

0 Generelt

01 Innhold

Dette bladet behandler framføring av sekundær- og stikkledninger for vann og avløp (VA-ledninger) i bolig-områder. Sekundærledninger er betegnelsen på private fellesledninger i et boligfelt, og stikkledninger er ledningene inn til hver enkelt bolig. I framstillingen er det vist en forenklet metode for å dimensjonere frostsikringen. Bladet omhandler frostsikring av VA-ledninger inn til enkelthus og til boligfelt der man har et mer omfattende sekundær-/stikkledningsnett.

Det fins også spesialløsninger der man bruker preisoler-te rør som krever egen frostdimensjonering. Slike løsninger er ikke behandlet her.

02 Grunnlag

021 Fellesgrøfter. Fellesgrøfter er en nødvendig forutsetning for rasjonell framføring av de tekniske anleggene i boligfelt fram til de enkelte boligene. Tekniske anlegg kan være vann, avløp, fjernvarme, el- og signalkabler, se fig. 021.

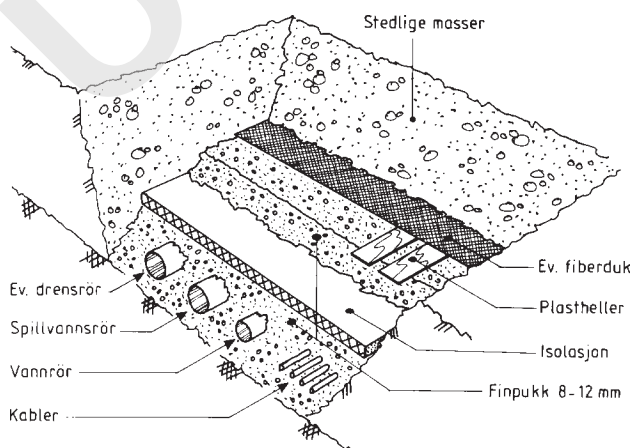
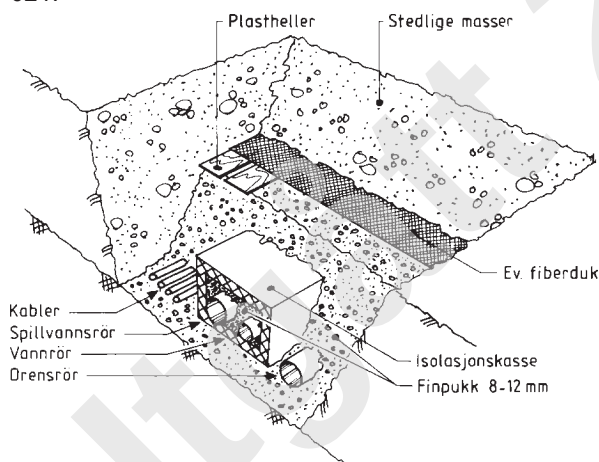
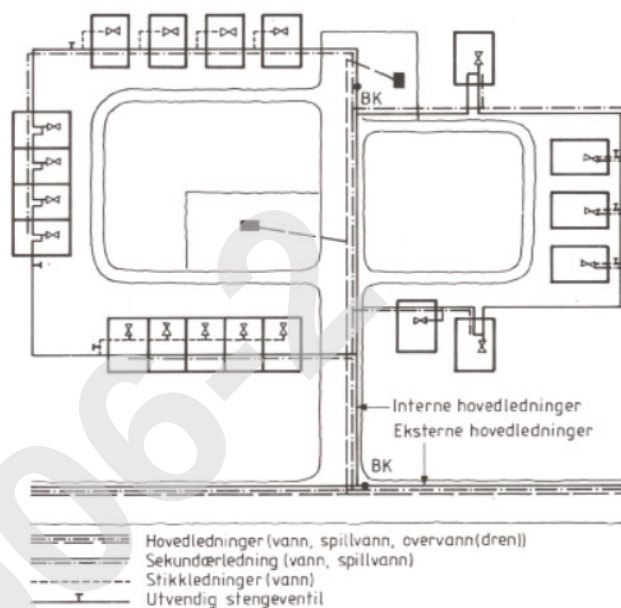


Fig. 021

Eksempler på fellesgrøfter der det er brukt kasse- og plateisolasjon

© Ettertrykk forbudt



022 Frostdimensjonering. Rasjonell samordning av de tekniske anleggene forutsetter begrenset grøftedybde. I grunne grøfter må man sørge for en aktiv frostsikring av VA-ledningene ved hjelp av høyverdige isolasjonsmaterialer.

023 Korte grøftelengder. I tillegg til at ledninger og kabler blir samordnet i fellesgrøfter, er det viktig å velge traseer som gir kortest mulige grøftelengder. En kan oppnå reguleringsmessige og produksjonstekniske fordeler ved å trekke sekundærledningene ut av atkomstvegene og legge ledningene under og mellom hus, se fig. 023.

024 Lokal overvannshåndtering. Det interne grøftesystemet utnyttes som et drencsystem og overvannsmagasin.

025 Enhetlige grøftemasser. Drenerende, selvkompimerende masser (finpukk, singel) brukes i ledningsfundament og som omfyllingsmasser for kabler og ledninger.

