

NILU OR: 6/87

NILU OR : 6/87
REFERANSE: O-8341
DATO : FEBRUAR 1987
ISBN : 82-7247-787-4

REDUSERTE KORROSJONSSKADER
SOM FØLGE AV
REDUSERTE SO₂-UTSLIPP

TRINN II
UTPRØVING AV METODER
ÅRSRAPPORT 1986

J.F. HENRIKSEN

INNHOLD

	Side
1	INNLEDNING 2
2	OPPRINNELIG PLAN 1986 3
3	ARBEID UTFØRT I 1986 5
3.1	Workshop Watford 12-14 mars 1986 5
3.2	Malte og pussede flater, Finland 5
3.3	Delstudier Stockholm 6
3.4	Delstudier Sarpsborg 10
3.5	Aktivitetsoversikt 1986 12
3.6	Økonomi 1986 12
4	PLAN 1987 13
5	REFERANSER 14

REDUSERTE KORROSJONSSKADER SOM FØLGE
AV REDUSERTE SO₂-UTSLIPP

TRINN II
UTPRØVING AV METODER
ÅRSRAPPORT 1986

1 INNLEDNING

Som det fremgår av tidligere rapporter (Haagenrud, 1984) og (Haagenrud og Henriksen, 1986) er det mulig å øke dagens kunnskaper om hovedvariables innflytelse på korrosjonskostnadene i så stor grad at det vil gi vesentlige forbedringer av dagens metoder for kost-nytteberegninger. Under trinn II ble det utarbeidet flere prosjektplaner hvorav følgende delprosjekter har vært prioritert innenfor dagens finansielle rammer:

- Delstudier i Sarpsborg i Norge, hvor en skal måle opp de materialmengdene som en finner på bygningers ytre flater, og vurdere deres tilstand
- Delstudier i Stockholmsområdet i Sverige med tilsvarende målsetting som i Sarpsborg, men hvor materialene også ble fordelt på ulike forurensningssoner.
- Levetidsfunksjoner for malte og pussede overflater i Finland.

2 OPPRINNELIG PLAN 1986

Prosjektet hadde for 1986 følgende kostnads-, finansierings- og aktivitetsplan:

KOSTNADSPLAN 1986 (oppgitt i 1000 NOK)

	Norge	Sverige	Finland	Danmark	Totalt
1. Delstudier Sarpsborg	300				300
2. Delstudier Stockholm		290			290
3. Levetider			10		10
4. Koord. kostn. - reiser - adm.	75	75	15	25	190
	375	365	25	25	790

FINANSIERINGSPLAN 1986 (oppgitt i 1000 NOK)

Bevilgende institusjon	Norge	Sverige	Finland	Danmark	Totalt
Nordisk Ministerråd (NMR)	75	75	25	25	200
Miljøverndepartementet (MD) og Statens forurensningstilsyn (SFT)	300				300
Statens råd för bygnadsforskning (BFR)		240			240
Statens institut för bygnadsforskning (SIB)		50			50
	375	365	25	25	790

AKTIVITETSPLAN

	<u>Tid</u>
1. Prosjektgruppemøte 1 - endelig besiktningsprotokoll - utvalgsmetodikk og resultater - gjennomgang av rapport fra Statens tekniska forskningscentral (VTT) - workshop rapport	Uke 11 i England kombinert med ECE Workshop for WG1.
2. Feltarbeid Sarpsborg - materialinventering - spørreundersøkelse	15 april - 15 sept.
3. Feltarbeid, Stockholmsområdet - materialinventering	15 april - 15 sept.
4. Prosjektgruppemøte 2 - foreløpige resultater og korrigerering	18 juni, uke 25
5. Prosjektgruppemøte 3 - resultatbearbeiding og rapporteringsplan for Sarpsborg og Stockholm	1 okt, uke 40
6. Rapportering	Ferdig 1 des, uke 49.
7. Seminar med presentasjon av rapport og plan for ev. fase 3 (Norden)	10 des, uke 50.

