

0 GENERELT

- 01 Dette bladet behandlar frostsikring av vann- og avløpsledninger i friluft. Vanligvis vil dette omfatte ledninger som er hengt opp under bjelkelag eller oppstikk til hus med åpen fundamentering eller ventilert kryperom. Det er gitt eksemplar på dimensjonering av varmeisolasjon og varmekabler.
- 02 Frostsikringen med isolasjon og evt. varmekabler må også sikre ledningene under terreng ned til tilstrekkelig dybde. Hvis ledningene ligger grunt, må isolasjon og evt. varmekabler legges slik at frostsikringen blir sammenhengende.
- 03 Det vises til byggdetaljblad med data for frostsikring, G 451.021 og G 451.022, og andre blad i gruppe A 515 om sanitæranlegg i grunnen.

1 MATERIALER

- 11 Varmeisolasjon
Isolasjon for frostsikring av ledninger i luft bør være enkel å legge rundt rørene. Hvis det er et enkelt rør som skal isoleres, vil det f.eks. som regel være mest hensiktsmessig å benytte en rørskaalisolasjon. Krav til isolasjonsmaterialenes mekaniske styrke er som regel av mindre betydning. Ventilasjon av kald luft eller fuktinntrenging i isolasjonsmaterialene fører til en kraftig reduksjon av isolasjonsevnen. Dette kan hindres ved å dekke isolasjonen med papp, plast e.l. Dette gir også isolasjonen en viss mekanisk beskyttelse.

Tabell 11
Varmeledningsevne for enkelte typer isolasjonsmaterialer

Materialer	Varmeisolasjonsevne W/m °C
Mineralull	0,04
Polystyren ekstrudert/ekspandert	0,03/0,04
Polyuretan hard/myk	0,03/0,04

Det finnes også en rekke andre typer fleksibel isolasjon av ekspanderte plastmaterialer som egner seg til å isolere vann- og avløpsledninger i luft. Disse materialer har som regel en varmeledningsevne rundt 0,04 W/m °C.

12 Varmekabler

Det finnes en rekke typer varmekabler med forskjellige egenskaper. Fig. 12 a–d viser noen eksemplar. Varmekabelen med koppermantel, fig. 12 b, kan også plas-

seres inne i vannledninger. Det finnes både to- og treleder varmekabler og andre mer spesielle typer. Disse kan f.eks. ha en meget høy motstand pr. m, fig. 12 c, eller være selvregulerende der motstanden økes med temperaturen, fig. 12 d. De to sistnevnte varmekablene egner seg spesielt godt når det ledningsstrekke som skal frostsikres, er kort. Dette kan f.eks. være ledningsoppstikk til hus med åpen fundamentering. Disse varmekablene kan selv ved korte ledningsstrekk tilkobles lysnettet direkte, uten bruk av transformator.

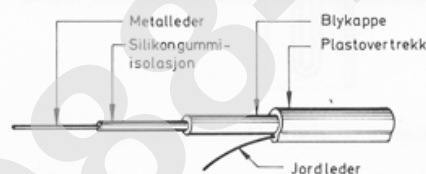


Fig. 12 a
Varmekabel av én-ledertypen

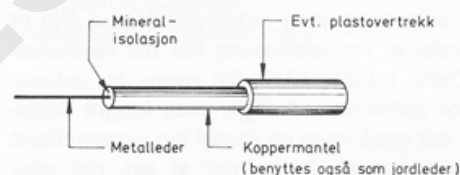


Fig. 12 b
Varmekabel med koppermantel som også kan plasseres inne i vannledninger, som vist i fig. 12 e, kan hurtig tine opp selv større ledninger som er frosset.

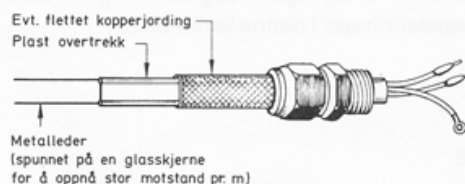


Fig. 12 c
Varmekabel av to-ledertypen med høy motstand pr. m

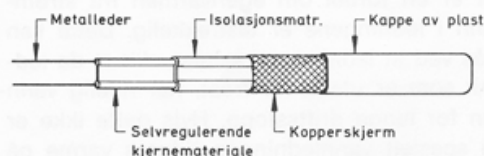


Fig. 12 d
Varmekabel med selvregulerende effekt
Den avgitte effekten reduseres når temperaturen stiger og øker når temperaturen faller. Effekten pr. meter er uavhengig av kabelens lengde.