03 Henvisninger

Byggforskserien:

A 451.021 Data for frostsikring. Tabeller

A 514.115 Drenering. Lokal overvannshåndtering

A 515.004 Prosjektering og utførelse av grunne ledninger

A 515.021 Hovedledninger for vann og avløp. Kostnadsbesparende framføring, forenklet frostdimensjonering

A 515.071 Rør, ventiler og kummer for grunne vann- og avløpsledninger i fellesgrøfter

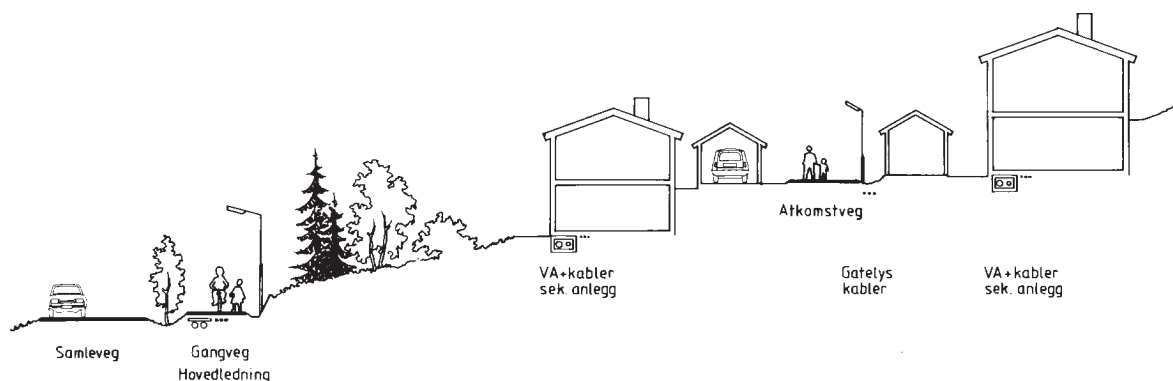


Fig. 023

Eksempel på rørføring der hovedledninger legges i gang/sykelvegen ved siden av samlevegen, og sekundærledninger legges under og mellom hus. Gatelyskabler følger atkomstvegen.

1 Grøftematerialer

11 Generelle krav

Til grøftefundament og omfylling er det viktig å bruke setningsfrie materialer med god stabilitet mot utvasking. De vanligste skadene på rørrnett er deformasjon eller bruddskader. Slike skader skyldes ofte feil kombinasjon av materialer, se fig. 11, dårlig komprimering eller utvasking av grøftematerialene.

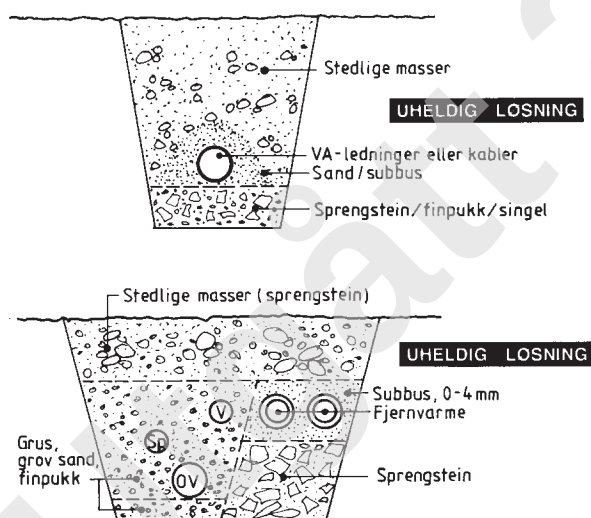


Fig. 11

Ukritisk blanding av fin- og grovkornete materialer, som lett kan føre til setninger og skader. (Eksempler fra praksis.)

12 Ensgradert finpukk og singel

Ensgradert finpukk eller singel har entydige og gunstige materialeegenskaper og anbefales som omfylling både rundt kabler og ledninger. Singel er et siktet naturmateriale med runde korn, og pukk blir framstilt ved å knuse stein. Finpukk og singel er tilnærmet selvkomprimerende, termisk og mekanisk stabilt overfor vibrasjoner, vanngjennomgang og frost, og har en porøsitet på 30 – 40 %.

- 121 **Kornstørrelse.** Vanlige kornstørrelser for ensgradert finpukk er 4 – 8 mm og 8 – 12 mm. De gode lastfordelende egenskapene til pukken gir lave jordtrykk på kabler og ledninger. Videre bidrar de til å forhindre skader under

en anleggsperiode med begrenset overdekning og anleggstrafikk. I kabelgrøfter bør man bruke kornstørrelse på finpukken på 8 – 12 mm. For singel med runde korn kan størrelsen tilsvarende økes til 20 mm.

- 122 **Overdekning.** En overdekning på 0,4 – 0,5 m er tilstrekkelig til å beskytte kabler og ledninger mot anleggstrafikken. Minste overdekning på isolasjonen er 0,3 m. Hvis kabler krysser samleveger med relativt stor trafikk, er det vanligvis nødvendig å legge kablene i varerør for å forhindre at de må graves opp ved utbedring av skader. Bruker man finpukk som omfyllingsmaterialer rundt varerørene, er overdekning på 0,5 m tilstrekkelig også i veger med sterk trafikk. Kabler for gatelys tillates lagt i en dybde på 0,2 m på steder hvor det ikke er fare for ukontrollert graving, f.eks i fortau.

- 123 **Varveisolasjonsevne.** På grunn av finpukkens lave varmeledningsevne på 0,5 – 0,7 W/mK kan den virke som en tilleggisolasjon i grøfta. Hvis pukklaget er plassert høyt i grøfta, vil dette kunne bidra til å redusere frostnedtrengningen og dermed minske telehiv i grøfter i meget telefarlige materialer. Elkabler lagt direkte i pukkmasser har tilsvarende varmeavgivelse som kabler i trekkør. Om trekkørret ligger i pukk eller andre masser, betyr derimot mindre for kablens varmeavgivelse eller overføringsevne.

