materialmengden er jevnt fordelt på 6581 enheter. Ved å anta 2 etasjes bygninger, etasjehøyde 2,75 m, og dybde 9 m, ble gulvarealet 234 m<sup>2</sup> pr. bygning.

Beregningene forutsetter flatt tak. Skrått tak gir mindre gulvareal, og høyere kostnader pr. m<sup>2</sup> gulvareal. En takvinkel på 45° gir en økning i beregnede vedlikeholdsutgifter på 4 kroner. Arealet er usikkert, men gir likevel noe informasjon for å sammenligne beregnede kostnader med normtall.

Beregnete vedlikeholdskostnadene er omfatter bare ytre vedlikehold, mens normtallet inkluderer både utvendig og innvendig vedlikehold. Beregnede ytre kostnader er mindre enn 25% av totale kostnader iflg. normtall. Lave kostnader kan skyldes at Voss i stor grad har trehus, og maling av trehus er en rimelig form for bygningsvedlikehold. Sammenligningen gir likevel en indikasjon på at de beregnede kostnadene er på riktig nivå.

#### 4.5.2 AirQUIS CorrCost kommunale bygninger, Voss

Kommunale bygg er funnet ved GAB.

Årlige kostnader forbundet med materialnedbrytning er gitt i Tabell 20. Både totale kostnader, kostnader som skyldes bakgrunnsnivå og kostnader som følge av luftforurensning er tatt med. Prosentvis andel som skyldes luftforurensning er også tatt med. Denne er i Voss nærmest ubetydelig. Beregningene er basert på forurensningsnivå 1994. Kostnadene er i 1994-kroner.

Som en kontroll på beregnet kostnadsnivå er det foretatt en sammenligning mot eksisterende normtall. Kostnadene er fordelt på m<sup>2</sup> gulvareal og sammenlignet med gjennomsnittlige normtall for 1994. Beregnede gulvareal er sammenlignet med innsamlet data fra Sør-Trøndelag. Dette er vist i Tabell 21.

Tabell 20: Årlige kostnader kommunale bygninger, Voss.

Årlige kostnader Voss kommunes eiendommer	1994 data
Totale	1 021 000
Bakgrunn	1 012 000
Forurensning	9 000
Andel forurensning, %	1

Tabell 21: Totalt gulvareal (m<sup>2</sup>) og vedlikeholdskostnader pr. m<sup>2</sup> (kr) for kommunale eiendommer Voss, sammenlignet med normtall fra Multiconsult (Multiconsult, 1997).

	Totalt gulvareal (m <sup>2</sup> )	Gulvareal pr. innbygger (m <sup>2</sup> )	Gj.snitt Sør-Trøndelag (m <sup>2</sup> )	Vedlikeholds-kostnader pr. m <sup>2</sup> (kr)	Normtall (kr)
Voss kommunes eiendommer	68 200	5	7	15	65

Det er antatt at forholdet mellom materialmengde og gulvareal er det samme som for de andre bygningene i byen. Vedlikeholdskostnadene pr. m<sup>2</sup> gulvareal er satt lik dem beregnet for hele byen. Beregnede vedlikeholdskostnadene er omfatter bare ytre vedlikehold, mens normtallet inkluderer både utvendig og innvendig vedlikehold. Forklaringene vil være de samme som for Voss totalt.

Samlet kommunal bygningsmasse pr. innbygger er i Voss 5 m<sup>2</sup>. Dette samsvarer bra med undersøkelser gjort i Sør-Trøndelag, (Norsk kommunalteknisk forening, 1997) hvor arealene varierte mellom 4 og 12,5 m<sup>2</sup> med et gjennomsnitt på 7 m<sup>2</sup>. Det innsamlede materialet viste her at kommunen brukte 10-40 kr pr. m<sup>2</sup> på vedlikehold, mens bør-verdien var 60-100 kr pr. m<sup>2</sup>, jfr. normtall. Slike sammenligninger gir en indikasjon på at de beregnede kostnadene er på riktig nivå.

#### **4.5.3 MMWood Neståshuset**

Det er foretatt tilstandsanalyse av Neståshuset ved hjelp av MMWood. Skadebeskrivelse og arbeidskort er gitt på arbeidskort. Disse er lagt ved rapporten som vedlegg D. Resultatene er overført til GISWood. Bilde av fasade, tegninger med avmerking av skader og skadebeskrivelse er gitt i vedlegg D.

## **5. Diskusjon**

### **5.1 GAB-registeret**

GAB kan deles inn i 3 deler, Grunneiendoms-, Adresse- og Bygningsregistret.

Det første inneholder:

- Grunneiendommer og eiere
- Gårds- og bruksnummer, eventuelt feste- eller seksjonsnummer
- Eiers navn, fødselsnummer og bostedsadresse
- Etableringsdato, opprinnelse bruksområde og areal
- Koordinat for representasjonspunkt
- Henvisning til adresse og bygninger

Adresseregistret inneholder:

- Informasjon om adresser
- Gatenavn og husnummer
- Beliggenhet i forhold til tett/spredt bebyggelse og poststed
- Grunnkrets, valgkrets og skolekrets
- Koordinat for representasjonspunkt
- Henvisning til eiendommer og bygninger

Bygningsregistret inneholder:

- Informasjon om bygninger
- Bygningsnummer (unikt) med eventuelt løpenummer for tilbygg
- Byggherrens navn og adresse
- Bygningstype, byggeår, størrelse og antall etasjer
- Byggematerialer, vann- og kloakkordninger
- Antall leiligheter og data om den enkelte leilighet
- Koordinat for representasjonspunkt
- Henvisning til eiendom og adresse

Opplysningene fra GAB-registeret kan bestilles. Bare et utvalg av disse opplysningene er nødvendig for å bruke AirQUIS CorrCost.

Kommunene synes ikke å være spesielt interessert i å vedlikeholde all informasjon i GAB registeret (B-registeret med informasjon om bygninger):

- små kommuner mener at de har oversikt over sine bygninger ved hjelp av teknisk etat
- større kommuner har andre lister som brukes

Bruken og oppdateringen av GAB må avklares på høyt nivå i kommunen sammen med kartverket.

Det er ingen logisk konsekvens i registreringen av blokker i GAB slik det fremkommer i Oslo. Noen ganger er hele blokken registret som en blokk, andre ganger er hver oppgang registret som eget GAB-nummer, og blir dermed en bygning. Dessuten kan selveierleiligheter være registret som egen enhet i GAB og en slik blokk vil få mange enheter. Det er et problem for vår bruk av GAB, men dette burde ikke gjelde kommunale hus hvor kommunen eier hele blokken. I tillegg er informasjonen om eldre bygninger mangelfull. En blokk med selveierleiligheter eller hvor hver oppgang er en enhet i GAB, vil gi en for stor mengde materialer i databasen.

Testingen av AirQUIS CorrCost 1.0 på tre steder har vist at GAB-registeret har større problemer med feilregistreringer og oppdatering enn antatt. Dette er tilfelle både i Oslo og Lillehammer. Det endelige løsningen på forbedret bygningsinformasjon er at GAB blir riktig oppdatert. Det er arbeid på gang for å få gjennomført et slikt arbeid. I den svenske del av MOBAK-undersøkelsen ble det utviklet en statistisk behandling for å ta hånd om feilregistreringen. Metoden krever imidlertid at det blir foretatt en enkel inspeksjon av et utvalg av bygg for å bestemme mengden av feil og vil derfor øke kostnadene ved slike beregninger. Denne muligheten er ikke inkludert i AirQUIS CorrCost 1.0.

## 5.2 Beregning av årskostnader

Materialmengdene som brukes er statistiske gjennomsnittstall basert på inspeksjoner av hus i Sarpsborg og Stockholm. Verdiene er fremkommet ved at en har gruppert hus i kategorier og inspisert et statistisk utvalg av hus i hver gruppe. For småhus og blokker tok en i prosjektet hensyn til at en har ulike byggeskikker for ulike tidsepoker ved at en hadde tre aldersklasser av hus. Det viste seg at de ytre materialene var sammenlignbare for alle tidsgruppene og i AirQUIS CorrCost har en slått sammen disse gruppene til en gruppe for hver bygningskategori. Gruppe kontor og handel og gruppe industri har få hus til at en kan dele opp i årskategorier. Det er derfor inspisert et større antall bygninger for å få med et representativt utvalg av alle årsklasser.

Statistiske verdier egner seg best til å beregne store mengder hus. Materialmengdene for Oslo blir derfor mer korrekt beskrevet enn for et mindre utvalg som kommunale hus.

For enkle hus blir statistiske størrelser vanskelige å bruke. I dagens utgave av AirQUIS CorrCost kan en bare legge inn statistiske verdier for materialer. En bør vurdere nytten av å modifisere AirQUIS CorrCost i neste fase slik at en kan legge inn reelle materialmengder for enkelt hus.

Kostnadene for utskifting og vedlikehold er veiledende gjennomsnittstall for arbeid av denne type. I AirQUIS CorrCost er beregningsåret 1994. Det bør utvikles rutiner for jevnlig oppdatering av kostnadene i Tabell 5. Videre må tabellen utvides til å omfatte flere materialer og kombinasjoner av materialer brukt i ny arkitektur og byggeskikk.

Årskostnadsberegningene tar primært hensyn til vedlikeholdsbehov som skyldes miljøpåvirkninger. Andre årsaker som dårlig utført arbeid, svært uheldige konstruktive detaljer o.l. vil kunne gi lavere levetider og kortere vedlikeholdsintervaller enn modellen predikterer.

Vedlikeholdsintervallene som en beregner fra levetidsfunksjonene omfatter ikke alle materialer. For materialer som betong og tegl har en i dag ingen ligninger men bare to vedlikeholdsnivåer over og under  $10 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$ . For norske byer hvor  $\text{SO}_2$ -nivået ofte er under  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  betyr det at en får en underestimering av kostnadene knyttet til luftforurensning.

For noen materialer kjenner en korrosjonshastigheten som funksjon av forureningsparametere, men en har ikke definert hvor mye som kan korrodere før en må foreta vedlikehold. Dette gjelder blant annet karbonstål og rusttregt stål. Det er ofte små mengder av disse materialer i bruk. Karbonstål er som regel malt og rusttregt stål er lokalisert til spesielle hus.

## 5.3 Inngangsparametere

### 5.3.1 Levetidsfunksjoner

Levetidsfunksjonene som benyttes kommer fra to undersøkelser; det internasjonale eksponeringsprogrammet UN/ECE ICP materials og MOBAK undersøkelsen in Stockholm Praha og Sarpsborg. UN/ECE ICP materials gir ligninger for korrosjonshastigheter og må omformes til levetidsfunksjoner før de kan benyttes i CorrCost. Funksjonene er vist i Tabell 1. Det er et begrenset antall materialer hvor dette er mulig i dag, siden en mangler kjennskap til hvor mye som kan korrodere før tiltak må iverksettes. Ligningene fra UN/ECE ICP materials er antatt å være de beste ligningene som kan anvendes til å prediktere miljøets påvirkning på materialer. En revisjon av disse ligningene vil være tilgjengelig sommeren 1998. MOBAK undersøkelsen er basert på tilstandsanalyse av inspiserete hus. Levetidsbestemmelsen er derfor god. Koblingen til miljøets virkning er svakere og til nå er primært bare virkningen av SO<sub>2</sub> lagt inn som forklaringsparameter. Det er derfor forbedringspotensiale for de fleste levetidsfunksjonen som benyttes i AirQUIS CorrCost. Dagens ligninger er imidlertid gode nok til den type beregninger som gjøres i AirQUIS CorrCost.

Levetidsfunksjoner er felt hvor det stadig er arbeid på gang for å få fram bedre ligninger. Det er behov for å forbedre levetidsfunksjonene for flere av materialene spesielt når en nå ser et nytt forurensningsbilde i de fleste deler av den industrialiserte verden. ECE/ICP on materials vil gi et vesentlig bidrag til dette sannsynligvis også for nye materialgrupper som malte materialer. For enkelte store materialgrupper som betong og teglstein mangler det levetidsfunksjoner i dag selv om en vet at disse materialene reagerer med sure forurensninger. Det er mye erfaringsmateriale i verden på området og en systematisk bearbeidelse av denne kunnskapen vil kunne gi muligheter for levetidsligninger.

### 5.3.2 Materialmengder

Materialmengde er en inngangsparameter i AirQUIS CorrCost. Disse beregnes statistisk fra bygningsdata fra GAB. Usikkerheter knyttet til GAB vil også gjelde materialmengdene. Materialmengdene er vist i Tabell 2 og Tabell 3.

Materialberegninger kan bli bedre på utvalgte områder hvor resultatet vil ha betydning for kostnadsanalysen. Materialinventeringene bestemmer materialtypene primært ut fra visuell inspeksjon og inspektørens kunnskaper om materialer. Dette betyr at enkelte materialgrupper består av materialer som kan ha noe forskjellig levetid. Spesielt gjelder dette overflatebehandlingen. For materialgrupper med store mengder materialer vil dette øke usikkerheten. I databasen har en ikke skilt mellom malt og beiset tre, og dette vil øke usikkerheten i beregningene spesielt for småhus i Norge. Det er heller ikke skilt mellom tynnpuss og tykkpuss, noe som kan gi utslag for større byer med mye blokkbebyggelse. En oppsplitting av disse gruppene vil være ønskelig når en oppfølging av modellen er aktuell.

### 5.3.3 *Kostnader*

Priser er en av inngangsparametrene. Disse omfatter kostnader knyttet til materialer og utførelse. Usikkerheter knyttet til levetidsfunksjoner og vedlikeholdsintervaller vil også gjelde beregnede kostnader. Kostnadene er vist i Tabell 5.

Vedlikeholdsprisene i AirQUIS CorrCost 1.0 må justeres ut fra gjeldende priser i bransjen. For denne type beregninger er det ønskelig at bransjen utarbeider prislister som justeres årlig. Lister av den typen finnes i dag i en rekke industrialiserte land.

### 5.3.4 *Klimaparametere*

Klimatiske parametere som våttid og nedbør er med i noen av levetidsberegningene. Parameterene blir tatt fra Det Norske Meteorologiske Institutt's målinger. Kvaliteten på målingene er gode, men det er mindre kjent hvor representative målingene er for et større område. Dataene for Scheffer's indeks i Oslo området i kapittel 4.1.2, viser at det er lokale variasjoner som er vanskelig å modellere i dag. DNMI har modeller som kan benyttes, men de krever meget stor regnekapasitet og et større utviklingsarbeid for å utvikle en modell for lokale variasjoner. Det er betydelig enklere å bruke DNMI's data for modellering av klima over større regionale områder. NILU og NORGIT har startet et slikt arbeid innen prosjekt WOOD-ASSESS og dette kan bli benyttet også i AirQUIS CorrCost-sammenheng i neste fase. I dagens modell er klimaparametrene lagt inn som faste størrelser for hvert beregningsområde.

Modellering av forurensningsnivåer i byer og tettsteder er en av NILUs hovedområder. Modellene baserer seg på at en kjenner eller kartlegger de lokale utslipp av forurensninger i området, både lokale utslipp fra industri og fyring så vel som linjeutslipp fra trafikk. Denne modellen er benyttet for beregningene i Oslo og Lillehammer, og beregningene er verifiserte ved målinger på utvalgte steder i byene. I Voss er det ikke gjort noen modellberegning, men det er kjent fra målinger at forurensningsnivået er lavt og samme nivå er brukt over hele området. I flere av de mest forurensede og større byene i landet er det utført modellberegninger.

Sur nedbør er en parameter som inngår i flere levetidsfunksjoner. Mye av den sure nedbøren i Norge er langtransportert forurensning. NILU er europeisk senter for sur nedbørforskning og har modeller for hvorledes sur nedbør mengden varierer over landet. Disse dataen benyttes i dagens AirQUIS CorrCost-modell.