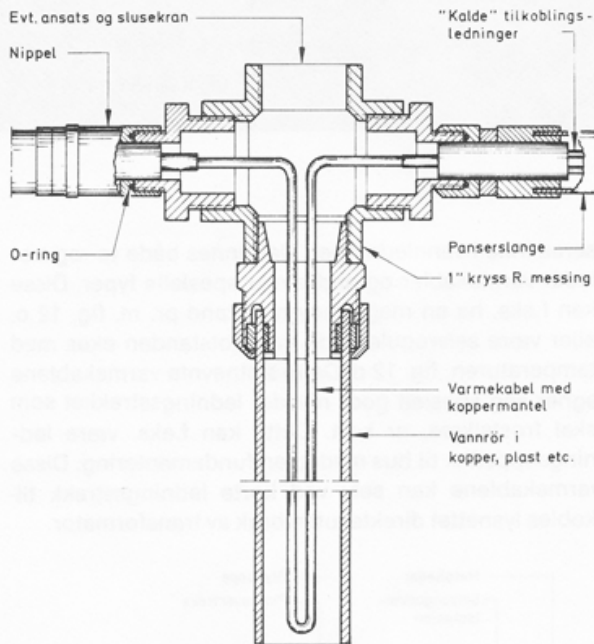


Fig. 12 e
Eksempel på hvordan en varmekabel kan føres inn i vannrør

13 Rørmaterialer

Vannledninger i luft som er utsatt for frost, bør tåle de påkjenningene som rør og skjøter kan bli utsatt for når vannet fryser. Ofte er det egenvarmen fra strømmende vann som hindrer at ledningen fryser. Det er derfor en fordel at rørmaterialene har lav varmeledningsevne. Dette gjelder både for vann- og avløpsledninger. For spillvannsledninger med lengre drifts-avbrudd kan det også være en fordel om rørmaterialet har lav varmekapasitet. Dette gjør at evt. rim eller isdannelser på grunn av små vannlekkasjer hurtig tines opp når ledningene kommer i normal drift. Plast-rør har lav varmeledningsevne og liten varmekapasitet. De fleste typene er også relativt fleksible ved temperaturer rundt 0 °C og egner seg derfor godt som vann- og avløpsledninger i denne forbindelse.

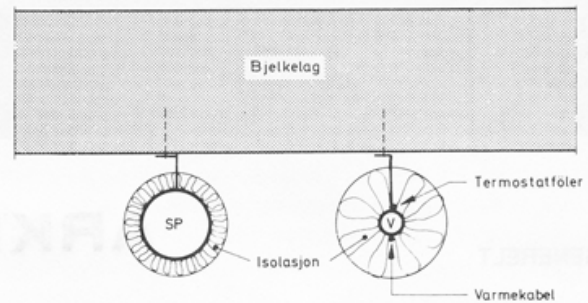


Fig. 21 a
Varmeisolerte ledninger

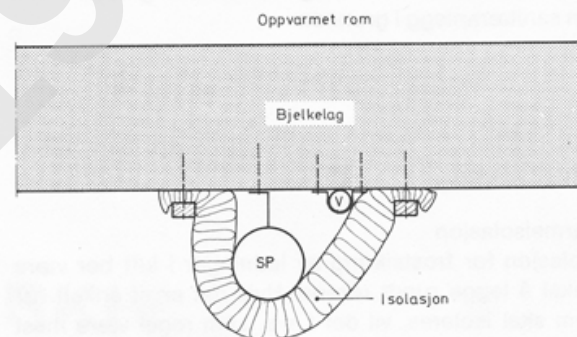
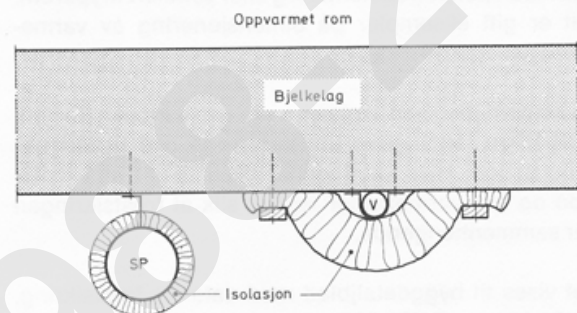