13 Isolasjonsmaterialer

Varveisolasjonsmaterialer brukes for å oppnå stor varmeledningsmotstand med lite materialforbruk. Isolasjonsmaterialer som blir brukt i tilknytning til VA-ledninger i grunnen, må oppfylle visse krav til trykkstyrke og bestandighet. De bør også kunne beholde isolasjonsevnen i et tidsrom som svarer til rørenes levetid (50 – 100 år). Med en overdekning på 0,4 m bør isolasjonsplatene tåle anleggs- og trafikkklaster med dimensjonerende hjultrykk på 50 akN. I tillegg må platene kunne tåle fottråkking o.l. i anleggsperioden. Det anbefales derfor å bruke plater med densitet på 30 – 40 kg/m³ og kortidsstyrke på 300 – 400 kN/m². Bare isolasjonsplater i ekstrudert polystyren tilfredsstiller disse kravene. Ekstrudert polystyren i grunnen krever ingen spesiell fuktbeskyttelse. Da fuktopptaket i isolasjonsplatene bl.a. er avhengig av isolasjonstykkelsen, bør en ikke bruke mindre isolasjonstykkel enn 50 mm for isolasjonsplater i tilknytning til VA-anlegg.

2 Trasévalg og ledningsføring

21 Trasévalg

Å velge termisk gunstige ledningstraseer er av stor betydning for frostsikkerheten for VA-ledningene og kostnadene. Samtidig er det viktig å velge grøftetraseer der man mest mulig kan unngå sprengningsarbeider. Ved å utnytte naturgitte forhold kan frostbelastningen reduseres i store deler av rørnettet. Ledningstraseer utenfor brøytede veger og under oppvarmede hus er termisk gunstig, og gir korte grøftelengder. Forutsetningene blir lagt fast i bebyggelsesplanene. Når man skal foreta en oppfylling, kan ledningene ofte legges direkte på eksisterende terreng, se fig. 21. Dette krever at planleggings- og prosjekteringsfasen omfatter utomhusplaner der framtidige terrenghøyder er fastsatt. Valg av grøftetraseer bestemmes av fellesgrøfter, bebyggelsestype, utbyggingsmønster, produksjonsmetoder, framdriftsplaner mm.



Fig. 21
Ledninger lagt på eksisterende terreng. Matjord er fjernet, og finpukk lagt i grøftefundamentet.

22 Ledningsføring

221 Vannledningen. Som for hovedledningsnettet er det også for sekundærnettet en fordel å benytte et ringledningssystem, se fig. 221 a. Figur 221 b viser et eksempel på hvordan man kan oppnå en ringledningseffekt med stadig vannbevegelse ved å legge en dobbeltledning, hvis det er vanskelig å anlegge et vanlig ringledningssystem. I tillegg til økt frostsikring, fordi vannledningen fungerer som en effektiv varmeveksler, gir et ringledningsnett sikrere vannforsyning med mindre rørdimensjoner. Velger man små rørdimensjoner, vil man også oppnå hurtigere vannutskifting, som gir bedre vannkvalitet, lavere vanntemperatur under sommerforhold, og mindre groing i ledningene. Vannledningsnettet seksjoneres i boliggrupper som naturlig hører sammen, som f.eks. de med felles avløpsledning.

222 Spillvannsledningen. For mest mulig å unngå sprenging og gravearbeider, bør spillvannsledningen legges i bue både i horisontal- og vertikalplanet. Dette kan man oppnå ved å benytte lange, slake bend eller ved å bøye selve røret. Slik rørføring er også hydraulisk gunstig og vil kunne redusere kumantallet. Spillvannskummer utgjør et fremmedelement i terrenget, de er kostbare og bør begrenses til et absolutt minimum. Idet spillvannsledningene

normalt legges med fall, vil spillvannsledningene ofte være bestemmende for hvor man legger grøftetraseen, og til en viss grad boligenes høydefastsetting og innbyrdes plassering i terrenget. Spillvannsledningene følger ofte lavpunkter i terrenget som også er trasé for over-/drensvann.