## 6. **Utnyttelsespotensial hos mulige brukere**

Selv om det internasjonalt er gjennomført mange analyser av miljøets betydning for materialers levetid og kostnadene dette representerer, så er AirQUIS CorrCost-modellen den første modellen som integrerer alle nødvendige parametere i et modelleringsverktøy. Ved at bygninger, materialmengder og forurensninger er fordelt i et GIS basert rutenett vil det være mulig å benytte AirQUIS CorrCost til å beregne de midlere vedlikeholdskostnadene for bygningsmassen i ulike deler av

en by og miljømyndighetene kan få et verktøy til å beregne effekten på materialer av nye miljøtiltak.

AirQUIS CorrCost 1.0 har forbedringspotensialer på flere områder. Noen av forbedringene krever mer grunnlagsforskning, mens andre er av mer økonomisk eller administrativ natur. Det er videre mulig å forbedre de faglige input parametrene på flere områder.

Datateknisk ønsker NILU å videreutvikle CorrCost til en integrert modul innen ENSIS 2.01 med importfunksjoner som gjør tilgjengeligheten av de andre modulene AirQUIS mulig. Planen er at denne integreringen skal skje i ENSIS 2.01 høsten 1998.

MMWood og GISWood er totale systemer for tilstandsanalyse, og er basert på NS 3424.

Bruk av de forskjellige systemene forutsetter at de nødvendige ressursene stilles til den enkelte brukers disposisjon. Dette gjelder tid til opplæring, kompetanse og PC-utstyr. Det bør være god kontakt mellom IT-ansvarlige og det personel som skal bruke systemene. Det er store forskjeller mellom kommunene i hvordan dette er organisert. Oslo kommunale boligbedrift har satt av store ressurser, med det har også der vært noen problemer. Bedriften deltar i videre utvikling, og er en av partnerne i et nytt EU-prosjekt. I Lillehammer har systemet vært tatt i bruk i teknisk etat.

### **6.1 Bygningsforvaltere**

Både private og offentlige bygningsforvaltere vil ha nytte av modellene. GISWood og MMWood brukes i selve forvaltningen, til tilstandsanalyser, planlegging av vedlikehold og kontroll med at arbeidet blir utført innenfor de vedtatte tidsrammer. Man vil få et verktøy til å dokumentere tilstand og vedlikeholdsbehov, og få fram et godt underlagsmateriale for beslutninger om arbeid som skal gjennomføres og prioriteringer.

AirQUIS CorrCost-beregningene gir oversikt over hvilke årlige kostnader knyttet til ytre vedlikehold man kan forvente, og man for tydeliggjort forskjeller i vedlikeholdsbehov på identiske bygninger eksponert for forskjellige luftforureningsnivåer.

Offentlige forvaltere får et hjelpemiddel til å dokumentere sine vedlikeholdsbehov/-utgifter for eiere eller politikere.

### **6.2 Offentlige myndigheter i forbindelse med planlegging**

AirQUIS CorrCost gir offentlige myndigheter et verktøy til å vurdere kostnader og effekter ved gjennomføring av tiltak relatert til utslipp til luft/luftforurensning. Man vil også kunne få ut informasjon om betydning for levetid for tilliggende bygninger og årskostnader ved valg av lokalisering for utslipp til luft eller trasévalg for veitrafikk.

Man vil ha et verktøy som kan gi informasjon om nedbrytningshastigheter, og områder hvor levetiden er under det akseptable. I forbindelse med kost/nytte-analyser kan man få endring i kostnader knyttet til materialnedbrytning ved gjennomføring av tiltak.

### **6.3 Konsulenter**

Både GISWood, MMWood og AirQUIS CorrCost er verktøy som kan tas i bruk av konsulenter i forbindelse med materialvalg, vurdering av årskostnader, tilstandsanalyser og vedlikeholdsplanlegging.

### **6.4 Utnyttelsespotensial**

AirQUIS CorrCost kan benyttes til beregning av årskostnader og akkumulert vedlikeholdsbehov for flere nivåer, fra enkelthus til hele landet. Resultatene kan brukes som underlagsmateriell og dokumentasjon for beslutningstakere. Systemet regner i utgangspunktet med statistiske verdier for materialmengder, slik at man for få eller enkeltbygninger må legge inn de reelle verdiene dersom disse er tilgjengelige for å få gode resultater.

Systemet er et godt verktøy til kartlegging av områder med overskridelser av akseptabel korrosjonshastighet eller levetider under ønsket levetid. Informasjonen kan brukes ved valg av byggematerialer i et bestemt område.

Videre kan man finne informasjon om hvordan forholdene endres ved endringer i utslippsdata, og informasjonssystemet kan brukes for å frembringe scenarier med resultater om levetider eller besparelser som følge av utslippsreduksjoner, og kostnader som blir et resultat av økte utslipp.

### **6.5 Kobling mot andre systemer**

Bygningsforvaltere har i dag behov for flere systemer, som FDV-systemer, husleiesystemer og kontorstøttesystemer. Hvert av systemene dekker en eller flere behov. Det er ofte ingen kobling mellom systemene, slik at samme informasjon må legges inn flere steder. MMWood og GISWood er totale systemer for tilstandsanalyse. Det foregår en videreutvikling av disse systemene. MMWood skal i ny versjon fungere sammen med de mest anerkjente FDV-systemer. Som et resultat av de behovene for sammenkobling som er avdekket i dette prosjektet, er det sendt en søknad om finansiering av videreutviklingen til EUs program for små og mellomstore bedrifter.

## **7. Konklusjon**

Utprøvingen av systemene i kommunene har vist at AirQUIS CorrCost gir en god oversikt over årlige kostnader til ytre vedlikehold. Systemet tar hensyn til lokale miljø- og klimaforhold. Man får også opplysninger om levetid for ulike materialer på geografiske systemer. En sammenstilling av kostnader, antall bygninger og materialmengder er satt opp i Tabell 22. Her er også noen sammenligningstall vist.

Tabell 22: Sammenstilling av kostnader, innbyggere, antall bygninger, materialmengder totalt og pr. innbygger, samt beregnet gulvareal ut fra antatt flatt tak og tak med 45° vinkel.

By	Antall innbyggere	Antall bygninger	Amat totalt m <sup>2</sup>	Amat pr. bygg m <sup>2</sup>	Agolv pr. bygg m <sup>2</sup>	Kostnader (kr)	Kr/m <sup>2</sup> gulv	Totalt beregnet gulvareal m <sup>2</sup>	Gulvareal pr. innbygger m <sup>2</sup>	Mat. pr. innbygger
Beregninger med flatt tak										
Oslo	483 401	103 000	103 014 000	1 000	301	604 878 000	20	30 959 471	64,0	213
Oslo kommunale boligbedrift	483 401	289	615 000	2 128	560	2 772 000	17	161 936		
Lillehammer	24 170	6 581	4 080 000	620	234	22 408 000	15	1 542 816	63,8	169
Lillehammer kommune	24 170		561 000			2 827 000		212 137	8,8	23
Voss	13 938	15 670	7 821 000	499	180	41 425 000	15	2 821 352	202,4	561
Voss kommune	13 938		189 000			1 021 000		68 180	4,9	14
Beregninger med takvinkel 45°										
Oslo	483 401	103 000	103 014 000	1 000	250	604 878 000	24	25 731 669	53,2	213
Oslo kommunale boligbedrift	483 401	289	615 000	2 128	490	2 772 000	20	141 542		
Lillehammer	24 170	6 581	4 080 000	620	182	22 408 000	19	1 199 664	49,6	169
Lillehammer kommune	24 170		561 000			2 827 000		164 954	6,8	23
Voss	13 938	15 670	7 821 000	499	136	41 425 000	19	2 138 017	153,4	561
Voss kommune	13 938		189 000			1 021 000		51 667	3,7	14
Sammenligningsgrunnlag										
MOBAK Stockholm										132
MOBAK Sarpsborg										165
Nettverksgruppe Sør-Trøndelag, totalt vedlikehold										
Malvik	10 491								4	
Frøya	4 073								6,5	
Meldal	4 070								12,5	
Gjennomsnitt							10-40		7	
Normtall Multiconsult, totalt vedlikehold							65			

Tilstandsanalyse systemet MMWood har vist seg å være et godt hjelpemiddel for registrering av skader og årsaker til disse. Utarbeidelse av arbeidskort gir god oversikt over hvilke arbeider som skal utføres, og frister for utførelse.

GISWood gir forvalter en god oversikt over de bygningene man har ansvar for. Det er her mulig å legge inn alle informasjon man har om bygningen, inkludert bilder og tegninger.

Felles for alle systemene er at de krever at det blir satt av ressurser til opplæring og oppfølging. Erfaringen fra prosjektet viser at dette ikke alltid skjer.

## 8. Referanser

Andersson, B. (1994) Korrosjonskadekostnader orsakad av svoveldioxid emissioner. Svenska Miljöräkenskaper.

Cowell, D. and ApSimon, H. (1994) Estimating the Cost of Damage to Buildings by acidifying atmospheric pollution in Europe. In: *UN ECE Workshop on Economic Evaluation of Damage caused by Acidifying Pollutants*, London, May 1994.

Glomsrød, S., Godal, O., Henriksen, J.F., Haagenrud, S.E. og Skancke, T. (1996) Luftforurensninger – effekter og verdier (LEVE). Materialkostnader på bygninger og biler i Norge. Oslo, Statens forurensningstilsyn (Rapport 96:07).

Grønskei, K.E., Walker, S.E. and Gram, F. (1993) Evaluation of a model for hourly spatial concentration distributions. *Atmos. Environ.*, 27B, 105-120.

Haagenrud, S.E. and Henriksen, J.F. (1996) Degradation of Built Environment – Review of Cost Assessment Model and Dose-response functions. In: *7<sup>th</sup> International Conference on the durability of building materials and components*. Stockholm, May 1996. Ed. by C. Sjöström. London, Spon.

Haagenrud, S.E., Henriksen, J.F., Elvedal, U. og Nilsen, G.B. (1997) AirQUIS CorrCost. Utvikling av en 1.0-modul for beregning av korrosjonskostnader i byer og kommuner. Kjeller (NILU OR 15/98).

Kucera, V., Henriksen, J., Knotkova, D. and Sjöström, Ch. (1993) Model for calculations of corrosion cost caused by air pollution and its application in three cities. In: *Progress in the understanding and prevention of corrosion, 10<sup>th</sup> European Corrosion Congress, Barcelona, July 1993*. Ed. by J.M. Costa and A.D. Mercer. London, Institute of Materials. Vol. 1, pp. 24-32.

Kucera, V., Tidblad, J., Henriksen, J.H., Bartonova, A. and Mikhailov, A.A. (1995) Statistical analysis of 4-year materials exposure and acceptable deterioration and pollution levels. Convention on long-range transboundary air pollution. Prepared by the main research centre, Swedish Corrosion Institute, Stockholm. (UN ECE ICP on effects on materials including historic and cultural monuments, Report No. 18).

Norsk kommunalteknisk forening (1997) Rapport fra Nettverksgruppe Sør-Trøndelag. Rennebu, Brødrene Strand Ingeniørfirma.

Multiconsult (1997) Bygningsforvaltning - FoU inn i år 2000. Status og fremtidsplaner. Seminar 19. november 1997. Lysaker.

## **Vedlegg A**

### **Enkel brukerveiledning ArcView 2.1**

## A1. Generelt

### A1.1 Om dokumentet

Hensikten med dette dokumentet er at du skal kunne hente inn data og lage dine egne prosjekter. Dette dokumentet beskriver en del nyttige standardfunksjoner i ArcView, samt hvordan du får hentet inn data fra databasen. For fylligere beskrivelse i generell bruk av ArcView, henvises det til on-line hjelpen. I tillegg henvises det til brukerdokumentasjoner for de enkelte applikasjoner.

Et alternativ er også å hente inn et eksempelprosjekt. Gjennomførte prosjekter kan lagres på en prosjektkatalog, slik at du kan ta utgangspunkt i et gjennomført prosjekt, bygge videre på dette og lagre det på nytt med et nytt prosjektnavn. Beskrivelse av disse prosjektene ligger i produktkatalogen.

### A1.2 Om ArcView

ArcView startes fra et ikon i windows-menyen. Du kan lage deg egne ikoner som automatisk starter et prosjekt du tidligere har lagret.

ArcView består av 6 hoveddeler:

- **Prosjektvinduet:** Her finner du en oversikt over alt som er lagret i prosjektet (kart, tabeller, diagram, layouter og script).
- **Kart:** Her er den kartografiske visningen av de *temaene* du har i prosjektet. Temaene som vises i viewet består av et eller flere *objekter*.
- **Tabeller:** Her kan du ta fram tabeller med egenskapsdata. Tabellen består av *records* og *fields*.
- **Diagram:** Her kan du sammenstille data i forskjellige typer diagrammer (stolpediagram, kakediagram m.m.).
- **Layouter:** Her komponerer du innholdet i utskriften din.
- **Script:** Her ligger alle script som er spesielle for prosjektet.

Hver hoveddel har sin egen menylinje (nedtrekksmenyer), knappelinje og verktøylinje. Knappelinja er linja under nedtrekksmenyene. Ved å trykke/klikke på en av knappene utføres en kommando direkte. Disse kommandoene kan også utføres via nedtrekksmenyene. Knappene er således hurtigveier til disse kommandoene. Verktøylinja er linja under knappelinja. Verktøyene skal først aktiviseres med musepekeren og deretter kan en handling utføres i vinduet avhengig av hvilket verktøy som er aktivisert.

## A2. Noen fellesfunksjoner

Her nevnes noen funksjonsknapper og verktøyknapper som er felles for flere av hoveddelene i ArcView. Hvis en knapp/verktøy er "grå", vil det si at den ikke kan brukes for den situasjonen du har akkurat på det tidspunktet.

En hovedregel i ArcView er at alle handlinger som utføres på objekter, utføres på *selekterte* (utvalgte) objekter.

Ved å holde musepekeren rolig over en knapp/verktøy, vil du nederst på skjermen få en forklarende tekst på hva knappen utfører.

### A2.1 Knapper



Denne knappen lagrer prosjektet.



Dersom du ønsker å søke innen et tema kan du bruke "Hammer-ikonet" ("Query Builder"). Her kan du lage spesielle søk. Eksempel på et søk er: Finn alle hytter som er større enn 50 m<sup>2</sup> eller finn alle høyspentkabler som er lenger enn 5 km. Du kan søke i et kart eller i en tabell. Du kan søke i et nytt eller tidligere utvalg.



Her får du opp en dialogboks der du kan velge printer og deretter skrive ut den hoveddelen du er inne i.

### A2.2 Verktøy

Husk at et verktøy må du først aktivisere og deretter utføre en handling i vinduet.



Med dette kan du zoome opp i vinduet, enten ved å tegne et kvadrat rundt, eller ved å klikke i senter av det du vil zoome opp.



Med dette kan du klikke et sted hvor du vil ha inn tekst, og deretter skrive inn teksten.



Med dette kan du legge grafikk på kartet: Ved å holde museknappen nede på dette verktøyet, kan du velge mellom å tegne punkter, linjer og polygoner.

