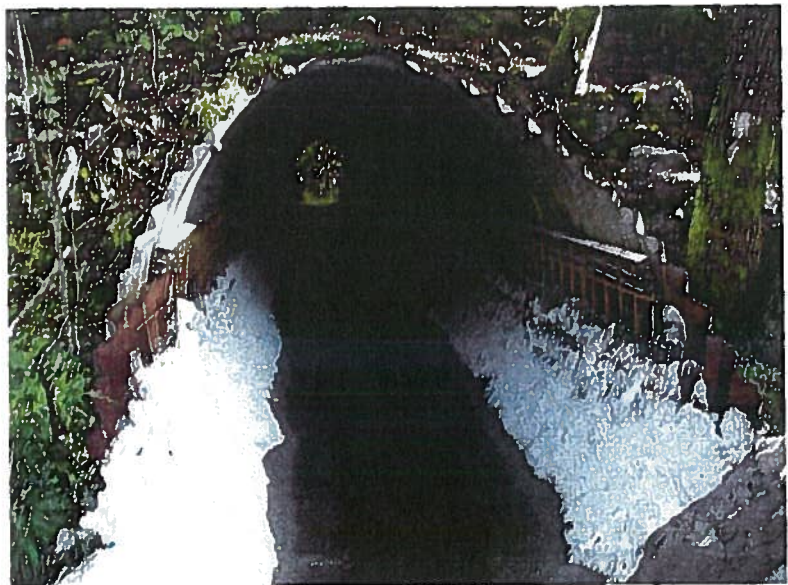




Rapport nr. 115

Metode til rehabilitering av korrugerte stålrør



19.04.2002

Vedlegg til:

 Statens vegvesen Nordland	
Saksnr.	Dok.nr.:
2002.02708-1	
Dato: 2002-08-22	
Arkivnr.:	864
Saksbeh.:	PERWIN
Saksansv.:	PERWIN

Laboratorieserien, rapport nr. 115

Metode til rehabilitering av korrugerte stålrør

Sammendrag

På 1970 og 1980-tallet ble korrugerte stålrør benyttet i stor utstrekning som stikkrenner og kulverter under riks- og fylkesveier. Mange av disse rørene har i de senere årene brutt sammen, noe som har ført til omfattende og kostbare reparasjonsarbeider.

Ved Rogaland vegkontor er det utviklet en metode til rehabilitering og forsterkning av disse rørene. Metoden består i å dekke de rustangrepne partiene med en kappe armert betong hvor det er etablert samvirke mellom betongen og stålrøret.

I rapporten beskrives metoden med spesifisering av materialer og utførelse. I tillegg oppsummeres erfaringer fra gjennomføring av prosjekt hvor metoden har vært benyttet. Metoden er enkel og innebærer at reparasjonsarbeidene kan gjennomføres uten at det blir nødvendig å stenge vegen for trafikk.

Metoden er meget kostnadseffektiv. Normal ligger rehabiliteringskostnadene 2-4 ganger lavere enn kostnadene forbundet med en tilsvarende tradisjonell reparasjon med utskifting til betongrør.

Emneord:

Kulvert, korrugerte stålrør, rehabilitering

Kontor:

Saksbehandler:

Jens O. Aanderaa

/finnfl

Dato:

19.04.2002

Statens vegvesen
Rogaland

Rapporten kan fås ved henvendelse til Vegteknisk avdeling, Arkivet:
Postboks 8142 Dep, 0033 Oslo Telefon: 22 07 39 00 Telefax: 22 07 34 44

Innhold

Sammendrag

Innhold

- 1. Innledning**
- 2. Metode for rehabilitering av stålrør**
 - Spesifikasjoner**
- 3. Utførelse**
 - HMS**
- 4. Vanngjennomstrømming**
 - Kulvert med to løp**
 - Kulvert bestående av ett rør**
 - Endring av vanngjennomstrømming**
- 5. Utprøving av metoden**
- 6. Kostnader**
- 7. Erfaringer**
- 8. Konklusjon**

Vedlegg 1: Prinsippskisse 1 side

Vedlegg 2: Fotodokumentasjon 7 sider

1. Innledning

På 70 og 80-tallet ble det lagt ned mange korrugerte stålrør som stikkrenner under riks- og fylkesvegene. Rørene med galvanisert overflate var prisgunstige og lette å håndtere. De erstattet betongrør, steinsatte kulverter, kulverter i betong og mindre betongbruere. Stålrørene kunne ha en diameter varierende fra 0,4 – 3,0 meter. Med en gunstig Ph-verdi på vannet skulle rørene ha en lang levetid. Man oppdaget imidlertid snart at galvaniseringen ble slitt bort av grus og sand som bekkene førte med seg, spesielt i flomperioder. Flere av rørene har i de senere årene blitt brutt sammen pga. gjennomrustning i vannsonen.

For å skaffe seg en oversikt gjennomførte Rogaland vegkontor en kartlegging av alle korrugerte rør i fylket med beskrivelse av rørenes tilstand. Resultatet var nedslående. Samtlige vannførende rør var i varierende grad angrepet av rust i bunnpartiet. Person- og fe-underganger har derimot hittil vist få eller ingen synlige skader.

Reparasjon har vanligvis bestått i å bytte ut de korrugerte rørene med betongrør, noe som er forbundet med store kostnader. Det er derfor ved Rogaland vegkontor utviklet en metode til å forsterke de rustangrepne rørene. Metoden er gunstig både sett ut fra kostnads- og trafikkmessige forhold. Ved riktig utførelse vil rørenes levetid kunne bli mer enn fordoblet.

2. Metode for rehabilitering av stålrør

Metoden kan benyttes på alle rør med diameter større enn 1,60 m. Den bygger i det vesentlige på tre hovedprinsipper:

1. Det rustangrepne partiet dekkes med en kappe av armert betong. Armeringen forhindrer svinnriss og den armerte betongen sammen med de langsgående vinkeljernene stiver opp røret.
2. Det etableres samvirke mellom betong og stålrør. Dette ivaretas av langsgående vinkeljern som skrues fast til rørvæggen. Hvis røret er svært korrodert kan det være nødvendig å gjennomføre en nærmere vurdering av statisk kapasitet. Større rør er skrudd sammen av elementer. Skruhodene som blir innstøpt gir derfor ytterligere friksjon.
3. For å unngå unødvendige rustangrep blir ingen av komponentene i konstruksjonen sveiset fast til stålrøret. Se vedlagte prinsippskisse, side 7.

Spesifikasjon

Komponenter i konstruksjonen:

1. Vinkeljern: 60 x 60 x 6 mm (rustfritt, syrefast)
Betegnelse: AJSJ 316L/SS2348 eller lignende.
2. Skruer: 4,8 x 35 mm (rustfrie, syrefaste)
betegnelse: SS 2332, "Staps/DSS" eller lignende.