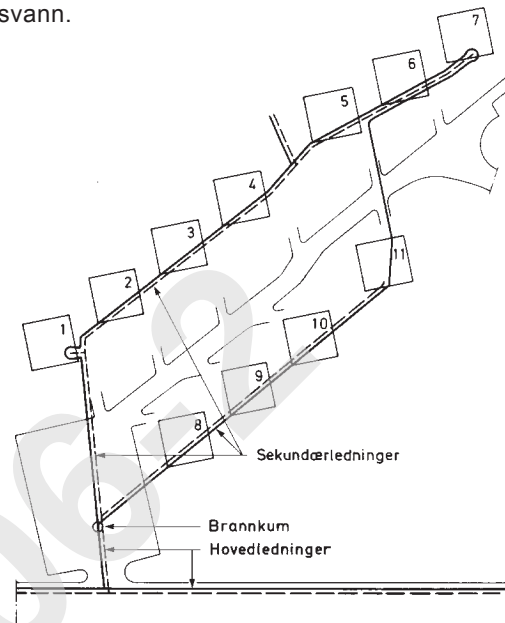


Fig. 221 a
Vannledning lagt som ringledning

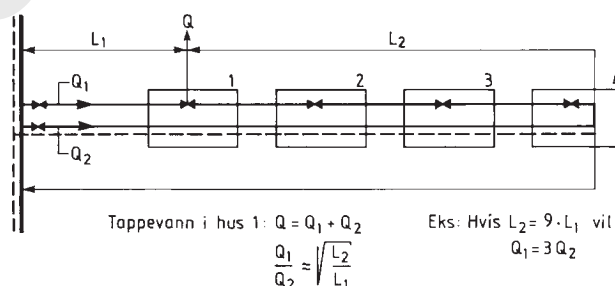


Fig. 221 b
Eksempel på dobbeltledning med ringledningseffekt

3 Utførelse

31 Vannledninger under hus

Hvis man velger løsninger der fellesledninger (sekundærledninger) passerer under hus, stiller dette bestemte krav til utførelsen. Vannledning (plast) under hus skal ikke ha skjøter som ikke er tilgjengelige for inspeksjon. Det betyr at alle tilkoplinger på vannledningen skal ligge utenfor fundamentplaten eller sentralt plassert i boligen, og de må være godt tilgjengelige. Det kan være en fordel å sløyfe utvendige stoppekraner på stikkledningene inn til de enkelte boligene. På grunn av terrengforhold kan slike stoppekraner være vanskelige å komme til. I ventiler som bare blir brukt med års mellomrom, vil det også lett kunne oppstå lekkasjer.

311 Hensyn til vedlikehold. Sekundærledningene både for vann og kabler under hus bør være mulige å skifte/erstatte uten omfattende bygningstekniske arbeider. Enkleste løsning med tanke på vedlikehold er å legge ned to eller flere trekkør ved siden av vannledningen.

For kablene kan det være hensiktsmessig å legge tomme trekkør mellom koplingsboksene. Man legger da opp til å kunne erstatte skadede vannrør og kabler under hus.

Av vedlikeholdsmessige grunner kan det være gunstig å legge stikkledningen både for vann og kabler inn til enkeltboliger i varerør under fundamentplaten. Man kan f.eks. bruke varerør med en diameter på 50 mm Ø. Siden både rør- og kabellengder er korte, blir tilleggskostnadene beskjedne. Blir det brukt varerør på vannledningen, må utførelsen være slik at vann ikke kan trenge inn i boligen ved ev. lekkasje på vannledningen, eller innløpet må være plassert i et rom med sluk.

32 Spillvannsledninger under hus

Når spillvannsledninger skal legges under en husrekke, bør det, som for vannledningsnett, stilles spesielle krav til utførelsen. Antallet boliger tilknyttet fellesledningen bør ikke være for stort før man har en avskjærende ledning, på grunn av konsekvensene ved ev. kloakkstopp. Hva som er akseptabelt boligantall, avhenger av tomtestørrelsen og fallforholdene og bør maksimalt være ti - tjue. Dette betyr maksimale rørlengder på 300 – 400 m. Terrengforholdene i Norge gjør at man sjelden kommer opp i så lange rør. Rørstrekk på ca. 100 m er mest vanlig, og innebærer at fem – seks boliger på rekke er tilknyttet en felles spillvannsledning.

Alle retningsendringer i horisontal- og vertikalplanet samt hovedavgreninger på spillvannsledningen skal foretas utenfor huset. Det bør være færrest mulig avgreninger på fellesledningen under boligene. Helst bør man bare avsette én vertikal gren til hvert hus.

- 321 *Hensyn til vedlikehold.* Bunnledningene i de enkelte boligene skal være utformet slik at intern staking/spyling er mulig. Dette vil kunne redusere behovet for eksterne stake-/spylepunkter, som kan ivaretas ved å plassere stakerør på husveggen. Det vil alltid være vanskelig å finne en god plassering av spillvannskummer på privat grunn uten at de virker skjemmende, samtidig som en ønsker god tilgjengelighet også vinterstid. Utvendige kumpunkter må derfor innarbeides i utomhusplanene for boligene. Det fins flere metoder for å rehabilitere spillvannsledninger, som ikke krever oppgraving. Spillvannsledningen bør derfor ikke være utskiftbar under boligene.

33 Kontroll av utførelsen

I et boligfelt med omfattende sekundærnett (fellesledninger) er det en absolutt forutsetning at man foretar samme kontroll av sekundærnett som for hovednett. Nødvendig kontroll omfatter spyling og tetthetsprøving både av vann- og spillvannsledningene. Ledningsnett spyles for å fjerne sand/grus eller smuss som er tilført ledningene i anleggsfasen. Splyingen foretas etter som ledningene blir lagt. I vinterhalvåret er det viktig å blåse vannledningen tom for vann hvis ledningen ikke settes i drift umiddelbart. Tetthetsprøving av rørnett foretas etappevis etter at grøfta er fylt igjen, men før boligbyggingen starter. I tillegg bør man kontrollere spillvannsledningens tilstand visuelt ved å kjøre et videokamera gjennom røret etter at dette er spylt. En TV-kontroll kan avsløre setninger i grøftfundamentet (motfall), uakseptable rørdeformasjoner, pakninger i røret etc.

4 Frostsikring av sekundær-/stikkledninger

41 Grunnlaget for frostsikring

Løsninger som kombinerer muligheten for varmelagring og relativt kontinuerlig varmetilførsel, gir størst sikkerhet mot frost. Vi har her valgt å presentere løsninger som primært ikke krever bruk av tilleggsenergi i form av elektriske varmekabler.

Ved frostsikring av grunne VA-ledninger forsøker man i første rekke å ta vare på og utnytte varmeavgivelsen fra varmekilder.

- 411 *Vannledningens egenvarme pga. vannføringen.* Mindre vannledninger inneholder lite vann og har alene begrenset varmekapasitet til å tåle en lengre driftsstans. Størst frostsikkerhet oppnås hvis man anlegger et ringnett og slik sørger for at vannledningen har en relativt kontinuerlig vannføring.

