

## Vedlikehold og utbedring av dreneringsanlegg for eksisterende baner

Vegteknikk

Desember 1999



**SINTEF**  
Bygg og miljøteknikk





# SINTEF RAPPORT

**SINTEF Bygg og miljøteknikk**  
Vegteknikk

Postadresse: 7465 Trondheim  
Besøksadresse: Alfred Getz vei 3  
Telefon: 73 59 47 20  
Telefaks: 73 59 70 20

Foretaksregisteret: NO 948 007 029 MVA

TITTEL

**Vedlikehold og utbedring av  
dreneringsanlegg for eksisterende baner**

FORFATTER(E)

Terje Lindland og Even Øiseth

OPPDRAGSGIVER(E)

Jernbaneverket, Hovedkontoret

RAPPORTNR. STF22 A99454	GRADERING Åpen	OPPDRAGSGIVERS REF. Arne Vik	
GRADER. DENNE SIDE Åpen	ISBN 82-14-01351-8	PROSJEKTNR. 22G128	ANTALL SIDER OG BILAG 90 sider
ELEKTRONISK ARKIVKODE i:\pro\22g128\stf22a99454\rapport.doc	PROSJEKTLÉDER (NAVN, SIGN.) Terje Lindland <i>Terje Lindland</i>	VERIFISERT AV (NAVN, SIGN.)	
ARKIVKODE	DATO 1999-12-09	GODKJENT AV (NAVN, STILLING, SIGN.) Dag Bertelsen, forskningssjef <i>Dag Bertelsen</i>	

## SAMMENDRAG

Det er utført en kartlegging av typisk nåtilstand for dreneringsanleggene på utvalgte jernbanestrekninger i Norge. Fire eldre banestrekninger, to i Østfold, en i Oppland og en i Sør-Trøndelag, er analysert for å finne typiske feil og mangler.

Et system for systematisk kontroll av dreneringsanleggene er beskrevet. Systemet for tilstandskartlegging er opprinnelig utarbeidet av Jernbaneverket Region Nord i samarbeid med SCC Kummeneje AS. Det er også satt opp et forslag til hva som bør inspiseres på høst- og vårvisitasjonene.

Ulike forslag til løsninger for utbedring av typiske feil og mangler ved dreneringsanleggene er beskrevet. Mange løsninger er hentet fra eksisterende regelverk til Jernbaneverket og Statens vegvesen, men også en del nye løsninger er foreslått. De ulike løsningene er vurdert mht. bruksområde, kostnader og spesielle fordeler/ulempes. Det er behov for å prøve ut noen av de nye løsningene.

Jernbaneverket  
Biblioteket

STIKKORD	NORSK	ENGELSK
GRUPPE 1	Jernbane	Railroad
GRUPPE 2	Fundament	Foundation
EGENVALGTE	Drenering	Drainage
	Tilstand	Condition
	Utbedring	Improvement

## FØRØRD

Dette er slutt rapport for prosjektet "Vedlikehold og utbedring av dreneringsanlegg for eksisterende baner". Prosjektet er gjennomfØrt ved SINTEF Bygg og miljØteknikk pÅ oppdrag fra Jernbaneverket.

Prosjektet har vÆrt ledet av et prosjektrÅd bestÅende av:

Arne Vik, Jernbaneverket Hovedkontoret  
Kari-Ann Ånensen, Jernbaneverket Hovedkontoret  
Kari Tilrem, Jernbaneverket BanePartner  
Bjørn Harelund, Jernbaneverket Region Øst  
Kjell Erik Karlsen, Jernbaneverket Region Øst  
Widar Hansen, Jernbaneverket Region Nord  
Terje Lindland, SINTEF Bygg og miljØteknikk  
Even Øiseth, SINTEF Bygg og miljØteknikk

Prosjektmedarbeidere hos SINTEF har vÆrt Even Øiseth og Terje Lindland. Sluttredigering og lay-out av rapporten er gjort av Gudrun Foss.

Trondheim desember 1999

## INNHALDSFORTEGNELSE

	Side
<b>FORORD</b> .....	<b>2</b>
<b>SAMMENDRAG</b> .....	<b>5</b>
<b>1 Bakgrunn og målsetting med prosjektet</b> .....	<b>9</b>
1.1 Bakgrunn .....	9
1.2 Målsettinger .....	10
<b>2 Nåtilstand på 4 utvalgte strekninger</b> .....	<b>11</b>
2.1 Målsetting med delprosjektet .....	11
2.2 Østfoldbanen, Ski-Sarpsborg, østre linje, km 14,0-17,5 .....	11
2.2.1 Generelt om strekningen .....	11
2.2.2 Mangler ved stikkrenner .....	12
2.2.3 Mangler ved øvrig drenering .....	16
2.2.4 Sammenheng mellom sporfeil og mangler ved dreneringen .....	17
2.2.5 Oppsummering av typiske problemer med dreneringen på strekningen .....	19
2.3 Østfoldbanen, Aspedammen-Kornsjø, km 150,0-170,0 .....	20
2.3.1 Generelt om strekningen .....	20
2.3.2 Mangler ved stikkrenner .....	21
2.3.3 Mangler ved øvrig drenering .....	23
2.3.4 Sammenheng mellom sporfeil og mangler ved dreneringen .....	24
2.3.5 Oppsummering av typiske problemer med dreneringen på strekningen .....	25
2.4 Dovrebanen, Fåberg-Tretten, km 193,2-197,0 .....	26
2.4.1 Generelt om strekningen .....	26
2.4.2 Mangler ved stikkrenner .....	27
2.4.3 Mangler ved øvrig drenering .....	31
2.4.4 Sammenheng mellom sporfeil og mangler ved øvrig drenering .....	32
2.4.5 Oppsummering av typiske problemer med dreneringen på strekningen .....	33
2.5 Dovrebanen, Heimdal-Selsbakk, km 541,7-546,2 .....	34
2.5.1 Generelt om strekningen .....	34
2.5.2 Mangler ved stikkrenner .....	35
2.5.3 Mangler ved øvrig drenering .....	36
2.5.4 Sammenheng mellom sporfeil og mangler ved øvrig drenering .....	37
2.5.5 Oppsummering av typiske problemer med dreneringen på strekningen .....	37
2.6 Nåtilstand – Fellestrekk på de fire strekningene .....	38
<b>3 System for tilstandskartlegging av dreneringen</b> .....	<b>41</b>
3.1 Tilstandskartleggingsprosjektet i Region Nord .....	41
3.2 Prinsipper for høst- og vårvisitasjoner av dreneringsanlegg .....	42
3.3 Forslag til detaljert sjekklister for høst- og vårvisitasjoner .....	45
<b>4 Løsninger for utbedring av dreneringsanlegg langs eksisterende baner</b> .....	<b>47</b>
4.1 Stikkrenner .....	47
4.1.1 Nedrasing foran innløp og utløp .....	47
4.1.2 Nedrasing inne i stikkrenne .....	60
4.1.3 Gjenslamming av stikkrenne .....	68
4.1.4 Kapasitetsproblem .....	70
4.1.5 Ising i stikkrenner .....	74



**Innholdsfortegnelse forts.**

	Side
4.2 Linjegrøfter .....	78
4.2.1 Gjenslammede/gjengrodde grøfter.....	79
4.2.2 Kantstein fjernes fra trang fjellskjæring.....	83
4.2.3 Trang strekning hvor det er vanskelig å etablere åpen linjegrøft .....	86
<b>5 Referanser .....</b>	<b>90</b>

## SAMMENDRAG

I del 1 av prosjektet var målsettingen å kartlegge typisk nåtilstand for dreneringsanleggene på 4 utvalgte jernbanestrekninger.

Kartleggingen viste at de mest typiske problemene med stikkrennene er:

- Problemer som skyldes nedrasing av masser foran inn- og utløp fra overbygning, eventuelt fyllmasser fra jernbanefyllingen. Årsaken er egentlig heving av sporet og dermed for smalt formasjonsplan. Følgende feil og mangler er typiske:
  - Ballastpukk raser ned foran inn- og utløp (5-30 % av stikkrennene på 3 av strekningene)
  - Utløp/innløp gjenfylt med fyllmasse (10-25 % av stikkrennene på 3 av strekningene)
  - Toppstein glidd ut/sunket ned (5-10 % av stikkrennene på 3 av strekningene)
  - Svillemur har ikke god nok forankring og heller utover og raser delvis ned og dekker inn- og utløp (5-20 % av stikkrennene på 2 av strekningene)
- Nedrasing av masser fra overbygningen inne i stikkrenner. Årsaken er at det oppstår sprekker inne i stikkrenna. Følgende feil er typisk:
  - Pukk/grus raser ned inne i stikkrenna og tetter løpet helt eller delvis, eventuelt delvis sammenrast stikkrenne (5-25 % av stikkrennene på 3 av strekningene)
- Gjenslamming av stikkrenner, både inn- og utløp og inne i selve stikkrenna, med masser som transporteres med vannet fra sideterreng. Årsaken er for dårlig erosjonssikring av skråninger og grøfter. Følgende feil og mangler er typiske:
  - Gjenslamming og gjengroing av stikkrennenes innløp (20-45 % av stikkrennene på 3 av strekningene)
  - Gjenslamming og gjengroing av stikkrennenes utløp (10-25 % av stikkrennene på 3 av strekningene)

For den øvrige dreneringen er følgende feil og mangler mest framtrædende:

- Linjegrøft mangler/er gjengrodd
- Gjenslamming av linjegrøft
- Masser fra ballastrenseverket er lagt i grøfter og langs overbygning
- Delvis tett lukka drenering
- Terrenggrøfter mangler
- Erosjon av sideterreng
- Vaskesviller

På de 4 strekningene ble det også gjort en sammenligning mellom sporfeil (STRIX målevogn) og mangler ved dreneringen. På disse strekningene tyder undersøkelsen på:

- I 45-70 % av profilene med høydefeil over vedlikeholdsgrensa, kan dette forklares med forhold som har med dreneringen å gjøre
- I 0-25 % av profilene med høydefeil over vedlikeholdsgrensa, har feilene oppstått i tilknytning til små bruer over bekker eller veger
- I 20-30 % av profilene ble det ikke funnet noen klar årsak til feilene

I del 2 av prosjektet er det satt opp et forslag på hva som bør sjekkes ved høst- og vårvisitasjonene. Dette er "tunge" visitasjoner som forberedelse til – og opprydding etter vintersesong, og forberedelse til barmarksesong. Høstvisitasjonen bør gjennomføres etter bladfall og vårinspeksjonen før vårflommen. Følgende forhold bør spesielt visiteres:



#### Stikkrenner:

- Gjentetting av innløp og utløp
- Innløpskum gjenfylt av masser
- Pukk/grus rast inn i stikkrenna
- Stikkrenna delvis slammet igjen/gjengrodd
- Kvist, skrot eller andre fremmedlegemer i stikkrenna
- Gjentetting av varegrind/rist
- Stikkrenner som skal frostisolerers/frostisolering fjernes
- Kontroll av øvrige frostsikringer, f.eks. varmekabler, gardin av plaststrimler
- Visitere stikkrenner med svilledekke grundig (avdekking nødvendig)
- Vurdere om svilledekke bør fjernes for godt

#### Linjegrøfter, terrenggrøfter og nedføringsrenner:

- Masser som blokkerer grøft
- Kvist eller andre fremmedlegemer i grøft
- Behov for grøfterensk (på kortere strekninger)
- Uhindret tilløp fra linjegrøft til stikkrenne
- Uhindret avløp fra stikkrenne til linjegrøft

#### Lukket drenering:

- Oppslamming i kummer
- Ødelagte kumløkk
- Gjentetting av rister
- Gjenslamming i ledninger ved kummer (kan indikere behov for spyling)
- Uhindret tilløp fra åpne grøfter til lukket drenering
- Uhindret avløp fra lukket drenering til åpne grøfter

I del 3 av prosjektet er det satt opp en oversikt over løsninger for utbedring og vedlikehold av dreneringsanlegg langs eksisterende baner. De ulike løsningene er vurdert mht bruksområde, kostnader og spesielle fordeler og ulemper.