3. Avstandsholdere: ISO - TRACK 50 mm eller lignende
4. Armeringsmatter 2 stk 5 mm □ 150 mm
5. Stedstøpt betong C45 SV-40 MA, synk 12 ± 2 cm
6. Sprøytebetong 65 MPa (tørresprøyting)

3. Utførelse

Over det rustangrepne partiet, vanligvis ca. midt på røret, skrus et vinkeljern fast til rørveggen på begge sider av røret. Både vinkeljernene og skruene bør være syrefaste. Denne utførelsen er valgt for å unngå sveisepunkter i det korrugerte røret. Det bores hull i vinkeljernet for hver bølgetopp. Lokalisering av skruhullene gjøres enklest ved å formerke hullplasseringen på for eksempel en firkantlist i aluminium. Riktig plassering overføres så til vinkeljernet. Etter bruk vaskes merkene på aluminiumslisten bort med lynol, og denne kan brukes på nytt.

Tidsmessig vil det lønne seg å foreta all boring på stedet fremfor å frakte vinkeljern til verksted. En forutsetning er da at man disponerer en egnet søyleboremaskin.

Armeringsmattene føres inn i røret. Den ene kanten av mattene settes under vinkeljernet på den ene rørveggen. Etter at man har montert nødvendig antall avstandsholdere klippes armeringsmattene slik at de kan føres under vinkeljernet på den andre rørveggen. Dette gjøres enkelt med en avbitertang. Avstandsholderne bør være ca. 30 cm lange.

Bunnpartiet støpes ut med vanlig SV-40 betong. Betongen trekkes så langt opp over sidene som konsistensen tillater det. Ved bruk av ferdigbetong kan det være problematisk å trekke støpeslangen utover dersom denne hviler direkte på armeringsmattene. For å lette arbeidet kan man for eksempel legge støpeslangen på en I-drager av tre.

Som siste arbeidsoperasjon påføres sprøytebetong til et stykke opp over vinkeljernene (tørresprøyting). Betongkappen bør ha en tykkelse på min. 12 cm regnet fra bølgetopp. Skulle det en gang i fremtiden oppstå skader på stålrøret over den betongbelagte delen kan samme metode anvendes på resten av røret, men da bare med bruk av sprøytebetong.

HMS

Byggherren er HMS ansvarlig og skal påse at det for hvert rehabiliteringsarbeid foreligge godkjent HMS-plan. Denne skal foruten standardsider også inneholde en risikovurdering. Enhver risiko skal elimineres før arbeidet starter. Det er en forutsetning at det benyttes påbudt verneutstyr ved enhver arbeidsoperasjon og at alle sikkerhetsregler blir fulgt.

4. Vanngjennomstrømming

Vann vil alltid skape problemer ved rehabilitering av vannførende kulverter og må derfor tas hånd om på en forsvarlig måte. Generelt sett skal reparasjonsarbeidene utføres tørt og bør derfor skje i den tørreste årstiden.

Kulvert med to løp.

Når man har en kulvert bestående av to korrugerte rør som ligger ved siden av hverandre vil det være naturlig å lede vannet gjennom det ene røret mens man arbeider tørt i det andre.

Kulvert bestående av ett rør.

For dette tilfellet kan følgende situasjoner være aktuelle:

- For å ha tørt rør må vannet pumpes forbi arbeidsstedet.
- Hvor det er en stikkrenne i nærheten vil det være naturlig å lede vannet gjennom denne.
- Ligger kulverten i fylling bestående av grove materialer kan vannet ledes direkte gjennom fyllingen (må vurderes spesielt).
- Om nødvendig kan vannet pumpes gjennom rør/slange som henges opp i kulverttaket
- Ellers må man legge pumpeledningen i egen grøft på tvers av veggen.

Endring av vanngjennomstrømming.

Vanligvis er de korrugerte stålrørene overdimensjonerte. I slike tilfeller vil en innsnevring av løpet ha liten betydning. Dessuten oppstår det normalt kraftig turbulens når vann strømmer gjennom korrugerte rør. Når kulverten blir belagt med betong i bunnen vil man få en mer laminær strøm med den følge at gjennomstrømmingskapasiteten øker.

Dersom røret i utgangspunktet har for liten diameter kan gjennomstrømmingskapasiteten økes ved å montere lufterør i innløpet til kulverten. Lufterøret som er formet som en L monteres i kulverttaket. Den lengste enden på lufterøret stikkes 1,5 – 2,0 meter inn i kulverten, mens den korte enden står vertikal på utsiden. Åpningen må ligge høyere enn høyeste vannstand.

5. Utprøving av metoden

Metoden er blitt prøvet på Fv 631 på Fister i Ryfylke, se fotodokumentasjon sidene 9-15.

Kulverten besto her av to korrugerte rør ved siden av hverandre, Hvert av rørene har en lengde på ca. 12 meter, en høyde på ca. 2,10 m og en bredde på ca. 1,8 m. Under arbeidet ble vannet ledet gjennom det ene røret slik at man kunne arbeide tørt i det andre.

Armeringen besto av to matter lagt over hverandre. Mattene hadde 150 mm ruter og armeringsdiameter var 5mm. I bunn av rørene ble det benyttet betong C45 SV 40 MA, mens sprøytebetongen hadde fasthet 65 MPa bestemt på utborede kjerner.

Rehabiliteringsarbeidet ble utført etter planen med minimale forsinkelser.

Kostnadene ble totalt kr. 130.000,- dvs. kr. 5.400,- pr. løpemeter.

6. Kostnader

Rehabiliteringskostnadene er avhengig av en rekke faktorer. Det som påvirker prisen mest er rørlengde, rørdiameter, geografisk beliggenhet, vannføring og tilgang til arbeidsstedet. På to prosjekt utført i Rogaland i 2000 og 2001 kom kostnadene i forbindelse med rehabilitering av kulverter av korrugerte stålrør etter beskrevet metode på henholdsvis kr. 5.400,- og 9.400,- pr. løpemeter.

Til sammenligning ble det på Rv 508 gjennomført en tradisjonell rehabilitering hvor det korrugerte røret ble skiftet ut med et tilsvarende betongrør. Røret var 22,5 m langt og hadde en diameter på 2,0 m. Kulverten lå i fylling med 4,0 – 4,5 m overdekning. Under arbeidet måtte vegen stenges.

De totale kostnadene ble i dette tilfellet kr. 525.000,- dvs. kr. 23.300,-pr. løpemeter. I denne prisen er ikke samfunnskostnader forbundet med lang omkjøring tatt med.

7. Erfaringer

Hittil har man i Rogaland rehabilitert tre vanngjennomføringer bestående av totalt fem korrugerte stålrør. Rehabiliteringskostnadene har, ved bruk av den beskrevne metoden, vist seg å være langt lavere enn hva utskifting av de rustangrepne ville beløpt seg til. I tillegg er rørene blitt rehabilitert uten hindring av trafikken.

8. Konklusjon

Den beskrevne metoden kan benyttes til rehabilitering av korrugerte rør ned til diameter 1,60 meter. I noen tilfeller også lavere.