- 412 *Varmeavgivelse fra spillvannsledninger.* Spillvannsledninger blir tilført vann med høyere temperatur enn vannet i vannledningen. Spillvannsledningen tilføres normalt så mye varme at den vil være frostsikker selv om den ligger i frostsone. Denne varmen kan utnyttes til å øke frostsikkerheten for vannledningen. Det kan man oppnå dersom VA-ledningene blir lagt ved siden av hverandre under en horisontal isolasjonsplate eller inne i en isolasjonskasse. På grunn av luftingen av spillvannsledningen over tak, kan varme fra hovedledningen tilføres sekundær-/stikkledningene uten vannføring. Dersom man benytter finpukk som omfyllingsmateriale for ledningene, har systemet relativt stor varmekapasitet og tåler lengre perioder med driftsstans.

- 413 *Jordvarmen.* I jordgrøfter kan også jordvarmen spille en viss rolle. Jordvarme er varme som tilføres jorda i sommerhalvåret. Jordvarmen utnyttes når man legger en horisontal isolasjonsplate over ledningene, eller ledningene legges i snødekket mark.

- 414 *Elektriske forsyningskabler og fjernvarme,* som legges i samme grøft som VA-ledningene, kan pga. varmeavgivelsen gi et vesentlig bidrag til frostsikringen.

42 Grunnlagsdata

- 421 *Grunnforhold.* I et område er det som regel en blanding av fjell og løsmasser. Av økonomiske grunner bør man tilstrebe å legge ledningene i løsmasser. Man bør derfor foreta visse grunnundersøkelser for å kartlegge fjelldybden og jordarten. Jordarter klassifiseres i ikke – litt – middels og meget telefarlige, avhengig av massens kornfordeling. Klassifiseringen er imidlertid langt fra entydig, idet fuktforhold og pakningsgrad også spiller en vesentlig rolle for hvor telefarlige jordartene er. Erfaringer viser at jordarter som ut fra kornfordelingen klassifiseres som meget telefarlige, kan ha minimalt telehiv. Når jordartens grad av telefare skal vurderes, kan det derfor være nyttig å hente inn erfaringer fra det aktuelle området. Normalt er siltholdige jordarter meget telefarlige, se fig.421. Siltholdige materialer kan være alt fra siltholdig leire til siltholdig finsand. Tett leire er lite telefarlig, mens vanlig tørrskorpeleire kan være middels til meget telefarlig avhengig av tilgangen på vann. Sand og grus er ikke telefarlige. Hvis grunnmaterialene er lite eller ikke telefarlige, kan en isolasjonskasse alltid benyttes. Fordi ledningene og isolasjonskassene er relativt fleksible kan de tåle noe telehiv hvis fallforholdene er gode. Det betyr

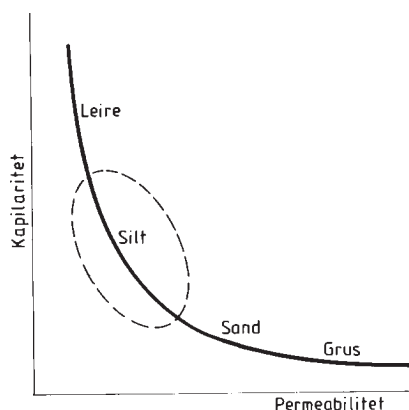


Fig. 421

Forholdet mellom kapilaritet og permeabilitet for ulike jordarter. Jordarter innenfor det stiplede området på figuren er spesielt farlige.

at det også kan være forsvarlig å benytte kasseisolasjon i middels farlige jordarter. Spesielt gjelder dette for områder i fri mark med snødekke. Hvis en er i tvil om jordartens farlighetsgrad, bør man foreta enkle jordundersøkelser. I meget farlig grunn eller mildt klima benyttes plateisolasjon over sekundær- og stikkledningene. Det forhindrer frosten i å trenge ned i grunnen under ledningene.

- 422 **Klimaforhold.** Klimaets varmeomsetning i jordoverflaten styrer temperaturen i grunnen, som igjen er bestemmende for frostsikringen. Frostmengden, F , er et mål på hvor streng vinteren er, og har benevnelsen h °C. Frostmengden er beregnet for alle landets kommuner og angitt i byggetalblad G 451.021. Innen en kommune kan det være relativt store variasjoner i klima, og disse er det viktig å ta hensyn til. Som dimensjonerende frostmengde benyttes generelt F_{100} , som er betegnelsen for maksimal frostmengde. Temperaturforholdene i grunnen i snøryddede områder og i frimark med snødekke er meget forskjellige. Hvis marken er snødekket hele eller deler av vinteren, øker overflatetemperaturen i grunnen, og dermed blir den dimensjonerende frostmengden vesentlig redusert. I boligområder vil enkelte deler av ledningstraseen ligge i snøryddet og andre deler i snødekket terreng. Dette vil også kunne endre seg over tid, avhengig av bruk av områdene. Anlegger man et ringledningsnett for vannledningen og fellesgrøfter for vann- og spillvannsledningen, er det samlet varmebalanse for ledningssystemet som avgjør vannledningens frostsikkerhet, se fig. 422. Det betyr derfor mindre om deler av ledningstraseen er snøryddet. For å forhindre at rørene utsettes for telehiv gjennom kombinasjonen meget farlige materialer og kaldt klima, er det spesielt viktig å tilstrebe å legge ledningene i snødekket mark. Hvis man er i tvil om de lokale snøforholdene pga. vindforhold e.l., bør man benytte den løsningen som er angitt for snøryddede områder, ev. spesielløsninger.