For stikkrenner er løsningene delt inn etter de problemene som oppstår i tilknytning til stikkrenna. Under er aktuelle metoder for utbedring og vedlikehold listet opp.

#### Nedrasing foran innløp og utløp:

- Murer av prefabrikkert betong over innløp og utløp
- Prefabrikkerte murer i korrugerte plastprodukter
- Murer av plasstøpt betong
- Prefabrikkert vingemur/bekkeinntak
- Forlengelse med spunting
- Forlenge stikkrenne med betongrør
- Forlengelse med korrugerte stålrør
- Forlengelse med innstikksrør av plast
- Forlengelse av stikkrenne med naturstein
- Forlengelse med plasstøpt kum
- Gabionmur
- Midlertidig mur av sviller

#### Nedrasing inne i stikkrenne:

- Føre plastrør gjennom eksisterende stikkrenne
- Prefabrikkerte kvadratiske elementer som skyves på plass i stikkrenne
- Tak innvendig i stikkrenne
- Trekking av polyesterstrømpe gjennom stikkrenne
- Trekke strekkbolter gjennom stikkrenne for å holde den sammen
- Dytte stein på plass med hydraulikk eller lignende
- Grave opp og legge ny renne av betong eller plast
- Grave opp og legge duk/matte over eksisterende stikkrenne
- Rørpressing (nytt rør)
- Bore flere små hull i fyllinga

#### Gjenslamming av stikkrenne:

- Sandfangkum ved innløp
- Rist ved innløp
- Grøfterensk i øvrige grøfter
- Terrenggrøft for å hindre erosjon
- Nedføringsrenne med erosjonssikring
- Masseutskifting i grøftebunn/steinsetting
- Grøft kles med halve betongrør/plastrør
- Erosjonssikring i skråninger
- Øke fallet i stikkrenna (grave ny stikkrenne)
- Redusere friksjonen (ny stikkrenne/trekke nytt rør)
- Fordrøyning, eventuelt kombinert med sedimentasjon

#### Kapasitetsproblem:

- Grave opp og legge ny stikkrenne
- Rørpressing
- Montering av overløpsstikkrenne
- Endrede innløpsforhold
- Fordrøyning, eventuelt kombinert med infiltrasjon

#### Ising i stikkrenner:

- Svilleoverbygg over innløp og utløp
- Tildekking med granbar over innløp og utløp
- Isolasjonsmatter over innløp og utløp
- Gardin av plaststrimler ved innløp og utløp
- Stiming
- Varmekabler

For linjegrøfter er løsningene delt inn etter de problemene en har med linjegrøfter. Under er aktuelle metoder for utbedring og vedlikehold listet opp.

#### Gjenslammede/gjengrodde grøfter:

- Grøfterensk
- Terrenggrøft for å hindre erosjon
- Nedføringsrenne med erosjonsbeskyttelse
- Skråningsgrøft fylt med stein, grus eller pukk
- Masseutskifting i grøftebunn/steinsetting



- Grøft kles med halve betongrør/plastrør
- Erosjonssikring i skråninger

Kantstein fjernes fra trange fjellskjæringer:

- Lukket drensgrøft pigges ned i traubunn med XPS som isolasjon
- Lukket drensgrøft med Leca
- Utvidelse av fjellskjæring for etablering av åpen linjegrøft

Trang strekning hvor det er vanskelig å etablere åpen linjegrøft:

- Vanlig lukket drenering
- Lukket drenering med isolasjon av Leca eller XPS
- Lukket drenering med drensmatter
- Utvidelse av trasé

## 1 Bakgrunn og målsetting med prosjektet

### 1.1 Bakgrunn

Drenssystemet langs et jernbaneanlegg består av mange komponenter som skal være funksjonsdyktige under alle vær- og klimaforhold og samle opp og lede bort overflatevann og vann i grunnen.

Dreneringen skal:

- Redusere og hindre teleskader
- Sikre planlagt bæreevne
- Sikre mot skader ved oversvømmelse
- Sikre mot ras, utglidning og erosjon som følge av overflatevann eller vann i grunnen

Dreneringsanleggene langs mange av banene i Norge er gamle. Hovedproblemet er mange steder gjengrodde og tette linjegrøfter og stikkrenner. Mange steder har en liten oversikt over dreneringsanleggene. Årsaker til dette kan være at dreneringsanleggene ikke er avmerket på kart eller at dreneringsanlegg som er avmerket på kart, har gått tette og derfor ikke er i funksjon lenger. Endrede dreneringsforhold grunnet utbygging av områder langs jernbanen kan også føre til for liten kapasitet på eksisterende dreneringsanlegg.

Relevante problemstillinger for Jernbaneverket i dagens situasjon er f.eks:

- Fare for ras, utglidning, erosjon (stabilitet) og oversvømmelse grunnet dårlige stikkrenner og mangelfullt overvannsystem
- Mangelfull bæreevne og generering av sporfeil pga dårlig drenert fundament (vaskesviller)
- Iskjøving i fjellskjæringer og tunneler (årlig behov for rensk)
- Frostisolering basert på varmeakkumulerende lag (torv, sand) kan gi økte teleproblemer ved forbedret drenering

Manglene ved dreneringsanleggene bør deles i to kategorier:

- Mangler som kan gi akutte sikkerhets- og framkommelighetsproblem
- Mangler som kan gi redusert kjørehastighet og bæreevne

Akutte sikkerhetsproblem har en først og fremst i tilknytning til stabilitet av skjæringer og fyllinger og til oversvømmelse. Mange skråninger er bratte og en utglidning grunnet manglende drenering, kan få katastrofale følger.

Andre steder vil problemene med dreneringen føre til redusert funksjonalitet. Resultatet av dårlig drenering på slike steder vil f.eks være manglende bæreevne, vaskesviller, setninger og telehiv. Strekninger med slike problemer kan ha forholdsvis store kostnader forbundet med drift og vedlikehold. En kan også få redusert regularitet dersom problemene utvikler seg til å bli så store (sikkerhetsproblem) at en må kjøre med redusert hastighet.

De siste årene har det skjedd mye på materialsiden, og en må forvente at utviklingen mhp bruk av nye materialtyper og løsninger vil fortsette. Det er viktig at erfaringer med nye materialtyper og løsninger innarbeides i regelverket. Resultatene fra dette prosjektet kan danne grunnlag for dette.



## 1.2 Målsettinger

Overordnet målsetting med prosjektet vil være å redusere risikoen for problemer som skyldes mangelfulle dreneringsanlegg og dårlige rutiner med vedlikehold av disse på eksisterende banestrekninger. Dette søkes oppnådd gjennom:

- Kompetanseheving i driftsorganisasjonen
- Økt fokus på underbygning i banedriften
- Bidra til mer systematisk og helhetlig håndtering av dreneringsspørsmål på eksisterende anlegg
- Legge grunnlag for en økonomisk prioritering av tyngre utbedringer
- Økt innsikt i dreneringens funksjon og virkemåte (og konsekvensene av mangelfull drenering)

Dette prosjektet kan deles i 3 deler der konkrete delmål for hvert av de 3 delprosjektene vil være:

- Kartlegging av typisk nåtilstand for dreneringsanleggene på 4 utvalgte strekninger (kap 2)
- System for tilstandskartlegging av dreneringsanlegg (kap 3)
- Oversikt over metoder for utbedring og vedlikehold av dreneringsanlegg (kap 4)

## 2 Nåtilstand på 4 utvalgte strekninger

### 2.1 Målsetting med delprosjektet

Målsettingen med dette delprosjektet er å kartlegge typisk nåtilstand for dreneringsanleggene, herunder kartlegging av hvilke problemer som hyppigst oppstår i driften grunnet mangelfull drenering.

I rapporten vil en samlet oversikt over dreneringsanleggenes tilstand bli presentert og ikke tilstanden til hvert enkelt dreneringselement. Denne rapporten vil derfor ikke kunne brukes som grunnlag for prosjektering av ulike tiltak for utbedring

### 2.2 Østfoldbanen, Ski-Sarpsborg, østre linje, km 14,0-17,5

#### 2.2.1 Generelt om strekningen

Strekningen ble befart 20. mai 1999, og den starter øst for Tomter ved Bliksland holdeplass ved km 14,050 regnet fra Ski og strekker seg frem til Knapstad holdeplass ved km 17,480. Total lengde er ca 3,5 km. Banen er i dag klassifisert for 20,5 tonn aksellast, men en oppgradering til 22,5 tonn aksellast er vurdert.

Østfoldbanens østre linje ble åpnet i 1882 og elektrifisert i 1958. Denne strekningen ligger i terreng som veksler mellom småkupert og flatt. Jernbanelinjen ligger i hovedsak i løsmasser, men det er fjell i dagen i enkelte små skjæringer. Løsmassene består av finkornige masser av silt og leire. Det er svak stigning på banen frem til km 15,9 hvor banen etter noen hundre meter med horisontal trasé heller svakt ned mot Knapstad holdeplass.

