

NILU : OR 63/97
REFERANSE : O-95100
DATO : NOVEMBER 1997
ISBN : 82-425-0930-1

Fuktforhold i trevirke i kontakt med Perlite

Jan Fredrik Henriksen og Thor Ofstad

Innhold

	Side
Sammendrag	2
1. Innledning	3
2. Plan for arbeidet	3
3. Klimaskaptesting	3
4. Resultater	4
4.1 Perlite's vannoptak.....	4
4.2 Perlite's fuktopptak	5
4.3 Fuktopptak i tre ved 90% RH	5
4.4 Opptørking av tre ved 70% RH.....	6
4.5 Perlite som vannoppsuger	8
5. Konklusjon	9
Vedlegg A Prosjektforslag	10
Vedlegg B Analyseresultater for vann- og syreuttrekk av Perlite	13

Sammendrag

Sikring av stavkirker mot brann er en høyt prioritert oppgave hos Riksantikvaren. Det er etter hvert blitt installert vanntåkeanlegg i stavkirker for å redusere brannfaren. En mulig bieffekt ved slike anlegg er at den kan utløses ved uhell og skape økt fuktbelastning og skade på vegger med limfargedetektor.

Riksantikvaren har vurdert ulike tiltak for å redusere denne mulige skaden. Et mulig tiltak er å plassere et vannoppsugende materiale "Perlite" i ulike områder i bygget. Som et ledd i dette arbeidet er Norsk institutt for luftforskning (NILU) blitt kontaktet for å studere fuktforholdene i trevirke når det er i kontakt med Perlite.

Resultatene av undersøkelsene viser at Perlite er lite hygroskopisk for luftfuktighet og tar opp under 1% av egen vekt. Til en viss grad vil Perlite suge opp vann. Perlite er et lett stoff som vanskelig kommer i likevekt med vann. I laboratoriet har vi i ulike forsøk oppnådd fra 46% til 17% volumprosent vannopptak. For å oppnå god oppsuging kreves det lang kontakttid mellom Perlite og vann. I praksis vil en derfor forvente at en vesentlig del av vannet lett renner gjennom Perlite-sjiktet uten at likevekt oppnås.

For prøver hvor Perlite er lagt over trepaneler, har Perlite'ens eneste observerte effekt vært at den forsinker fuktopptaket og opptørkingen. Forsøkene har ikke kunnet påvise noen skadelig effekt på tre av Perlite-mengden.

Ut fra de undersøkelser som er gjennomført synes nytteverdien av Perlite som vannoppsugende middel å være meget begrenset.

Fuktforhold i trevirke i kontakt med Perlite

1. Innledning

Sikring av stavkirker mot brann er en høyt prioritert oppgave hos Riksantikvaren. Det er etter hvert blitt installert vanntåkeanlegg i stavkirker for å redusere brannfaren. En mulig bieffekt ved slike anlegg er at den kan utløses ved uhell og skape økt fuktbelastning og skade på vegger med limfargedetektor.

Riksantikvaren har vurdert ulike tiltak for å redusere denne mulige skaden. Et mulig tiltak er å plassere et vannoppsugende materiale "Perlite" i ulike områder i bygget. Som et ledd i dette arbeidet er Norsk institutt for luftforskning (NILU) blitt kontaktet for å studere fuktforholdene i trevirke når det er i kontakt med Perlite.

2. Plan for arbeidet

En plan for undersøkelsen ble beskrevet i NILUs prosjektforslag av 25. august 1995 (Vedlegg 1) og er blitt revidert av praktiske grunner underveis i samråd med Riksantikvarens representant Andre Korsaksel. Den endelige undersøkelsen har hatt følgende fem hovedelementer:

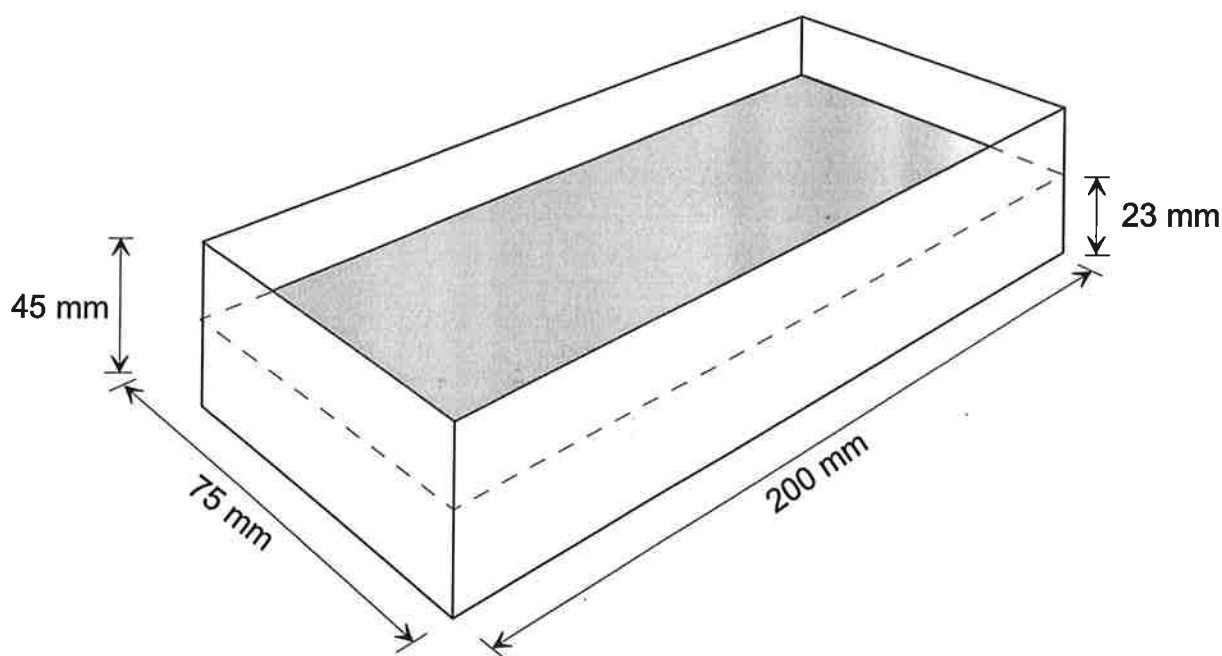
- 1) Hvor stort er Perlites vannopptak.
- 2) Hvor mye fuktighet tas opp i Perlite fra luften.
- 3) Hva blir fuktopptaket i trevirket hvis Perlite dekker overflaten.
- 4) Hva blir fuktavgivelsen fra trevirket hvis Perlite dekker overflaten.
- 5) Hvor effektiv er Perlite som vannoppsuger når et brannslukningssystem utløses.