Fig. 21 b
Varmeisolerte ledninger der varmen fra huset er med på å frostsikre ledningene

2 UTFØRELSE

- 21 Når ledningene er omgitt av luft med temperatur under frysepunktet, er det nødvendig med en eller annen form for varmetilførsel for å forhindre at ledningene fryser. Det er en fordel om egenvarmen fra strømmende vann i ledningene er tilstrekkelig. Dette kan ofte oppnås ved at ledningene samles slik at de ledningsstrekke som er utsatt for frost, har rikelig vannføring uten for lange driftsstopper. Hvis dette ikke er mulig, må spesielt vannledningen tilføres varme på annen måte, f.eks. ved hjelp av elektriske varmekabler. Ved god varmeisolasjon kan varmetilførselen være liten, 2–6 W/m, se fig. 21 a. For å unngå bruk av varmekabler kan varmen fra selve huset utnyttes til å frostsikre ledningene. Ledningene kan da legges i bjelkelaget eller under som vist på fig. 21 b. Spillvannsledningen vil i perioder ha stor vannføring med høye temperaturer. Som regel vil det være tilstrekkelig å varmeisolere disse ledningene.

22 Frostbelastning (dimensjonerende lufttemperatur)

Dimensjonerende lufttemperatur vil være avhengig av konstruksjonen. Selv med en relativt åpen fundamentering vil svingningene i lufttemperaturen under bjelkelaget være noe dempet i forhold til uteluften. Dette er særlig tilfelle for ventilerte kryperom. For å forhindre fukt- og råteskader bør det alltid sørges for god ventilasjon. Denne ventilasjonen gjør at det også i kryperom lokalt kan forekomme lave lufttemperaturer. Som et grunnlag for å bestemme nødvendig isolasjon og varmetilførsel kan den laveste gjennomsnittlige lufttemperaturen i en tredøgnsperiode benyttes. Denne temperaturen er den samme som benyttes ved dimensjonering av bygningers varmeanlegg og kan finnes i andre byggdetaljblad, i tabell i G 451.021 og på kart i G 451.022.

23 Termisk dimensjonering

Nødvendig varmetilførsel for å frostsikre en enkelt isolert vannledning i luft kan bestemmes av fig. 23 a. I diagrammet er det benyttet en varmeledningsevne for isolasjonsmaterialene på 0,04 W/m °C. Hvis av-

lest effekt f.eks. er 4 W/m og isolasjonsmaterialenes varmeledningsevne er 0,03 W/m °C, vil nødvendig varmetilførsel være $4 \cdot \frac{0,03}{0,04} = 3 \text{ W/m}$.

Hvis ledningsanlegget er i permanent bruk, bør isolasjonen dimensjoneres slik at nødvendig varmetilførsel under ekstreme temperaturforhold er 2–6 W/m avhengig av rørdimensjonene. Vannføringen og driftstoppenes varighet vil være avgjørende om det er nødvendig i perioder å tilføre varme ved hjelp av elektriske varmekabler.

I fig. 23 b er det vist hvilke varmemengder som kan avgis fra mindre vannledninger i drift. Vanligvis kan det tolereres et temperaturfall over det ledningsstrek- ket som skal frostsikres på 0,5–2,0 °C. Dette er blant annet avhengig av vannkilden og må bestemmes i hvert enkelt tilfelle. I fig. 23 b er vannføringen oppført som midlere vannstrømning over døgnet i frost- perioden. Fig. 23 c viser hvor mange timers driftstans som kan tillates under ekstreme frostbelastninger.

Hvis det i lengre perioder av vinteren er nødvendig å benytte en elektrisk varmekabel, kan strømforbruket reduseres til et minimum ved bruk av en termostat. Termostatens temperaturføler bør ligge i direkte kontakt med røroverflaten. Ved riktig dimensjonering av isolasjonen vil det bare være under lengre drifts- stopp at ledningen er utsatt for å fryse.

Det er da viktig å gjøre varmekabelinstallasjonen så enkel og rimelig som mulig. Det kan oppnås ved at varmekabelen bare påtrykkes en konstant spenning, nettspenningen, som sikrer en hurtig opptining av ledningen. En effekt på 10–20 W/m vil som regel være tilstrekkelig til å sikre en hurtig opptining. Når led- ningen kommer i regulær drift, vil vanntappingen igjen holde ledningen frostfri. Effektforbruket vil der- for ikke spille noen rolle p.g.a. den korte brukstiden.