- 423 **Vannføring og rørdimensjoner.** Sekundærnettet dimensjoneres direkte etter forbruket, i motsetning til hovedvannledninger, der kravet til brannvann ofte dikterer rørdimensjonene. Når rørene er riktig dimensjonert, er det en god overensstemmelse mellom rørdimensjoner og vannføring. Man oppnår dermed hurtig vannutskifting. Etablering av et ringnett forhindrer at vannet blir

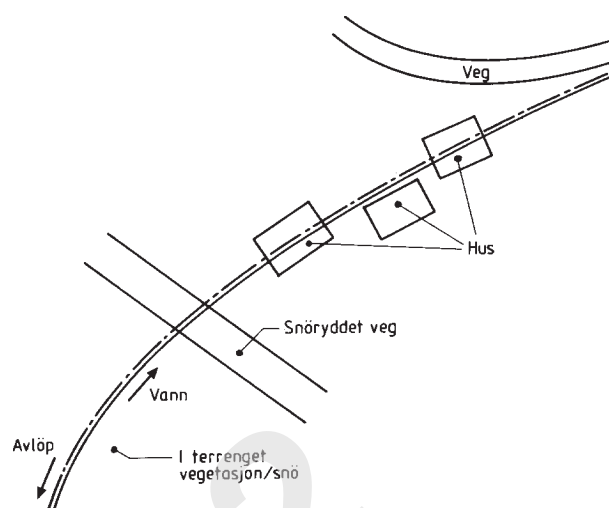
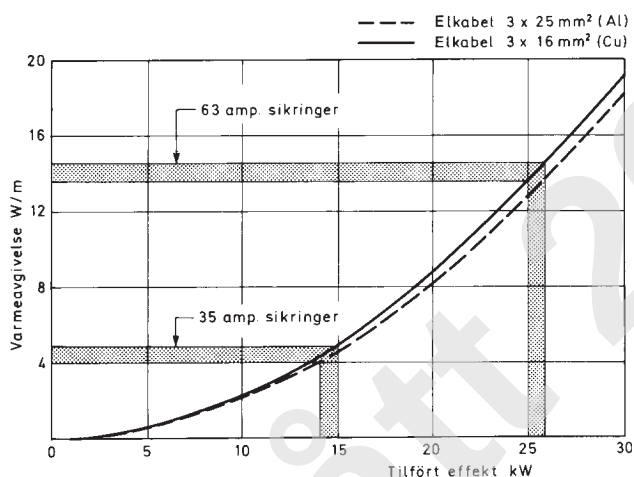
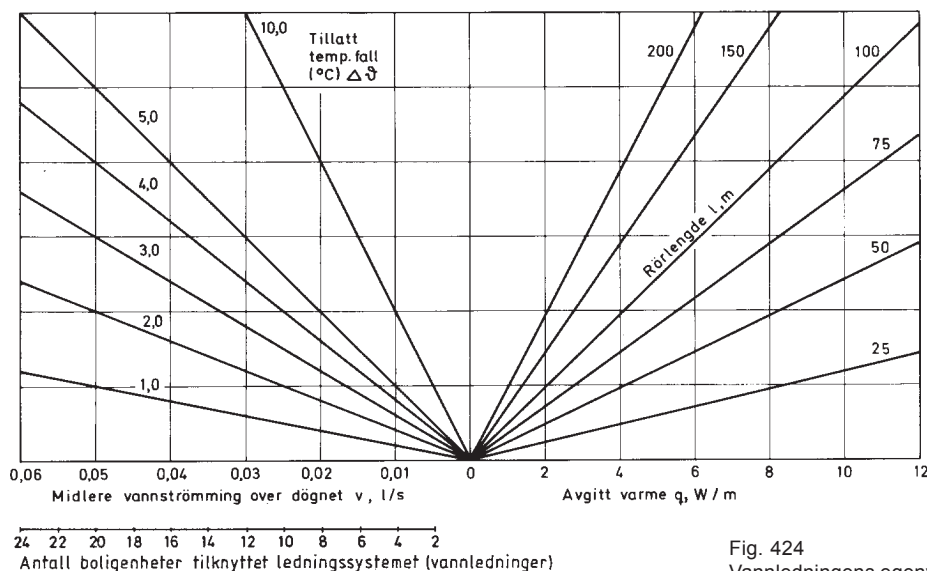


Fig. 422

Eksempel på plassering av vann- og spillvannsledning i fellesgrøft. Samlet varmebalanse danner grunnlaget for frostdimensjoneringen.

stående stille i rørene i lengre perioder. Ved å velge en gunstig rørføring, f.eks. ved å legge grøftetraseen i snødekket mark og la vannledningen passere under oppvarmede boliger, kan man få et meget frostsikkert system selv med liten vannføring, lave vanntemperaturer og beskjeden bruk av varmeisolasjon.

- 424 **Egenvarme i vannstrømmen.** Varmen, representert ved vannstrømmen i vann- og avløpsledningen, er den primære varmekilden når VA-ledninger skal frostsikres. Vannledningens egenvarme er avhengig av vannføringen og vanntemperaturen, se fig. 424. Varmeavgivelsen fra spillvannsledningen er sterkt variabel, men kan regnes å ligge i samme størrelse som for vannledningen. Vi forutsetter at det benyttes omfyllingsmasser rundt VA-ledningene som kan magasinere varme, f.eks. finpukk.
- 425 **Varme fra elektriske forsyningskabler.** Som et supplement til varmekabel kan den elektriske forsyningskabelen inn til enkeltboliger legges sammen med stikkledningen for vann inne i isolasjonsskassen eller under isolasjonsplaten. Varmeavgivelsen fra elkabelen er direkte avhengig av tilført effekt og kabeldimensjon. For en stikkabel inn til en enkeltbolig ($3 \cdot 25 \text{ mm}^2 \text{ Al}$) med elektrisk oppvarming, kan man i middel regne med en varmeavgivelse i størrelse $1 - 2 \text{ W/m}$, se fig. 425. Dette ligger omtrent på halvparten av den varmetilførselen som forutsettes for å sikre vannledningen mot frost. Hvis den elektriske forsyningskabelen er den eneste varmekilden som i lengre perioder er tilgjengelig, bør isolasjonsmengden økes noe, f.eks. ved å legge et dobbelt lokk på isolasjonsskassen. Å basere frostsikringen bare på varmeavgivelse fra forsyningskabler inn til enkelthus kan være noe usikkert. For når beboerne er borteist i en lengre periode, vil dette også innebære relativt lavt strømforbruk. Varmeavgivelsen fra mindre elkabler bør derfor bare tjene som et supplement til annen varmeavgivelse (f.eks. varme avgitt fra varme damper i spillvannsledningen) som samlet kan gi en tilfredsstillende frostsikring.