3 ARBEID UTFØRT I 1986

3.1 WORKSHOP WATFORD 12-14 MARS 1986

Hovedintensjonen ved denne workshop: "Inventory and Stock at Risk of Building Materials" var å få en diskusjon rundt metoder for innsamling av reelle materialmengder som blir eksponert i en by, og hvorledes en finner riktige statistiske utvalg o.l. Fra Storbritannia ble konsulentfirmaet ECOTEC's undersøkelse for EEC presentert. Christer Sjöström, Statens institut för bygnadsforskning, og Jan Henriksen, NILU, presenterte det nordiske arbeidet. Forskjellene i metodikk fremkom på grunn av ulike muligheter til å bruke offentlig tilgjengelige opplysninger i form av kart og databaser. Bortsett fra disse praktiske forskjellene var tankegangen bak undersøkelsene tilnærmet like.

Det ble ikke avholdt noe separat prosjektgruppe-møte for det nordiske prosjektet i Watford, men fordelingen av NMR-midlene ble diskutert.

3.2 MALTE OG PUSSEDE FLATER, FINLAND

Finlands undersøkelse "Inverkan av luftens svaveldioxid (SO_2) på målnings- og reparasjonsbehovet av målade metallytor och fasader behandlade med kalkfärg eller kalkputs" er avsluttet. En svensk utgave av rapporten er utarbeidet i 1986. For detaljerte opplysninger av resultatene henvises til rapporten (VTT, 1986), her vil bare noen hovedmomenter bli referert.

Hovedkonklusjonen er at unøyaktigheter i målingene og liten informasjon om vedlikeholdspraksisen på de ulike stedene gjør at det ikke er mulig å trekke konklusjoner om samvariasjon mellom SO_2 og vedlikehold. Dette gjelder spesielt kalkmalte og kalkpussede flater hvor ulike vedlikeholdstiltak gjennom tidene gjør en entydig tolkning svært vanskelig.

For malte kraftlinjestolper er det registrert en klar tendens til økt korrosjon ved økende konsentrasjon av SO_2 . I tabell 1 ser en resultatene av tilstandsbedømmelsen for kraftlinjestolper fra Åbo og innover i landet til Forssa. Rustgraden klassifiseres etter en 6 graders skala hvor Ri 5 tilsvarer en overflate med over 40% rust og Ri 0 en overflate helt uten rust.

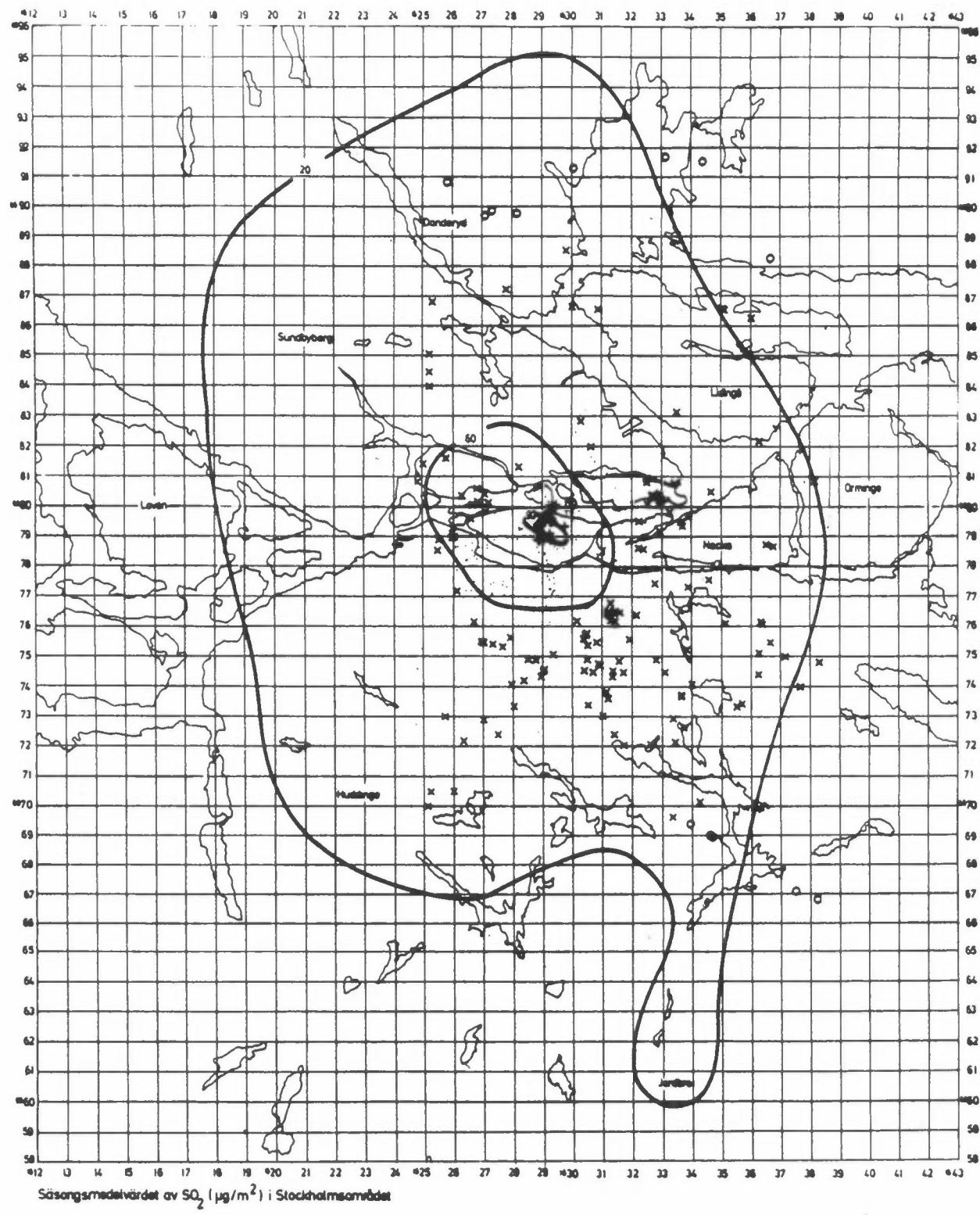
Tabell 1: Rustgrader for kraftlinjestolper mellom Åbo og Forssa, høsten 1985.