Banens grusballast er antatt utlagt direkte på opprinnelig grunn eller planert fylling. På den aktuelle strekningen viser ballastundersøkelsene at tykkelsen på gruslaget før sporløft i pukk var 50-100 cm. Omkring 1960 ble sporet løftet ca 15 cm i pukk som teleforebyggende tiltak. På andre strekninger er opprinnelig grustykkelse mindre og sporet kan være hevet opptil 50 cm i pukk.

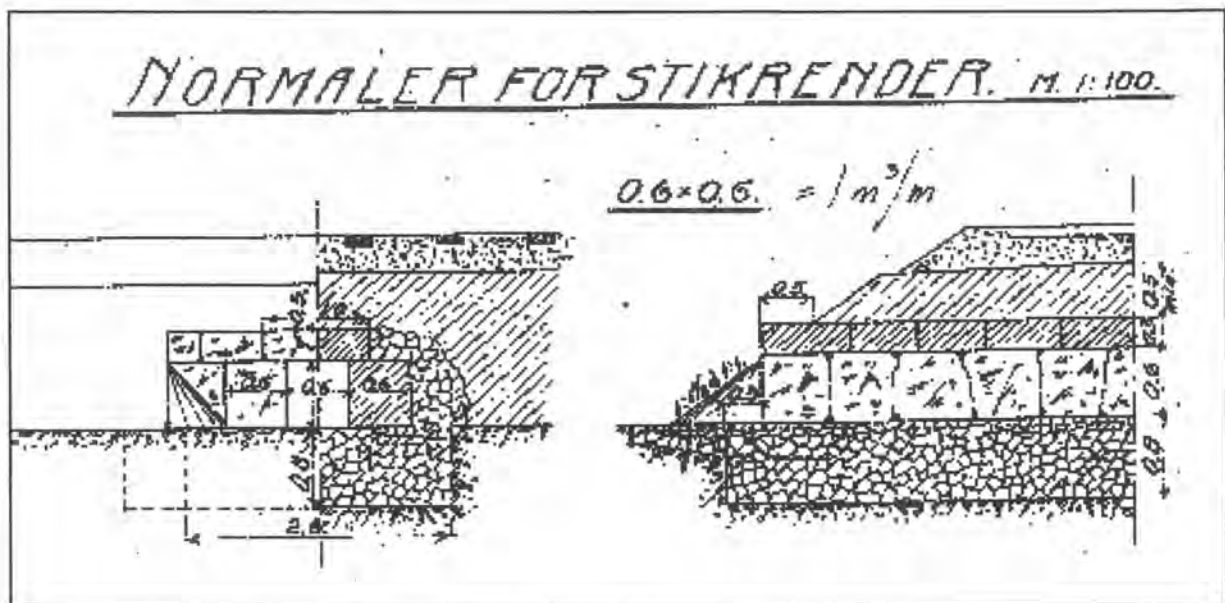
Dreneringselementene på strekningen består av stikkrenner og åpne linjegrøfter. Langs en liten strekning er det registrert lukket overvannsgrøft. Under befaringen ble det ikke registrert terrenggrøfter. Tabell 2-1 viser noen nøkkeldata om traséen og dreneringsanleggene på strekningen.

TABELL 2-1 Nøkkeldata på strekningen Bliksland holdeplass – Knapstad holdeplass

Nøkkeldata	Mengde	Merknad
Strekningens totale lengde	3,5 km	
Samlet lengde skjæring	ca 200 m	Anslag
Samlet lengde halvskjæring/fylling	ca 200 m	Anslag
Samlet lengde fylling	-	Ikke detaljregistrert
Antall stikkrenner	26 stk	Fleste steinrenner
Lengde lukket drenering	ca 100 m	Anslag
Lengde terrenggrøft	-	

Normalprofiler for jernbanen fra starten av dette århundre, tyder på at grøftene opprinnelig ble bygd med dybde 0,3 m under formasjonsplan. Grøftene er mange steder gjenslammet eller gjengrodd av vegetasjon. Flere steder står det vann i linjegrøftene slik at vannet står relativt høyt opp i konstruksjonen. Banens trasé er stort sett plassert i terrengets laveste punkt i forhold til sideterrenget, noe som gir stort tilslag av vann. Det er tydelig et stort behov for bedre linjegrøfter på strekningen for å drenere øvre del av jernbanekonstruksjonen. Det er bl.a. flere steder registrert problemer med telehiv.

I gjennomsnitt er det en stikkrenne for hver 130 m på strekningen. Mange av stikkrennene har vannføring selv i tørre perioder, mens andre bærer preg av liten vannføring. Stikkrennene er i hovedsak steinrenner fra anleggets tid, og mest benyttede dimensjon er 0,6 x 0,6 m. Figur 2-1 viser eksempel på normaler for steinrenner. Steinrennene er i dag sterkt preget av mangler som følge av fyllingsutvidelse, pukkløft og manglende vedlikehold.



FIGUR 2-1 Normaler for stikkrenner. Utdrag fra NSB Normaler fra 1914

### 2.2.2 Mangler ved stikkrenner

Det er registrert 26 stikkrenner på strekningen. I tabell 2-2 er det satt opp en oversikt over feil og mangler ved stikkrennene. Til en stikkrenne kan det være registrert flere ulike feil og mangler.

**TABELL 2-2 Feil og mangler ved stikkrennene**

Type feil ved stikkrenne	Antall (stk)	Eksempel ved km
Gjengrodd innløp	3	15,195
Gjengrodd utløp	1	15,195
Slammet igjen innløp	9	15,935
Slammet igjen utløp	5	15,935
Pukk/stein/grus foran innløp	0	-
Pukk/stein/grus foran utløp	1	14,398
Pukk etc rast ned inne i stikkrenna	7	15,061
Toppstein glidd ut/nedsunken	2	-
Reparert med "lite" plastrør	3	14,715
Forlenget med rør	1	-
Svillemur/vegg rast ut over innløp/utløp	1	-
Overfylt innløp	2	-

Kun 5 av stikkrennene er registrert uten feil eller mangler, og kan karakteriseres som OK, se figur 2-2. Dvs. at ca 80 % av stikkrennene har feil eller mangler som bør utbedres. Ut fra befaringen synes stikkrennene å være bygd uten bunnhelle.


**FIGUR 2-2 Steinrenne med bra tilstand ved km 16,588**



Av oversikten ser en at den mest vanlige feilen er at stikkrennene er slammet igjen eller gjengrodd ved innløpet. Dette gjelder ca 50 % av stikkrennene. Hovedårsaken til dette er at grunnen består av finkornige masser som transporteres med vannet. Det er ingen tiltak som hindrer at massene legges igjen foran innløpet til stikkrennene, og stikkrennene vil relativt raskt kunne tettes igjen av slam.

Stikkrennene på strekningen er også sterkt preget av at sporet er hevet i pukke for å få bedre sikring mot telehiv. Heving av traséen har ført til at fyllingen mange steder er blitt bredere. Stikkrennene er opprinnelig bygd med lengde tilpasset den gamle fyllingshøyden. Dette fører til at fyllingen presser mer på de ytterste steinene i stikkrennen. Den økte belastningen på stikkrennene sammen med noe bløte grunnforhold gjør at steinene i stikkrennene vil flytte seg ut fra opprinnelig posisjon. Når topphellene i stikkrennen begynner å bevege seg, skapes det raskt et hull i konstruksjonen hvor pukke etc kan rase ned og tette rennen. Nedrasing inne i stikkrennene ble registrert på hele 25-30 % av stikkrennene. Dette er en alvorlig feil som i mange tilfeller også er kostbar å utbedre. Figurene 2-3 – 2-6 viser ulike problem med nedrasing av masser inne i stikkrenna.



FIGUR 2-3 Stikkrennas tverrsnitt er helt tett grunnet ballast som har rast inn. Km 15,061





FIGUR 2-4 Stikkrennas tverrsnitt er delvis tettet av større steiner som har rast inn. Km 15,131



FIGUR 2-5 Dobbeltløpet stikkrenne hvor det er problemer med at ballast raser inn i stikkrenna. Det er gjort en foreløpig utbedring ved å legge inn ei isolasjonsplate i underkant av ballasten for å hindre nedrasing. Km 14,525



FIGUR 2-6 Steinrenne med sterkt innsnevret tverrsnitt grunnet innpressing av en av sidesteinene. Km 15,525

Økt fyllingshøyde medfører også problemer med å holde pukken på plass i sporet over stikkrennene. Nedrast pukk og stein foran innløp og utløp ble registrert ved ca 5 % av stikkrennene. På denne strekningen er det støpt opp mur over stikkrennenes innløp og utløp der hvor problemet er størst. Dette ser ut til å fungere bra, men forankring av slike murer er ofte vanskelig uten at topphellen ved åpningen blir overbelastet. Muren har derfor lett for å tippe utover. Svillemur over stikkrennenes innløp og utløp er kun i liten grad benyttet på strekningen. Svillemur som ikke forankres innover i fyllingen må anses som midlertidig løsning.

10-15 % av stikkrennene er ”reparert” ved å legge plastrør inne i den gamle stikkrenna. Dette fungerer i mange tilfeller bra ved normale vannføringer. Det er imidlertid noe usikkerhet knyttet til om stikkrennene vil ha tilstrekkelig kapasitet i perioder med høy vannføring.

Ved 2 av stikkrennene (7,5 %) fant vi ikke innløpet. Dette kan enten skyldes at stikkrennen er koblet til lukket drenering, eller at innløpet er overfylt ved planeringsarbeider.

### 2.2.3 Mangler ved øvrig drenering

I tabell 2-3 er det satt opp en oversikt over øvrige feil og mangler som har tilknytning til den øvrige dreneringen.



**TABELL 2-3 Feil og mangler ved øvrig drenering**

Type feil	Mengde	Eksempel ved km
Linjegrøft gjengrodd/mangler	550 m	15,200
Linjegrøft slammet igjen	100 m	14,170
Høyt grunnvannsnivå	300 m	15,480
Terrenggrøft mangler	100 m	14,170
Vaskesviller/Plaskepartier	5 steder	15,780
Linjegrøft tett ved gml. planovergang	2 stk	14,225

Traséen ligger i relativt flatt, småkupert terreng. Løsmassene består av finkornige masser av leire og silt, noe som fører til at overflatevannet fører med seg mye slam og silt som legges igjen der farten på vannet bremses opp. Dette gjelder i stor grad innløp til stikkrenner, men også åpne linjegrøfter hvor vannet kommer ned fra bratt skjæring etc. Dersom det ikke tas spesielle hensyn til de finkornige grunnforholdene vil dreneringselementene kreve mye vedlikehold.