Punktene 2-5 ble gjennomført i NILUs klimaanlegg, hvor temperatur, relativ fuktighet og nedbørmengde kan doseres og kontrolleres.

Punkt 1, Perlite's vannopptak, ble bestemt ved at like deler Perlite og vann ble forsøkt blandet og mengde overskytende vann ble bestemt.

3. Klimaskaptesting

Til klimaskaptesten ble det benyttet kantforseglete prøvestykker av gran og furu på 200 x 75 x 23 mm, se figur 1. To prøver av hver tresort ble dekket med et 15-20 mm tykt lag av Perlite. Tilsvarende prøver uten Perlite ble eksponert samtidig. Med kantforseglete prøver regnet vi med å få mest mulig reproduerbare forhold prøvene imellom samt at den vil være nærmere den bruk av Perlite som eventuelt vil bli innført i stavkirker. Alle prøvene var fritt eksponert for fuktig luft på undersiden.



Figur 1: Skisse av prøvestykke med forseglete sideflater.

For å registrere fuktopptaket ble ledningsevnen i trestykkene registrert kontinuerlig. To messingspiker med gullplettering ble slått ned til midten trestykket. For å hindre krepstrømmer på treoverflaten ble elektrodene isolert med krympeplast ned til treflaten. Elektrodene ble koblet til NILUs WETCORR instrument og variasjonen i strømmengden i nA ble registrert ved en påtrykt strøm på 2 volt.

Klimaskaptesten ble gjennomført i NILUs klimaskap, type Weiss, hvor temperatur og relativ fuktighet (RH) kan styres. I tillegg kan skapet dosere regn for en bestemt tidsperiode. Regnet kommer som en sky av små vanndråper tilnærmet lik vanndråpene i et vanntåkeanlegg.

Fuktopptak- og opptørkingsforsøkene ble gjennomført ved 90% RH for fuktopptak med en etterfølgende opptørking ved 70% RH. Alle forsøk ble gjennomført til ny likevekt ble observert. Siste avsluttende forsøk var et regnvær, som i gjennomsnitt gav 9 mm nedbør i kammeret, med etterfølgende opptørking ved 70% RH.

4. Resultater

4.1 Perlite's vannoptak

Perlite er meget lettere enn vann og lar seg vanskelig befukte. I første forsøk ble 100 ml Perlite nr. 30 blandet med 100 ml vann i en målesylinder. Etter manuell risting og henstand ble blandingen filtrert og fritt vann målt til 93 ml.

Et nytt forsøk hvor oppfuktingen av Perlite'en var bedre, ble gjennomført ved at 500 ml Perlite ble plassert i et porselensfilter, og 500 ml vann ble brukt til å fukte Perlite'en. På denne måten unngikk vi at Perlite'en fløt opp og at den stadig ble

fuktet fra toppen med vann. Etter tilførsel av 300 ml vann begynte vannet å renne ut av filteret og 200 ml av 500 ml ble samlet opp. Med en vannstrålepumpe ble det satt sug på filteret og ytterligere 70 ml vann ble sugd ut av Perlite-mengden.

Resultatene viser at med stort tilskudd av vann vil Perlite lett flyte og vannopptaket blir redusert. Ved bedre kontakt mellom Perlite og vann kan opptaket bli opptil 45–46% av eget volum, eller 6,5 ganger egen vekt. I praksis kan en opptaksmengde lett bli mindre enn 20% slik som i første forsøk.

4.2 Perlite's fuktopptak

Perlite nr. 30, som var stabilisert i romluft ca. 20% RH, ble eksponert i en eske med samme mål som prøvestykket i figur 1. Fuktopptaket ble bestemt ved veiing minst to ganger pr. uke.

Tabell 1: Resultater fra Perlite-eksponering ved ulike relative fuktigheter.