Avstånd från Åbo km	Luftens svavel- dioxidhalt SO_2 , $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Rostgrad SFS 3762
0	30-60	Ri 5
15	10-30	Ri 4-5
20	Ca. 10	Ri 4
30	"	Ri 4
50	"	Ri 3-4
55	"	Ri 3
65	"	Ri 3
80	"	Ri 3-4

3.3 DELSTUDIER STOCKHOLM - MATERIALINVENTERING

Feltdelen av materialinventeringsprogrammet ble gjennomført innen den oppsatte tidsramme 15 april - 15 september. Til sammen ble det inspisert 449 hus i Stockholm fordelt på 4 geografiske områder begrenset av isolinjer for ulike SO_2 -konsentrasjoner (<20, 20-60, 60-90, >90 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), se figur 1. På grunn av at de SO_2 -belastede områdene ikke følger kommunegrensene mens utvalget blir gjort i et kommuneinndelt register, blir justeringen av utvalgets reelle plassering omfattende.

Alle registreringsskjemaene er punchet, og behandlingen av dataene for å få fram de totale materialmengdene er startet. Kodesystemet for bygningsdeler og materialer er vist i tabell 2, og et eksempel på beregnede materialmengder på vegg i Stockholmsområdet er vist i tabell 3.



Figur 1: Fordelingen av inspiserede hus innen de ulike forurensnings-soner i Stockholm.

Tabell 2: En oversikt over kodene for bygningsdeler og materialer brukt ved materialinventeringene i Stockholm og Sarpsborg sommeren 1986.