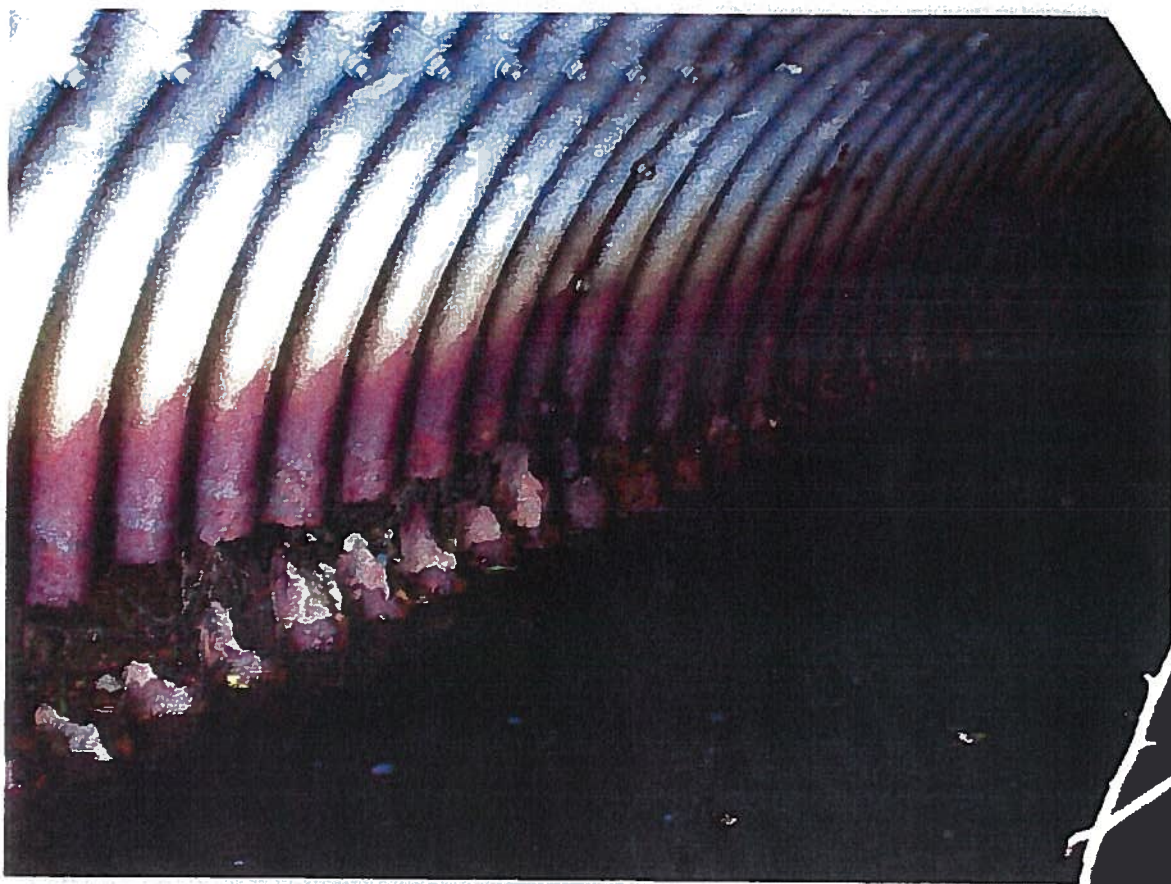
Metoden er enkel, kostnadseffektiv og vil flerdoble de korrugerte stålrørenes levetid.

Vedlegg 1:

Prinsippskisse side 7

Vedlegg 2:

Fotodokumentasjon side 9-15



Ca 20-25 år gamle rør



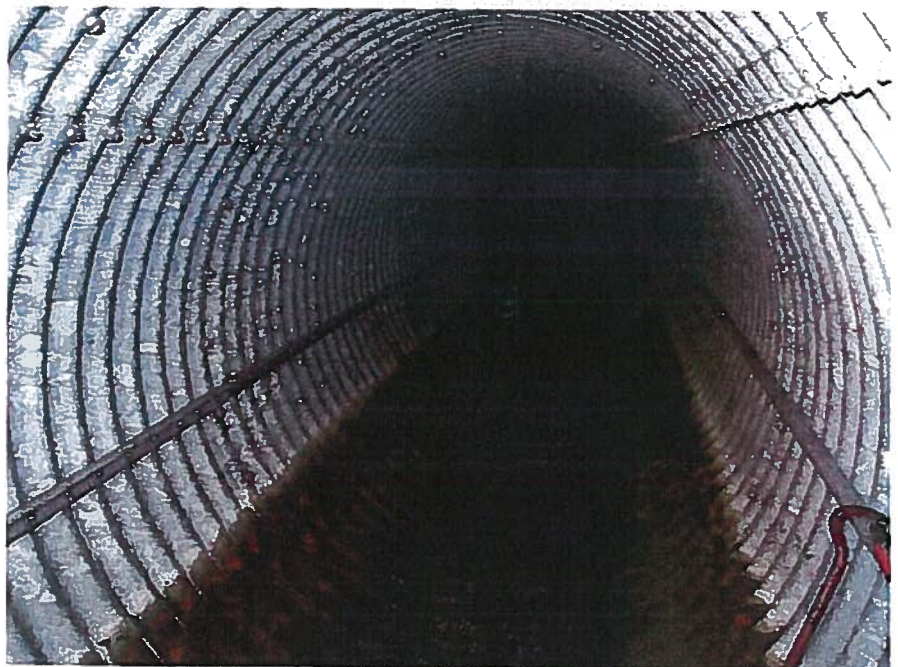
Tidens tann har tært!