Fukt i klimaskap	Eksponeringstid	% vektøkning fra start
90%	21 d	0,6%
70%	52 d	0,5%
93%	18 d	0,8%

4.3 Fuktopptak i tre ved 90% RH

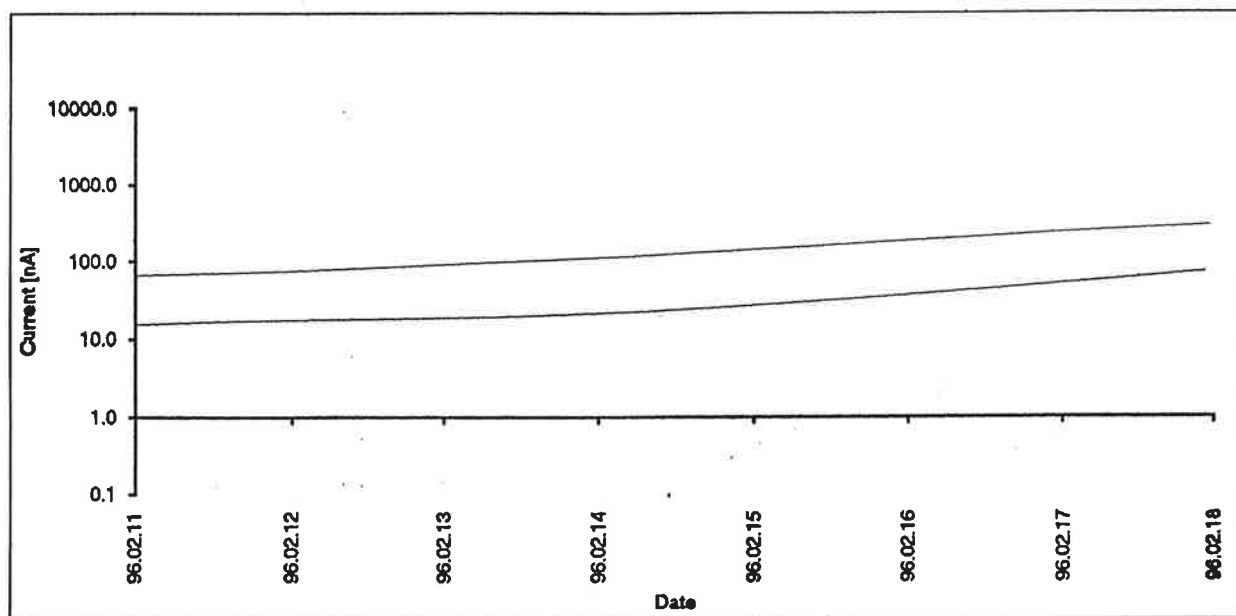
Åtte testenheter ble eksponert samtidig:

2 prøver	Furu dekket med 1,5-2 cm Perlite
2 prøver	Furu uten Perlite
2 prøver	Gran dekket med 1,5-2 cm Perlite
2 prøver	Gran uten Perlite

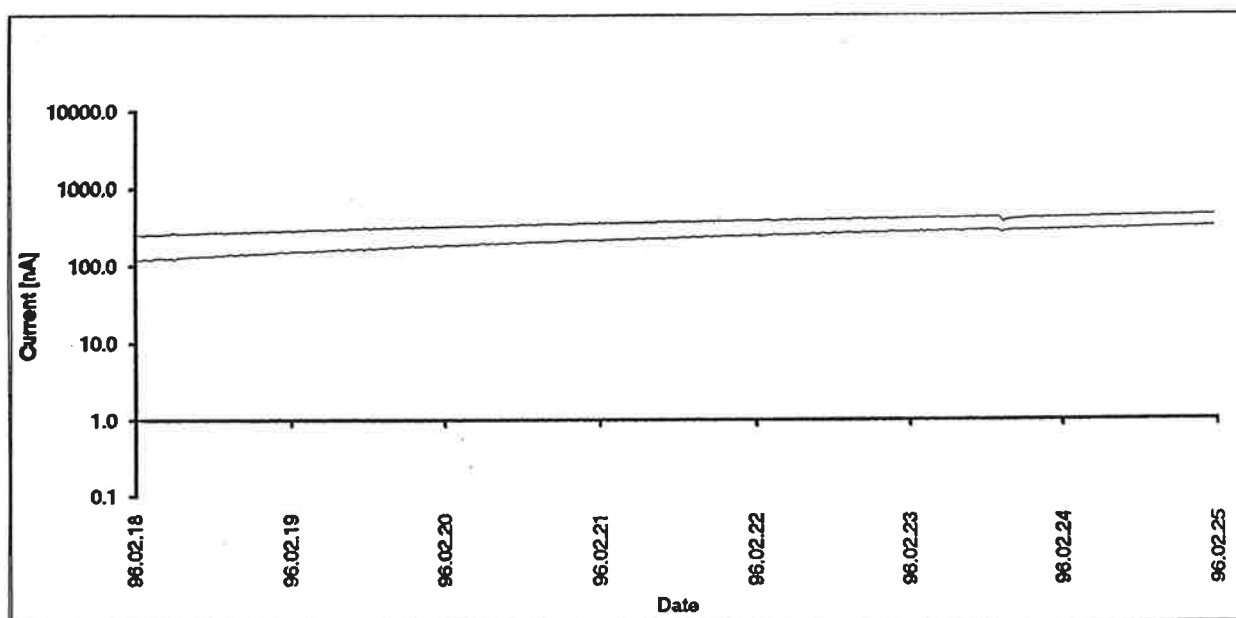
Figur 2 og 3 gir to utsnitt av oppfuktingskurvene for henholdsvis furu og gran. For begge tretypene ble vannopptaket forsinket for treprøvene dekket med Perlite på en side. Alle kurvene var tilnærmet lineære i et halvlogaritmisk plott etter ca. 1 ukes eksponering, men forskjellen mellom kurvene med og uten Perlite var større for furu enn for gran. Som en gjennomsnittsstørrelse ble fuktopptak forsinket med 6-7 dager for furu og 4 dager for gran.