### A2.3 Symbolpalett

På Vindu-menyen kan du velge "Vis Symbolpalett" og dermed få opp en dialogboks hvor du kan velge mellom:

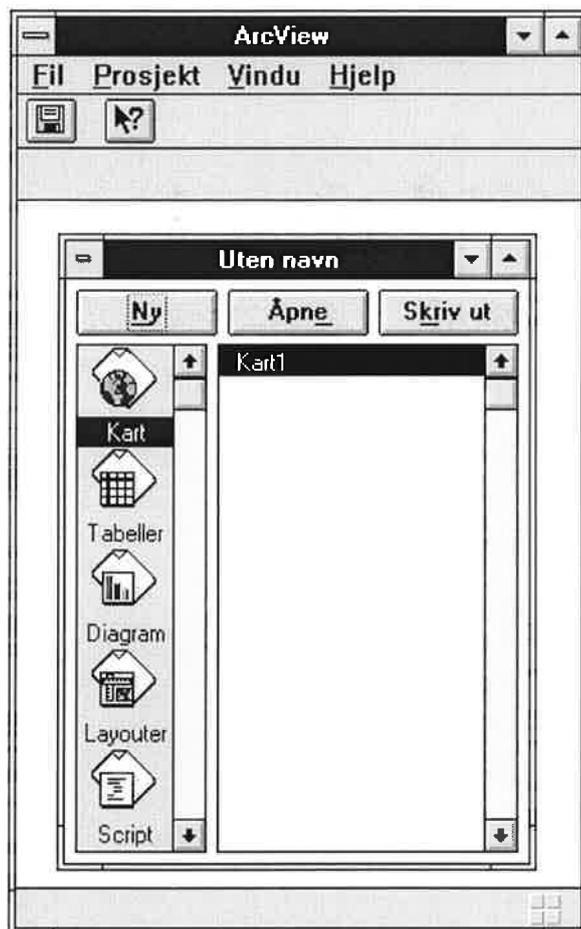
- skravur på flater
- linje-typer
- punkt-typer
- tekst-typer
- farger/gjennomsiktighet
- hente inn nye symboler

Denne dialogboksen kan du også få opp ved å dobbeltklikke på et objekt der du vil forandre på en av de ovennevnte egenskapene.

### A3. ArcView's hoveddeler

#### A3.1 Prosjektvinduet

Prosjektvinduet ser slik ut: ("Uten navn" vil være erstattet med prosjektnavnet.)



Ved å klikke på Kart, Tabeller, Diagram, Layouter eller Script vil du få en oversikt over alt som er lagret i prosjektet.

På "Fil"-menyen kan du bruke "Lagre prosjekt som..." og lagre prosjektet med et nytt navn.

### A3.2 Kart

Et kart med et tema tatt inn (ikke slått på) ser slik ut:



Du kan skrive inn ønsket målestokk i vinduet til høyre på verktøylinja (etter "Målestokk 1:"). Denne målestokken forandres når du zoomer i kartet.

For å legge inn temaer i kartet bruker du knappen: .

Til venstre i kartet vil det være en liste over de temaene som er tatt inn. ArcView tegner alle temaer som er slått på i rekkefølge fra bunnen og oppover i innholdsfortegnelsen til venstre. Dvs. at de øverste temaene tegnes over de som er under, men temaene kan gjøres transparente (ved å bruke Symbolpalett se kap. 0). Du kan selv ta tak i et tema med musa og "dra" dette til ønsket plassering i innholdsfortegnelsen. På denne måten kan dette temaet tegnes over eller under et annet tema.

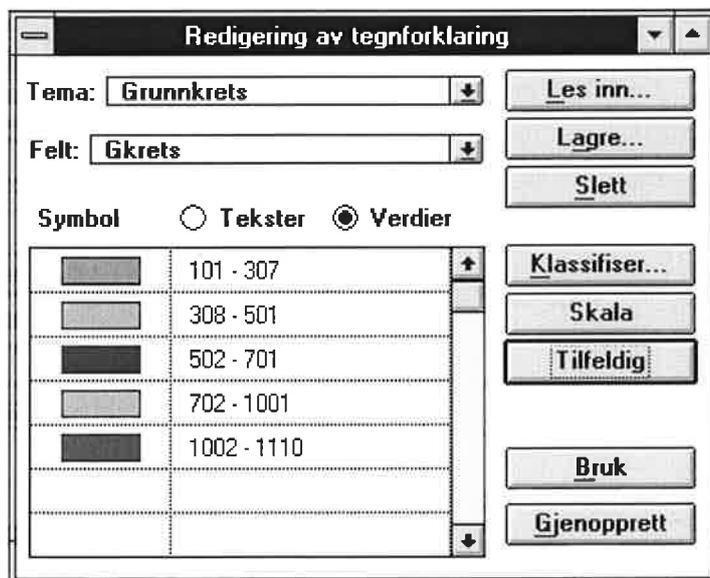
Et tema består av mange objekter (eller "records" i egenskapstabellen). Et (eller flere) objekt kan *selekteres*, og du kan utføre spesielle handlinger på selekterte objekter. Standard seleksjons farge er gul.

Et tema er *slått på* når du har haket av i boksen foran temaet: , og da vises temaet i vinduet. Et tema er *aktivisert* når du har klikket et sted på navnet og det har blitt en ramme rundt temaet. Et tema som er aktivisert kan du utføre en del handlinger på under menyen: "Tema" (her nevnes noen av disse):

- Egenskaper:
  - \* *Definisjon*: Her kan du selektere på egenskapene til temaet hva som skal vises.
  - \* *Påskrift*: Her kan du velge en egenskap fra egenskapstabellen som skal skrives ut på hvert objekt til et tema. (I tillegg må du bruke kommandoen "Automatisk påskrift" hvis du vil ha påskrift på alle objekter innen et tema.)
  - \* *Vis*: Her kan du bestemme øvre og nedre grense for hvilken målestokk tema skal vises.
  - \* *Hot Link*: Her kan du koble til et bilde, video, dokument m.m. til et objekt.

- Skjul/Vis tegnforklaring: Viser eller skjuler tegnforklaringen til temaet.
- Tabell... (alternativt - Velg etter tema...: Her kan du selektere objekter i et tema utfra forskjellige kriterier i forholdet til et annet tema:
  - \* hvis objektet er fullstendig inne i et annet tema
  - \* hvis objektet fullstendig inneholder et annet tema
  - \* hvis objektet har senteret inne i et annet tema
  - \* hvis objektet inneholder senteret til et annet tema
  - \* hvis objektet berører et annet tema
  - \* objekter som er en viss distanse fra et annet tema (f.eks. et "buffer" rundt en jernbanelinje)
- Opphev utvalg (alternativt 

Ved å dobbeltklikke på et tema får du opp dialogboksen "Redigering av tegnforklaring":



Her kan du velge en kolonne ("Felt") fra egenskapstabellen, og deretter gi forskjellige symboler til ulike gruppe objekter i denne kolonnen. Du kan også skrive på tekster. Eksempelet viser "Grunnkrets" sortert på "Gkrets".

Beskrivelse av noen av knappene i et kart:



Denne knappen zoomer slik at alle temaer vises maksimert i kartet.



Denne knappen zoomer slik at aktivt tema vises maksimert i kartet.



Denne knappen zoomer slik at selektert objekt i aktivt tema vises maksimert i kartet.

Beskrivelse av noen av verktøyene i et kart:



Dersom du ønsker informasjon om ett spesielt kartobjekt, bruker du denne knappen. Sørg for at ønsket tema er aktivt, klikk på "i-knappen" og deretter på ønsket kartobjekt (Dvs. klikk direkte i kartet på det objektet du ønsker info om). Klikker du på en eiendom vil du få opp all informasjon som ligger i eigenskapstabellen om denne eiendommen.



Dette verktøyet brukes for å selektere et objekt. Sørg for at ønsket tema er aktivt, klikk på knappen og deretter på ønsket kartobjekt. Da vil det kartobjektet du velger bli merket gult. Samtidig vil objektet bli selektert og merket gult også i eigenskapstabellen. Flere objekter kan velges ved å holde "shift"-knappen nede.



Med dette verktøyet kan du måle avstander i kartet.

### A3.3 Tabeller

Et eksempel på en attributt-tabell (eigenskaps-tabell) ser slik ut:

Shape	Area	Perimeter	Gkrets#	Gkrets-#	Floms	Kanna	Gkrets
Polygon	19589482.000	20042.039	2	517	4005	805	102
Polygon	16474605.000	21324.684	3	484	4005	805	101
Polygon	20890374.000	20718.947	4	490	4005	805	103
Polygon	405466.500	2975.504	5	267	4005	805	1003
Polygon	3512940.500	9697.481	6	303	4005	805	1011
Polygon	671716.500	4893.017	7	277	4005	805	1005

Du kan gjøre seleksjoner i en tabell ved å klikke på en "record" (horisontal linje), denne blir da markert gul (hvis du ikke har forandret på standard seleksjonsfarge). Denne seleksjonen vises direkte i kartet ved at selektert record (objekt i kartet) markeres gul.

Beskrivelse av noen knapper:



Søk på en tekst i en tekstkolonne.



Selektere en record ved å lage "logiske uttrykk" (logiske uttrykk inneholder f.eks. <, >, or, and) for ønskede egenskaper.



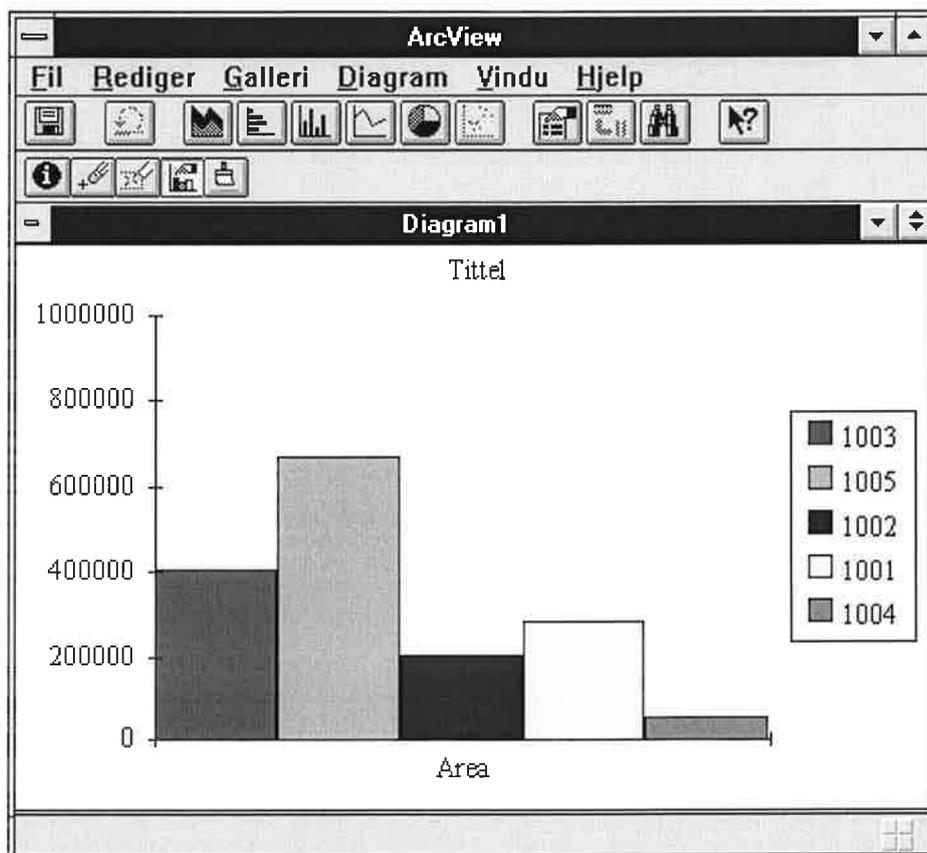
Flytter alle selekterte "records" øverst i tabellen.



Sorter en valgt kolonne i stigende eller synkende rekkefølge.

### A3.4 Diagram

Eksempel på et diagram:



Når du velger et nytt "diagram" fra prosjektmenyen får du spørsmål om hvilken tabell du vil lage et diagram ut i fra. Deretter må du velge hvilke kolonner i tabellen du skal lage et diagram ut fra. Diagrammet lages for de records som er selektert i tabellen.

Når du har fått opp et diagram, har du mange muligheter til å manipulere med dette:

- Diagram -type: linje, stolpe, punkt, kake m.m.
- Tittel: Plassering og innhold.
- Tegnforklaring: Plassering og innhold.
- Akser: Inndeling og påskrift.
- Farger.

### A3.5 Layout

I en "layout" kan du komponere utskriften din. Dette gjøres ved bruk av følgende verktøy:

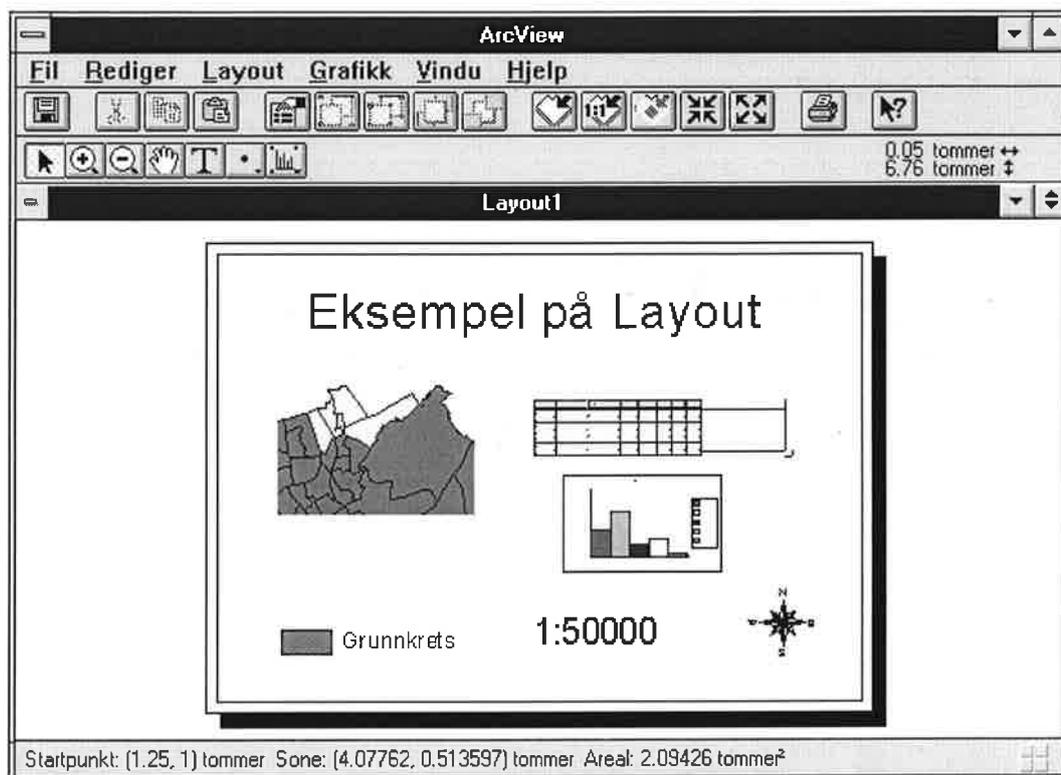


Ved å holde musepekeren nede på dette verktøyet, kan du velge hva du vil sette inn i layouten:

- \* kart
- \* tegnforklaring
- \* målestokk
- \* nordpil
- \* diagram
- \* tabell
- \* grafikk/bilder

Først aktiviserer du verktøyet, så tegner du et rektangel i layouten der du vil plassere objektet, deretter velger du noen egenskaper for objektet i en dialogboks som kommer opp.