På enkelte partier er grøftene relativt gjengrodde og det står vann høyt opp i konstruksjonen. I følge seksjonsboka har strekningen mange steder vært utsatt for ujevn telehiv, og forskjellige tiltak (EPS/XPS, masseskifting, sviller, slag) er utført for å jevne ut og fjerne problemet.

På strekningen ble det registrert 5 partier med vaskesviller. Et parti ligger i overgang mellom fjellskjæring og løsmasser, mens andre partier er på flate strekninger med lav fylling. Årsaken til vaskesviller kan være flere, men som oftest er det dårlig ballastpukk på stedet. Overgang mellom stivt og mykt underlag er ofte utsatt for slitasje på ballasten. Mye finstoff i ballasten gjør at vannet ikke kommer unna, og vaskesvillene gjør problemet raskt verre.

Det ble ikke registrert partier hvor det er benyttet torv som frostsikring på strekningen. Det er derfor ikke nødvendig å ta hensyn til dette når dreneringstiltak skal foreslås på denne strekningen. Det er imidlertid benyttet torv på flere andre banestrekninger, og dette bør det tas hensyn til når generelle forslag til utbedring skal utarbeides.

#### 2.2.4 Sammenheng mellom sporfeil og mangler ved dreneringen

For å få en viss oversikt over sammenheng mellom sporfeil og mangler ved dreneringen, som ble funnet under befaringen, sammenlignes data fra STRIX-diagrammet med feil og mangler ved dreneringen.

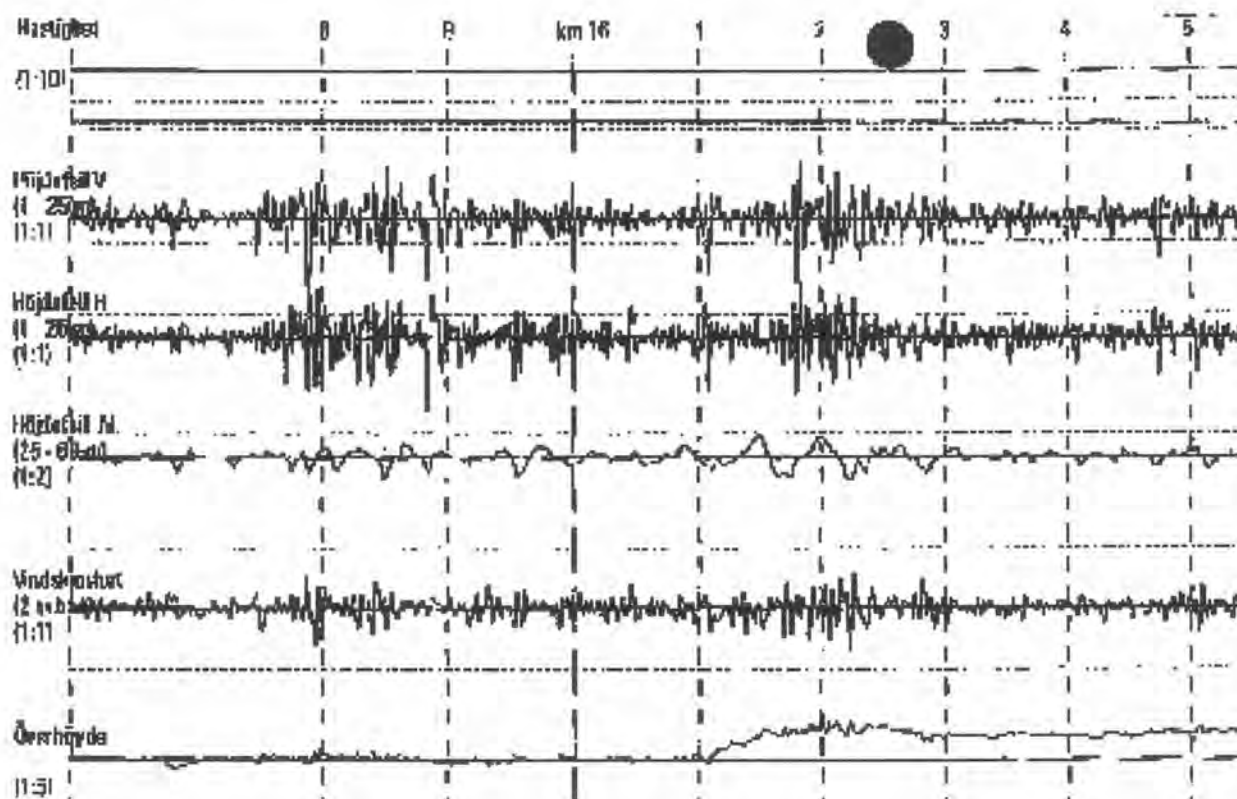
Mellom km 14,2 og km 17,3 er denne strekningen en K3-bane. Tabell 2-4 viser hvilke kvalitetskrav som stilles til en K3-bane for henholdsvis ujevnhet i høyde og vindskjevhet.

**TABELL 2-4 Kvalitetskrav til K3-bane**

Parameter	Nyjustert spor (mm)	Vedlikeh.grense (mm)	Akuttgrense (mm)
Ujevnhet i høyde	4	10	16
Vindskjevhet 2m basis	3	7	10



Det ble kjørt STRIX målevogn på strekningen 26. mai 1999. På strekningen var det ingen tverrprofil som hadde høydefeil eller vindskjevhetsfeil over akuttgrensene. 14 tverrprofil på strekningen hadde høydefeil over vedlikeholdsgrensa på en eller begge skinnestregene. 4 av disse profilene hadde også vindskjevhetsfeil som lå tett opp mot vedlikeholdsgrensa (ingen vindskjevhetsfeil overskred vedlikeholdsgrensa på strekningen). Figur 2-7 viser utdrag av målevognndiagrammet på strekningen.



FIGUR 2-7 Utdrag fra diagram fra STRIX målevogn

Videre ble det undersøkt om det i de 14 tverrprofilene med høydefeil over vedlikeholdsgrensa ble funnet feil og mangler ved forhold som har med dreneringen å gjøre. Følgende ble funnet:

- 4 profil: På strekning med vaskesviller
- 3 profil: Stikkrenner med delvis gjenslammet innløp eller som pukk hadde rast inn
- 2 profil: Planovergang (med noe grus fra vegen i ballasten)
- 1 profil: Høyt grunnvannsnivå (vann står høyt i linjegrøfta)
- 4 profil: Ingen mangler ble funnet under befaringen

Denne enkle undersøkelsen tyder på at i ca 70 % av profilene med høydefeil over vedlikeholdsgrensa, kan forklares med forhold som direkte har med dreneringen å gjøre. Målevognsdiagrammet viser også at de største høydefeilene har form som en dump (setning) og ikke som en hump (kul).

### 2.2.5 Oppsummering av typiske problemer med dreneringen på strekningen

Strekningen bærer preg av at de største problemene er knyttet til feil ved stikkrennene. Mange av problemene kan knyttes sammen med heving av sporet og for smalt formasjonsplan, slik som sikring av stikkrenne innløp og utløp. De dårlige grunnforholdene på strekningen må ta mye av skylden for at stikkrennene har så store skader innvendig, noe som fører til pukkmasser inn i stikkrennene. Høyt grunnvannsnivå er også et alvorlig problem på deler av strekningen.

Mest typiske problemer med stikkrenne er (% av stikkrennene):

- Gjenslamming av stikkrenner (ca 50 %)
- Pukk, grus eller stein raser ned inne i stikkrennen og tetter løpet (25-30 %)
- Gjengroing av innløp og utløp i stikkrenner med liten vannføring (ca 15 %)
- Toppstein glidd ut eller rast ned (ca 10 %)
- Ballastpukk raser ned foran innløp og utløp (ca 5 %)
- Svillemur rast ut over innløp eller utløp (5 %)

For øvrig er det registrert følgende feil og mangler som har tilknytning til dreneringsanleggene:

- Gjenslamming av linjegrøfter
- Linjegrøfter mangler eller er gjengrodd
- Det mangler terrenggrøfter over bratte skjæringer
- Erosjon av sideterreng
- Vaskesviller

Disse feilene og manglene ved dreneringen fører til følgende problemer for jernbanedriften:

- Stikkrenner går tette
- Svank eller nedsunken spor over stikkrennene
- Fare for undergraving av sporet
- Telehiving på partier med manglende drenering
- Finstoff transporteres inn i pukken
- Dårlig bæreevne

Forbedringspotensialet på denne strekningen er først og fremst knyttet til disse forholdene. Generelt er det stort behov for å gjøre følgende oppgraderingstiltak på strekningen:

- Generell kontroll av dreningssystemet
- Utbedring av stikkrenner (generell rens og spyling, reparasjoner/erstatte med rør, forlengelse, tiltak mot gjenslamming)
- Rensk av linjegrøft og tiltak mot erosjon
- Ballastrensing av partier som er utsatt for vaskesviller

## 2.3 Østfoldbanen, Aspedammen-Kornsjø, km 150,0-170,0

### 2.3.1 Generelt om strekningen

Strekningen ble befart i 1998 av Jernbaneverket Ingeniørtjenesten. Beskrivelsen av dreneringsanleggenes tilstanden er utarbeidet ut fra tilstandsrapporten fra denne befaringen /1/.

Strekningen Aspedammen-Riksgrensen ble tatt i bruk i 1879. Sporet følger samme trasé i dag, men er hevet noe ved innlegging av ballastpukk. Strekningen preges av å være i relativt god stand med tanke på alder til konstruksjonene, og det er få store skjæringer eller fyllinger.

Første del av strekningen, fra km 150,1 (Aspedammen) til 154, går gjennom et ganske flatt område. Traséen ligger på lav fylling over bløte myrområder hvor det står vann i grøftene på begge sider av sporet. Sporet ligger likevel stabilt, og det antas at vannstanden er relativt konstant, uten at vannet står opp i jernbanefyllingen og overbygningen, se figur 2-8.



FIGUR 2-8 Jernbane på lav fylling over bløte myrområder ved km 153,3

Fra km 154 er terrenget noe mer variert, og traséen går gjennom en del små fjellskjæringer og over noen små fyllinger. Grunnforholdene antas å være gode med overveiende grus og sand.

Spesielt høy fylling er det ved km 157,9-158,4 med fyllingshøyde opptil 40 meter. Fyllingskråningene er bratte, men synes å være stabile.

Fra km 158,5 flater terrenget ut, og det er relativt tørt terreng frem til km 162,3.



Fra km 162,3 er terrenget bløtere, og det står vann i grøftene på enkelte strekninger. Terrenget blir gradvis mer kuppert, og traséen går gjennom flere små fjellskjæringer. Ved undergang ved km 164,2 ligger banen på høy fylling på opptil 30 meter.