<u>BYGNINGSDEL</u>	<u>MATERIALE</u>
10 GRUNNMUR hoveddel, m ²	NATURSTEIN
11 Ventiler standard, stk.	01 Granitt, gneis
12 Ventiler, m ²	02 Sandstein
13 Fuger, m	03 Polert marmor
19 Forøvrig, m ² , skriv!	04 Kalkstein
20 VEGGER hoveddel, m ²	05 Skifer
21 Ventiler standard, stk.	09 Annet, skriv
22 Ventiler, m ²	BETONG, LETTBETONG
23 Skilter, m ²	11 Betong
24 Fuger, m	12 Betong støpt på stedet
25 Lamper, stk.	13 Prefabrikkert betong
26 Stiger, m	14 Murt betong
27 Innfestningsdetaljer (ikke mengde)	15 Lettklinker betong
29 Forøvrig, m ² , skriv!	16 Lettbetong
30 VINDUER standard, stk. (angi karm-/buemateriale)	TEGL OG KALDSANDSTEIN
31 Ikke standard vinduer, m ² , (angi karm-/buemateriale)	21 Tegl
32 Vindusbeslag, solbenk, m	22 Kalksandstein
38 Forøvrig, m, skriv!	23 Fugemasse
39 Forøvrig, m ² , skriv!	29 Annet, skriv
40 DØRER standard, stk.	30 ASBESTSEMENT
41 Dør, port, m ²	40 TRE
48 Forøvrig, m, skriv!	41 Tømmer
49 Forøvrig, m ² , skriv!	42 Trepanel
50 BALKONGER oversiden, m ² (hvis tilkommelige)	43 Trefiberplater
51 Balkonger undersiden, m ²	44 Trefiberplater, asfaltimpregnert
52 Balkar, bjelker, m	45 Sponplater
53 Rekkverk, m	46 Finer
54 Skjerm, m ²	49 Annet, skriv
59 Forøvrig, m ² , skriv!	50 PUSS
60 TAK hoveddel, m ²	51 Tynnpuss (0.5-2.0 mm)
61 Vindskier, vannbrett, m	52 Tynnpuss på betong
62 Skorstein, stk.	53 Tynnpuss på lettbetong (element)
63 Ventilasjonspiper, stk.	54 Tynnpuss på plate (metall)
64 Beslag, stiger, snøfanger, m	59 Annet, skriv
69 Forøvrig, m ² , skriv!	61 Tykkpuss (tradisjonelt 3-sjikt, 8.0-25 mm)
70 UNDERTAK hoveddel, m ²	62 Tykkpuss på lettbetong
71 Underside takfot, m ²	63 Tykkpuss på betong
79 Forøvrig, m ² , skriv!	64 Tykkpuss på tegl
80 AVRENNING	65 Tykkpuss på tre
81 Takrenner, m	69 Annet, skriv
82 Avløpsrør, m	71 2-sjiktspuss (ofte nettarmert 4.0-10 mm)
89 Forøvrig, m, skriv!	72 Tosjiktspuss på lettbetong
90 KOMPLETTERINGSKUS	73 Tosjiktspuss på celleplast
91 Grunnflate, m ²	74 Tosjiktspuss på mineralull
92 Vegger, m ²	80 METALL
93 Vinduer, m ²	81 Stål
94 Dører, stk.	82 Rustfritt stål
95 Tak, m ²	83 Forsinket stål
96 Undertak, m ²	84 Rust-tregt stål
97 Avrenning, m	85 Kobber
98 Forøvrig, m ² , skriv!	86 Aluminium
	87 Aluzink stål
	89 Bly, zink
	ANNET
	91 Plast
	92 Gummi
	93 Keramikk
	94 Glass
	95 Grus
	96 Papp
	97 Kitt (fugemasse)
	98 Annet, skriv

Tabell 3: Et eksempel på utregning av totale materialmengder på vegg i Stockholmsområdet for ulike bygningsdeler.