Furuprøvene stabiliserte seg på en strømmengde på mellom 500 og 600 nA etter ca. 30 dager, mens tre av granprøvene stoppet på 400-500 nA og den fjerde på 580 nA etter ca. 20 dager.

Alle prøvene var fritt eksponert mot fuktig luft på en side og siden Perlite er et materiale som tar opp lite fukt, er det sannsynlig at fuktopptaket primært skjer fra den frie siden av prøven. Denne form for eksponering bør være sammenlignbar med den eksponering som vil skje i stavkirkene.



Figur 2: Vannopptak på furu uten og med et dekke av Perlite.



Figur 3: Vannopptak på gran uten og med et dekke av Perlite.

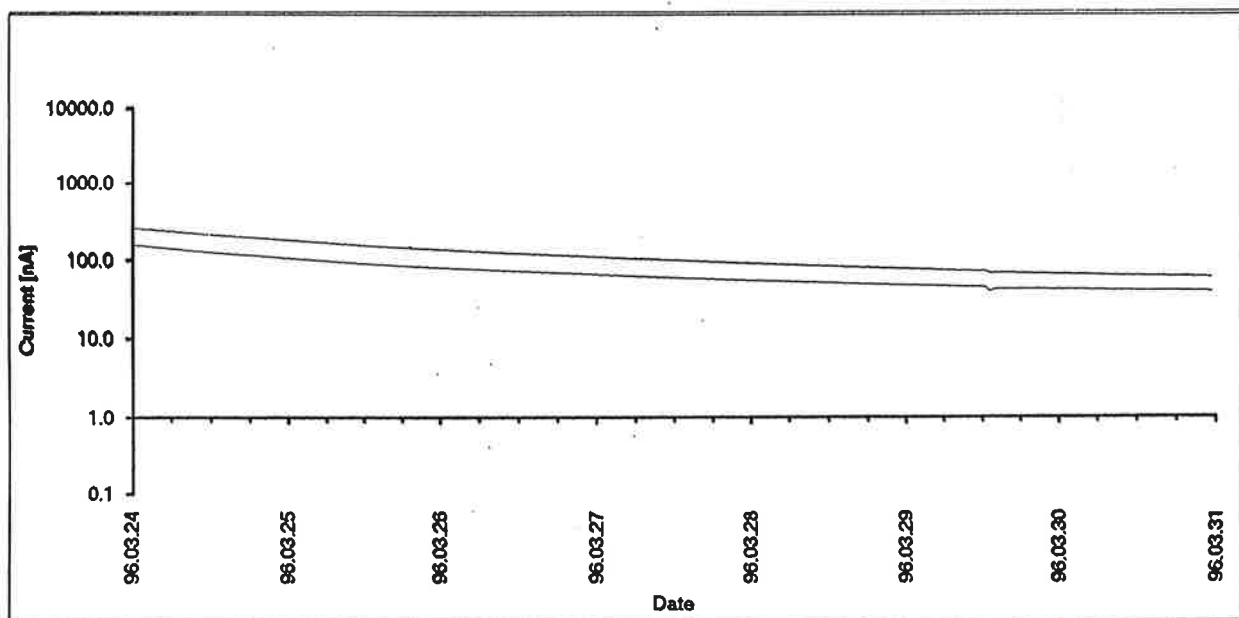
4.4 Opptørking av tre ved 70% RH

Etter at prøvene hadde oppnådd likevekt ved 90% RH ble fuktigheten i klimaskapet satt ned til 70% RH og opptørkingen for de samme åtte prøvene ble registrert.

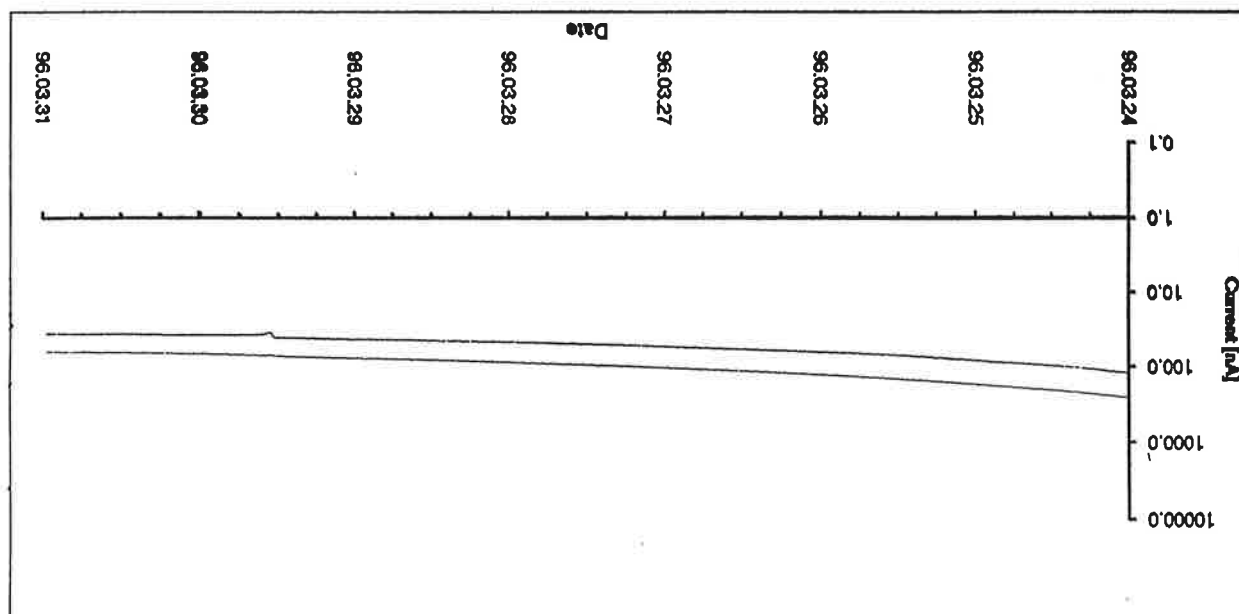
Figur 4 og 5 gir et utsnitt av opptørkingen for henholdsvis furu og gran. Opptørkingen ble forsinket for prøvene dekket med Perlite. I første del var