Frem til Kornsjø (grensen) er terrenget variert med fyllinger og skjæringer, men fra km 167,8-168,7 er terrenget vått og underbygningen er mange steder drenert med lukkede drengrøfter.

Dreneringselementene på strekningen består hovedsaklig av stikkrenner og åpne linjegrøfter. Det er registrert noen terrenggrøfter og lukkede drengrøfter på strekningen. I tillegg ligger det i enkelte fjellskjæringer kantstein. Tabell 2-5 viser noen nøkkeldata om traséen og dreneringsanleggene på strekningen.

TABELL 2-5 Nøkkeldata på strekningen Aspedammen-Kornsjø

Nøkkeldata	Mengde	Merknad
Strekningens totale lengde	20 km	
Samlet lengde skjæring	ca 2,4 km	
Samlet lengde halvskjæring/fylling	-	Ikke detaljregistrert
Samlet lengde fylling	-	Ikke detaljregistrert
Antall stikkrenner	47 stk	Flest steinrenner
Lengde lukket drenering	2,65 km	
Lengde terrenggrøft	ca 4 km	

Normalprofiler for jernbanen fra starten av dette århundre tyder på at grøftene opprinnelig ble bygd med dybde 0,3 m under formasjonsplan. På noen partier over myr og andre våte områder er det benyttet terrenggrøfter eller lukket drenering.

I snitt er det en stikkrenne for hver 425 m på strekningen. Mange av stikkrennene har vannføring selv i tørre perioder, mens andre bærer preg av kun liten vannføring. Stikkrennene er i hovedsak steinrenner fra anleggets tid, og mest benyttede dimensjon er 0,6 x 0,6 m. Steinrennene er i dag preget av mangler som følge av fyllingsutvidelse, pukkløft og manglende vedlikehold.

### 2.3.2 Mangler ved stikkrenner

Det er registrert 47 stikkrenner på strekningen. I tabell 2-6 er det satt opp en oversikt over feil og mangler ved stikkrennene. Til en stikkrenne kan det være registrert flere ulike feil og mangler.



**TABELL 2-6 Feil og mangler ved stikkrennene**

Type feil ved stikkrenne	Antall (stk)
Gjengrodd innløp	2
Gjengrodd utløp	1
Slammet igjen innløp	1
Slammet igjen utløp	1
Pukk/stein/grus foran innløp	6
Pukk/stein/grus foran utløp	1
Pukk etc rast ned inne i stikkrenna	3
Toppstein glidd ut/nedsunken	5
Reparert med "lite" plastrør	2
Forlenget med rør	4
Svillemur/vegg rast ut over innløp/utløp	1
Overfylt innløp	1

29 av stikkrennene er karakterisert som OK ved befaringen i 1998, se figur 2-9. Dette tilsvarer over 60 %. Den hyppigste feilen er at det ligger grus og pukk foran åpningene på stikkrennene, en feil som finnes på ca 15 % av rennene, se figur 2-10. Ca 10 % av stikkrenner har også skader og forskyvninger på steinblokkene nærmest åpningene. Dette resulterer ofte i at pukk etc. raser ned inne i renna. Nedrasing inne i stikkrennene er registrert på ca 5 % av stikkrennene, men sannsynligvis er ikke alle tilfellene registrert da det ikke er tatt bilder inne i alle stikkrennene. Det kan derfor være noen flere som har denne feilen uten at det var mulig å se på befaringen.


**FIGUR 2-9 Steinrenne med bra tilstand ved km 152,635**



FIGUR 2-10 Steinrenne hvor ballastpukk og grus har rast ned foran munningen. Km 150,320

Noen av stikkrennene er blitt reparert og forlenget. Plastrør er stukket gjennom ca 5 % av rennene, mens ca 10 % er blitt forlenget med betongrør. I tillegg er det blitt støpt vangemurer rundt noen av innløpene og utløpene. En svillemur er registrert å ha rast ut over åpningen.

Gjenslamming og gjengroing av innløp og utløp er kun et mindre problem på denne strekningen, og dette er totalt registrert på ca 10 % av stikkrennene. Ett innløp er registrert helt overfylt.

### 2.3.3 Mangler ved øvrig drenering

I tabell 2-7 er det satt opp en oversikt over øvrige feil og mangler som har tilknytning til dreneringen.

TABELL 2-7 Feil og mangler ved øvrig drenering

Type feil	Mengde	Merknad
Linjegrøft gjengrodd eller mangler	ca 2700 m	
Delvis tett lukket drenering	1000 m	
Drenskummer for nært inntil sporet	-	Ikke detaljregistrert
Terrenggrøft mangler	-	Ikke detaljregistrert
Vaskesviller/Plaskepartier	-	Ikke detaljregistrert
Overfylt kantstein i fjellskjæring	opptil 1500 m	Anslag

Grøftene på strekningen er mange steder i god stand, og det er blitt utført grøfterensk i de senere årene. Noe vegetasjon, kvister og annet rask er registrert, men kun på kortere strekninger. Lukket



drenering er mange steder gammel, og vedlikeholdet de senere årene har vært mangelfullt. Rensk er nødvendig.

Det er registret kantstein i enkelte av fjellskjæringene, og det antas at kantstein er overfylt i mange av fjellskjæringene slik at steinene ikke er synlige. Tilstandsrapporten fra Jernbaneverket Ingeniørtjenesten /1/ viser til hvor slike steiner er påvist og i hvilke fjellskjæringer det bør undersøkes for kantstein før ballastrenseverket kjøres. I fjellskjæringer hvor kantstein fjernes eller fylles over bør det etableres lukket drenering. Figur 2-11 viser en fjellskjæring med kantstein.



FIGUR 2-11 Fjellskjæring med kantstein på strekningen 139,3-140,9

Mange drenskummer i fjellskjæringer ligger for nært inntil sporet til at ballastrenseverket kan kjøre forbi. Minste avstand fra spormidt for ballastrenseverket varierer noe, men det bør stilles krav om minst 2,3 – 2,5 meter fra spormidt.

### 2.3.4 Sammenheng mellom sporfeil og mangler ved dreneringen

For å få en viss oversikt over sammenheng mellom sporfeil og mangler ved dreneringen, sammenlignes data fra STRIX-diagrammet med feil og mangler ved dreneringen.

32 % av strekningen har kvalitetsklasse K2, 61 % av strekningen har kvalitetsklasse K3 og 7 % av strekningen er K4-bane. Tabell 2-8 viser hvilke kvalitetskrav som stilles til de ulike kvalitetsklassene for henholdsvis ujevnheter i høyde og vindskjevhet.

**TABELL 2-8** Kvalitetskrav til K2-, K3- og K4-baner

Parameter	Nyjustert spor (mm)			Vedlikeh.grense (mm)			Akuttgrense (mm)		
	K2	K3	K4	K2	K3	K4	K2	K3	K4
Ujevnhet i høyde	2	4	5	7	10	13	12	16	21
Vindskjevhet 2m basis	2	3	4	7	7	7	10	10	10

Det ble kjørt STRIX målevogn på strekningen 19. mars 1999. På strekningen var det 1 tverrprofil som hadde høydefeil over akuttgrensa. 20 tverrprofil på denne strekningen hadde høydefeil over vedlikeholdsgrensa på en eller begge skinnestrengene. Profilet med høydefeil over akuttgrensa hadde også vindskjevhetsfeil over vedlikeholdsgrensa. Forøvrig var det ingen vindskjevhetsfeil over vedlikeholdsgrensa.

Videre ble det undersøkt om det i disse 20 profilene ble funnet feil og mangler ved forhold som har med dreneringen å gjøre. Av rapporten /1/ framgår det at det er registrert vaskesviller på strekningen, men ikke hvor det er registrert vaskesviller. Følgende ble funnet:

- 5 profil: Linjegrøft med behov for rensk av ulike typer skrapmasser, kvist ol
- 2 profil: Sannsynligvis er lukka drenering tett (vann renner inn men kommer ikke ut)
- 2 profil: Stikkrenner med delvis gjenslammet innløp eller pukkk som hadde rast inn i stikkrenna

Andre mulige årsaker til sporfeil kan være:

- 3 profil: Bruer med skader på landkar
- 2 profil: Høy fylling med bru over riksveg

I 6 profil ble det ikke funnet mangler.

Denne enkle undersøkelsen tyder på at for ca 45 % av profilene med høydefeil over vedlikeholdsgrensa, kan dette forklares med forhold som har med dreneringen å gjøre. Vaskesviller er ikke tatt med i dette tallet. Målevognsdiagrammet viser også at de fleste av de største høydefeilene har form som en dump (setning) og ikke som en hump (kul).

### 2.3.5 Oppsummering av typiske problemer med dreneringen på strekningen

Strekningens karakter varierer mye fra sted til sted, og hvilke feil som er mest karakteristiske varierer tilsvarende fra strekning til strekning. Under er det listet opp de mest vanlige feil og mangler som er knyttet til dreneringsanleggene:

- Masser raser ned inne i stikkrenner
- Pukk etc. raser ned i innløp og utløp til stikkrenner
- Toppstein på stikkrenner glidd ut eller sunket ned
- Gjengroing og gjenslamming foran innløp og utløp til stikkrenner
- Kantstein i fjellskjæringer er fylt over med ballastpukk
- Kantstein ligger for nært inntil sporet
- Kummer ligger for nært inntil sporet



- Kvist og rask i grøfter
- Lukket drenering er gått tett
- Masser fra ballastrenseverket er lagt i grøfter og langs overbygningen
- Linjegrøfter mangler eller er gjengrodd på noen strekninger
- Terrenggrøft mangler

Disse feilene og manglene med dreneringen fører til følgende problemer for jernbanedriften:

- Stikkrenner går tette
- Finstoff transporteres inn i pukken
- Telehiving på partier med manglende drenering
- Dårlig bæreevne
- Vaskesviller på partier med dårlig drenering
- Ballastrenseverket kan ikke kjøres forbi partier hvor hindringer ligger for nært inntil sporet

Forbedringspotensialet på denne strekningen er først og fremst knyttet til disse forholdene. På strekningen er det behov for å gjøre følgende oppgraderingstiltak:

- Utbedring av stikkrenner (generell rensk og spyling, nye vangemurer av betong)
- Rensk og spyling av lukket drenering
- Rensk av linjegrøft og etablering av nye linjegrøfter enkelte steder
- Fjerning av kantstein som ligger for nært inntil sporet
- Etablering av lukket drenering i fjellskjæringer hvor det ligger eller har ligget kantstein
- Flytting av drenskummer som ligger for nært inntil sporet
- Ballastrensing

## **2.4 Dovrebanen, Fåberg-Tretten, km 193,2-197,0**

### **2.4.1 Generelt om strekningen**

Strekningen ble befare 21. mai 1999 og starter ca 1,5 km nord for Fåberg stasjon og ender i nordre del av Hunder stasjon, som nå er nedlagt. Strekningen går fra km 193,2 (regiondele) til km 197,0 og er på 3,8 km. Strekningen, som ble tatt i bruk i 1894, er klassifisert for 22,5 tonn.