427 **Elektriske varmekabler.** Ved en tradisjonell rørføring med sekundær- eller hovednettet i atkomstvegene og med egne stikkledninger inn til hver enkelt bolig, kan vannføringen i stikkledningene opphøre i lengre perioder. Det kan derfor være nødvendig å tilføre varme til vannledningen f.eks. ved hjelp av elektriske varmekabler, se fig. 427. Det fins både prefabrikkerte vann- og spillvannsledninger med innlagte varmekabler. Energiforbruket til å frostsikre vannledningen kan holdes på et minimum ved å bruke en selvregulerende varmekabel der motstanden øker med temperaturen. Da blir det ikke tilført mer varme til vannledningen enn det er behov for på hvert sted. Spillvannsledninger i plastmateriale med lav varmekapasitet er lite frostsatt ved normal bruk og moderate ledningslengder. Disse ledningene behøver derfor normalt ingen isolasjon eller varmekabel selv om de ligger i frostsone.

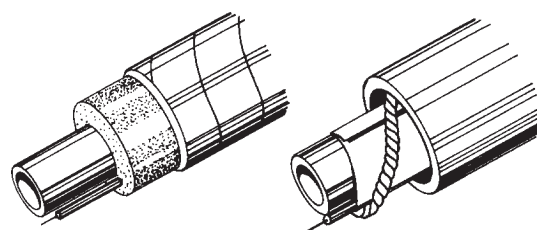


Fig. 427
Eksempler på preisolerte vannledninger med varmekabel

426 **Varme fra fjernvarmerør.** I områder med fjernvarmeoppvarming er det en fordel å benytte en løsning der fjernvarmerørene i tillegg til å gi varme også kan supplere VA-ledningene med isolasjon. En slik løsning vil kunne gi VA-ledningene en viss sikkerhet mot frost også om fjernvarmen faller bort, se fig. 426.

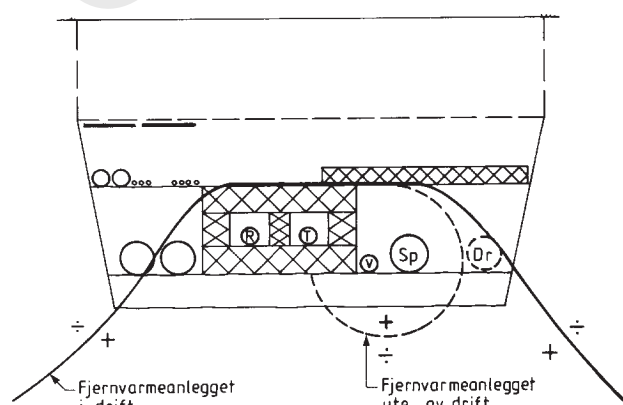


Fig. 426
Eksempel på utførelse av fellesgrøft med VA-ledninger, kabler og fjernvarme. Frostsonen med og uten drift av fjernvarmeanlegget

428 **Tining av frosne vannrør.** Det kan være gunstig å legge inn en enkel tinemulighet for en frostsatt vannledning. Samtidig er det viktig å benytte vannrør som tåler frost, f.eks. PEL-rør. Skal en frosset vannledning under isolasjonsplate eller i isolasjonskasse kunne tines innen rimelig tid ved hjelp av elektrisk varmekabel, bør varmekabelen minst kunne avgi 20 W/m når den legges utenpå vannledningen. Størst virkningsgrad har varmekabelen når den plasseres inne i vannledningen. Det fins forskjellige typer varmekabler som er tillatt å legge inne i vannledninger. Der man har frostproblemer, kan disse varmekablene trekkes inn i vannledninger som allerede

er lagt. Tilstrekkelig tineeffekt for innvendige varmekabler ligger på 10 – 15 W/m. Vanlige elektriske varmekabler har den svakhet at overflatetemperaturen på kablen er direkte avhengig av avkjølingsforholdene. Det betyr at hvis kablen settes på under sommerforhold uten at det er vann i røret, kan dette føre til høye temperaturer som kan skade vannrøret. Når vann- og avløpsledningen legges sammen i en isolasjonskasse, kan vannledningen også tines ved at det blir tilført varmt vann i avløpsledningen. Varmtvannet kan f.eks. tilføres spillvannsledningen fra et kumpunkt.

5 Forenklet frostdimensjonering

51 Horisontal plateisolasjon over ledningene

511 *Grunnmateriale*. Bruk av horisontal isolasjonsplate gjør det nødvendig å skille mellom forskjellige grunnmaterialer.

Meget telefarlige materialer : siltholdige materialer
Middels " " : leire
Lite " " : sand, grus (naturlig)

512 *Grøftedybde*. Minste grøftedybde oppnås ved at kablene legges på felles fundament med VA-ledningene, se fig. 519 a. Plasseringen er varmeteknisk gunstig med henblikk på frostsikringen av VA-ledningene. Denne utførelsen vil være den normale i kaldt klima, der isolasjonsbreddene er større enn 0,6 m, og der det er viktig å redusere grøftedybden mest mulig for å unngå fjellsprenning.