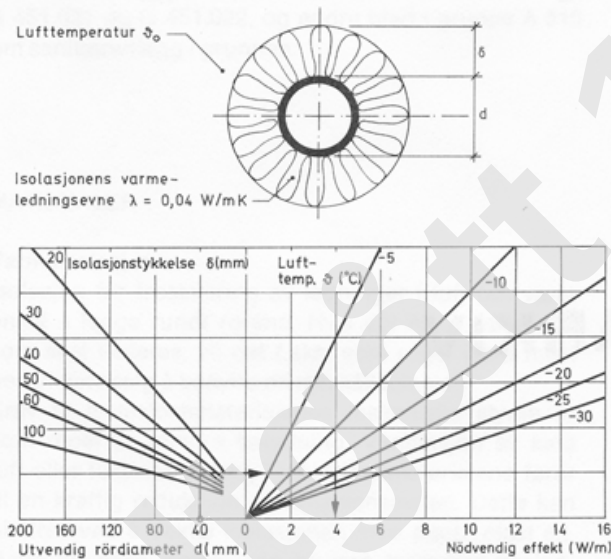


Fig. 23 a
Nødvendig varmetilførsel for å frostsikre vannledninger i friluft

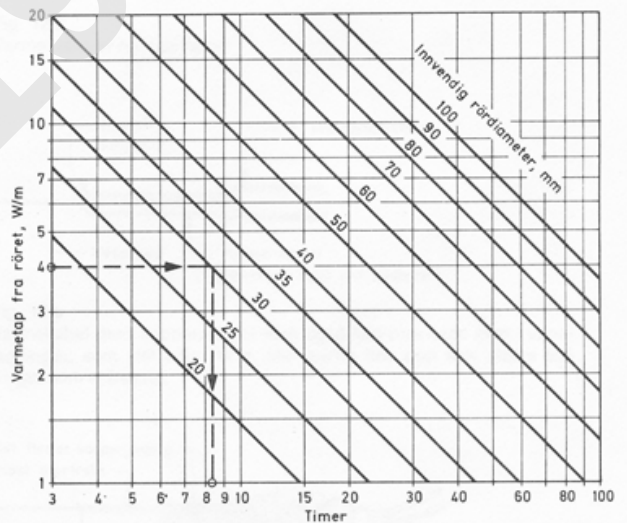


Fig. 23 c
Lengste tillatte driftstans i timer for relativt korte ledningsstrek (10–20 m)

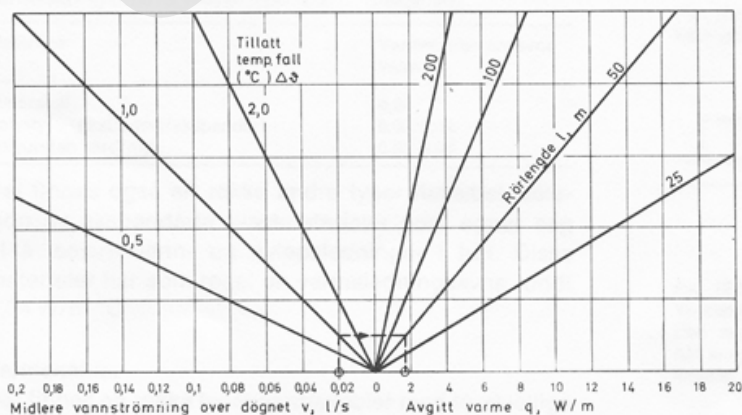
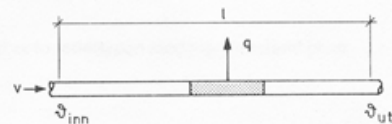


Fig. 23 b
Varmedavivelse fra vannledninger i drift



Tillatt temperaturfall
 $\Delta\theta = \theta_{inn} - \theta_{ut}$
 l = Rørlengde
 q = Avgitt varme pr. m.
 v = Midlere vannstrømning over døgnet