forsinkelsen to døgn. Når prøvene nærmet seg likevekt, ble forsinkelsen større. Opptørkingstiden var tilnærmet like for alle prøvene.

Som for fuktopptaket er det sannsynlig at mesteparten av uttørkingen skjer fra flater som ikke er dekket av Perlite.



Figur 4: Opptørking av gran uten og med et dekke av Perlite.



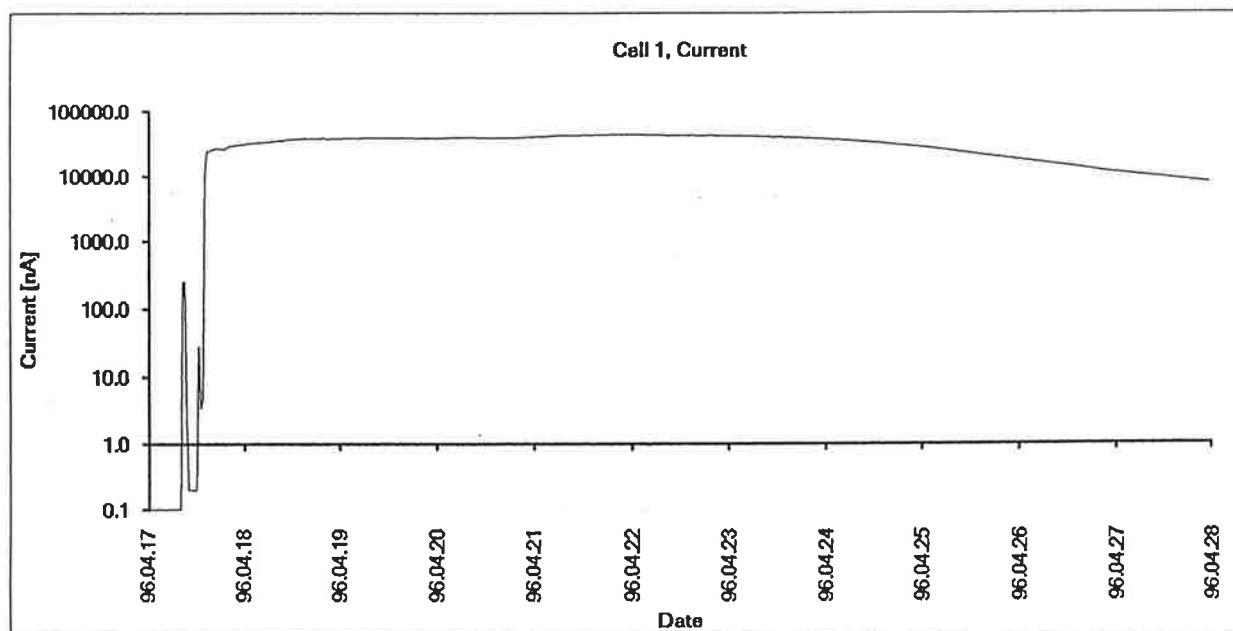
Figur 5: Opptørking av gran uten og med et dekke av Perlite.