MATERIAL	VAGG									
	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
1	143.258	0.000	0.000	0.015	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	10.371
2	33.166	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	2.198
3	21.176	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.241
4	182.377	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	9.608
5	3.549	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	10.188
9	2.099	0.000	0.000	0.000	2.896	0.000	0.000	0.000	0.000	0.045
11	101.850	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	5.609
12	163.070	0.000	0.000	0.031	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	78.897
13	3127.409	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	147.329
14	110.772	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
15	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	14.814
16	249.963	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
21	5365.403	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	51.688
22	1214.394	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
23	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
29	22.412	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.694
30	501.866	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	42.756
40	7548.887	2.065	2.330	5.514	0.000	4.970	8.052	0.000	0.000	908.469
41	559.755	0.000	0.000	0.000	0.000	1.289	0.000	0.000	0.000	0.000
42	13143.036	1.922	1.589	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	162.759
43	340.867	0.000	0.000	1.799	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	4.336
44	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.149	0.000	0.000	0.000	3.665
45	0.000	0.000	0.000	1.846	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.793
46	97.582	0.000	0.000	0.929	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	7.432
49	16.240	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	34.540
50	222.089	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
51	1.152	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
52	45.240	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
53	911.740	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
54	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	4.907	0.000	0.000	0.000	0.000
59	347.141	0.000	0.000	0.000	0.000	0.403	0.000	0.000	0.000	2.533
61	498.990	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	27.165
62	5733.874	42.960	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.728
63	4324.952	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	42.166
64	8004.403	0.445	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	72.033
65	1226.783	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
69	312.009	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.357
73	67.468	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
80	134.856	35.613	0.206	0.436	0.178	1.385	0.000	0.000	0.000	7.683
81	750.248	92.067	20.697	8.905	0.935	49.845	34.497214196.234	0.000	0.000	164.397
82	23.190	1.330	0.593	0.437	0.000	0.049	0.000	0.000	0.000	3.682
83	2136.050	1101.101	36.425	13.144	0.000	86.964	26.874156588.188	0.000	0.000	360.283
84	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.921	0.000	0.000	0.000	7.361
85	48.993	216.795	0.161	1.276	0.000	67.369	1.385	0.000	0.000	41.956
86	2280.580	42.812	0.890	34.248	0.000	59.545	17.038	444.987	0.000	213.610
87	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.163
89	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	9.732	0.000	0.000	0.000	0.000
91	356.918	27.274	0.542	73.534	147.984	137.597	0.000	0.000	0.000	42.617
92	5.974	0.000	0.000	0.000	915.387	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
93	3.814	0.000	0.000	0.165	0.000	0.365	0.000	0.000	0.000	13.296
94	175.159	2.048	0.000	3.351	2.616	344.234	0.000	0.000	0.000	53.035
95	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
96	31.646	0.030	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.222
97	0.000	0.000	0.000	0.000	151.948	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
98	14.851	0.000	0.000	0.380	278.816	7.445	0.000	0.000	0.000	9.824

De største forsinkelsene i prosjektet er framkommet på grunn av den økonomiske situasjonen. Prosjektet er blitt betydelig dyrere enn planlagt. Utgiftene i 1986 har vært på 565 000 kr mens den var planlagt til 365 000 kr. En har derfor vært nødt til å skyve en vesentlig del av databearbeiding til 1987 med henblikk på å få nye midler.