De første 1,4 km av strekningen ligger i sidehellende terreng. Banen ligger her stort sett i halvskjæring med fylling på venstre side og skjæring på høyre side. Store deler av skjæringen er fjellskjæring med en høyde varierende fra 0,5 m til opp mot 5-6 m på et kort parti.

De neste 2 km av strekningen ligger i et flatere, mer småkupert terreng, men også denne delen har helning mot venstre sett i km-retningen. På denne strekningen ligger banen i lave fyllinger og noen skjæringer. Skjæringene er stort sett fjellskjæringer.

De siste 400 m av strekningen ligger stort sett på nedlagte Hunder stasjon. Terrenget inn mot sporet er flatt, og grusballast på tidligere spor ligger forholdsvis høyt i forhold til dagens spor. Dette gir dårlig drenering fra ballasten under sporet.

Hele strekningen ligger i stigning bortsett fra de siste 3-400 m på Hunder stasjon. Mulighetene for å oppnå brukbar drenering er derfor gode. Dreneringsanleggene på strekningen består av stikk-

renner og åpne linjegrøfter i fjell-/jordskjæring. På en kortere strekning er det også terrenggrøft. Ut fra befaringen og data fra seksjonsboka ser det ikke ut som om det er lukket drenering på strekningen. Tabell 2-9 viser noen nøkkeldata om dreneringsanleggene på strekningen.

TABELL 2-9 Nøkkeldata på strekningen Fåberg-Hunder

Nøkkeldata	Mengde	Merknad
Strekningens totale lengde	3,8 km	
Antall stikkrenner	25 stk	Steinsatt, fleste 0,6 x 0,6
Åpen linjegrøft i skjæring	ca 500 m	Anslag
Lukka linjegrøft i skjæring	0	Ikke funnet
Lengde terrenggrøft	ca 150 m	Ved km 194,0

Stikkrennene er steinrenner fra tiden da banen ble bygget, og har dimensjon 0,6 m x 0,6 m og større (høyde). I snitt er det en stikkrenne for hver 150 m på strekningen. Det synes som om det er lite vannføring i mange av stikkrennene, da mange av stikkrennene er gjenslammet og delvis fylt med løv fra trærne. En årsak til dette kan være at vegbygging og vegomlegging i nedslagsfeltet har ført til at vannet er samlet i enkelte punkt. Dette har redusert vanntransporten på øvrige deler av strekningen.

Behovet for linjegrøfter på strekningen er forholdsvis begrenset, spesielt på den første halvparten av strekningen. Befaringen ble gjennomført på slutten av en periode med forholdsvis lite nedbør. Behovet for linjegrøfter kan derfor være noe vanskelig å vurdere og bedømme.

## 2.4.2 Mangler ved stikkrenner

Stikkrenner er det mest brukte dreneringselementet på strekningen. Det er registrert 25 stikkrenner på strekningen. Tabell 2-10 viser en oversikt over feil og mangler ved stikkrennene. Til en stikkrenne kan det være registrert flere ulike feil og mangler.

TABELL 2-10 Feil og mangler ved stikkrennene

Type feil ved stikkrenne	Antall (stk)	Eksempel ved km
Slammet igjen innløp	5	196,020
Slammet igjen utløp	4	193,395
Pukk/stein/grus foran innløp	7	193,530
Pukk/stein/grus foran utløp	1	195,400
Toppstein glidd ut/nedsunken	1	-
Stikkrenne forlenget med rør	1	194,510
Svillemur heller utover innløp	1	193,870
Svillemur heller utover utløp	2	193,395
Svillemur rast ned, dekker innløp/utløp	2	193,870
Utløp overfylt med masse (ses ikke)	5	194,160
Overfylt innløp	1	-

Av oversikten ser en at de mest vanlige feilene/manglene på strekningen er at masser har rast ned i inn- og utløp, stikkrenna er slammert igjen og at utløpet ikke er synlig, sannsynligvis fordi fyllingen er breddeutvidet.

Av de 25 stikkrennene ble 5 klassifisert uten feil og mangler. Av 9 stikkrenner med svilleoverbygg ble det registrert feil og mangler på 4, mens på de øvrige 5 er det noe usikkert hvordan tilstanden var grunnet problemer med å gjennomføre en tilfredsstillende inspeksjon. 20-40 % av stikkrennene er altså vurdert til å være uten feil og mangler. Alvorlighetsgraden på feil og mangler på de øvrige stikkrennene varierer. Ved vurdering av alvorlighetsgrad må en også ta hensyn til vannføring.

Mange av stikkrennene ligger forholdsvis dypt med overfyllingshøyder på 2-5 m. Stikkrennene er tørrmurte steinrenner av bruddstein. Det virker som stikkrennene ligger stabilt. Det ble ikke registrert at masser hadde rast inn i stikkrennene gjennom sprekker. Det ble heller ikke registrert at steiner i selve stikkrenna hadde forskjøvet seg sidevegs og reduserer tverrsnittet.

I 30-40 % av stikkrennene ligger det masser som mer eller mindre tetter igjen innløpet til stikkrennene. I de fleste av disse innløpene er det ballastpukk som har rast ned i innløpet. En årsak til dette er at traséen har blitt hevet, og dette har ført til at fyllingen har blitt bredere. Den gamle stikkrenna blir da for kort for den nye fyllingsbredden.

For å unngå nedrasing av ballastpukk, har en noen steder forsøkt å bygge opp vangemurer av gamle sviller. Disse "svillemurene" har ikke god nok støtte og forankring og blir derfor presset utover. Noen steder hadde den øverste svillen rast ned i innløpet og delvis dekket dette, se figur 2-12. "Svillemur" som ikke forankres innover i fyllinga må anses som en midlertidig løsning. For å unngå nedrasing av ballastpukk er det behov for en mur som stikker godt over fyllingskråningen. I mange av stikkrennene er trolig oppmuring av betongmur den beste løsningen.





FIGUR 2-12 Svillemur som er presset utover, og øverste sville har rast ned i stikkrennas innløp. Km 193,87

Noen av stikkrennene (20-25 %) var delvis gjenslammet med finere masser og løv fra trærne, se figur 2-13. Ut fra forholdene på stedet så det ikke ut som om det var noe særlig vannføring i disse stikkrennene. Muligens kan behovet for stikkrenner ha blitt redusert på strekningen grunnet vegbygging og vegomlegging på arealene ovenfor banen. Dette har ført til at vannet er samlet i enkelte punkt, noe som igjen har redusert vanntransporten på øvrige deler av strekningen. Gjenslamming synes ikke å være noe stort problem på strekningen, men dersom det enkelte ganger kan være stor vannføring i disse stikkrennene, kan en langsom gjenslamming av stikkrenner plutselig skape problemer. Forholdene rundt innløpet av stikkrennene tyder ikke på at overflatevannet transporterer med seg særlige mengder finkornige masser.





FIGUR 2-13 Stikkrenne som er gjenslammet med finere masser og løv fra trærne.  
Km 193,395

Innløpet ligger forholdsvis dypt for de fleste stikkrennene (overfyllingshøyden til mange av stikkrennene er over 2 meter). Dette fører igjen til at det er mulighet for en viss stighøyde på vannet dersom stikkrenna er delvis gjentettet.

Til ca 20 % av stikkrennene fant vi ikke utløpet. Disse stikkrennene hadde utløp på fylling og det var tydelig at fyllinga var breddeutvidet og at fyllingsmasser dekket utløpet. En årsak til dette kan være at traséen har blitt hevet. Den gamle stikkrenna blir da for kort for den nye fyllingsbredden. Ved påfylling er ikke stikkrenna blitt forlenget.

Over 35 % av innløpene til stikkrennene var tildekket med svilleoverbygg, se figur 2-14. Også 5 utløp var tildekket med svilleoverbygg. Formålet med svilleoverbygg er delvis å hindre nedrasing i inn- og utløpet, og delvis vil overbygget fungere som frostisolering. En tresville veier 50-100 kg avhengig av tresort, klima og nedbørsforhold på stedet. Svilleoverbygg er derfor en forholdsvis tung konstruksjon, og kan være et hinder for tilstrekkelig inspeksjon, drift og vedlikehold av stikkrennene. Innløp til stikkrennene kan f.eks. tettes igjen uten at dette oppdages fordi det ligger svilleoverbygg over innløpet.





FIGUR 2-14 Stikkrennas innløp er tildekket med svilleoverbygg. Km 195,4

Driftspersonellet på strekningen har rapportert at et generelt problem er at enkelte stikkrenner går tette. Videre fryser noen stikkrenner igjen om vinteren, og disse må tines med stiming. En har forsøkt med isolering av inn- og utløp om vinteren uten at en har vært tilfreds med resultatet.

### 2.4.3 Mangler ved øvrig drenering

I tabell 2-11 er det satt opp en oversikt over øvrige feil og mangler som har tilknytning til dreneringen.

TABELL 2-11 Feil og mangler ved øvrig drenering

Type feil	Mengde	Merknad
Linjegrøft gjengrodd eller mangler	ca 300 m	
Linjegrøft slammet igjen	-	Ikke detaljregistrert
Masser fra rensev. hindrer drenering	ca 100 m	
Telehiving	ca 150 m	
Terrenggrøft mangler	50 m	Ikke detaljregistrert
Problem med iskjøving	50 m	
Behov for spettrensk i fjellskj./bolting	150 m	

Behovet for linjegrøft og terrenggrøfter var noe vanskelig å vurdere under befaringen da den ble gjennomført i en periode med lite nedbør. Figur 2-15 viser en terrenggrøft med bra standard. På den først delen av strekningen ligger banen i sidehellende terreng. Dessuten er det forholdsvis lite vannsig på tvers av banen. Mye av vannet som kommer ned til banen dreneres trolig gjennom



banen grunnet fall på traet. På den siste delen av strekningen ligger banen mer på fylling. Totalt på strekningen er derfor behovet for opprensning og nye linjegrøfter vurdert som lite. På stasjonsområdet på nedlagte Hunder stasjon kan det synes som om det er behov for linjegrøfter, men det er ikke rapportert om spesielle problemer på dette området, bortsett fra i nordre del der det er en kort strekning som det oppstår telehiving på.