24 Valg av varmekabel

Når den nødvendige varmemengden som skal tilføres pr. meter ledning er bestemt, må man velge en hensiktsmessig varmekabel. En varmekabels effekt kan varieres ved å endre spenningen eller motstanden. For en varmekabel som er anbrakt inne i vannrøret, er kabellengden vanligvis gitt. Man har da mulighet for å tilpasse motstanden til de forskjellige effektbehov ved valg av kabeltype. Hvis varmekabelen legges utenpå røret, kan man ved å vikle kabelen rundt røret tilpasse en på forhånd fastlagt kabellengde. Ved å benytte en flerledet varmekabel eller ved å legge flere strekk med enledere, kan man oppnå en god regulering idet det kan velges forskjellige koblingsmåter. Siden det ofte er snakk om små effekter samtidig som ledningsstrekket er kort, må man i mange tilfeller bruke varmekabler med meget høy motstand eller den selvregulerende varmekabeltypen for å kunne foreta en direkte nett-tilkobling.

En annen mulighet er å redusere spenningen ved hjelp av en transformator. Diagrammet i fig. 24 viser sammenhengen mellom effekt, kabellengde, motstand og spenning. Diagrammet gjør det mulig å bestemme hvilken kabel som er best egnet. Hvis det ikke er mulig å oppnå tilstrekkelig totalmotstand i anlegget ved de valgte kabeltyper, kan man av fig. 24 direkte avlese hvilken spenning som må påtrykkes for å oppnå den ønskede effekt.

25 Eksempel

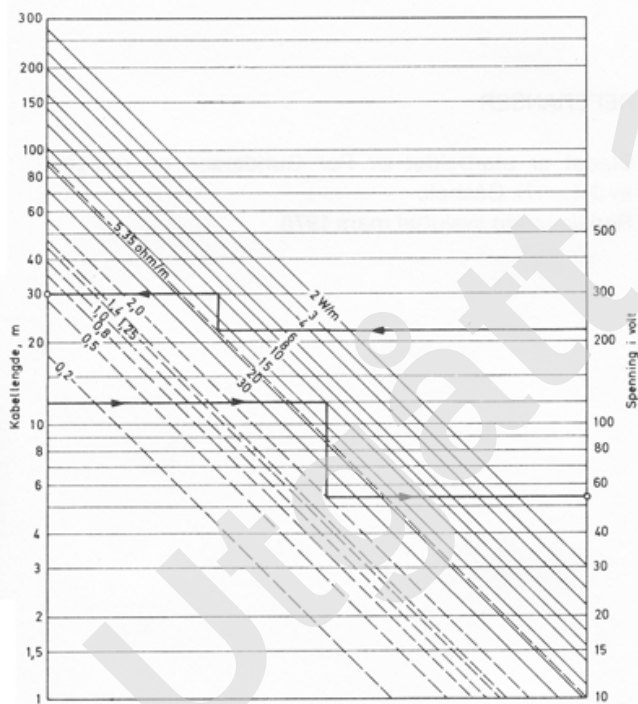
En rekkehusbebyggelse består av grupper på 8 hus og har åpen fundamentering. Hvert hus har ett vannoppstikk. Fordelingsledningen er hengt opp under bjelkelaget, se eksempel fig. 25 a og b, og har et luftstrekke på ca. 60 m før ledningen blir ført ned i grunnen og over til neste husrekke. For å få en relativt kontinuerlig vannføring er ledningen utført som en ringledning. Stikkledningene til hvert hus blir derfor bare ca. 3 m lange. Fordelingsledningen er en PEL plastledning med utvendig/innvendig diameter på 50/36 mm. Midlere vannstrømning over døgnet antas å være ca. 0,04 l/sek. Vanntemperaturen i området har en min. temperatur i vinterhalvåret på ca. 2,5 °C. Det kan derfor tolereres et temperaturfall over det ledningsstrekket som skal frostsikres på ca. 1,5 °C.

Under disse forutsetningene vil ledningen i middel over døgnet avgi ca. 4 W/m, fig. 23 b. Som dimensjonerende lufttemperatur benyttes den laveste gjennomsnittlige lufttemperatur i en tredøgnsperiode. Denne temperaturen kan f.eks. være -20 °C. Nødvendig isolasjonstykkelse avleses av diagram 23 a. I dette tilfellet vil det være tilstrekkelig med 60 mm tykk isolasjon rundt røret, f.eks. i form av rørsåler.