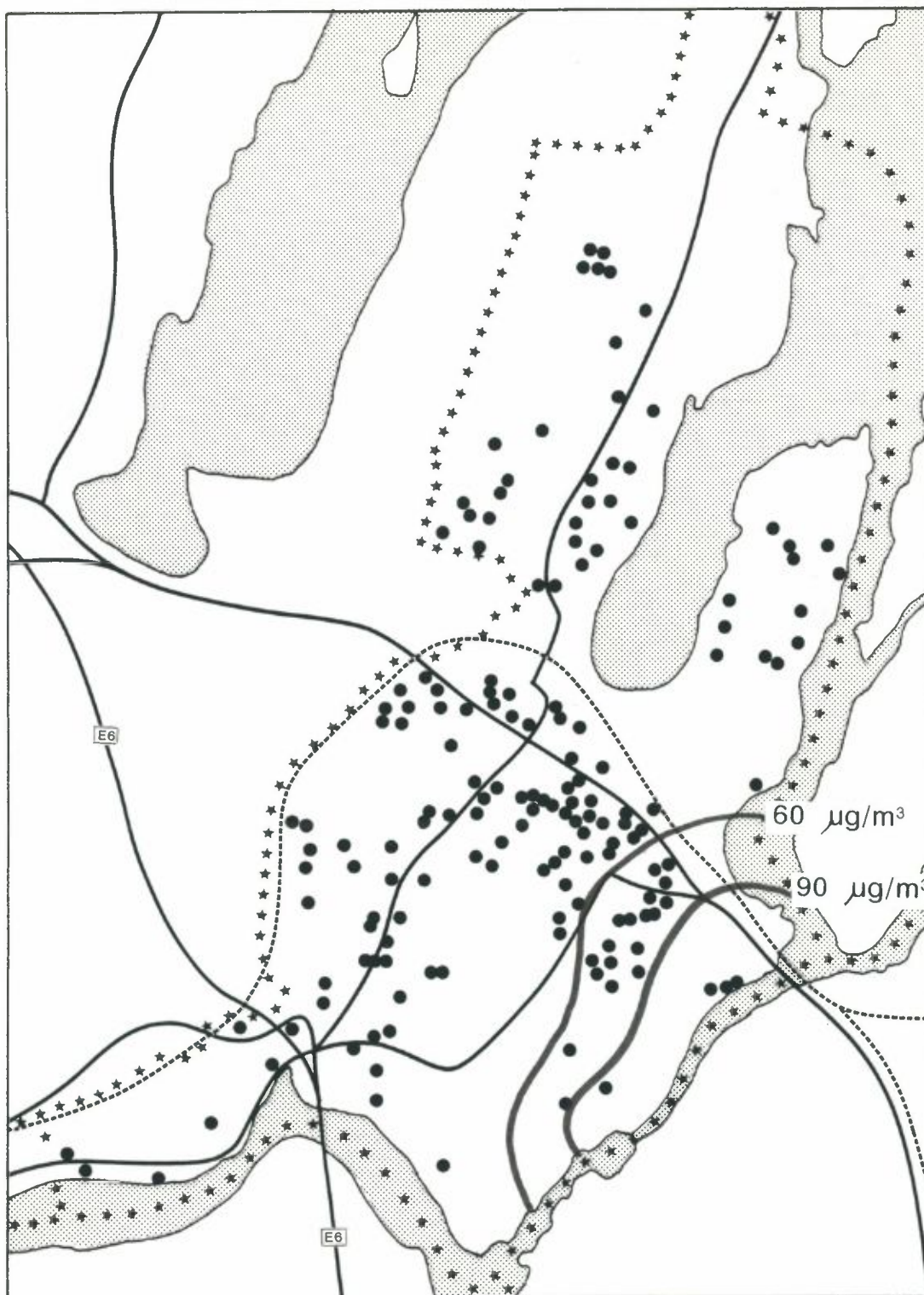
3.4 DELSTUDIER SARPSBORG - MATERIALINVENTERING

Feltdelen av materialinventeringsprogrammet ble gjennomført innen den oppsatte tidsrammen 15 april - 15 september. På grunn av at det kommunale dataregisteret (GAB) som skulle benyttes, ikke var komplett før etter sommeren 1986, ble arbeidet mer hektisk enn planlagt, og planen om å bruke studenter sommeren 1986 kunne ikke gjennomføres. Uten en meget stor velvillighet fra Sarpsborg kommunes etater hadde en ikke kunnet holde tidsrammen. Til sammen er det inspisert 190 hus i Sarpsborg. Alle hus ligger innenfor kommunegrensen, se figur 2.

De største forsinkelsene i prosjektet er fremkommet på grunn av en omfattende etterkontroll av inspeksjonsprotokollene. Punchingen av resultatene begynte derfor først i desember, og all databearbeidelse må utføres i 1987.

Også i Norge har prosjektet blitt dyrere enn planlagt. De totale utgifter i 1986 har vært 645 000 kr mens hele prosjektet var planlagt til 375 000 kr. En må derfor søke om ytterligere midler for 1987.

Spørreundersøkelsen om betalingsvillighet er ikke gjennomført i den nåværende fasen, siden en tidlig var klar over at det ikke var økonomisk dekning for dette innenfor de nåværende rammer.



Figur 2: Fordelingen av innspiserte hus innen Sarpborg.

3.5 AKTIVITETSOVERSIKT 1986

	<u>Tid</u>
1. Workshop Watford Presentasjon av prosjektets plan og målsetting.	12 - 14 mars
2. VTT-rapport ferdig.	Juni
3. Feltarbeid Stockholm.	15 april - 15 september
4. Feltarbeid Sarpsborg.	1 juni - 15 september
5. Arbeidsmøte om feltarbeid mellom Sverige og Norge (i stedet for prosjektmøte).	18 juni
6. Prosjektgruppemøte i Gävle om resultater fra Finland, Sverige og Norge	10 desember

3.6 ØKONOMI 1986

Kostnad- og finansieringsplan har hatt store avvik både i Sverige og Norge. NMR-midlene ble 50 000 kr mindre enn planlagt. For Sveriges del er overskridelsene dekket av egne midler ved SIB. I Norge er de dekket ved en tilleggsbevilgning på 75000 kr fra MD og resten fra NILU's egne midler.