FIGUR 2-15 Terrenggrøft med bra standard ved km 194

I en fjellskjæring er det problemer med iskjøving. Probleemene oppstår først om våren når isen tiner og delvis faller ned. Probleemene er ikke registrert så lenge det er kaldt om vinteren og isen ligger inntil fjellskjæringen. I den samme fjellskjæringen er det noe problemer med løst fjell, og trolig er det behov for noe bolting av fjellet. Litt bolting er allerede utført. Det er også behov for noe fjellrensk.

#### 2.4.4 Sammenheng mellom sporfeil og mangler ved øvrig drenering

For å få en viss oversikt over sammenheng mellom sporfeil og mangler ved dreneringen, sammenlignes data fra STRIX-diagrammet med feil og mangler ved dreneringen.

60 % av strekningen har kvalitetsklasse K2 og 40 % av strekningen har kvalitetsklasse K3. Tabell 2-12 viser hvilke kvalitetskrav som stilles til de ulike kvalitetsklassene for henholdsvis ujevnheter i høyde og vindskjevhet.

**TABELL 2-12 Kvalitetskrav til K2- og K3-baner**

Parameter	Nyjustert spor (mm)		Vedlikeh.grense (mm)		Akuttgrense (mm)	
	K2	K3	K2	K3	K2	K3
Kvalitetsklasse	K2	K3	K2	K3	K2	K3
Ujevnhet i høyde	2	4	7	10	12	16
Vindskjevhet 2m basis	2	3	7	7	10	10

Det ble kjørt STRIX målevogn på strekningen 14. mai 1999. På strekningen var det ingen tverrprofil som hadde høydefeil over akuttgrensa. På en 70 m lang strekning var det 5 tverrprofil med høydefeil over vedlikeholdsgrensa på begge to skinnestregene. På denne strekningen er det ei bru over en bekk. Det var ingen tverrprofil med vindskjevhetsfeil over vedlikeholdsgrensa på hele strekningen.

#### 2.4.5 Oppsummering av typiske problemer med dreneringen på strekningen

På denne strekningen fører heving av banen og for smalt formasjonsplan til en del feil og mangler med dreneringen. Slike problemer er først og fremst knyttet til stikkrennene. Mest typiske problemer med stikkrennene er (% av stikkrennene):

- Ballastpukk raser ned i inn- og utløp (30-40 %)
- Utløp er gjenfylt med fyllmasser fra utvidelse av fyllingen (20 %)
- Gjenslamming av stikkrenner med liten vannføring (20-25 %)
- Svillemurer har ikke god nok forankring og heller utover og raser ned (20 %)
- Svillieoverbygg over inn- og utløp kan hindre inspeksjon av stikkrennene (35 %)

Forøvrig er det registrert følgende feil og mangler som har tilknytning til dreneringsanleggene:

- Linjegrøft og terrenggrøft mangler på noen korte strekninger
- Telehiv på en strekning
- Problem med iskjøving og løst/oppsprukket fjell på et kortere parti
- Skrapmasser fra renseverk kan hindre drenering av overbygning på noen korte parti

Disse feilene og manglene med dreneringen fører til følgende problem for jernbanedriften:

- Stikkrenner går tette
- Stikkrenner fryser om vinteren
- Telehiving på parti med manglende drenering (sidegrøfter)
- Nedrasing av is og fjell på linja

Forbedringspotensialet på denne strekningen er først og fremst knyttet til disse forholdene. På strekningen er det behov for å gjøre følgende oppgraderingstiltak:

- Generell kontroll av drenssystemet, inkl dreneringsberegninger
- Utbedring av stikkrenner (generell rensk og spyling, nye vangemurer av betong, forlengelse som følge av fyllingsutvidelser, vurdere hensiktsmessighet av svillieoverbygg)
- Rensk av linjegrøft og etablering av nye linjegrøfter noen steder
- Noe sikring for å hindre ras av is og fjell ned på linja



## 2.5 Dovrebanen, Heimdal-Selsbakk, km 541,7-546,2

### 2.5.1 Generelt om strekningen

Strekningen ble befart høsten 1996. Tilstandsbeskrivelsen på denne strekningen er derfor fra 1996. Formålet med kartleggingen langs Dovrebanen i området Trondheim-Melhus i 1996 var å finne årsaken til problemstrekninger langs jernbanetraséen. Befaringen som danner grunnlag for rapporten fra 1996 /2/, ble utført av tre studenter og senere justert noe etter befaringer av ansatte i Jernbaneverket. Rapporten fra 1996 /2/ er brukt ved utarbeidelse av tilstandsbeskrivelsen i denne rapporten.

Strekningen starter i nordre del av Heimdal stasjon og ender i søndre del på Selsbakk stasjon. Strekningen går fra km 541,7 til km 546,2 og er på 4,5 km. Strekningen ble åpnet i 1919 etter en større linjeomlegging. Strekningen er klassifisert for 22,5 tonn aksellast.

Strekningen ligger stort sett i sidehellende terreng og veksler mellom fylling og skjæring. Mange av fyllingene er forholdsvis høye og ligger i bekkedaler. Overfyllingshøyden er 5-9 m over 35 % av stikkrennene og 10-15 m over 20 % av stikkrennene. Utbedring av slike stikkrenner, f.eks. legging av nye, vil bli kostbart.

Denne strekningen skiller seg ut fra de øvrige strekningene, som er studert i dette prosjektet, ved at deler av strekningen ligger nær større boligområder. Dreneringsanleggene bærer preg av dette. Det er en del kommunale avløpsanlegg nær strekningen og div kummer nær banen. Mange av disse kummene har ikke direkte tilknytning til jernbanen. Det er også en tunnel med lengde ca 120 m på strekningen.

Hele strekningen ligger i fall. Mulighetene for å oppnå brukbar drenering er derfor gode. Dreneringsanleggene på strekningen består stort sett av stikkrenner og åpne linjegrøfter. På en kortere strekning er det også terrenggrøfter. Tabell 2-13 viser noen nøkkeldata om dreneringsanleggene på strekningen:

TABELL 2-13 Nøkkeldata på strekningen Heimdal-Selsbakk

Nøkkeldata	Mengde	Merknad
Strekningens totale lengde	4,5 km	
Antall stikkrenner	ca 33 stk	Tørrmurt og noen betong
Samlet lengde skjæring	ca 1900 m	Anslag
Samlet lengde skjæring/fylling	ca 1000 m	Anslag
Samlet lengde fylling	ca 1600 m	Anslag
Åpen linjegrøft i skjæring	-	Ikke registrert
Lukka linjegrøft i skjæring	-	Ikke registrert
Terrenggrøft	-	Ikke registrert

Antall stikkrenner på strekningen er litt usikkert da det ikke er helt samsvar mellom Banedata-banken, seksjonsboka og data fra kartleggingen i 1996. De fleste stikkrennene er tørrmurte fra tiden da banen ble bygget, og har dimensjon 0,6 m x 0,6 m og større (høyde). Noen stikkrenner er betongrør. Det er også et par trerrenner på strekningen. I snitt er det en stikkrenne for hver 140 m på strekningen.



På befaringen ble det ikke registrert eksisterende linjegrøfter og terrenggrøfter. Kun behov for opprensning og behov for nye grøfter ble registrert.

### 2.5.2 Mangler ved stikkrenner

Stikkrenner er det mest brukte dreneringselementet på strekningen. Det er registrert ca 33 stikkrenner på strekningen. I tabell 2-14 er det satt opp en oversikt over feil og mangler ved stikkrennene. Denne oversikten samsvarer ikke helt med de betegnelsene som er brukt på de øvrige 3 strekningene i dette prosjektet. En årsak til dette er at registreringene er gjort av andre og med et litt annet formål. Til en stikkrenne kan det være registrert flere ulike feil og mangler.

TABELL 2-14 Feil og mangler ved stikkrennene

Type feil ved stikkrenne	Antall (stk)
Innløp tett	2
Innløp renses/masser siger/erosjonssikr.	9
Utløp renses/masser siger/erosjonssikr.	4
Stikkrenne delvis tett	2
Utløp overfylt med masser (ses ikke)	5
Vann siger inn i fylling, ikke i rør	4
Setningsskade utløp	2
Stikkrenne delvis rast sammen	2

6-8 av stikkrennene er registrert uten feil eller mangler, dvs. at ca 80 % av stikkrennene har feil eller mangler som bør utbedres. Ca 90 % av stikkrennene er gamle tørrmurte steinrenner av bruddstein fra tiden da banen ble bygd. Resten er betongrør og trerenner.

Av oversikten ser en at den mest vanlige feilen er at inn- og utløp til stikkrennene er delvis slammet igjen fordi masser siger ned mot stikkrenna. I noen stikkrenner har denne prosessen gått så langt at innløpet og/eller store deler av stikkrenna er slammet opp og tett. Dette skyldes manglende erosjonssikring i de finkornige massene spesielt i innløpet til stikkrennene. Dette gjelder ca 50 % av stikkrennene. Ved noen av disse stikkrennene ser en også at grunnen siger, f.eks. står det en del skjeve trær spesielt rundt innløpet av noen renner.

Stikkrennene på strekningen er sterkt preget av at sporet er hevet. Heving av traséen har ført til at fyllingen mange steder er blitt noe bredere. Til ca 15 % av stikkrennene ble ikke utløpet funnet. Disse stikkrennene har utløp forholdsvis dypt nede i fyllinga (ut fra data om overfyllingshøyde i Banedatabanken), og stikkrennene er tydeligvis ikke blitt forlenget ved breddeutvidelse av fyllinga. Et par av disse stikkrennene kan muligens være koplet til lukka drenering.

5-10 % av stikkrennene hadde setningsskader ved utløpet. Dette kan også skyldes uforsiktighet ved breddeutvidelse av fyllingen eller manglende fundamentering ved forlengelse av stikkrenna.

5-10 % av stikkrennene hadde også delvis rast sammen.

Et annet problem som ble observert på 10-15 % av stikkrennene var at vannet ikke renner inn i stikkrenna, men siger inn i fyllinga istedet. Dette kan i verste fall føre til undergraving av sporet.