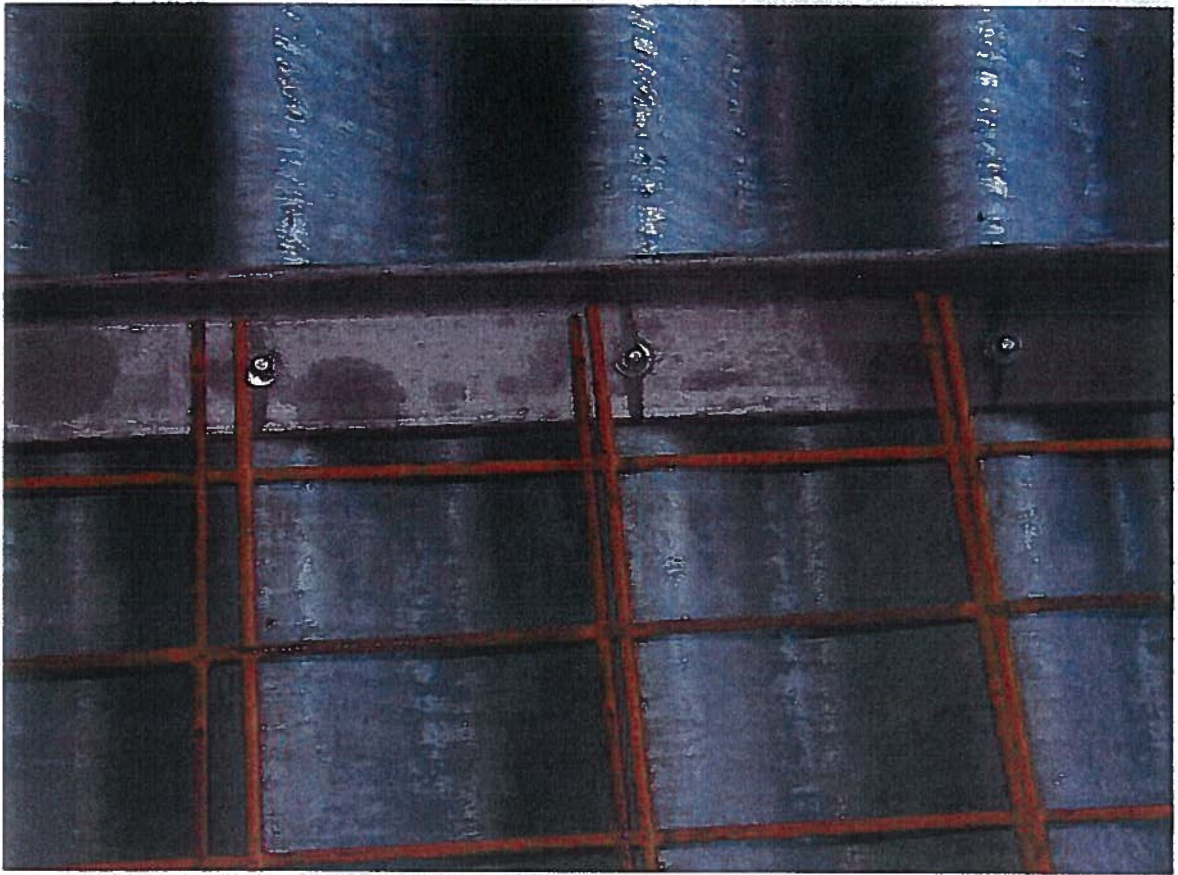
Taket er som nytt



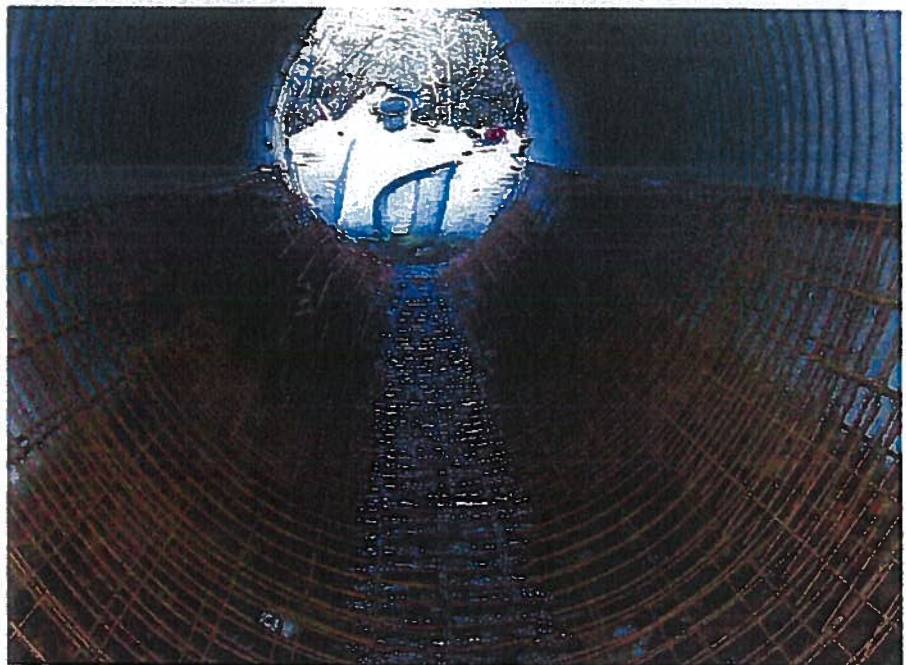
Montering vinkeljern



Vinkeljern ferdig montert



Armering på plass



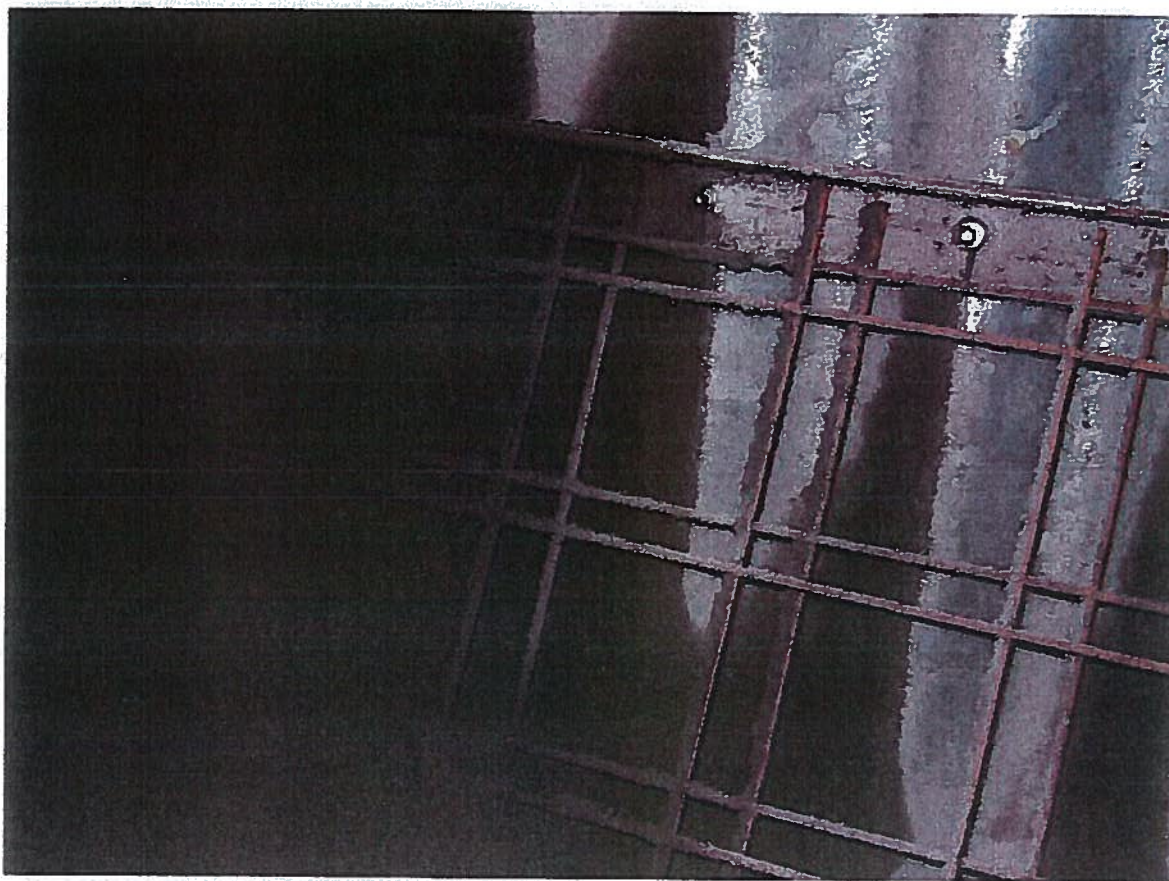