FINANSIERINGSOVERSIKT 1986 (oppgitt i 1000 NOK)

Bevilgende institusjoner	Norge	Sverige	Finland	Danmark	Totalt
NMR	65	65	10	10	150
MD + SFT/Norge	375				375
BFR/Sverige		240			240
Egenfin. SIB		260			260
Egenfin. NILU	205				205
	645	565	10	10	1239

4 PLAN 1987

Innsatsen for 1987 er konsentrert om å avslutte materialinventeringsprosjektene i Sverige og Norge. Vesentlige sider ved dette arbeidet er å undersøke hvor anvendbar dataene er i andre områder ved sammenlignende kjøringer mellom Stockholm og Sarpsborg. Ved hjelp av tilgjengelige registre vil en vurdere fordelingen av materialmengder i ulike geografiske forurensningsområder. Med bakgrunn i mengdene av materialer med kjent dose/effekt-sammenheng vil en se på korrosjonskostnadene.

Mulighetene for å uvide arbeidet til en Nordisk beregningsmodell vil bli vurdert med basis i resultatene.

KOSTNADSPLAN, 1987 (oppgitt i 1000 NOK)

	Norge	Sverige	Finland	Danmark	Totalt
Studier Sarp.	75				75
Studier Stockholm		323			323
4 kond. kost.					
- reiser	15	15	8	8	46
- adm.					

FINANSIERINGSPLAN, 1987 (oppgitt i 1000 NOK)

Bevilgende institusjon	Norge	Sverige	Finland	Danmark	Totalt
NMR	76	58	8	8	150
BFR		130			130
egne SIB		150			150
ikke etablert	24				24
	100	338	8	8	454

AKTIVITETSPLANTid

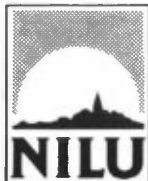
- | | |
|---|-------------------|
| 1. Studier Sarpsborg
bearbeiding av data | 1 januar - 1 juli |
| 2. Studier Stockholm
bearbeiding av data | 1 januar - 1 juli |
| 3. Rapportering | 1 september |
| 4. Seminar
m/presentasjon av rapporten
og plan for neste fase | 23-24 september |

5 REFERANSER

Haagenrud, S. (1984) Reduserte korrosjonsskader som følge av reduserte SO₂-utslipp, Trinn I. Vurdering av metoder og datatilgjengelighet. Lillestrøm (NILU OR 42/84).

Haagenrud, S. og Henriksen, J. (1986) Reduserte korrosjonsskader som følge av reduserte SO₂-utslipp. Trinn II. Utprøving av metoder. Årsrapport 1985. Lillestrøm (NILU OR 04/86).

Statens tekniska forskningscentral - VTT (1986) Inverknad av luftens svoveldioxid (SO₂) på ommålnings- og reparasjonsbehovet av målade metallyter och fåsader behandlade med kalkfärg eller kalkputs. Esbo.



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

RAPPORTTYPE OPPDRAGSRAPPORT	RAPPORTNR. 6/87	ISBN-82-7247-787-4	
DATO FEBRUAR 1987	ANSV. SIGN. <i>J. Seljødalen</i>	ANT. SIDER 14	PRIS 20.-
TITTEL Reduserte korrosjonsskader som følge av reduserte SO ₂ -utslipp. Trinn II. Utprøving av metoder. Årsrapport 1986.		PROSJEKTLEDER J.F. Henriksen	NILU PROSJEKT NR. 0-8341
FORFATTER(E) J.F. Henriksen		TILGJENGELIGHET A	OPPDRAGSGIVERS REF.
OPPDRAGSGIVER (NAVN OG ADRESSE) Nordisk Ministerråd Store Strandstræde 18 1255 København, Danmark			
3 STIKKORD (å maks. 20 anslag) Korrosjonsskader SO ₂ -utslipp Material beregning			
REFERAT (maks. 300 anslag, 7 linjer) Rapporten gir en status av arbeidet i 1986. Det finske prosjektet er ferdig og rapport foreligger. 2 case-studier i Sarpsborg og Stockholm er under arbeid. Materialinsamlingen er utført men bearbeidelsen av dataene gjenstår til 1987.			

TITLE	Reduced corrosion damage from reduced SO ₂ emission. Step II. Testing of methods. Report year 1986.
ABSTRACT (max. 300 characters, 7 lines)	The report describe the work in 1986. The finish study is completed and report is written. The case-studies in Sweden and Norway have completed their field part. The data handling will continue and be completed in 1987.

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