513 *Varerør*. Hvis det er vanskelig å koordinere kabeltrekkingen med leggingen av VA-ledninger, kan man legge ned varerør, og så trekke kablene senere. Når isolasjonsbredden er 0,6 m, kan kablene også legges på samme plan som varmeisolasjonen uten at det krever vesentlig større grøftebredden, se fig. 519 b. Rent produksjonsteknisk kan dette være en god løsning spesielt der kabelantallet er stort. Samtidig oppnår man med denne kabelplasseringen optimale avkjølingforhold for elkablene. Grøftedybden må økes noe hvis man ønsker å holde en minste overdekning på kablene på 0,5 m.

514 *Varmetilførsel*. Isolasjonen er dimensjonert ut fra en samlet varmetilførsel fra VA-ledningene på 4,0 W/m. Ved bruk av ringledninger og grøftraseer mellom og under hus, viser erfaringene at vannledningen alene kan tåle dette varmetapet uten at det oppstår frostproblemer. Det forutsettes da at ca. 60 % av rørnett i et område er frostsatt. Denne relativt lave varmeangivelsen er valgt fordi det alltid vil finnes en del grøfter, spesielt når man anlegger ringledninger, som bare inneholder en vannledning. Med elkablene plassert ved siden av VA-ledningene, oppnår man samme frostsikkerhet med mindre vannføring i VA-ledningene. Varme som avgis fra elkablene, vil kunne magasineres i grunnen i perioder med høyt effektuttak. Uansett hvordan kablene er plassert i forhold til VA-ledningene i fellesgrøfter, vil varme avgitt fra kablene redusere frostbelastningen på grøfta og dermed øke frostsikkerheten.

515 *Plassering av vannledningen*. Vannledningen som er mest frostsatt, bør plasseres tilnærmet midt under isolasjonen.

516 *Åpne steinfyllinger*. I åpne steinfyllinger kan det lett oppstå kaldtrekk. Vi har sett at vannledninger under oppvarmede hus på sprengsteinsfyllinger har frosset på grunn av kaldtrekk. Kald luft kan trenge inn i sprengsteinsfyllingen gjennom åpne forstøtningsmurer e.l. I disse tilfellene bør man benytte kasseisolasjon også under boligen. Et vegetasjonsdekke kan effektivt forhindre kaldtrekk i sprengsteinsfyllinger.

517 *Meget telefarlige materialer*. I meget telefarlige materialer er det viktig at frosten ikke trenger ned under ledningene. Ved frostsikring av mindre ledninger i kaldt klima ($F > 35\,000\text{ h }^{\circ}\text{C}$) i meget telefarlige materialer uten snødekke, kreves spesielløsninger. Isolasjonsmengden bør da dimensjoneres spesielt, avhengig av forholdene på stedet, se byggdetaljblad A 515.004.

518 *Isolasjonsmaterialer*. Ekstrudert polystyrenisolasjon leveres i standardbredder på 0,6 m. I sand og grus og i middels telefarlige materialer anbefales kasseisolasjon når det kreves større isolasjonsbredde enn 1,2 m. Ved bruk av større isolasjonsbredder kan det være en fordel å knekke isolasjonen, se fig. 519 c. Dette vil kunne redusere grøftebredden og ta bedre vare på varmen som avgis fra ledningene.

519 *Isolasjonsplater med bredde 0,6 og 1,2 m*. For enkelthets skyld har vi valgt å angi bruksområdene for to aktuelle isolasjonsbredder, 0,6 og 1,2 m. Når isolasjonsbredden økes til 1,2 m, kan det være en fordel å øke isolasjonstykkelsen til 60 mm. Man oppnår da en optimal utnyttelse av isolasjonsplaten når det gjelder frostsikring av VA-ledningene.

Isolasjonsbredde 0,6 m og isolasjonstykkelse 50 mm, fig. 519 a og 519 b:

Siltholdige materialer/leire.....	$F < 20\,000\text{ h }^{\circ}\text{C}$
Sand/grus.....	$F < 12\,000\text{ h }^{\circ}\text{C}$

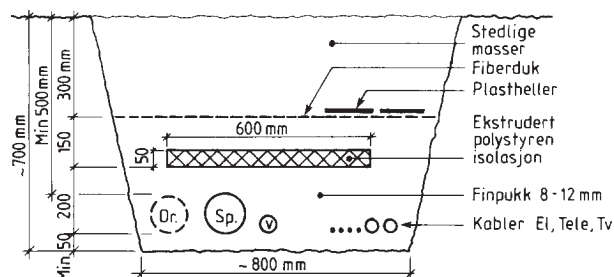


Fig. 519 a
Kabler lagt på fellesfundament med VA-ledningene

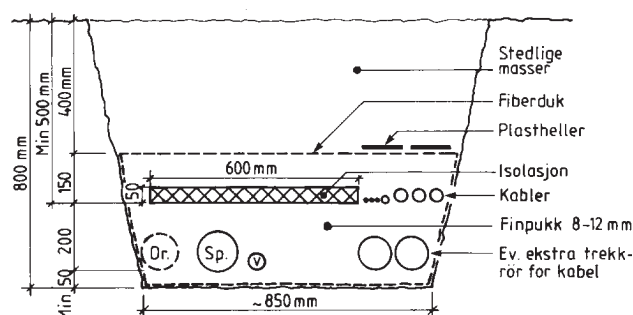


Fig. 519 b
Kabler lagt på samme fundament som plateisolasjonen