4.5 Perlite som vannoppsuger

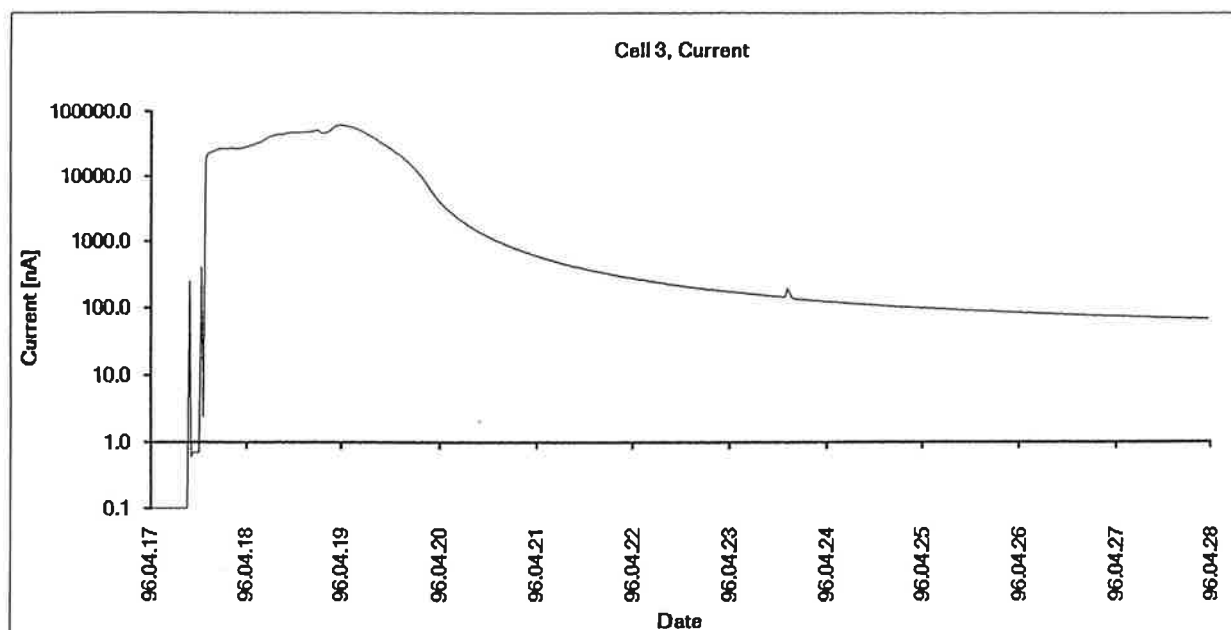
Forsøket ble utført med de samme 8 prøvene som i de foregående testene. Regnet ble kjørt i to trinn, først regnet det ca. 4 mm regn i gjennomsnitt og deretter 5 mm. Fordelingene av regn på prøvene var ujevn, men alle fikk tilstrekkelig med regn. I figurene 6 og 7 er resultatene fra en prøve dekket med Perlite og en uten, vist. Resultatene viser at regnet fukter begge prøvene tilnærmet like mye, men at opptørkingen er senere med Perlite-dekket prøve.

Resultatene viser at Perlite's reaksjonshastighet med vann er langsom og at en stor del av vannet renner gjennom Perlite'en. Dette stemmer godt med de vannopptaksforsøkene som ble gjort med Perlite alene. For å få god fuktighet måtte en røre eller riste prøvene godt. Perlite vil også flyte på toppen av vann selv når den er mettet.

Et vannuttrekk fra Perlite viser at det er meget små mengder med vannløselige ioner i materialet. Natrium og klorid var de vanligste ionene med ca. 100 ppm Na og 20 ppm Cl.



Figur 6: Strømrespons ved regnvær med etterfølgende opptørking ved 70% RH på en prøve dekket med Perlite.



Figur 7: Strømrespons ved regnvær med etterfølgende opptørking ved 70% RH på en treprøve uten Perlite.

5. Konklusjon

Perlite er lite hygroskopisk for luftfuktighet og tar opp under 1% av egen vekt. Til en viss grad vil Perlite suge opp vann. Perlite er et lett stoff som vanskelig kommer i likevekt med vann. I laboratoriet har vi i ulike forsøk oppnådd fra 46% til 17% volumprosent vannopptak. For å oppnå god oppsuging kreves det lang kontakttid mellom Perlite og vann. I praksis vil en derfor forvente at en vesentlig del av vannet lett renner gjennom Perlite-sjiktet uten at likevekt oppnås.

For prøver hvor Perlite er lagt over trepaneler, har Perlite'ens eneste observerte effekt vært at den forsinker fuktopptaket og opptørkingen. Forsøkene har ikke kunnet påvise noen skadelig effekt på tre av Perlite-mengden.

- Ut fra de undersøkelser som er gjennomført synes nytteverdien av Perlite som vannoppsugende middel å være meget begrenset.

Vedlegg A
Prosjektforslag

PROSJEKTFORSLAG

Dato : Kjeller, 25. august 1995
Ref. : JFH/MAa/P-817
Forfatter : Jan F. Henriksen

Fuktforholdene i trevirke i kontakt med Perlite

1. Målsetting

Bestemme fuktbalansen mellom trevirke og Perlite under ulike fuktforhold i klimaskap.

2. Bakgrunn

Riksantikvaren (RA) har installert overrislingsanlegg som brannbeskyttelse i flere av våre stavkirker. Hvis systemet utløses ved brann eller uhell kan dette medføre fuktskader. Riksantikvaren har derfor levert etter midler som har stor adsorpsjonsevne for vann, som kan plasseres i kirken uten skader for konstruksjonen og som aktiveres når slukningsanlegget utløses.

Perlitt hevdes å være et slikt stoff. RA ønsker å få mer kunnskap om Perlite, slik den leveres, og om den har noen negative effekt på fuktbalansen med trevirke i den perioden den ligger i kirken uten at den skal aktiveres.

3. Plan for undersøkelsen

Testmateriale:

Furu plank	20 x 8 x 2,5 cm
Gran plank	20 x 8 x 2,5 cm
Perlite nr. 30	

Furu plank med 2,5 cm tykt belegg av Perlite
Gran plank med 2,5 cm tykt belegg av Perlite

Prøvene testes i NILUs klimaskap ved 20 °C og ulike relative fuktigheter. Ved hver fuktighet står prøvene til likevekt er oppnådd. Likevekten bestemmes ved at det monteres elektroder for motstandsmåling av prøvene. Motstandsmålerne kobles til NILUs WETCORR-instrument som

Vennligst adresser post til NILU, ikke til enkeltpersoner/Please reply to the institute.