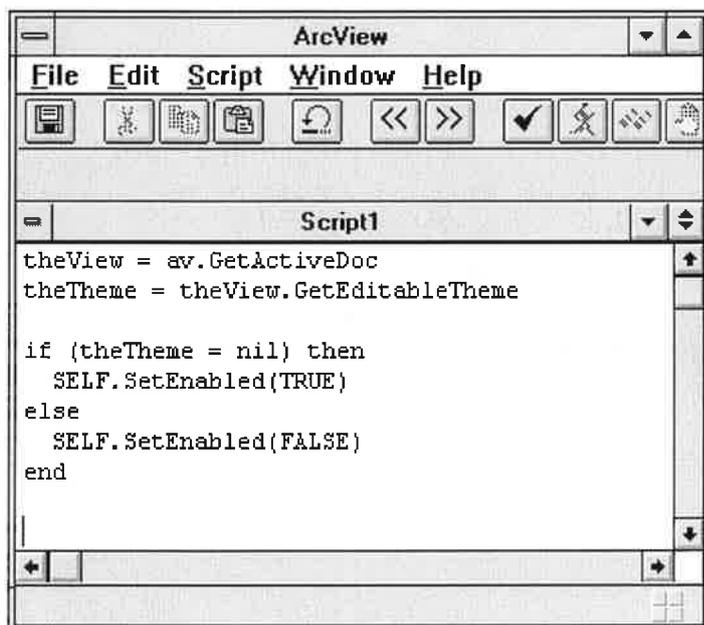
I eksempelet på layout er det plassert et kart, et diagram, en nordpil, en tegnforklaring, en tekst, en tabell og en målestokk:



Etter at du har satt inn et objekt i layouten kan du merke dette med "pilverktøyet" (🖱️). Når du har merket dette, kan du "dra" i det for å forandre størrelsen. Hvis du dobbelklikker på objektet så får du opp en dialogboks der du kan endre egenskapene til objektet.

### A3.6 Scripts

Programmeringsspråket i ArcView heter Avenue. Her er det vist et eksempel på et Avenue-script:



Du kan programmere script for å lage/endre på funksjoner i ArcView. Dette er et emne for den viderekomne, og beskrives ikke mer her.

## A4. Nyttige tips

I dette kapittelet er det listet opp noen nyttige tips for å løse problemstillinger som kan oppstå.

- Det første du bør sjekke hvis du står fast er on-line hjelpen. Hvis du velger "Innhold" på nedtrekksmenyen "Help", vil du få opp en liste over innholdet i on-line hjelpen:
  - \* bruk av ArcView
  - \* hvordan utføre en del aktiviteter
  - \* gjennomgang av et øvingsopplegg for ArcView
  - \* hjelp for programmering i Avenue
  - \* teknisk support
- Under "Bruk av ArcView" over er det et emne som heter: "Frequently Asked Questions". Her vil du finne svar på mange generelle problemer.
- : Ved å trykke denne knappen, og deretter trykke et annet sted på skjermen, vil du få hjelp om det stedet du trykker på.

- Du vil merke at når du åpner et vindu, så får det en forutbestemt størrelse. Dette hender selv om du maksimerte det sist du var inne på dette. For å få tilbake den størrelsen du hadde sist, må du først lukke vinduet ved bruk av "minusen" øverst til venstre i vinduet. Og deretter åpne vinduet fra prosjektmenyen.
- Hvis du ikke får opp en målestokk for kartet ditt, må du gå inn på nedtrekksmenyen "Kart" og velge "Egenskaper...". Under "Kartenhet" og "Avstandsenhet" må du velge "meter".
- Når du tar inn data fra Map Library (se kap. 0), kan det hende at du ikke får tegne Egenskaper "Properties..." og deretter velge "Interesseområde...". Under "Innstill IO til" velger du "visningsområde". Da vises data fra Map Library for det området som var i displayet/kartet før du gikk inn på "Interesseområde". Du må da først ha zoomet deg til det området som du vil vise data for. Du kan også velge andre betingelser under "Interesseområde".

Du kan også bruke en verktøyknapp i kartet til å bestemme interesseområde.

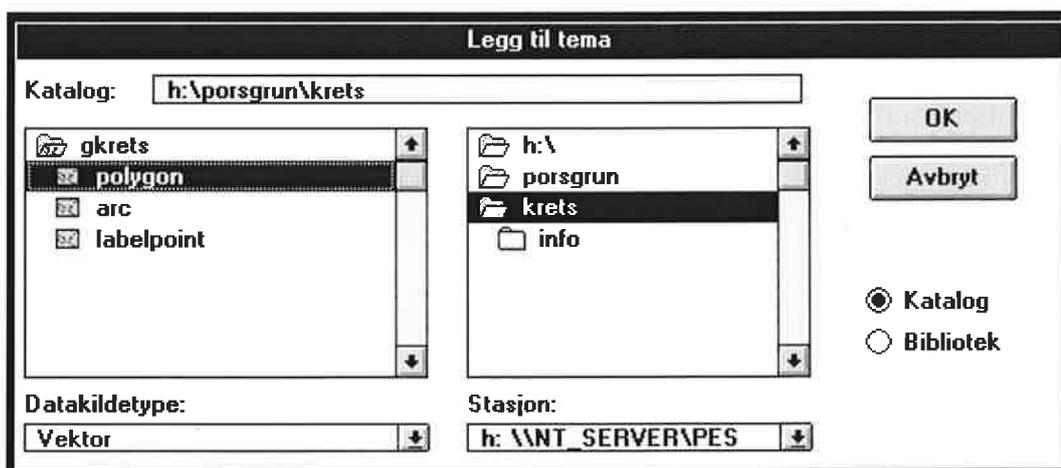
## A5. Map-library kontra heldekkende cover

Data som ligger lagret i "Map-library" er lagret slik at de er oppdelt i "tiles". En "tile" kan f.eks. være et kartblad. Du kan da gjøre geografiske utsnitt (en eller flere "tiles") for hvilke data som skal vises i ArcView. Opptegningen går da mye raskere. Hvilke "tiles" som skal vises bestemmer du på kartmenyen "Kart" - "Egenskaper" - "Interesseområde".

Data som ofte ligger lagret i Map-library er:

- grunnkart 1000
- grunnkart 5000

Disse dataene får du fram ved å velge "Bibliotek" i dialogboksen du får fram når du har valgt "Legg til tema..." eller :



Alle andre data ligger lagret i kommunedekkende cover. Du kan da ikke begrense visningen av et tema. Disse får du fram ved å velge "Katalog" i figuren over og deretter dobbeltklikke på en katalog.

Når du dobbeltklikker på en katalog i boksen til høyre i dialogvinduet får du opp en liste over "cover" i boksen til venstre. Her kan du velge et eller flere (ved å holde shift-knappen nede) "cover" som du vil ha inn i kartet ditt.

Hvis du klikker på ikonet  til venstre for "coveret" får du opp en liste over innholdet. Hvis du velger et "cover" (slik som "gkrets" i figuren under) vil du få inn det øverste i lista (i eksempelet "polygon"). Det er det som oftest er aktuelt, men du kan velge fritt fra lista hvilke deler du vil ha inn. Alle "cover" inneholder et eller flere av følgende deler:

- point
- arc
- polygon
- labelpoint
- annotation

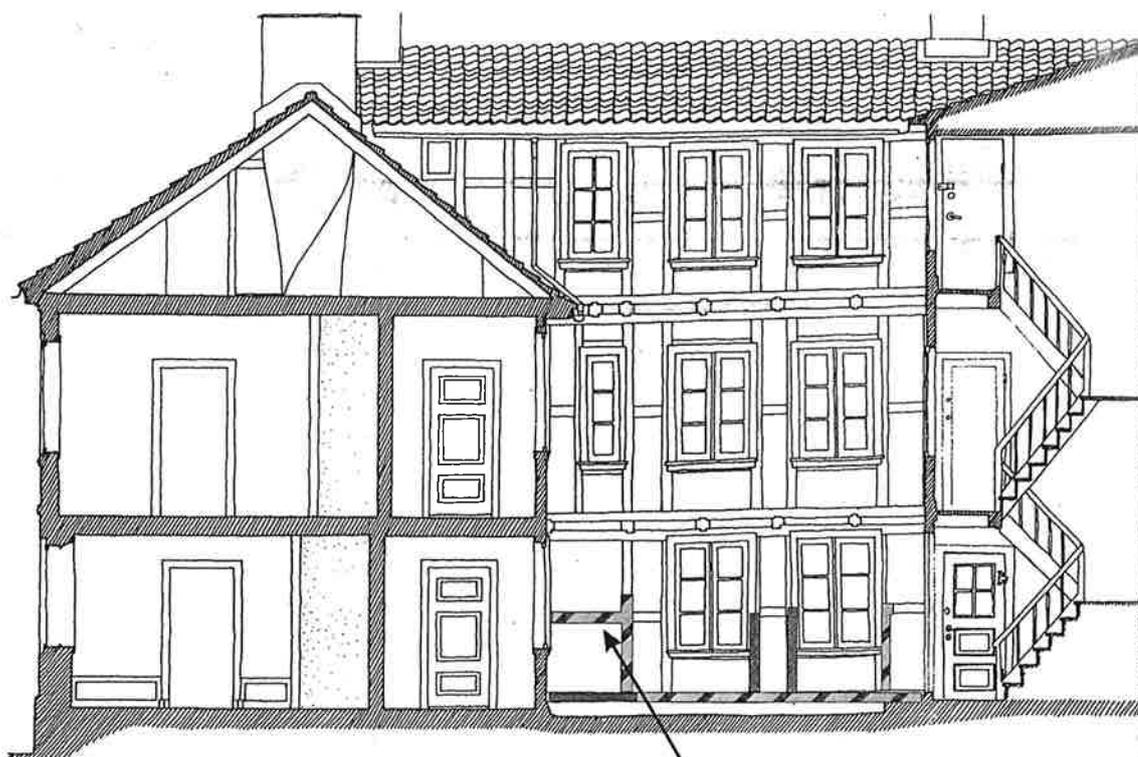
Noen av disse delene kan være tomme selv om de finnes på lista.

## **Vedlegg B**

### **Tilstandsanalyse Fredensborgvn.5**

## Fredensborgveien 5

Fasade bakgård, (1.71)



-  = Tidligere sanerte områder
-  = Ulike råtesopper (kjellersopp/tømmersopper o.l.)
-  = Erstattet med støp

REGISTRERINGER

Det er omfattende skader i bunnsvill (1.71.1) (4meter). Deler av bunnsvillen er tidligere utbedret ved erstatning av råttent materiale med støp. I fakk 1.71.1 er losholt registrert sterkt skadet i 1 m lengde. I fakk 1 og 5 er stender råtedrillkontrollert og funnet sterkt skadet i 180 cm høyde. Mellom vinduene er to stendere tidligere utbedret.

SKADEÅRSAK

Vannsprut fra bakken, defekt takrenne, manglende vedlikehold.

VIDERE ARBEID

Skadeomfang må kartlegges i 2. og 3. etasje og det må kontrolleres i bjelkeopplegg til alle etasjer, innvendig kontroll. Innsamling av analyseprøver ved behov, råtedrillkontroll. Murverkets tilstand må vurderes.

UTBEDRINGER

Svekket materiale skiftes med tilsvarende dimensjon og kvalitet. Murverk spekkes. Fuktsikring bør foretas i konstruksjonen (papp under svill) og ved bedring av takrenner o.l. Belegningsstein og terrengfall bør utføres slik at sprut fra bakken unngås i størst utstrekning.

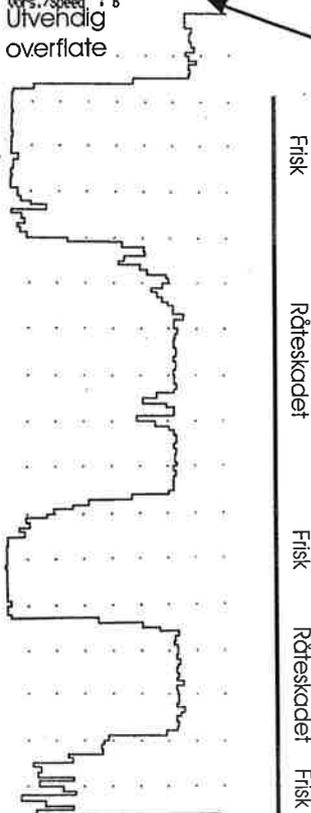
## Fredensborgveien 5

Fasade bakgård, (1.81)

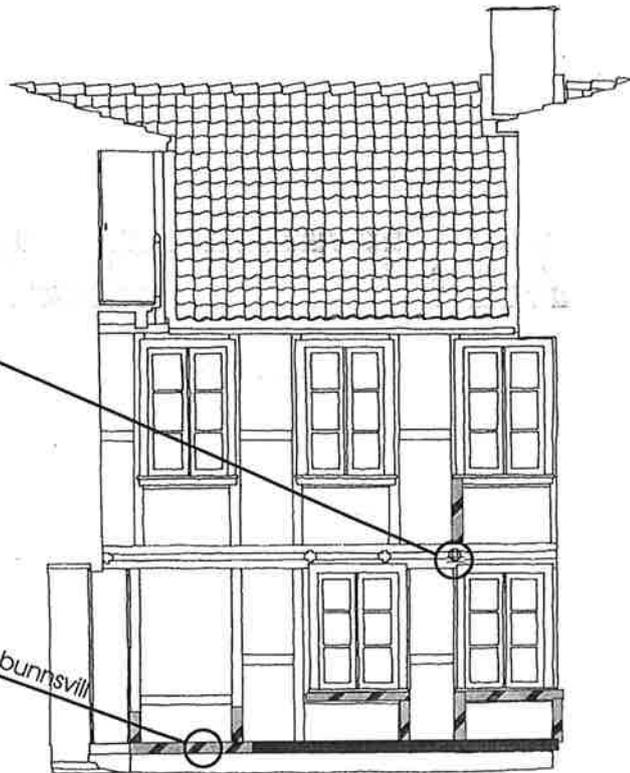


Mindre råteskader i endeved til gulvbjelke.

Måst./Scale : 1:1  
 Empf./Gain : 1  
 Batt. : 13.1 V  
 Vrs./Speed : 6  
 Utvendig  
 overflate



Råtedrillkontroll av bunnsvill



= Ulike råtesopper (kjellersopp/tømmersopper o.l.)

= Erstattet med støp

REGISTRERINGER

Det er omfattende skader i bunnsvill. Deler av bunnsvillen er tidligere utbedret ved erstatning av råttent materiale med støp.

Råtedrillkontroll viser at stolpe 1, 2, 4, 5 og 6 og losholt under vindu i felt 1.81.3 og 1.81. 5 har store innvendige råtesopp-skader. Det er likeledes registrert en mindre råteskade i bjelkeopplegg i etasjeskillet til 2. etasje, samt at en stender må skiftes i denne etasje.

SKADEÅRSÅK

Vannsprut fra bakken, defekt takrenne, manglende vedlikehold.

VIDERE ARBEID

Skadeomfang må kartlegges i 2. og 3. etasje og det må kontrolleres i bjelkeopplegg til alle etasjer, innvendig kontroll. Innsamling av analyseprøver ved behov, råtedrillkontroll. Murverkets tilstand må vurderes. Svekket materiale skiftes med tilsvarende dimensjon og kvalitet. Murverk spekkes. Fuktsikring bør foretas i konstruksjonen (papp under svill) og ved bedring av takrenner o.l. Belegningsstein og terrengfall bør utføres slik at sprut fra bakken unngås i størst utstrekning. Takrenner må monteres høyere, slik at vann ikke fukter opp veggen, men renner ned i rennen.

Råtedrillkontroll av bunnsvill.