Ferdig armert



Støping startet



Støping for hånd ferdig



Spruting igang



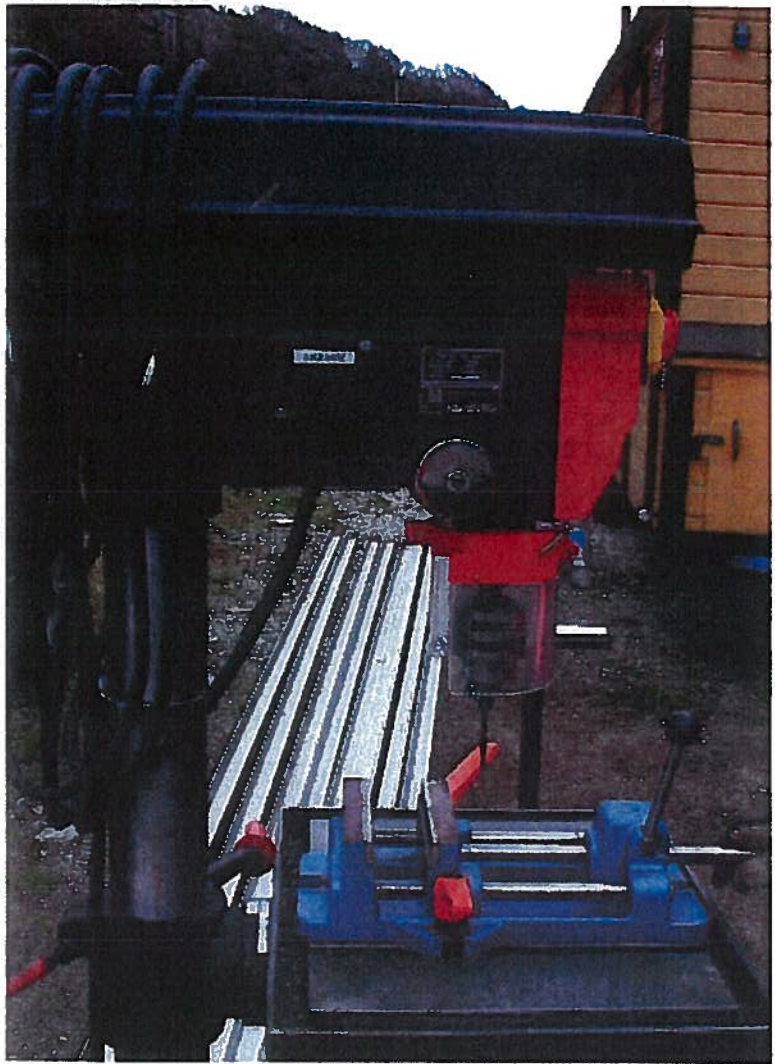
Spruting ferdig



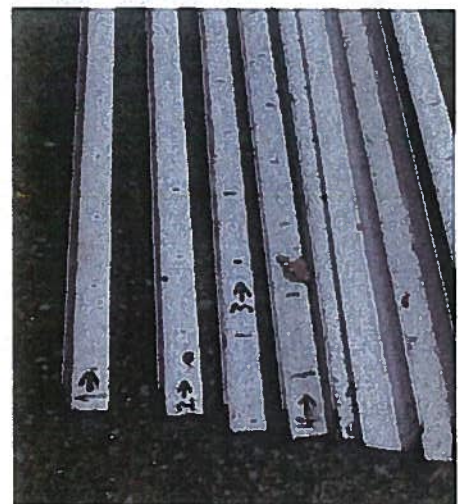
Klar for nye 100 år?