NILU
P.O. Box 100
Instituttveien 18
N-2007 KJELLER, Norway
Telephone : +47 63 89 80 00
Telefax : +47 63 89 80 50
Telex : 74854 nilu n

NILU-Tromsø
P.O. Box 1245
Strandtorget 2B
N-9001 TROMSØ, Norway
Telephone : +47 77 65 69 55
Telefax : +47 77 65 61 99

Bank: 5102.05.19030
Postgiro: 0813 3308327
Foretaksnr./Enterprise No. 941705561

kan registrere motstander over tid. Ved likevekt bestemmes også vanninnholdet i treprøvene ved veiing.

Fuktskyklusen vil bli:

50% 60% 70% 80% 90% 100% RH
 ← →

Siden ingen trepaneler har identisk fuktopptak må en kjøre et blindforsøk før Perlite blir introdusert i testen.

Resultatene vil bli presentert som absorpsjonskurver for furu og gran med og uten Perlite. En vil spesielt se om absorpsjonskurvene forandrer forløp når Perlite er til stede.

Som avslutning på forsøket vil vann, i form av regn, bli introdusert i kammeret og vannopptaket observeres.

4. Tidsplan

Tiden for undersøkelser er vanskelig å anslå, siden en ikke på forhånd kjenner absorpsjonskurven. Hvis en antar at en må bruk 1/2 uke til stabilisering på hvert punkt, vil en komplett syklus ta seks uker. Det er mulig å redusere tiden noe ved å teste ved færre fuktigheter. Bearbeidingen av dataene vil gjøres under testen, slik at en konklusjon kan komme raskt etter avsluttet forsøk.

En foreløpig tidsplan vil være:

Blindforsøk: 6 uker
 Perliteforsøk: 5 uker
 Rapportering: 2 uker
 Totalt: 13 uker

5. Kostnader

Leie av klimaskap i 3 måneder:	kr 44 190,-
Leie av WETCORR-instrument:	kr 4 500,-
Verkstedmateriell + elektroder:	kr 800,-
Verkstedtid:	kr 2 880,-
Assistenttid:	kr 36 000,-
Ingeniørtid:	kr 9 800,-
Forskertid:	<u>kr 6 300,-</u>
Sum:	<u>kr 104 470,-</u>

Perlite leveres kostnadsfritt av Riksantikvaren.

Forslag til kostnadsoverslag mellom NILU og RA:

Riksantikvaren:	kr 50 000,-
NILU:	kr 54 470,-

Vedlegg B

Analyseresultater for vann- og syreuttrekk av Perlite

NILU
Her

JFH

Deres ref./Your ref.:

Vår ref./Our ref.:
MV/MAa/O-95100/B

Rapport nr./Report no.

Kjeller,
2. november 1995

Analyserapport uorganiske analyser

Vedlagt følger analyseresultater for 1 prøve av vannabsorberende materiale bestående av dette brev samt tre sider rapportvedlegg.

Prøvens tilstand ved mottak

NILU har ingen spesielle kommentarer til prøvens tilstand ved mottak.

Prøvepreparering på NILU

Prøven ble ekstrahert på to forskjellige måter.

Vannekstrakt

0.2 g prøve ble løst i 7.5 ml MilliQ vann og ristet i 30 min, prøven ble satt til henstand over natten og så sentrifugert. Løsningen ble så overført til et nytt rør, og ekstraheringen gjentatt med nye 7.5 ml MilliQ vann. Løsningene ble så sammenslått.

Syreekstrakt

0.2 g prøve ble løst i 7.5 ml 1% HNO₃ (v/v) og ristet i 30 min. Prøven ble satt til henstand over natten og så sentrifugert. Løsningen ble så overført til et nytt rør, og ekstraheringen gjentatt med nye 7.5 ml 1% HNO₃ (v/v). Løsningene ble så sammenslått

Analyse

Analysene er utført ved NILUs avdeling for Uorganisk analyse med teknikken ICPMS

Vennligst adresser post til NILU, ikke til enkeltpersoner/Please reply to the institute.

NILU
P.O. Box 100
Instituttveien 18
N-2007 KJELLER, Norway
Telephone : +47 63 89 80 00
Telefax : +47 63 89 80 50
Telex : 74854 nilu n

NILU-Tromsø
P.O. Box 1245
Strandtorget 2B
N-9001 TROMSØ, Norway
Telephone : +47 77 65 69 55
Telefax : +47 77 65 61 99

Bank: 5102.05.19030
Postgiro: 0813 3308327
Foretaksnr./Enterprise No. 941705561

Analyseresultater i rapportvedlegg

Analyseresultatene for ICPMS følger som et eget vedlegg med overskrift "NILU ICPMS RAPPORT". Rapportvedlegget består av 1 side. Dataene er rapportert i enheten ng/g, som betyr ng element løst pr g tørt innveid materiale.

Det ble utført to parallelle ekstraksjoner for hver behandling. Vannuttrekk er merket "H2O" og syreuttrekk er merket "HNO3".