Figuren viser et snitt gjennom bunnsvillen på undersøkt sted. Stor råteskade i midten av svillen

<b>ARBEIDSKORT</b>		<b>Objekt : Fredensborgveien 5</b>		<b>Dato: 30.01.98</b>	
<b>Skade : Råte, tømmer</b>		<b>Sikkerhet : Høy</b>		<b>Vedlikehold : Høy</b>	
<b>Arbeidstype : Restaureringsarbeide</b>					
<b>Spørsmål</b>	<b>Verdi</b>	<b>Enhet</b>			
Type material:	SPRUCE	-	Første forek.: 02.09.97		
Skadet areal < 0,1 m <sup>2</sup>	0	cm2	Observ.dato : 02.09.97		
Lengde på skade:	100	cm			
Prosent av total areal:	100	%			
Dybde på skade:	12	cm			
Fuktinnhold:	0	%			
Graden av skade:	SERIOUS	-			
Type prøvetaking:	NONE	-			
Type instrument brukt	OTHER	-			
Avansert instrument:	DRILLMEAS	-			
Nedbrytingsfaktor-Kjemisk:	WATERSPLA	-			
Nedbrytingsfaktor-Biologisk:	NONE	-			
Grunner:	HOLEGUTT	-			
Total tilstandsvurdering:	SERIOUS	-			
Konsekvensgrad:	SEVERE	-			
<b>Element</b>	<b>Id</b>	<b>Nivå</b>			
Bygning	1	1			
Fasade	71	2			
<b>Arbeidskort #: 6 - 2</b>			Utførende : Arbeidsgruppe 1		
Arbeidsbeskrivelse :			Ansvarlig :		
Full utskiftning av losholt			Planl.start : 30.01.98		
			Tidsfrist : 31.12.98		
			Dato start / slutt :                      Signatur :		
			_____		

**Objekt : Fredenborgsv. 5**

---

Observasjon : Råte, tømmer

Insp.dato : 02.09.97

Insp.type : Spesialinspeksjon

Bilde tatt : 22.09.97

Element	Id	Nivå
Bygning	1	1
Fasade	71	2



<b>ARBEIDSKORT</b>		<b>Objekt : Fredensborgveien 5</b>		<b>Dato: 30.01.98</b>	
<b>Skade : Råte, tømmer</b>		<b>Sikkerhet : Høy</b>		<b>Vedlikehold : Høy</b>	
<b>Arbeidstype : Restaureringsarbeide</b>					
<b>Spørsmål</b>	<b>Verdi</b>	<b>Enhet</b>			
Type material:	SPRUCE	-	Første forek.: 02.09.97		
Skadet areal < 0,1 m <sup>2</sup>	0	cm2	Observ.dato : 02.09.97		
Lengde på skade:	180	cm			
Prosent av total areal:	75	%			
Dybde på skade:	12	cm			
Fuktinnhold:	0	%			
Graden av skade:	SERIOUS	-			
Type prøvetaking:	NONE	-			
Type instrument brukt	OTHER	-			
Avansert instrument:	DRILLMEAS	-			
Nedbrytingsfaktor-Kjemisk:	WATERSPLA	-			
Nedbrytingsfaktor-Biologisk:	NONE	-			
Grunner:	HOLEGUTT	-			
Total tilstandsvurdering:	SERIOUS	-			
Konsekvensgrad:	MEDIUM	-			
<b>Element</b>	<b>Id</b>	<b>Nivå</b>			
Bygning	1	1			
Fasade	71	2			
Stender (stolpe)	1	3			
<b>Arbeidskort #: 13 - 1</b>			Utførende : Arbeidsgruppe 1		
Arbeidsbeskrivelse :			Ansvarlig :		
Full utskiftning av skadet materiale			Planl.start : 30.01.98		
			Tidsfrist : 31.12.98		
			Dato start / slutt :                      Signatur :		

**Objekt : Fredenborgsv. 5**

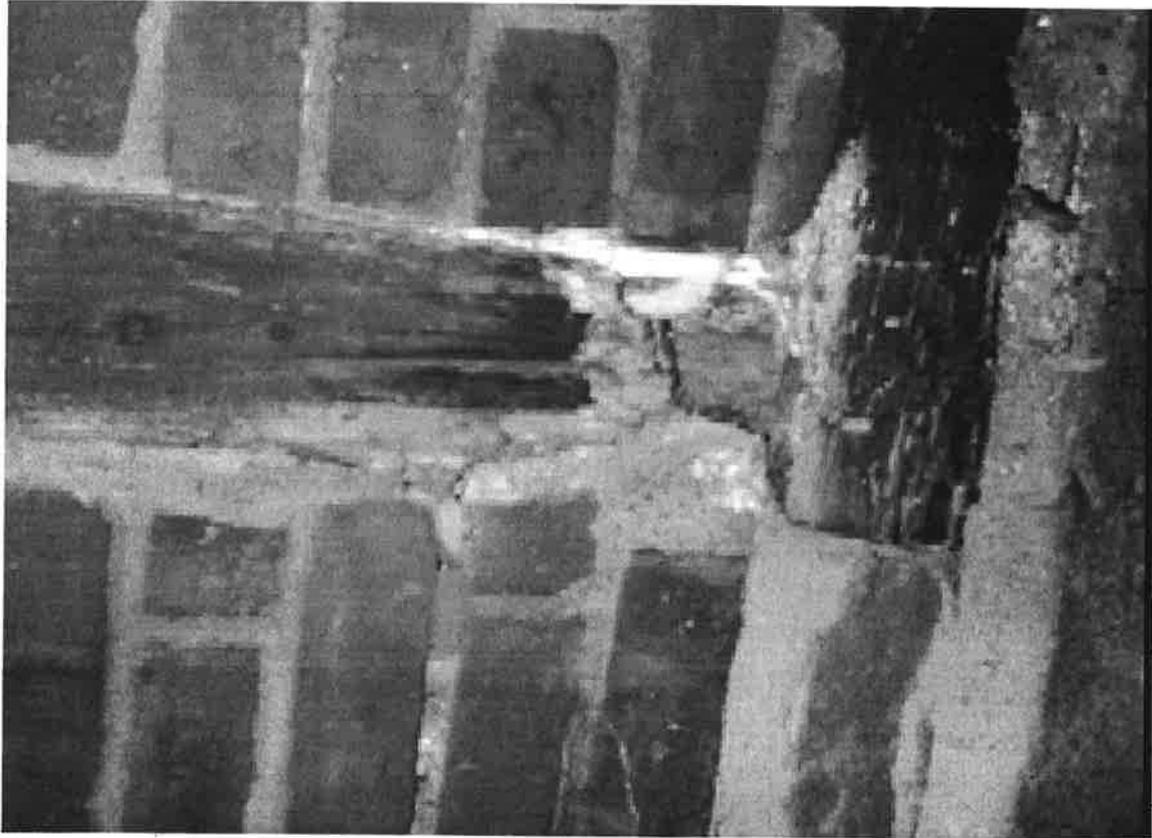
Observasjon : Råte, tømmer

Insp.dato : 02.09.97

Insp.type : Spesialinspeksjon

Bilde tatt : 22.09.97

Element	Id	Nivå
Bygning	1	1
Fasade	71	2
Stender (stolpe)	1	3



<b>ARBEIDSKORT</b> <b>Objekt : Fredensborgveien 5</b>			Dato: 30.01.98
<b>Skade :</b> <b>Råte, tømmer</b>	<b>Sikkerhet : Høy</b>		<b>Vedlikehold : Høy</b>
<b>Arbeidstype : Restaureringsarbeide</b>			
<b>Spørsmål</b>	<b>Verdi</b>	<b>Enhet</b>	
Type material:	SPRUCE	-	Første forek.: 02.09.97
Skadet areal < 0,1 m <sup>2</sup>	0	cm2	Observ.dato : 02.09.97
Lengde på skade:	180	cm	
Prosent av total areal:	75	%	
Dybde på skade:	12	cm	
Fuktinnhold:	0	%	
Graden av skade:	SERIOUS	-	
Type prøvetaking:	OTHER	-	
Type instrument brukt	OTHER	-	
Avansert instrument:	DRILLMEAS	-	
Nedbrytingsfaktor-Kjemisk:	WATERSPLA	-	
Nedbrytingsfaktor-Biologisk:	NONE	-	
Grunner:	HOLEGUTT	-	
Total tilstandsvurdering:	SERIOUS	-	
Konsekvensgrad:	MEDIUM	-	
<b>Element</b>	<b>Id</b>	<b>Nivå</b>	
Bygning	1	1	
Fasade	71	2	
Stønder (stolpe)	5	3	
<b>Arbeidskort #: 14 - 1</b>			<b>Utførende :</b> Arbeidsgruppe 1
Arbeidsbeskrivelse :			<b>Ansvarlig :</b>
Full utskiftning av skadet materiale			<b>Planl.start :</b> 30.01.98
			<b>Tidsfrist :</b> 31.12.98
			<b>Dato start / slutt :</b> <b>Signatur :</b>
			_____

<b>ARBEIDSKORT</b>		<b>Objekt : Fredensborgveien 5</b>		<b>Dato: 30.01.98</b>	
<b>Skade : Råte, tømmer</b>		<b>Sikkerhet : Høy</b>		<b>Vedlikehold : Høy</b>	
<b>Arbeidstype : Restaureringsarbeide</b>					
<b>Spørsmål</b>	<b>Verdi</b>	<b>Enhet</b>			
Type material:	SPRUCE	-	Første forek.: 02.09.97		
Skadet areal < 0,1 m <sup>2</sup>	0	cm2	Observ.dato : 02.09.97		
Lengde på skade:	400	cm			
Prosent av total areal:	100	%			
Dybde på skade:	12	cm			
Fuktinnhold:	0	%			
Graden av skade:	SERIOUS	-			
Type prøvetaking:	NONE	-			
Type instrument brukt	OTHER	-			
Avansert instrument:	DRILLMEAS	-			
Nedbrytingsfaktor-Kjemisk:	WATERSPLA	-			
Nedbrytingsfaktor-Biologisk:	NONE	-			
Grunner:	HOLEGUTT	-			
Total tilstandsvurdering:	SERIOUS	-			
Konsekvensgrad:	MEDIUM	-			
<b>Element</b>	<b>Id</b>	<b>Nivå</b>			
Bygning	1	1			
Fasade	71	2			
Bunnsvill	1	3			
<b>Arbeidskort #: 15 - 1</b>			Utførende : Arbeidsgruppe 1		
Arbeidsbeskrivelse :			Ansvarlig :		
Full utskiftning av skadet materiale			Planl.start : 30.01.98		
			Tidsfrist : 31.12.98		
			Dato start / slutt :                      Signatur :		
			_____		

**Objekt : Fredenborgsv. 5**

Observasjon : Råte, tømmer

Insp.dato : 02.09.97

Insp.type : Spesialinspeksjon

Bilde tatt : 22.09.97

Element	Id	Nivå
Bygning	1	1
Fasade	71	2
Bunnsvill	1	3



<b>ARBEIDSKORT</b>		<b>Objekt : Fredensborgveien 5</b>		<b>Dato: 30.01.98</b>	
<b>Skade : Råte, tømmer</b>		<b>Sikkerhet : Høy</b>		<b>Vedlikehold : Høy</b>	
<b>Arbeidstype : Restaureringsarbeide</b>					
<b>Spørsmål</b>	<b>Verdi</b>	<b>Enhet</b>			
Type material:	SPRUCE	-	Første forek.: 02.09.97		
Skadet areal < 0,1 m <sup>2</sup>	0	cm2	Observ.dato : 02.09.97		
Lengde på skade:	400	cm			
Prosent av total areal:	20	%			
Dybde på skade:	0	cm			
Fuktinnhold:	0	%			
Graden av skade:	SERIOUS	-			
Type prøvetaking:	OTHER	-			
Type instrument brukt	OTHER	-			
Avansert instrument:	DRILLMEAS	-			
Nedbrytingsfaktor-Kjemisk:	DRIVRAIN	-			
Nedbrytingsfaktor-Biologisk:	NONE	-			
Grunner:	UNKNOWN	-			
Total tilstandsvurdering:	SERIOUS	-			
Konsekvensgrad:	MEDIUM	-			
<b>Element</b>	<b>Id</b>	<b>Nivå</b>			
Bygning	1	1			
Fasade	81	2			
<b>Arbeidskort #: 16 - 1</b>			Utførende : Arbeidsgruppe 1		
Arbeidsbeskrivelse :			Ansvarlig :		
Full utskiftning av skadet materiale			Planl.start : 30.01.98		
			Tidsfrist : 31.12.98		
			Dato start / slutt :                      Signatur :		

Objekt : **Fredenborgsv. 5**

Observasjon : Råte, tømmer

Insp.dato : 02.09.97

Insp.type : Spesialinspeksjon

Bilde tatt : 22.09.97

Element	Id	Nivå
Bygning	1	1
Fasade	81	2



SPESIALINSPEKSJON AV TRÆ OG TRERAMM  
AV TRÆ OG TRERAMM 02.09.97

**Objekt : Fredenborgsv. 5**

Observasjon : Råte, tømmer

Insp.dato : 02.09.97

Insp.type : Spesialinspeksjon

Element	Id	Nivå
Bygning	1	1
Fasade	81	2

Bilde tatt : 22.09.97



<b>ARBEIDSKORT</b>		<b>Objekt : Fredensborgveien 5</b>		Dato: 30.01.98	
<b>Skade : Råte</b>		<b>Sikkerhet : Høy</b>		<b>Vedlikehold : Høy</b>	
<b>Arbeidstype : Restaureringsarbeide</b>					
Spørsmål		Verdi	Enhet		
Type material:		SPRUCE	-	Første forek.: 02.09.97	
Areal skadet:		.5	m2	Observ.dato : 02.09.97	
Skadet areal < 0,1 m <sup>2</sup>		0	cm2		
Lengde på skade:		50	cm		
Prosent av total areal:		20	%		
Dybde på skade:		0	cm		
Fuktinnhold:		0	%		
Graden av skade:		MEDIUM	-		
Type prøvetaking:		OTHER	-		
Type instrument brukt		OTHER	-		
Avansert instrument:		DRILLMEAS	-		
Nedbrytingsfaktor-Kjemisk:		LEAKAGE	-		
Nedbrytingsfaktor-Biologisk:		NONE	-		
Grunner:		UNKNOWN	-		
Total tilstandsvurdering:		MEDIUM	-		
Konsekvensgrad:		MEDIUM	-		
Element		Id	Nivå		
Bygning		1	1		
Fasade		81	2		
Stender (stolpe)		1	3		
<b>Arbeidskort #:</b> 17 - 1			Utførende : Arbeidsgruppe 1		
Arbeidsbeskrivelse :			Ansvarlig :		
Full utskiftning av skadet materiale			Planl.start : 30.01.98		
			Tidsfrist : 31.12.98		
			Dato start / slutt :                      Signatur :		

**Objekt : Fredenborgsv. 5**

Observasjon : Råte

Insp.dato : 02.09.97

Insp.type : Spesialinspeksjon

Bilde tatt : 22.09.97

Element	Id	Nivå
Bygning	1	1
Fasade	81	2
Stender (stolpe)	1	3



<b>ARBEIDSKORT</b>		<b>Objekt : Fredensborgveien 5</b>			
<b>Skade : Råte</b>		<b>Sikkerhet : Høy</b>		<b>Vedlikehold : Høy</b>	
<b>Arbeidstype : Restaureringsarbeide</b>					
<b>Spørsmål</b>	<b>Verdi</b>	<b>Enhet</b>			
Type material:	SPRUCE	-	Første forek.: 02.09.97		
Areal skadet:	0	m2	Observ.dato : 02.09.97		
Skadet areal < 0,1 m <sup>2</sup>	0	cm2			
Lengde på skade:	0	cm			
Prosent av total areal:	0	%			
Dybde på skade:	0	cm			
Fuktinnhold:	0	%			
Graden av skade:	0	-			
Type prøvetaking:	0	-			
Type instrument brukt	0	-			
Avansert instrument:	0	-			
Nedbrytingsfaktor-Kjemisk:	0	-			
Nedbrytingsfaktor-Biologisk:	0	-			
Grunner:	0	-			
Total tilstandsvurdering:	0	-			
Konsekvensgrad:	0	-			
<b>Element</b>	<b>Id</b>	<b>Nivå</b>			
Bygning	1	1			
Fasade	81	2			
Stender (stolpe)	4	3			
<b>Arbeidskort #: 18 - 1</b>			Utførende : Arbeidsgruppe 1		
Arbeidsbeskrivelse :			Ansvarlig :		
Full utskiftning av skadet materiale			Planl.start : 30.01.98		
			Tidsfrist : 31.12.98		
			Dato start / slutt :                      Signatur :		