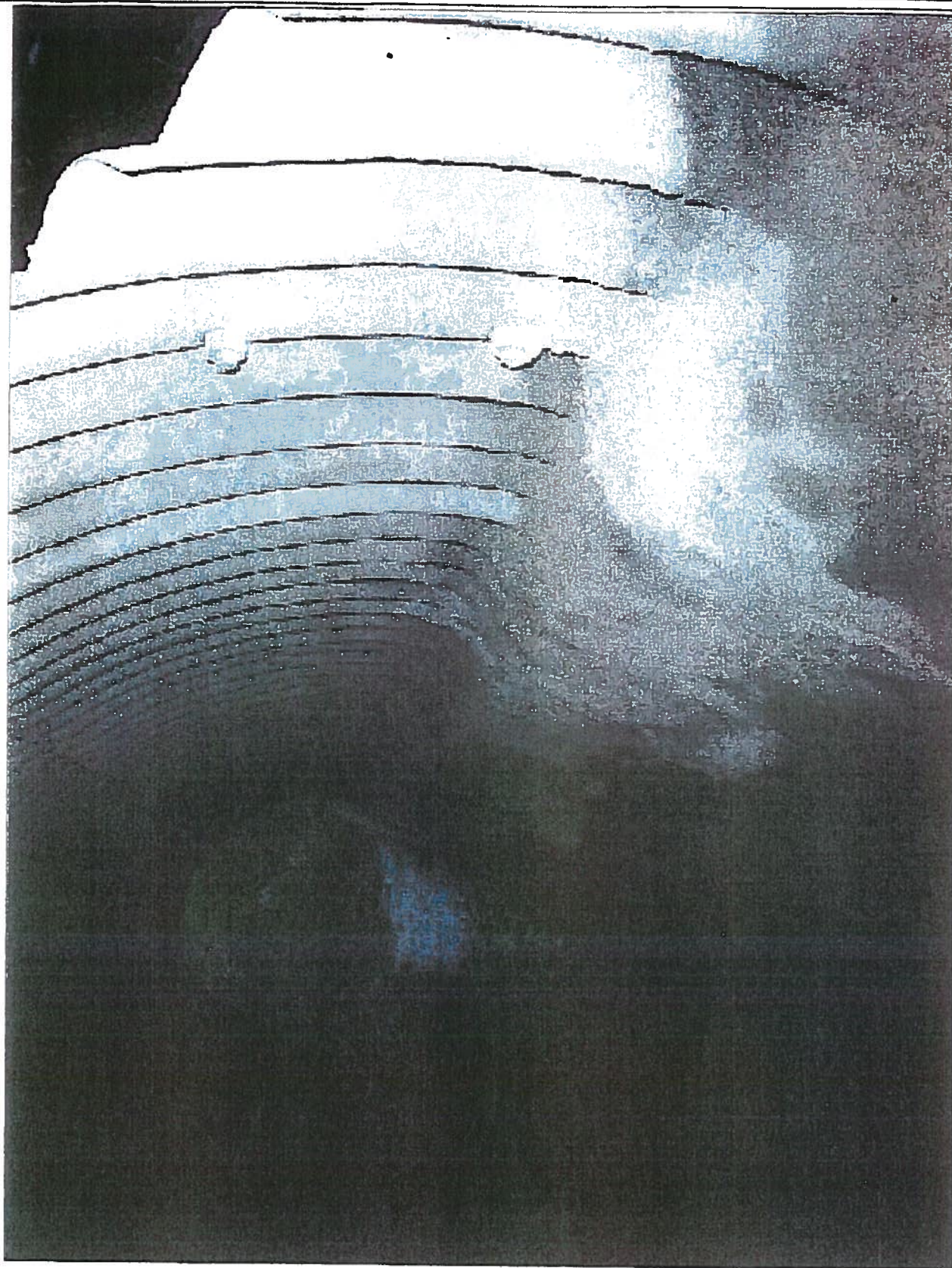
Ferdig utført

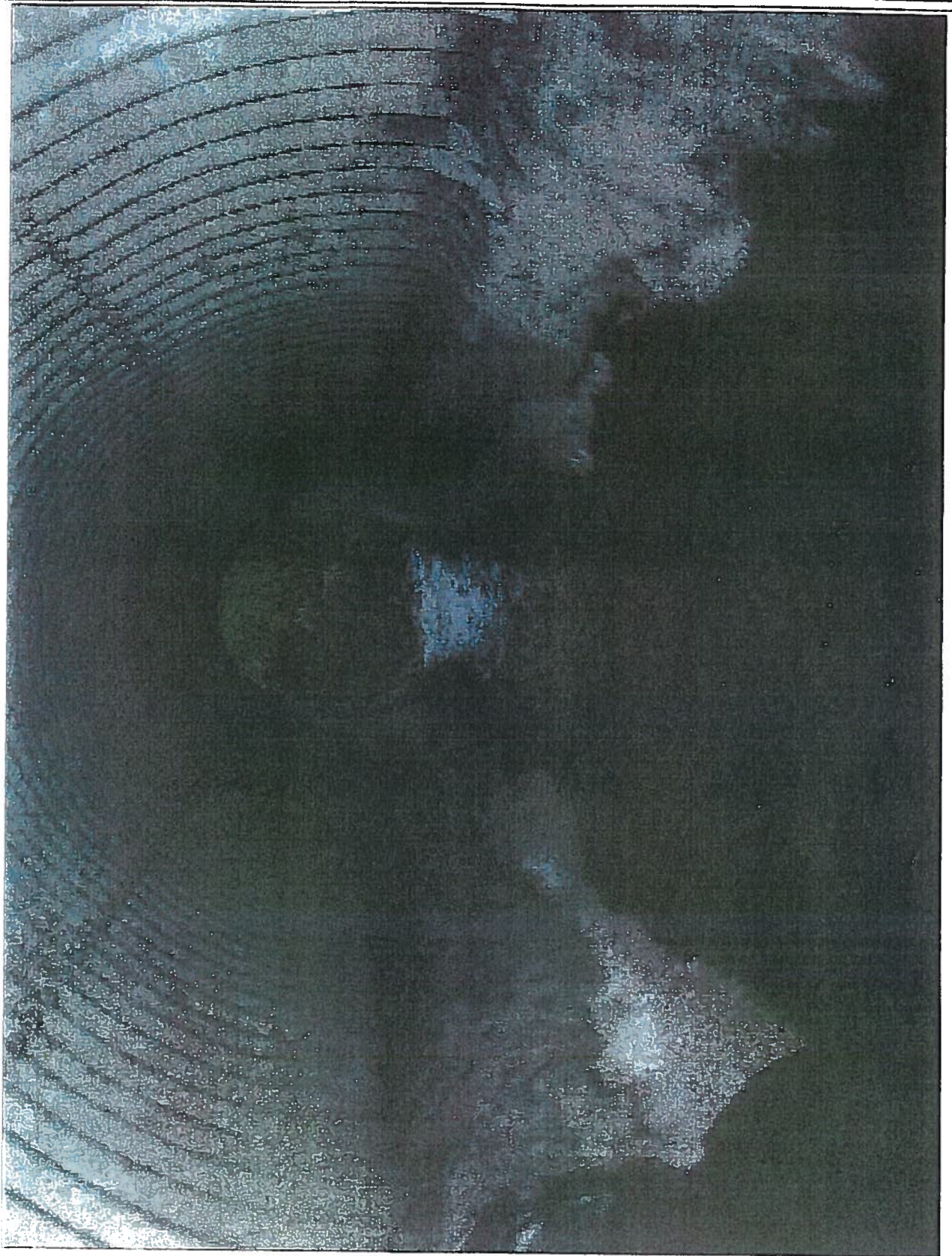


Boreutstyret

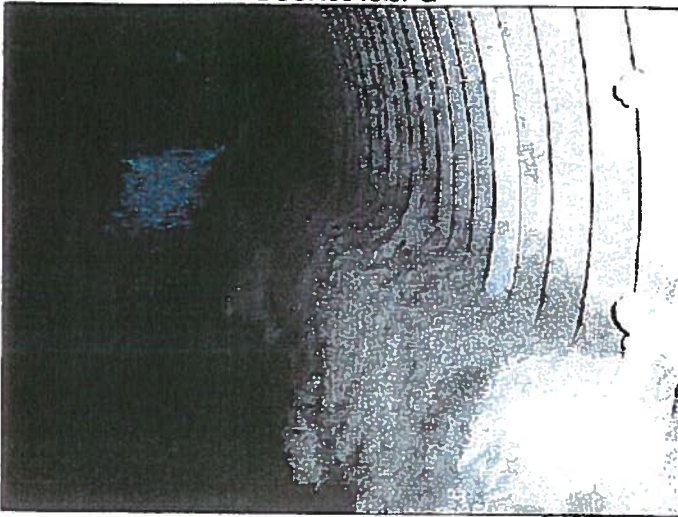


Skinner ferdig merket

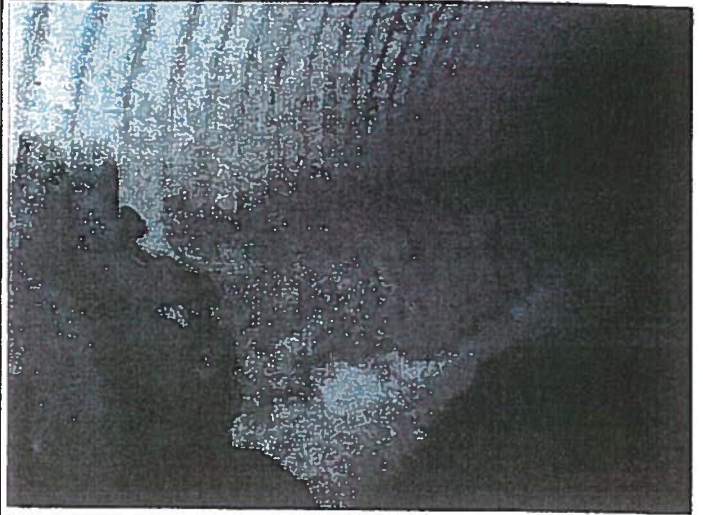




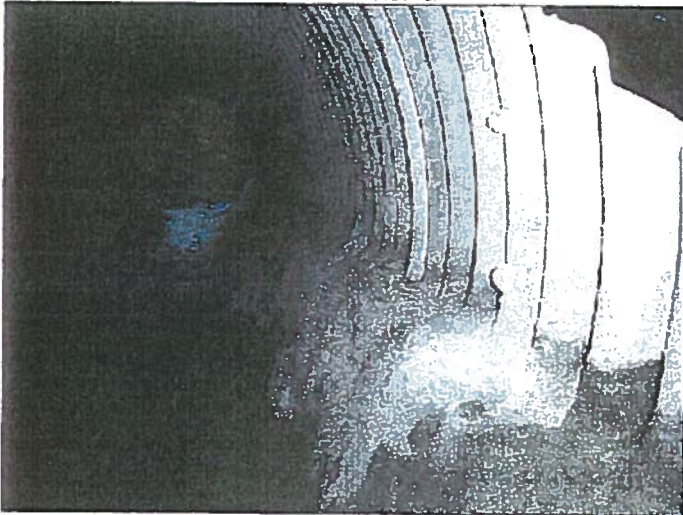
DSCN0046.JPG



DSCN0047.JPG