Av diagram 23 c fremgår det at fordelingsledningen kan tåle en driftsstans på ca. 12 timer under ekstreme temperaturforhold. Hvis utelufttemperaturen er -10 °C, vil ledningen kunne tåle en driftsstans på ca. ett døgn. For å kunne tine ledningen kan det evt. legges en elektrisk varmekabel langs ledningen. Denne behøver ikke å ha en permanent tilkobling og kan dimensjoneres til å avgi 10–20 W/m. Dette vil sikre en hurtig tining av ledningen hvis denne under uheldige omstendigheter skulle fryse.

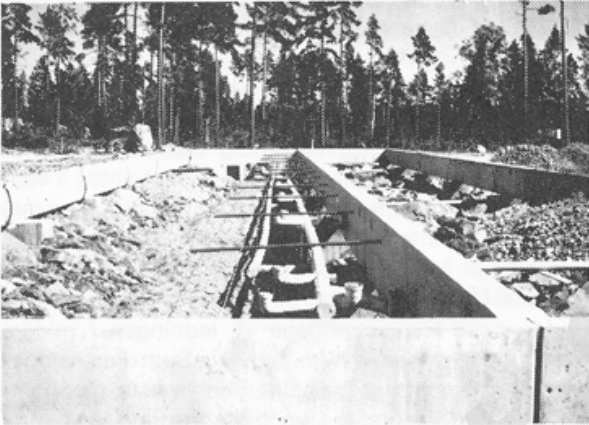
Spillvannsledningen vil det i de fleste tilfeller være tilstrekkelig å isolere. Hvis det i tillegg til spillvannsledning også er avløpsledning for takvann, kan disse ledningene isoleres sammen. Ledningene kan f.eks. isoleres som vist på fig. 25c. Hvis varmekabelen skal styres av en termostat, bør termostatsens temperaturføler plasseres som vist på figuren.

Stikkledningene, i PELplast, med en innvendig/utvendig diameter på 32/23 mm, forsyner bare et enkelt hus med vann og har derfor en mer usikker vannføring. Slike ledninger bør også isoleres sammen med spillvannsledningen. Hvis total isolasjonstykkelse på vannledningsoppstikket er ca. 100 mm, vil vannledningen under ekstreme temperaturforhold ha et varmetap på ca. 2,5 W/m, fig. 23 a. Disse ledningene tåler under ekstreme temperaturforhold en driftsstans på ca. 8 timer, fig. 23 c. Sannsynligheten for at oppstikkene for stikkledningene fryser under normale driftsforhold, er derfor meget liten. Ved lengre driftsbrudd





a.



b.

Fig. 25 a og b
Eksempel på oppheng av ledninger

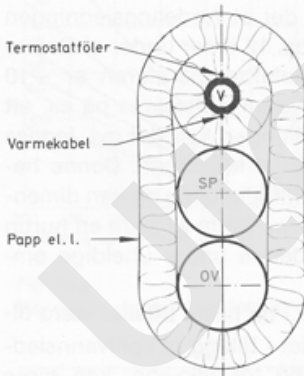


Fig. 25 c
Eksempel på frostsikring av ledninger i friluft

er det imidlertid nødvendig å tilføre oppstikkene noe varme, f.eks. ved hjelp av en elektrisk varmekabel. Dimensjonering av denne varmekabelen kan foregå på to prinsipielt forskjellige måter. Vannledningsoppstikket kan f.eks. tilføres kontinuerlig 3–4 W/m, totalt 12 W, i vinterhalvåret. For å oppnå dette må det benyttes en transformator da vannledningens lengde bare er ca. 3 m. Hvis varmekabelen har en motstand på 5,35 ohm/m, vil nødvendig spenning være ca. 20 volt, fig. 24. Dette er under forutsetning av at varmekabelen legges som en sløye utenpå vannledningen for å få tilkoblingen på ett sted. Varmekabelens totale lengde blir da 6 m og avgitt effekt pr. m rør er ca. 4 W/m.

En annen mulighet er å benytte den selvregulerende varmekabeltypen. Det er da ikke nødvendig med transformator. Denne varmekabelen avgir ca. 10 W/m ved 0 °C og benyttes bare til å tine ledningen hvis denne under uheldige omstendigheter skulle fryse.

3 REFERANSER

- 31 Bladet er utarbeidet av Per Gundersen og redigert av Johan H. Gåsbak.
Redaksjonen avsluttet mars 1978.