<b>ARBEIDSKORT</b>		<b>Objekt : Fredensborgveien 5</b>		<b>Dato: 30.01.98</b>	
<b>Skade : Råte</b>		<b>Sikkerhet : Høy</b>		<b>Vedlikehold : Høy</b>	
<b>Arbeidstype : Restaureringsarbeide</b>					
<b>Spørsmål</b>	<b>Verdi</b>	<b>Enhet</b>			
Type material:	SPRUCE	-	Første forek.: 02.09.97		
Areal skadet:	0.3	m2	Observ.dato : 02.09.97		
Skadet areal < 0,1 m <sup>2</sup>	300	cm2			
Lengde på skade:	30	cm			
Prosent av total areal:	10	%			
Dybde på skade:	10	cm			
Fuktinnhold:	0	%			
Graden av skade:	MEDIUM	-			
Type prøvetaking:	NONE	-			
Type instrument brukt	OTHER	-			
Avansert instrument:	DRILLMEAS	-			
Nedbrytingsfaktor-Kjemisk:	WATERSPLA	-			
Nedbrytingsfaktor-Biologisk:	NONE	-			
Grunner:	HOLEGUTT	-			
Total tilstandsvurdering:	MEDIUM	-			
Konsekvensgrad:	MEDIUM	-			
<b>Element</b>	<b>Id</b>	<b>Nivå</b>			
Bygning	1	1			
Fasade	82	2			
Stender (stolpe)	5	3			
<b>Arbeidskort #: 20 - 1</b>			Utførende : Arbeidsgruppe 1		
Arbeidsbeskrivelse :			Ansvarlig :		
Full utskiftning av skadet materiale			Planl.start : 30.01.98		
			Tidsfrist : 31.12.98		
			Dato start / slutt : Signatur :		

<b>ARBEIDSKORT</b>		<b>Objekt : Fredensborgveien 5</b>		<b>Dato: 30.01.98</b>	
<b>Skade : Råte</b>		<b>Sikkerhet : Høy</b>		<b>Vedlikehold : Høy</b>	
<b>Arbeidstype : Restaureringsarbeide</b>					
<b>Spørsmål</b>		<b>Verdi</b>	<b>Enhet</b>		
<i>Type material:</i>		SPRUCE	-	Første forek.: 02.09.97	
<i>Areal skadet:</i>		1	m2	Observ.dato : 02.09.97	
<i>Skadet areal &lt; 0,1 m²</i>		0	cm2		
<i>Lengde på skade:</i>		100	cm		
<i>Prosent av total areal:</i>		100	%		
<i>Dybde på skade:</i>		11.5	cm		
<i>Fuktinnhold:</i>		0	%		
<i>Graden av skade:</i>		SERIOUS	-		
<i>Type prøvetaking:</i>		BULKDENS	-		
<i>Type instrument brukt</i>		VISUAL	-		
<i>Avansert instrument:</i>		DRILLMEAS	-		
<i>Nedbrytingsfaktor-Kjemisk:</i>		WATERSPLA	-		
<i>Nedbrytingsfaktor-Biologisk:</i>		NONE	-		
<i>Grunner:</i>		WATERTRAP	-		
<i>Total tilstandsvurdering:</i>		SERIOUS	-		
<i>Konsekvensgrad:</i>		SEVERE	-		
<b>Element</b>		<b>Id</b>	<b>Nivå</b>		
<i>Bygning</i>		1	1		
<i>Fasade</i>		81	2		
<i>Bunnsvill</i>		1	3		
<b>Arbeidskort #: 19 - 1</b>			<b>Utførende :</b> Arbeidsgruppe 1		
<b>Arbeidsbeskrivelse :</b>			<b>Ansvarlig :</b>		
<b>Full utskiftning av skadet materiale</b>			<b>Planl.start :</b> 30.01.98		
			<b>Tidsfrist :</b> 31.12.98		
			<b>Dato start / slutt :</b>		
			<b>Signatur :</b>		

## **Vedlegg C**

### **Tilstandsanalyse Hammer gård**

<b>ARBEIDSKORT</b>		<b>Objekt : Hammer gård</b>		Dato: 30.01.98	
<b>Skade : Råte, kledning</b>		<b>Sikkerhet : Lav/ingen</b>		<b>Vedlikehold : Middels</b>	
<b>Arbeidstype : Restaureringsarbeide</b>					
<b>Spørsmål</b>	<b>Verdi</b>	<b>Enhet</b>			
Type material:	SPRUCE	-	Første forek.: 10.09.97		
Skadet areal < 0,1 m <sup>2</sup>	0	cm2	Observ.dato : 10.09.97		
Lengde på skade:	10	cm			
Prosent av total areal:	0	%			
Dybde på skade:	1.5	cm			
Fuktinnhold:	22	%			
Graden av skade:	MINOR	-			
Type prøvetaking:	NONE	-			
Type instrument brukt	KNIFE	-			
Avansert instrument:	ELMOIST	-			
Nedbrytingsfaktor-Kjemisk:	NONE	-			
Nedbrytingsfaktor-Biologisk:	NONE	-			
Grunner:	MATINCOMP	-			
Total tilstandsvurdering:	MINOR	-			
Konsekvensgrad:	MINOR	-			
<b>Element</b>	<b>Id</b>	<b>Nivå</b>			
Bygning	1	1			
Fasade	11	2			
Veggfelt	1	3			
Stående panel	4	4			
<b>Arbeidskort #: 8 - 1</b>			Utførende : Arbeidsgruppe 1		
Arbeidsbeskrivelse :			Ansvarlig :		
Terrenget må senkes, fall fra/langs huset			Planl.start : 30.01.98		
			Tidsfrist : 31.12.98		
			Dato start / slutt :                      Signatur :		
			_____		

**Objekt : Hammer gård**

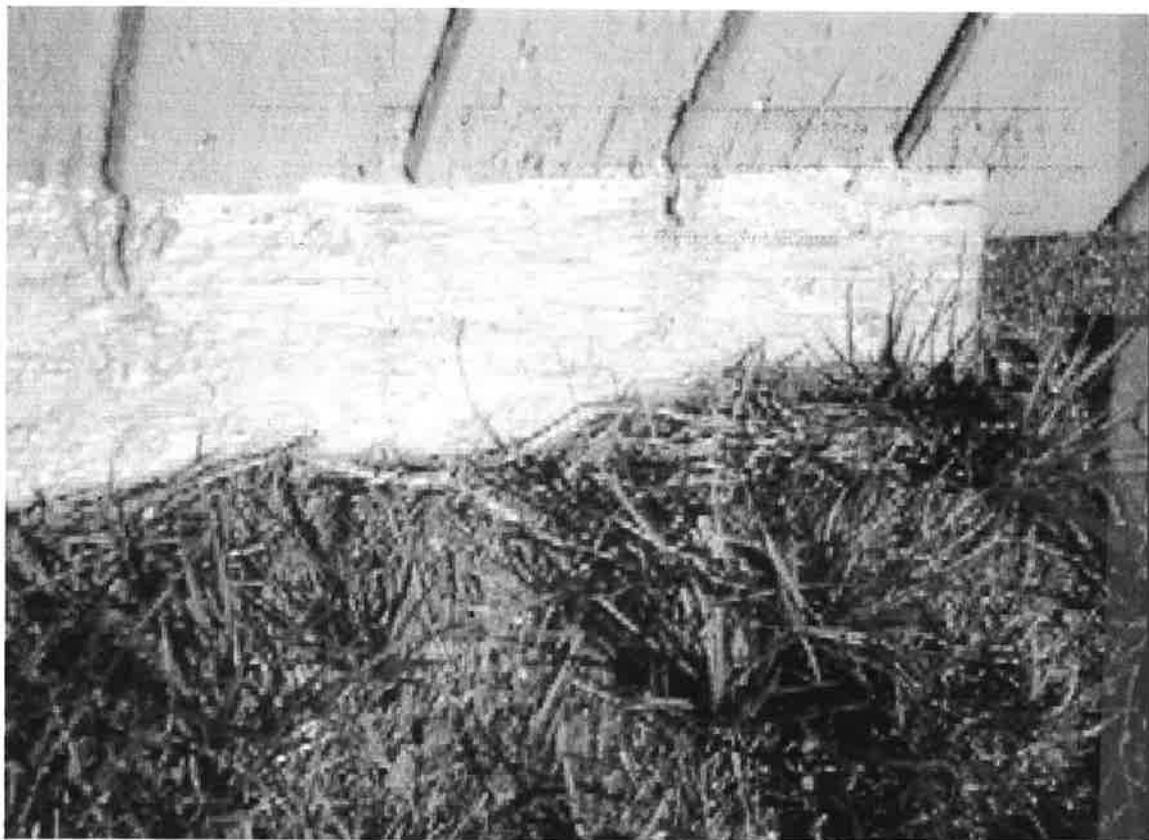
Observasjon : Råte, kledning

Insp.dato : 10.09.97

Insp.type : Spesialinspeksjon

Bilde tatt : 22.09.97

Element	Id	Nivå
Bygning	1	1
Fasade	11	2
Veggfelt	1	3
Stående panel	4	4



**Objekt : Hammer gård**

Observasjon : Råte, kledning

Insp.dato : 10.09.97

Insp.type : Spesialinspeksjon

Bilde tatt : 22.09.97

Element	Id	Nivå
Bygning	1	1
Fasade	11	2
Veggfelt	1	3
Stående panel	4	4



<b>ARBEIDSKORT</b>		<b>Objekt : Hammer gård</b>		<b>Dato: 30.01.98</b>	
<b>Skade : Råte</b>		<b>Sikkerhet : Lav/ingen</b>		<b>Vedlikehold : Middels</b>	
<b>Arbeidstype : Restaureringsarbeide</b>					
<b>Spørsmål</b>		<b>Verdi</b>	<b>Enhet</b>		
<i>Type material:</i>		SPRUCE	-	Første forek.: 10.09.97	
<i>Areal skadet:</i>		0	m2	Observ.dato : 10.09.97	
<i>Skadet areal &lt; 0,1 m<sup>2</sup></i>		0	cm2		
<i>Lengde på skade:</i>		10	cm		
<i>Prosent av total areal:</i>		0	%		
<i>Dybde på skade:</i>		4	cm		
<i>Fuktinnhold:</i>		6	%		
<i>Graden av skade:</i>		MINOR	-		
<i>Type prøvetaking:</i>		NONE	-		
<i>Type instrument brukt</i>		KNIFE	-		
<i>Avansert instrument:</i>		ELMOIST	-		
<i>Nedbrytingsfaktor-Kjemisk:</i>		SOILMOIST	-		
<i>Nedbrytingsfaktor-Biologisk:</i>		NONE	-		
<i>Grunner:</i>		MATINCOMP	-		
<i>Total tilstandsvurdering:</i>		MINOR	-		
<i>Konsekvensgrad:</i>		MINOR	-		
<b>Element</b>		<b>Id</b>	<b>Nivå</b>		
<i>Bygning</i>		1	1		
<i>Fasade</i>		11	2		
<i>Bunnsvill</i>		1	3		
<b>Arbeidskort #: 9 - 1</b>				Utførende : Arbeidsgruppe 1	
Arbeidsbeskrivelse :				Ansvarlig :	
Vedlikehold/utskifting av mindre deler av bunnsvill				Planl.start : 30.01.98	
				Tidsfrist : 31.12.2000	
				Dato start / slutt :                      Signatur :	
				_____	

<b>ARBEIDSKORT</b>		<b>Objekt : Hammer gård</b>		Dato: 30.01.98	
<b>Skade : Råte, kledning</b>		<b>Sikkerhet : Lav/ingen</b>		<b>Vedlikehold : Lav/ingen</b>	
<b>Arbeidstype : Restaurering/maling</b>					
<b>Spørsmål</b>	<b>Verdi</b>	<b>Enhet</b>			
Type material:	SPRUCE	-	Første forek.: 10.09.97		
Skadet areal < 0,1 m <sup>2</sup>	0	cm2	Observ.dato : 10.09.97		
Lengde på skade:	15	cm			
Prosent av total areal:	0	%			
Dybde på skade:	1.5	cm			
Fuktinnhold:	26	%			
Graden av skade:	MINOR	-			
Type prøvetaking:	NONE	-			
Type instrument brukt	KNIFE	-			
Avansert instrument:	ELMOIST	-			
Nedbrytingsfaktor-Kjemisk:	NONE	-			
Nedbrytingsfaktor-Biologisk:	NONE	-			
Grunner:	MATINCOMP	-			
Total tilstandsvurdering:	MINOR	-			
Konsekvensgrad:	MINOR	-			
<b>Element</b>	<b>Id</b>	<b>Nivå</b>			
Bygning	1	1			
Fasade	21	2			
Veggfelt	1	3			
Stående panel	3	4			
<b>Arbeidskort #: 10 - 1</b>			Utførende : Arbeidsgruppe 1		
Arbeidsbeskrivelse :			Ansvarlig :		
Fjerning av maling i nedre 30 cm, innsetting med soppmiddel, evt. skift råteskadet, ny alkyd overflatebehandling			Planl.start : 30.01.98		
			Tidsfrist : 31.12.2000		
			Dato start / slutt : Signatur :		