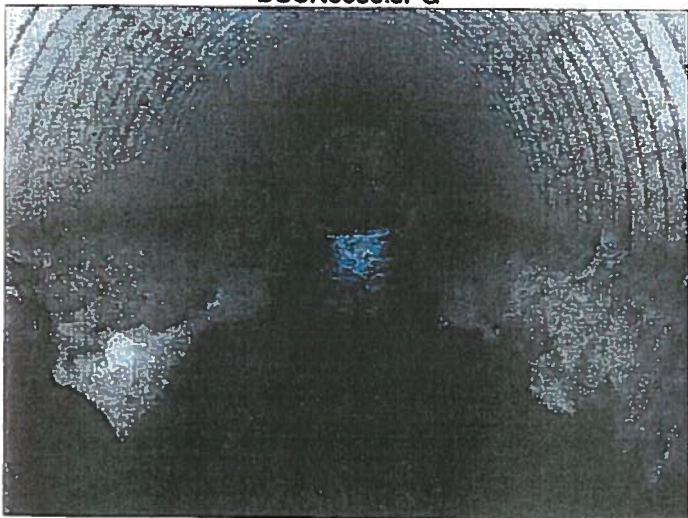
DSCN0048.JPG



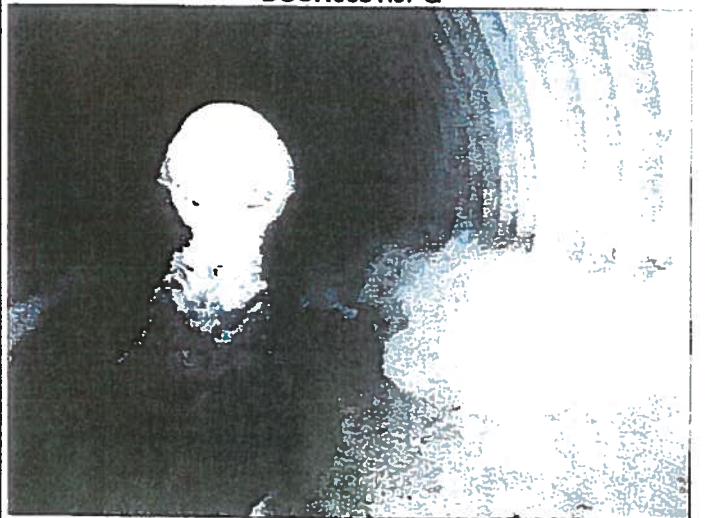
DSCN0049.JPG



DSCN0050.JPG



DSCN0051.JPG



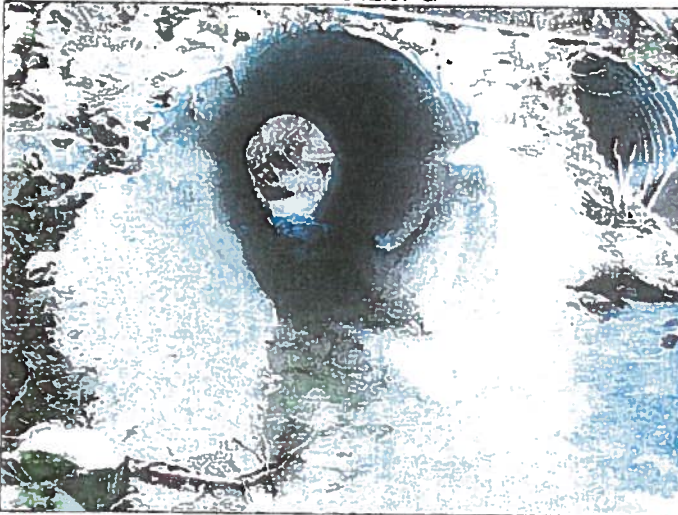
DSCN0040.JPG



DSCN0041.JPG



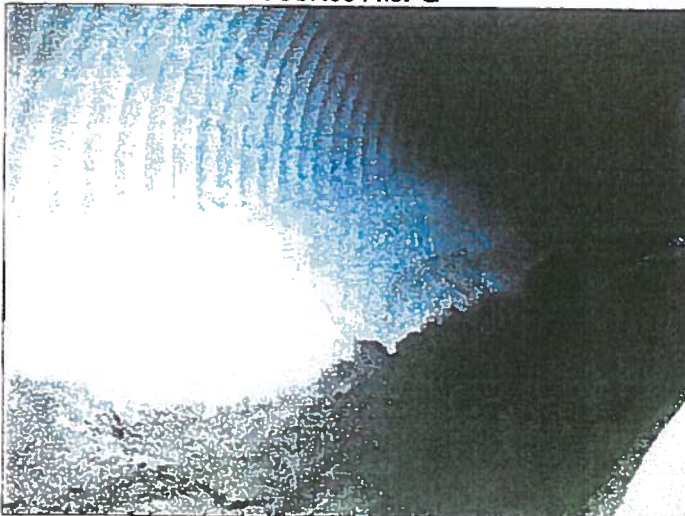
DSCN0042.JPG



DSCN0043.JPG