Analyseresultatene i rapportvedlegget er gitt med varierende antall gjeldende siffer, da rapportgeneratoren i laboratoriedatabasen er lite fleksibel med hensyn til justering av gjeldende siffer. Siden det vanligvis er vanskelig å spesifisere måleusikkerheten bedre enn ca. 10%, anbefaler vi at det bare benyttes maksimalt 3 gjeldende siffer ved vurdering eller i presentasjon av resultatene.

Et minus "-" foran måleresultatet, betyr at det er mindre enn deteksjonsgrensen for analysemetoden. Er måleresultatet oppgitt som f.eks. "-0.01", betyr det at deteksjonsgrensen for metoden er 0.01. For faste prøver beregnes måleresultatet i rapporten på basis av innveid prøvemengde. I slike tilfeller vil deteksjonsgrensen som rapporteres kunne variere fra prøve til prøve dersom prøvemengden varierer.

Måleusikkerhet

Måleusikkerheten for ICPMS varierer noe fra element til element. Generelt ligger måleusikkerheten innenfor $\pm 10\%$ ved 10 ng/ml (ppb). Måleusikkerheten omfatter bare det som kan tilskrives prøvebehandling og kjemiske analyser på laboratoriet. Ved vurdering av total usikkerhet må det tas hensyn til bidraget fra prøvetaking samt prøvens representativitet. I de tilfellene der NILU ikke har hatt ansvar for prøvetakingen, kan vi ikke tallfeste dette bidraget til usikkerheten.

Kontaktperson ved spørsmål

Dersom det skulle være noen uklarheter, kan spørsmål vedrørende måleresultatene i rapporten rettes til Marit Vadset (ICPMS).

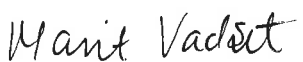
Måleresultatene i rapportvedlegget gjelder kun for de mottatte prøver. Målerapporten skal gjengis i sin helhet, og ikke i utdrag, uten etter godkjenning fra laboratoriet.

Med vennlig hilsen


Oddvar Røyset

Leder,

Avdeling for uorganisk analyse


Marit Vadset
Ingeniør

Vedlegg.

Tabell B1: NILU ICPMS-rapport.

Enhet: ng/g = ppb

	Pb	Cd	Cu	Zn	Cr	Ni	Co	Fe	Mn	V
Vannuttrekk	11,55		8,8	747,7	25,6	34,2	20,91	-728,0	98,7	109,6
"	9,58	1,436	21,7	308,0	33,6	39,6	6,36	-743,0	75,3	72,4
Syreuttrekk	98,64	2,288	39,4	398,5	240,1	242,9	14,56	45628,3	3070,1	154,6
"	95,50	1,948	60,8	279,7	1093,9	643,3	26,53	59897,2	3636,7	369,1

	As	Ba	Sr	Al	Sb	Bi	Tl	U	Th	Be
Vannuttrekk	81,0	34,9	10,2	3166,3	6,34	0,0	0,18	0,90	0,7	0,3
"	86,1	35,9	14,6	3364,7	6,97	0,5	0,72	0,92	0,7	0,5
Syreuttrekk	92,0	6255,0	588,4	127320,7	7,28	46,9	3,80	33,14	38,5	7,1
"	139,3	9019,4	656,6	138285,5	10,33	56,5	5,09	32,24	77,2	8,5

	Li	Rb	Cs	Mg	Na	Ca	Mo	Y	La
Vannuttrekk	204,3	8,9	4,3	299,9			84,6	1,0	1,8
"	267,5	8,5	4,5	374,8			91,1	0,9	2,4
Syreuttrekk	403,1	788,2	28,6	7347,1			70,9	255,9	474,6
"	459,5	896,8	32,8	12832,3			129,5	270,0	659,3

Tabell B2: Vannuttrekk Perlite

Prøve	Na (ppm = µg/g)	Cl (µg/g = ppm)
A	100	17
B	120	18
C	156	20
D	238	22
E	127	1,3
F	147	18



Norsk institutt for luftforskning (NILU)

Postboks 100, N-2007 Kjeller

RAPPORTTYPE OPPDRAKSRAFFORT	RAPPORT NR. OR 63/97	ISBN 82-425-0930-1 ISSN 0807-7207	
DATO 5.1.98	ANSV. SIGN. <i>Øy Stein Hov</i>	ANT. SIDER 16	PRIS NOK 30,-
TITTEL Fuktforhold i trevirke i kontakt med Perlite		PROSJEKTLEDER J.F. Henriksen	
		NILU PROSJEKT NR. O-95100	
FORFATTER(E) Jan Fredrik Henriksen og Thor Ofstad		TILGJENGELIGHET * A	
		OPPDRAKSGIVERS REF. 95/4163/Ark G	
OPPDRAKSGIVER Riksantikvaren Postboks 8196 Dep 0034 OSLO			
STIKKORD Tre	Fuktopptak	Adsorpsjonsmiddel	
REFERAT Klimaskapsstudier av trevirkets fuktforhold i kontakt med Perlite er gjennomført. Perlite vil forsinke fuktopptak og opptørking ved varierende luftfuktighet. Perlite's evne til å ta opp vann fra en vanntåke er begrenset. Perlite er et lett stoff som vanskelig kommer i likevekt med vann. I laboratoriet har vi i ulike forsøk oppnådd fra 46% til 17% volumprosent vannopptak. Perlite's nytteverdi som vannoppsugende middel synes å være liten.			
TITLE Moisture impact on wood covered with "Perlite".			
ABSTRACT			

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