**Objekt : Hammer gård**

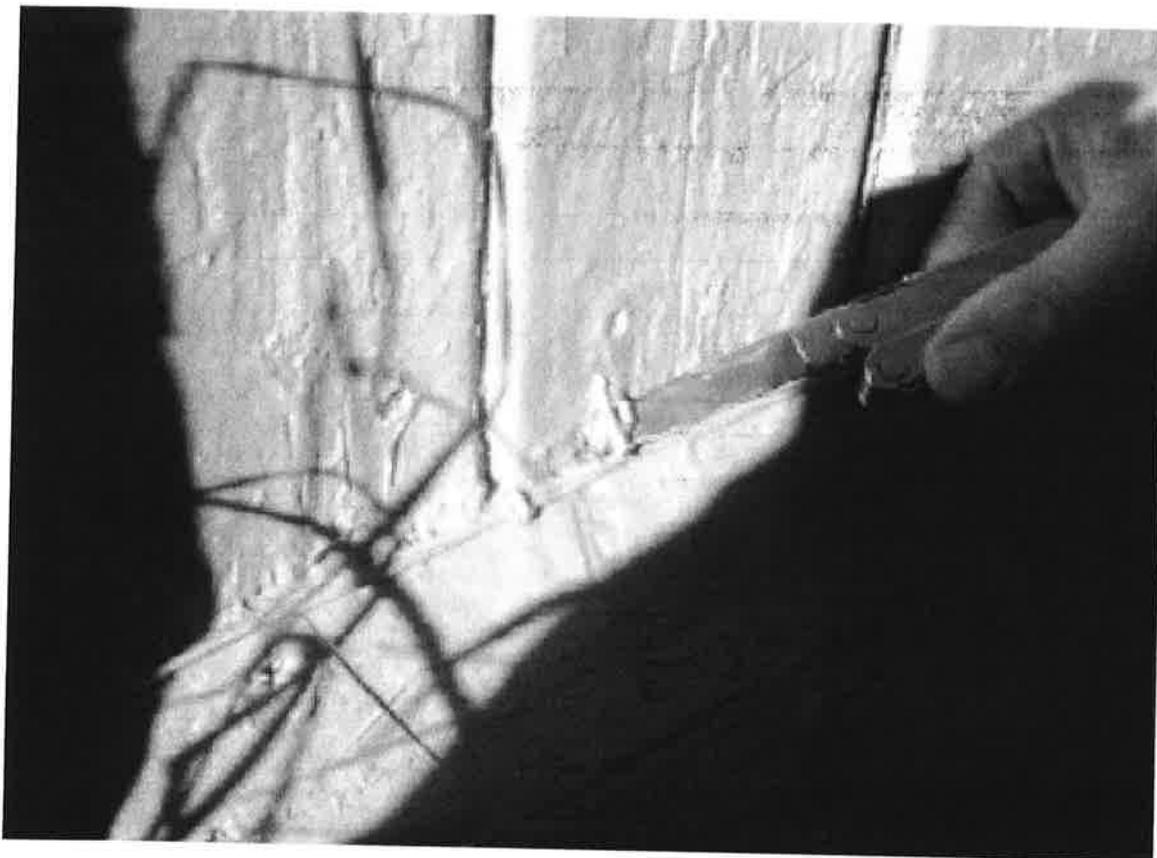
Observasjon : Råte, kledning

Element	Id	Nivå
Bygning	1	1
Fasade	21	2
Veggfelt	1	3
Stående panel	3	4

Insp.dato : 10.09.97

Insp.type : Spesialinspeksjon

Bilde tatt : 22.09.97



**Objekt : Hammer gård**

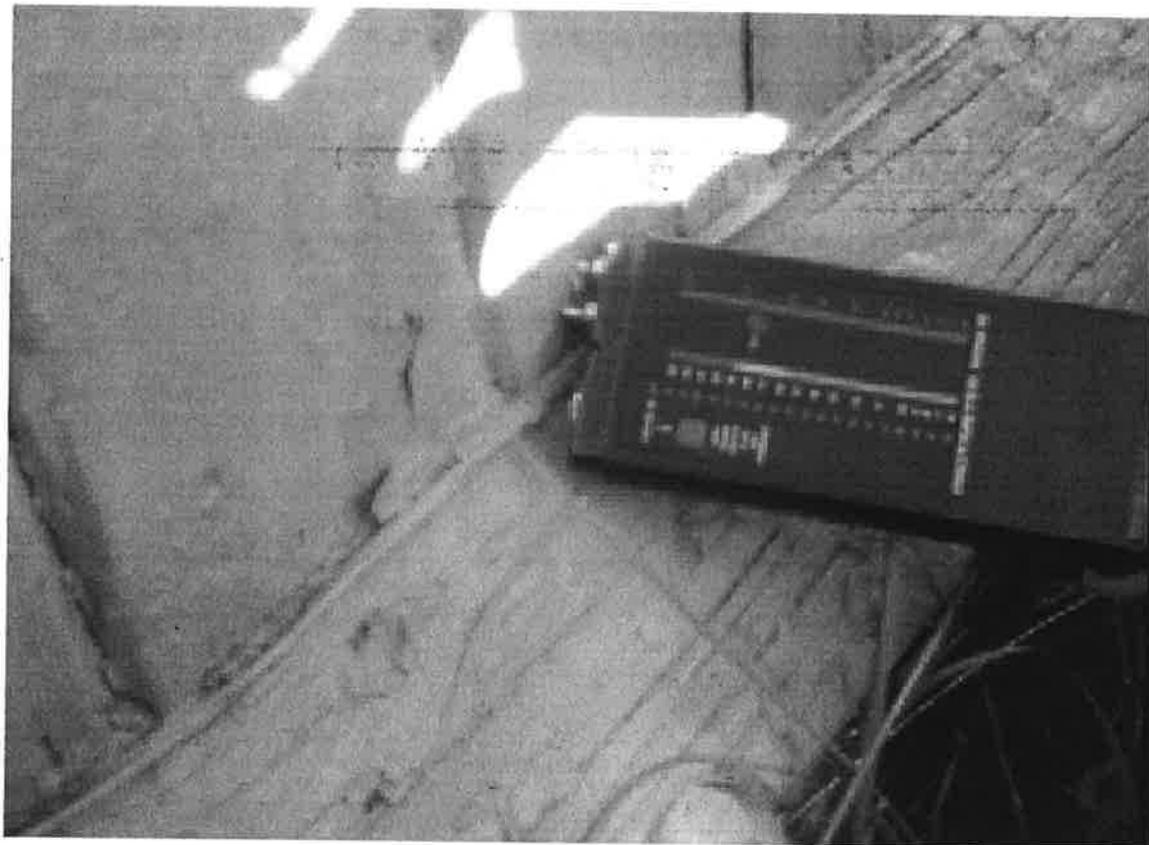
Observasjon : Råte, kledning

Insp.dato : 10.09.97

Insp.type : Spesialinspeksjon

Bilde tatt : 22.09.97

Element	Id	Nivå
Bygning	1	1
Fasade	21	2
Veggfelt	1	3
Stående panel	3	4



<b>ARBEIDSKORT</b>		<b>Objekt : Hammer gård</b>		Dato: 30.01.98	
<b>Skade : Manglende del</b>		<b>Sikkerhet : Middels</b>		<b>Vedlikehold : Kritisk</b>	
<b>Arbeidstype : Erstatt del</b>					
<b>Spørsmål</b>	<b>Verdi</b>	<b>Enhet</b>			
Type material:	METAL	-	Første forek.: 10.09.97		
Volum skadet:	0	cm3	Observ.dato : 10.09.97		
Areal skadet:	0	m2			
Skadet areal < 0,1 m <sup>2</sup>	0	cm2			
Prosent av total areal:	50	%			
Graden av skade:	MEDIUM	-			
Nedbrytingsfaktor-Mekanisk:	UNKNOWN	-			
Grunner:	UNKNOWN	-			
Total tilstandsvurdering:	MINOR	-			
Konsekvensgrad:	MEDIUM	-			
<b>Element</b>	<b>Id</b>	<b>Nivå</b>			
Bygning	1	1			
Fasade	21	2			
Nedløpsrør	1	3			
<b>Arbeidskort #: 11 - 1</b>			Utførende : Arbeidsgruppe 1		
Arbeidsbeskrivelse :			Ansvarlig :		
Nytt nedløpsrør			Planl.start : 30.01.98		
			Tidsfrist : 01.03.98		
			Dato start / slutt :                      Signatur :		
			_____		

**Objekt : Hammer gård**

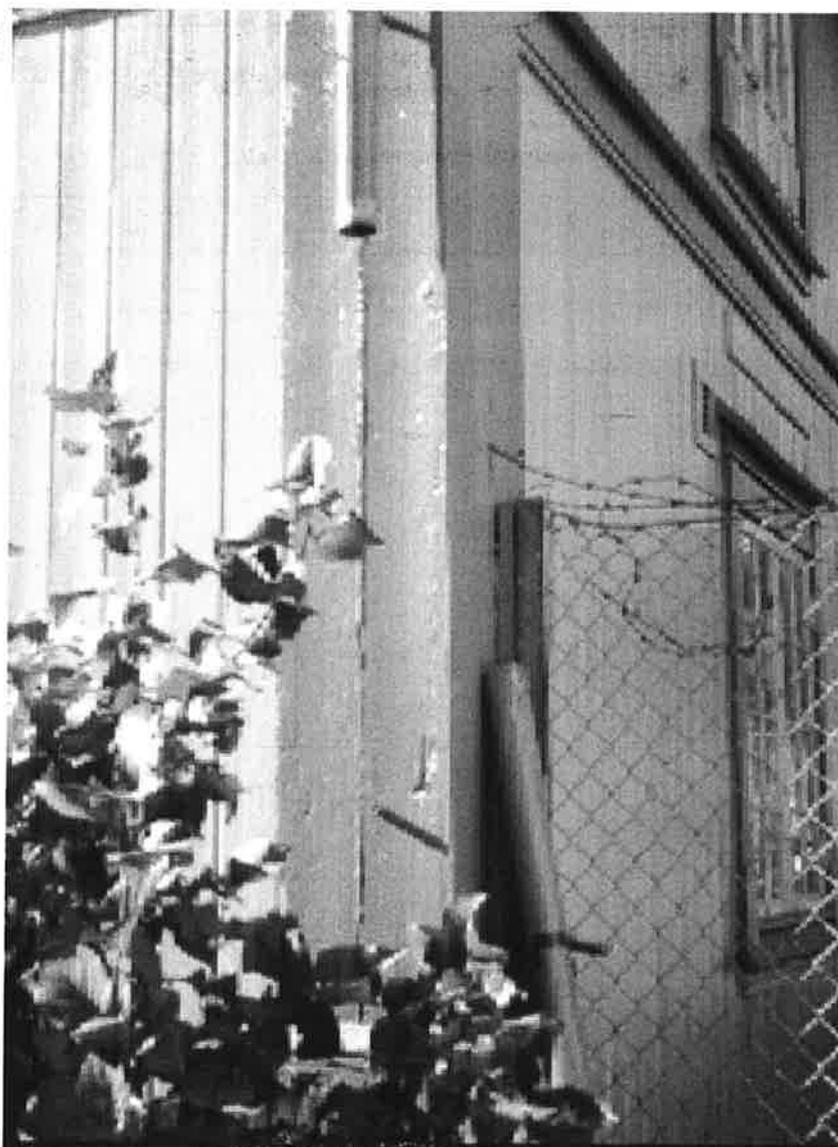
Observasjon : Manglende del

Insp.dato : 10.09.97

Insp.type : Spesialinspeksjon

Bilde tatt : 22.09.97

Element	Id	Nivå
Bygning	1	1
Fasade	21	2
Nedløpsrør	1	3



<b>ARBEIDSKORT</b>		<b>Objekt : Hammer gård</b>		Dato: 30.01.98	
<b>Skade : Avskalling</b>		<b>Sikkerhet : Lav/ingen</b>		<b>Vedlikehold : Middels</b>	
<b>Arbeidstype : Malearbeid</b>					
Spørsmål	Verdi	Enhet			
Type material:	SPRUCE	-	Første forek.: 10.09.97		
Areal skadet:	1	m2	Observ.dato : 10.09.97		
Skadet areal < 0,1 m <sup>2</sup>	0	cm2			
Prosent av total areal:	0	%			
Graden av skade:	MINOR	-			
Type prøvetaking:	NONE	-			
Type instrument brukt	VISUAL	-			
Avansert instrument:	OTHER	-			
Nedbrytingsfaktor-Mekanisk:	NONE	-			
Nedbrytingsfaktor-Kjemisk:	INTMOIST	-			
Grunner:	UNKNOWN	-			
Total tilstandsvurdering:	MINOR	-			
Konsekvensgrad:	MINOR	-			
Element	Id	Nivå			
Bygning	1	1			
Fasade	31	2			
Veggfelt	1	3			
Stående panel	0	4			
<b>Arbeidskort #: 12 - 1</b>			Utførende : Arbeidsgruppe 1		
Arbeidsbeskrivelse :			Ansvarlig :		
Grundig skraping, grunning og ny overflatebehandling - vurder kondens fra kjøkkenventilator!!			Planl.start : 30.01.98		
			Tidsfrist : 31.12.2000		
			Dato start / slutt :                      Signatur :		

**Objekt : Hammer gård**

Observasjon : Avskalling

Insp.dato : 10.09.97

Insp.type : Spesialinspeksjon

Bilde tatt : 22.09.97

Element	Id	Nivå
Bygning	1	1
Fasade	31	2
Veggfelt	1	3
Stående panel	0	4



**Objekt : Hammer gård**

Observasjon : Avskalling

Insp.dato : 10.09.97

Insp.type : Spesialinspeksjon

Bilde tatt : 22.09.97

<u>Element</u>	<u>Id</u>	<u>Nivå</u>
Bygning	1	1
Fasade	31	2
Veggfelt	1	3
Stående panel	0	4



**Vedlegg D**

**Tilstandsanalyse Neståshuset**

# Neståshuset

## Fasadebesiktigelse



Stallgata 6-8, Neståshuset, ble bygd i ca 1880 og er reist av liggende 3" plank. Utvendig panelt og malt. Det er av kledning er trolig skiftet, mens annen kledning (nordvegg) trolig er original 1880. Huset har i flere år hatt manglende vedlikehold.



Det er omfattende vedlikeholdsbehov av vinduer, belistning mm. Vinduer, kitt; skadegrad 2. Vannrett; skadegrad 3, konsekvensgrad 1.



Det er omfattende malingsavflassing på østvegg, maling; skadegrad 3. Treverk med moderate skader; skadegrad 2, konsekvensgrad 1. Kledning i gavlvegg ikke inspisert.



Sydveggen har tildels store råte-skader i kledning. Dette skyldes defekt taknedløp. Bordkledningen forøvrig er skadet i ca 20%, skadegrad 1-2. Overflatebehandlingen er sterkt nedbrutt; skadegrad 3.

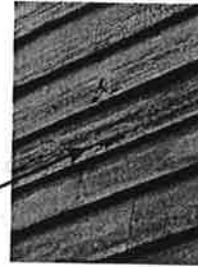
I 1. etasje er eternittplatene skadet og må skiftes, skadegrad 3, konsekvens 2.



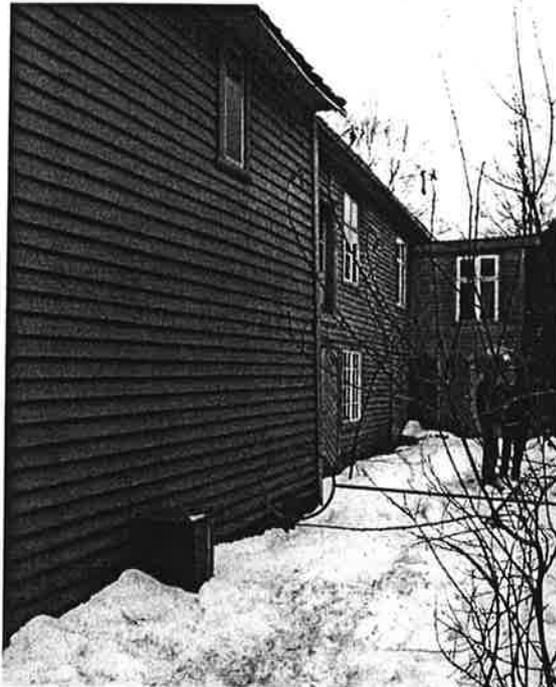
11/2 1998

# Neståshuset

## Fasadebesiktigelse



Vestveggen har tildels omfattende mullingsavflissing (S3) og råteskader klassifisert i skadegrad 3 på ca 60% av vegggen. Defekt takrenne, knust vegg mm gjør at konsekvensene at oppfuktingen av vegggen blir stor - med følgende råteutvikling. Deler av vegggen er også kollisjonsskadet. Trolig bør hele vegggen skiftes.



Nordveggen har tildels opprinnelig kledning og det er kun registrert minimale skader på vegggen. Overflatebehandlingen har skadegrad 1, med litt begroing av alger (skadegrad 1, konsekvensgrad 1).

Det er råtesopp-skader på tre bord (bordene har skadegrad 3, men hele vegggen har skadegrad 1). I tillegg er det en mindre råtesopp-skade på hjørnet mot husets korte vestvegg.