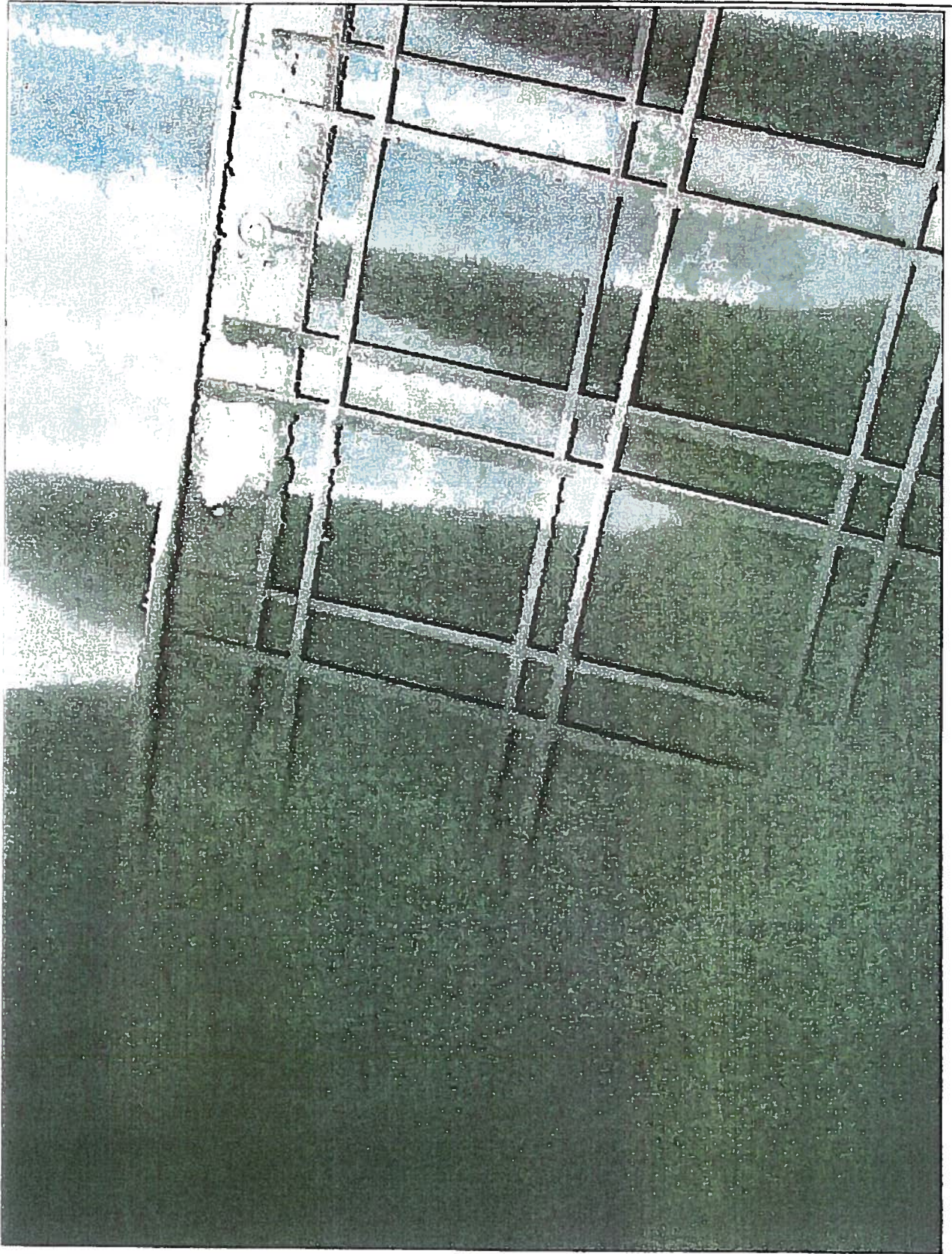


DSCN0044.JPG



DSCN0045.JPG

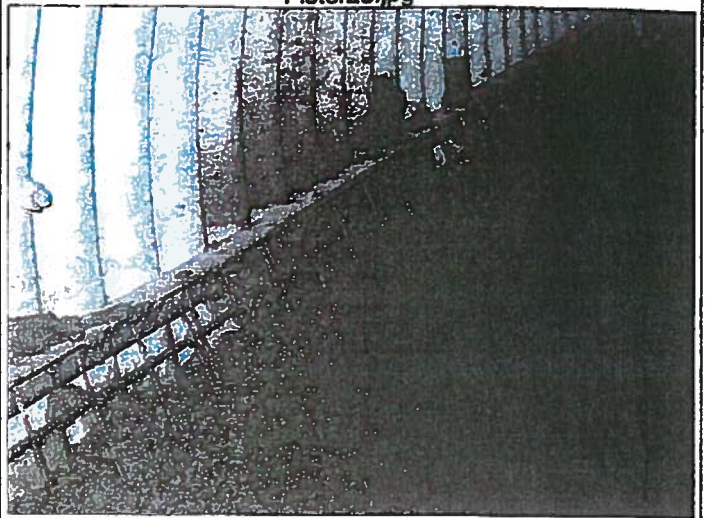




Fister24.jpg



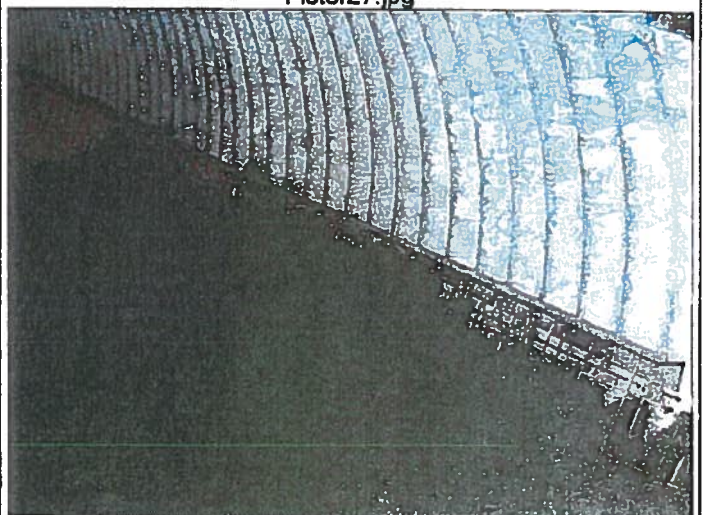
Fister25.jpg



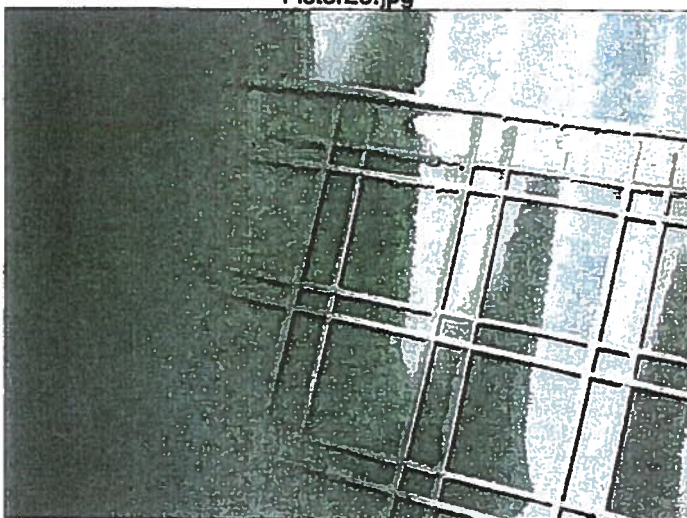
Fister26.jpg



Fister27.jpg



Fister29.jpg



Fister31.jpg