<b>ARBEIDSKORT</b> <b>2 - 1</b>	<b>Objekt : Neståshuset</b>	Dato: 09.03.98	
	<b>Arbeidstype : Malearbeider</b>	<b>Sikkerhet : 3 Middels</b>	<b>Vedlikehold : 3 Middels</b>
<b>Kommentar :</b>		<b>Utførende :</b>	Arbeidsgruppe 1
		<b>Ansvarlig :</b>	
		<b>Planl. start :</b>	05.03.98
		<b>Tidsfrist :</b>	01.01.2003
		<b>Dato start / slutt :</b>	<b>Signatur :</b>
<b>Skade :</b>	<b>Avskalling</b>	<b>Første :</b> 11.02.98	<b>Siste :</b> 11.02.98
<b>Sted :</b>	\Fasade 11\Vindu 0\Vinduskarm 0		
<b>Spørsmål</b>	<b>Verdi</b>	<b>Enhet</b>	
Type material:	SPRUCE	-	
Areal skadet:	0.5	m2	
Skadet areal < 0,1 m <sup>2</sup>	0	cm2	
Prosent av total areal:	100	%	
Graden av skade:	SERIOUS	-	
Type prøvetaking:	NONE	-	
Type instrument brukt	VISUAL	-	
Avansert instrument:	OTHER	-	
Nedbrytingsfaktor-Mekanisk:	NONE	-	
Nedbrytingsfaktor-Kjemisk:	DRIVRAIN	-	
Grunner:	UNKNOWN	-	
Total tilstandsvurdering:	MEDIUM	-	
Konsekvensgrad:	MINOR	-	

<b>ARBEIDSKORT</b> <b>3 - 1</b>	<b>Objekt : Neståshuset</b>	Dato: 09.03.98	
	<b>Arbeidstype : Malearbeider</b>	<b>Sikkerhet : 3 Middels</b>	
		<b>Vedlikehold : 3 Middels</b>	
<b>Kommentar :</b>		<b>Utførende :</b>	Arbeidsgruppe 1
		<b>Ansvarlig :</b>	
		<b>Planl. start :</b>	05.03.98
		<b>Tidsfrist :</b>	01.01.2003
		<b>Dato start / slutt :</b>	<b>Signatur :</b>
<b>Skade : Avskalling</b>		<b>Første : 11.02.98</b>	<b>Siste : 11.02.98</b>
<b>Sted : \Fasade 11\Veggkledning 1\Liggende panel 0</b>			
<b>Spørsmål</b>	<b>Verdi</b>	<b>Enhet</b>	
Type material:	SPRUCE	-	
Areal skadet:	7	m2	
Skadet areal < 0,1 m <sup>2</sup>	0	cm2	
Prosent av total areal:	100	%	
Graden av skade:	SERIOUS	-	
Type prøvetaking:	NONE	-	
Type instrument brukt	KNIFE	-	
Avansert instrument:	OTHER	-	
Nedbrytingsfaktor-Mekanisk:	NONE	-	
Nedbrytingsfaktor-Kjemisk:	DRIVRAIN	-	
Grunner:	UNKNOWN	-	
Total tilstandsvurdering:	SERIOUS	-	
Konsekvensgrad:	MEDIUM	-	

<b>ARBEIDSKORT</b> 4 - 1	<b>Objekt : Neståshuset</b>	Dato: 09.03.98	
	<b>Arbeidstype : Snekker/malearbeider</b>	<b>Sikkerhet : 3 Middels</b>	<b>Vedlikehold : 3 Middels</b>
<b>Kommentar :</b>		<b>Utførende :</b> Arbeidsgruppe 1	
		<b>Ansvarlig :</b>	
		<b>Planl. start :</b> 06.03.98	
		<b>Tidsfrist :</b> 01.01.2003	
		<b>Dato start / slutt :</b>	<b>Signatur :</b>
<b>Skade : Råte, kledning</b>		<b>Første : 11.02.98</b>	<b>Siste : 11.02.98</b>
<b>Sted : \Fasade 11\Veggkledning 1\Liggende panel 0</b>			
<b>Spørsmål</b>	<b>Verdi</b>	<b>Enhet</b>	
Type material:	SPRUCE	-	
Skadet areal < 0,1 m <sup>2</sup>	7000	cm2	
Lengde på skade:	700	cm	
Prosent av total areal:	100	%	
Dybde på skade:	0.2	cm	
Fuktinnhold:	30	%	
Graden av skade:	MINOR	-	
Type prøvetaking:	NONE	-	
Type instrument brukt	KNIFE	-	
Avansert instrument:	OTHER	-	
Nedbrytingsfaktor-Kjemisk:	WATERSPLA	-	
Nedbrytingsfaktor-Biologisk:	FUNGI	-	
Grunner:	UNKNOWN	-	
Total tilstandsvurdering:	1	-	
Konsekvensgrad:	2	-	

<b>ARBEIDSKORT</b> <b>5 - 1</b>	<b>Objekt : Neståshuset</b>	Dato: 09.03.98	
	<b>Arbeidstype : Snekker/malearbeider</b>	<b>Sikkerhet : 3 Middels</b>	<b>Vedlikehold : 3 Middels</b>
<b>Kommentar :</b>		<b>Utførende :</b>	Arbeidsgruppe 1
		<b>Ansvarlig :</b>	
		<b>Planl. start :</b>	06.03.98
		<b>Tidsfrist :</b>	01.01.2003
		<b>Dato start / slutt :</b>	<b>Signatur :</b>
<b>Skade : Råte, kledning</b>		<b>Første : 11.02.98</b>	<b>Siste : 11.02.98</b>
<b>Sted : \Fasade 31\Veggekledning 1\Liggende panel 1</b>			
<b>Spørsmål</b>	<b>Verdi</b>	<b>Enhet</b>	
Type material:	SPRUCE	-	
Skadet areal < 0,1 m <sup>2</sup>	0	cm2	
Lengde på skade:	0	cm	
Prosent av total areal:	60	%	
Dybde på skade:	0.4	cm	
Fuktinnhold:	30	%	
Graden av skade:	MEDIUM	-	
Type prøvetaking:	NONE	-	
Type instrument brukt	KNIFE	-	
Avansert instrument:	OTHER	-	
Nedbrytingsfaktor-Kjemisk:	DRIVRAIN	-	
Nedbrytingsfaktor-Biologisk:	FUNGI	-	
Grunner:	UNKNOWN	-	
Total tilstandsvurdering:	MEDIUM	-	
Konsekvensgrad:	MINOR	-	

<b>ARBEIDSKORT</b> <b>6 - 1</b>	<b>Objekt : Neståshuset</b>	Dato: 09.03.98	
	<b>Arbeidstype : Snekker/malearbeider</b>	<b>Sikkerhet : 3 Middels</b>	<b>Vedlikehold : 3 Middels</b>
<b>Kommentar :</b>		<b>Utførende :</b>	Arbeidsgruppe 1
		<b>Ansvarlig :</b>	
		<b>Planl. start :</b>	06.03.98
		<b>Tidsfrist :</b>	01.01.2003
		<b>Dato start / slutt :</b>	<b>Signatur :</b>
<b>Skade : Råte, kledning</b>		<b>Første : 11.02.98</b>	<b>Siste : 11.02.98</b>
<b>Sted : \Fasade 42\Veggkledning 1\Liggende panel 1</b>			
<b>Spørsmål</b>	<b>Verdi</b>	<b>Enhet</b>	
Type material:	SPRUCE	-	
Skadet areal < 0,1 m <sup>2</sup>	0	cm2	
Lengde på skade:	1200	cm	
Prosent av total areal:	20	%	
Dybde på skade:	0.4	cm	
Fuktinnhold:	10	%	
Graden av skade:	MEDIUM	-	
Type prøvetaking:	NONE	-	
Type instrument brukt	KNIFE	-	
Avansert instrument:	OTHER	-	
Nedbrytingsfaktor-Kjemisk:	DRIVRAIN	-	
Nedbrytingsfaktor-Biologisk:	FUNGI	-	
Grunner:	UNKNOWN	-	
Total tilstandsvurdering:	SERIOUS	-	
Konsekvensgrad:	MINOR	-	

<b>ARBEIDSKORT</b> <b>7 - 1</b>	<b>Objekt : Neståshuset</b> <b>Arbeidstype : Snekker/malearbeider</b>	Dato: 09.03.98 <b>Sikkerhet : 3 Middels</b> <b>Vedlikehold : 3 Middels</b>
<b>Kommentar :</b>	<b>Utførende :</b> Arbeidsgruppe 1 <b>Ansvarlig :</b> <b>Planl. start :</b> 06.03.98 <b>Tidsfrist :</b> 01.01.2003	<b>Dato start / slutt :</b> <b>Signatur :</b>
<b>Skade :</b> Soppvekst <b>Sted :</b> \Fasade 21\Veggkledning 40\Liggende panel 1	<b>Første :</b> 11.02.98 <b>Siste :</b> 11.02.98	
<b>Spørsmål</b>	<b>Verdi</b>	<b>Enhet</b>
Type material:	SPRUCE	-
Areal skadet:	0	m2
Skadet areal < 0,1 m <sup>2</sup>	10	cm2
Prosent av total areal:	1	%
Graden av skade:	MINOR	-
Type prøvetaking:	NONE	-
Type instrument brukt	KNIFE	-
Avansert instrument:	OTHER	-
Nedbrytingsfaktor-Kjemisk:	DRIVRAIN	-
Nedbrytingsfaktor-Biologisk:	FUNGI	-
Grunner:	UNKNOWN	-
Total tilstandsvurdering:	MINOR	-
Konsekvensgrad:	MEDIUM	-
<b>ARBEIDSKORT</b> <b>8 - 1</b>	<b>Objekt : Neståshuset</b> <b>Arbeidstype : Snekker/malearbeider</b>	Dato: 09.03.98 <b>Sikkerhet : 3 Middels</b> <b>Vedlikehold : 3 Middels</b>
<b>Kommentar :</b>	<b>Utførende :</b> Arbeidsgruppe 1 <b>Ansvarlig :</b> <b>Planl. start :</b> 06.03.98 <b>Tidsfrist :</b> 01.01.2003	<b>Dato start / slutt :</b> <b>Signatur :</b>
<b>Skade :</b> Begroing <b>Sted :</b> \Fasade 31\Veggkledning 1\Liggende panel 1	<b>Første :</b> 11.02.98 <b>Siste :</b> 11.02.98	
<b>Spørsmål</b>	<b>Verdi</b>	<b>Enhet</b>
Type material:	SPRUCE	-
Areal skadet:	6	m2
Skadet areal < 0,1 m <sup>2</sup>	0	cm2
Prosent av total areal:	15	%
Graden av skade:	MEDIUM	-
Type prøvetaking:	NONE	-
Type instrument brukt	VISUAL	-
Avansert instrument:	OTHER	-
Nedbrytingsfaktor-Kjemisk:	WATERSPLA	-
Nedbrytingsfaktor-Biologisk:	ALGAE	-
Grunner:	UNKNOWN	-
Total tilstandsvurdering:	MEDIUM	-
Konsekvensgrad:	MINOR	-

<b>ARBEIDSKORT</b> <b>9 - 1</b>	<b>Objekt : Neståshuset</b> <b>Arbeidstype : Snekkerarbeider</b>	<b>Dato: 09.03.98</b> <b>Sikkerhet : 3 Middels</b> <b>Vedlikehold : 3 Middels</b>
<b>Kommentar :</b>	<b>Utførende :</b> Arbeidsgruppe 1 <b>Ansvarlig :</b> <b>Planl. start :</b> 06.03.98 <b>Tidsfrist :</b> 01.01.2003	<b>Dato start / slutt :</b> <b>Signatur :</b>
<b>Skade :</b> Manglende deler <b>Sted :</b> \Fasade 31\Takrenne 1	<b>Første :</b> 11.02.98 <b>Siste :</b> 11.02.98	
<b>Spørsmål</b>	<b>Verdi</b>	<b>Enhet</b>
Type material:	PLASTIC	-
Volum skadet:	0	cm3
Areal skadet:	0	m2
Skadet areal < 0,1 m <sup>2</sup>	0	cm2
Graden av skade:	SERIOUS	-
Nedbrytingsfaktor-Mekanisk:	SNOWRAIN	-
Grunner:	UNKNOWN	-
Total tilstandsvurdering:	SERIOUS	-
Konsekvensgrad:	MEDIUM	-
<b>ARBEIDSKORT</b> <b>10 - 1</b>	<b>Objekt : Neståshuset</b> <b>Arbeidstype : Snekkerarbeider</b>	<b>Dato: 09.03.98</b> <b>Sikkerhet : 3 Middels</b> <b>Vedlikehold : 3 Middels</b>
<b>Kommentar :</b>	<b>Utførende :</b> Arbeidsgruppe 1 <b>Ansvarlig :</b> <b>Planl. start :</b> 06.03.98 <b>Tidsfrist :</b> 01.01.2003	<b>Dato start / slutt :</b> <b>Signatur :</b>
<b>Skade :</b> Manglende deler <b>Sted :</b> \Fasade 42\Takrenne 1	<b>Første :</b> 11.02.98 <b>Siste :</b> 11.02.98	
<b>Spørsmål</b>	<b>Verdi</b>	<b>Enhet</b>
Type material:	METAL	-
Volum skadet:	0	cm3
Areal skadet:	0	m2
Skadet areal < 0,1 m <sup>2</sup>	0	cm2
Graden av skade:	SERIOUS	-
Nedbrytingsfaktor-Mekanisk:	UNKNOWN	-
Grunner:	MISSPART	-
Total tilstandsvurdering:	SERIOUS	-
Konsekvensgrad:	MEDIUM	-



# Norsk institutt for luftforskning (NILU)

Postboks 100, N-2007 Kjeller

RAPPORTTYPE OPPDRAGRAPPORT	RAPPORT NR. OR 16/98	ISBN 82-425-0967-0 ISSN 0807-7207	
DATO 20.4.98	ANSV. SIGN. <i>Svein E. Haagenrud</i>	ANT. SIDER 113	PRIS NOK 165,-
TITTEL PC/GIS-basert verktøy for korrosjonskostnader, tilstandsanalyse og vedlikeholdsplan for utvendige bygninger		PROSJEKTLEDER Svein E. Haagenrud	
		NILU PROSJEKT NR. N-96141	
FORFATTER(E) Vidar Andreassen, Unni Elvedal, Jan F. Henriksen, Svein E. Haagenrud, Kolbjørn Mohn Jenssen, Guri Krigsvoll og Geir Bakke Nilsen		TILGJENGELIGHET * A	
		OPPDRAAGSGIVERS REF.	
OPPDRAAGSGIVER Norges forskningsråd Postboks 2700 St. Hanshaugen 0131 OSLO			
STIKKORD GIS-verktøy	Korrosjonskostnader	Tilstandsanalyse bygninger	
REFERAT Totale kostnader for utvendig vedlikehold av bygninger er beregnet med AirQUIS CorrCost for 3 byer, Oslo, Lillehammer og Voss. Det er også foretatt beregninger for den kommunale bygningsmassen, i Oslo for Oslo kommunale boligbedrift. De beregnede kostnadene er sammenlignet med normtall for vedlikeholdskostnader. Sammenligningen viser et samsvar mellom beregnede verdier og forventede utfra erfaring og normtall. Det er foretatt tilstandsanalyse for tre bygninger, en i hver by. Skader er kartlagt, og det er utarbeidet arbeidskort med beskrivelse av skader og tiltak. Bygningen er lagt inn i databasen GISWood. MMWood er benyttet i tilstandsanalysen. GISWood og MMWood er totale systemer for utvendig tilstandsanalyse og er basert på NS 3424.			
TITLE PC/GIS based application for corrosion cost calculation and condition assessment and maintenance planning for outer part of buildings.			
ABSTRACT Costs for outer maintenance of buildings have been calculated by use of AirQUIS CorrCost for the three cities of Oslo, Lillehammer and Voss, as well as for the building stock of Oslo Kommunale Boligbedrift. Condition assessments of one building in each of the cities have been conducted with the system GISWood and MMWood.			

\* Kategorier: A Åpen - kan bestilles fra NILU  
B Begrenset distribusjon  
C Kan ikke utleveres