På bakgrunn av observasjonene, som ble gjort på befaringen /2/, ble problemstedene delt inn i 5 prioritetsklasser:

- Prioritet 1,0 Krisested. Dette problemet bør utbedres straks. Sikkerhetsfare
- Prioritet 1,5 Stor skade. Problemet bør rettes på snarest. Kan utløse sikkerhetsfare
- Prioritet 2,0 Skade som på kort sikt kan medføre problemer eller skape driftsproblemer. Bør rettes på rimelig snart
- Prioritet 2,5 Problem som kan skade sporet på sikt. Bør utbedres. Det kan også bety at vi har funnet et problem som angår kommune, Telenor eller Statens vegvesen. Disse bør da kontaktes snarest
- Prioritet 3,0 Steder som på lang sikt kan medføre problemer. Bør visiteres jevnlig, spesielt om våren eller høsten. Ingen umiddelbar fare

Stikkrennene er klassifisert i følgende prioritetsklasser:

- Prioritet 1,0 Ca 10 % av stikkrennene
- Prioritet 1,5 Ca 10 % av stikkrennene
- Prioritet 2,0 Ca 20 % av stikkrennene
- Prioritet 2,5 Ca 25 % av stikkrennene
- Prioritet 3,0 Ca 15 % av stikkrennene

Omlag 20 % av stikkrennene hadde ikke feil eller mangler.

### 2.5.3 Mangler ved øvrig drenering

I tabell 2-15 er det satt opp en oversikt over øvrige feil og mangler som har tilknytning til dreneringen.

TABELL 2-15 Feil og mangler ved øvrig drenering

Type feil	Mengde	Eksempel ved km
Linjegrøft slammet igjen eller mangler	1000 m	
Høyt grunnvannsnivå	-	Problem, ikke detaljregistrert
Terrenggrøft mangler	ca 100 m	
Vaskesviller/Plaskepartier	1 sted	

Traséen ligger i relativt kupert terreng. Løsmassene består av finkornige masser av leire og silt, noe som fører til at overflatevannet fører med seg mye finstoff som legges igjen der farten på vannet bremses opp. Dette gjelder i stor grad innløp til stikkrenner, men også i åpne grøfter. Dersom det ikke tas spesielle hensyn til de finkornige grunnforholdene vil dreneringselementene kreve mye vedlikehold. I noen linjegrøfter ligger det f.eks. steiner, står stolper mm.

På enkelte partier der standarden på linjegrøftene er relativt dårlig, står det vann høyt opp i konstruksjonen. Behovet for opprensing av eksisterende linjegrøfter og etablering av nye er anslått til ca 1000 m. Ved den ene tunnelmunningen ble det registrert vaskesviller.

Feilene og manglene ved den øvrige dreneringen er under befaringen ikke vurdert som så alvorlige som for stikkrennene. For de feilene som er registrert ved den øvrige dreneringen (for det meste i tilknytning til linjegrøftene), er det gjort følgende inndeling i prioritetsklasser /2/:

Prioritet 1,0	0 % av øvrig drenering
Prioritet 1,5	Ca 10 % av øvrig drenering
Prioritet 2,0	Ca 20 % av øvrig drenering
Prioritet 2,5	Ca 50 % av øvrig drenering
Prioritet 3,0	Ca 20 % av øvrig drenering

#### 2.5.4 Sammenheng mellom sporfeil og mangler ved øvrig drenering

For å få en viss oversikt over sammenheng mellom sporfeil og mangler ved dreneringen, sammenlignes data fra STRIX-diagrammet med feil og mangler ved dreneringen.

35 % av strekningen har kvalitetsklasse K2 og 65 % av strekningen har kvalitetsklasse K3. Tabell 2-12 (i kapittel 2.4.4) viser hvilke kvalitetskrav som stilles til de ulike kvalitetsklassene for henholdsvis ujevnheter i høyde og vindskjevhet.

Det ble kjørt STRIX målevogn på strekningen 12. mai 1999. Befaringen ble altså gjort ca 2,5 år tidligere. På strekningen var det ingen profil som hadde høydefeil eller vindskjevhetsfeil over akuttgrensa. 6 profiler på strekningen hadde høydefeil over vedlikeholdsgrensa på en eller begge skinnestregene. Ingen av disse profilene hadde vindskjevhetsfeil over vedlikeholdsgrensa.

Videre ble det undersøkt om det i disse 6 profilene ble funnet feil og mangler ved forhold som har med dreneringen å gjøre. Følgende ble funnet:

- 3 profil: Stikkrenner som var delvis tette (i en forsvant vann inn i fyllinga)
- 1 profil: Linjegrøft gjenfylt med masser (vann står høyt i linjegrøfta)
- 1 profil: Bru/undergang, veg under jernbanen
- 1 profil: Ingen mangler ble funnet under befaringen

Denne enkle undersøkelsen tyder på at i ca 70 % av profilene med høydefeil over vedlikeholdsgrensa, kan forklares med forhold som har med dreneringen å gjøre. Målevogndiagrammet viser også at de største høydefeilene har form som en dump (setning) og ikke som en hump (kul).

#### 2.5.5 Oppsummering av typiske problemer med dreneringen på strekningen

Strekningen bærer preg av at de største problemene er knyttet til feil ved stikkrennene. Mange av problemene kan knyttes sammen med heving av sporet og for smalt formasjonsplan og dårlig sikring av lett eroderbare masser, slik som sikring av stikkrennernes inn- og utløp. De dårlige grunnforholdene på strekningen må ta mye av skylden for mangler og feil i tilknytning til stikkrennene. Mest typiske problemer med stikkrenne er:

- Gjenslamming av stikkrenner ved at finkornige masser eroderer eller raser og avsettes ved og i stikkrennene (ca 50 %)
- Utløp overfylt med masser (ca 15 %)



- Stikkrenna raser delvis sammen (5-10 %)
- Setningsskader ved utløpet (5-10 %)
- Vann siger inn i fylling og renner ikke i stikkrenne (10-15 %)

Ellers er det registrert følgende feil og mangler som har tilknytning til dreneringsanleggene:

- Gjenslamming av linjegrøfter
- Linjegrøfter mangler
- Terrenggrøfter mangler
- Erosjon av sideterreng
- Vaskesviller

Disse feilene og manglene ved dreneringen fører til følgende problemer for jernbanedriften:

- Stikkrenner går tette
- Fare for undergraving av sporet
- Finstoff transporteres inn i ballastpukken
- Dårlig bæreevne

Forbedringspotensialet på denne strekningen er først og fremst knyttet til disse forholdene. På strekningen er det behov for å gjøre følgende oppgraderingstiltak:

- Generell kontroll av drens-systemet
- Utbedring av stikkrenner (generell rensk og spyling, reparasjoner/erstatte med rør, forlengelse, tiltak mot gjenslamming)
- Rensk av linjegrøft
- Tiltak mot erosjon

## 2.6 Nåtilstand – Fellestrekk på de fire strekningene

En av målsettingene med dette delprosjektet var å kartlegge typisk nåtilstand for dreneringsanleggene. Dette delprosjektet inkluderer en informasjonsinnsamling fra 4 banestrekningene:

- Østfoldbanen, Ski-Sarpsborg, Østre linje, km 14,0-17,5 (lengde ca 3,5 km)
- Dovrebanen, Fåberg-Tretten, km 193,2-197,0 (lengde ca 3,8 km)
- Østfoldbanen, Aspedammen-Kornsjø, km 150-170 (lengde ca 20 km)
- Dovrebanen, Heimdal-Selsbakk, km 541,7-546,2 (lengde ca 4,5 km)

På de to første strekningene ble det gjennomført en befaring innenfor rammene av dette prosjektet. På strekningen Aspedammen-Kornsjø ligger en rapport fra Ingeniørtjenesten /1/ til grunn for vurderingene. På strekningen Heimdal-Selsbakk ligger det en rapport fra Region Nord /2/ til grunn for vurderingene. Vi antar at "bedømmingen" er noe strengere på de to strekningene som er befart innenfor rammene av dette prosjektet.

Begge strekningene på Østfoldbanen ble åpnet omkring 1880, mens Fåberg-Tretten ble åpnet i 1894 og Heimdal-Selsbakk ble åpnet i 1919 etter en større linjeomlegging på strekningen. Strekningene følger samme trasé som den gang, men er hevet noe. Mange av problemene en har med dreneringen i dag kan knyttes opp mot heving av sporet og dermed for smalt formasjonsplan.

Tabell 2-16 viser en oppsummering av de vanligste feil og mangler ved stikkrennene på de 4 strekningene.

TABELL 2-16 Feil og mangler ved stikkrennene på de 4 strekningene

Type feil ved stikkrenne	%andel feil på hver av de 4 strekningene				Variasjon (%andel) på de 4 strekningene
	Ski – Sarpsborg	Aspedammen - Kornsjø	Fåberg - Tretten	Heimdal - Selsbakk	
Gjengrodd innløp	12	4	0	6	0-10
Gjengrodd utløp	4	2	0	0	0-5
Slammet igjen innløp	35	2	20	27	0-35
Slammet igjen utløp	19	2	16	12	0-20
Pukk/stein/grus foran innløp	0	13	28	0	0-30
Pukk/stein/grus foran utløp	4	2	4	0	0-5
Pukk rast ned i stikkrenna	27	6	0	18	0-25
Toppstein glidd ut/nedsunken	8	11	4	0	0-10
Reparert med "lite" plastrør	12	4	0	0	0-10
Forlenget med rør	4	9	4	0	0-10
Svillemur heller utover innløp	0	0	4	0	0-5
Svillemur heller utover utløp	0	0	8	0	0-10
Svillemur rast over inn-/utløp	4	2	8	0	0-10
Overfylt innløp	8	2	4	0	0-10
Utløp overfylt med masse	0	0	20	15	0-20
Vann "renner" inn i fylling	0	0	0	12	0-10
Stikkrenner uten feil/mangler	19	62	20-40	18-24	20-60

På de fire strekningene varierte andelen av stikkrenner som var OK fra 20-60 %.

Også andelen av stikkrenner med feil og mangler varierer mye fra strekning til strekning. På strekningen Aspedammen-Kornsjø er det i snitt en stikkrenne pr 425 m mens på de øvrige 3 strekningene er det i snitt en stikkrenne pr 130-150 m.

Ut fra tabell 2-16 har en at de mest typiske problemene med stikkrennene er:

- Problemer som skyldes nedrasing av masser foran inn- og utløp fra overbygning, eventuelt fyllmasser fra jernbanefyllingen. Årsaken er egentlig heving av sporet og dermed for smalt formasjonsplan. Følgende feil og mangler er typiske:
  - Ballastpukk raser ned foran inn- og utløp (5-30 % av stikkrennene på 3 av strekningene)
  - Utløp/innløp gjenfylt med fyllmasse (10-25 % av stikkrennene på 3 av strekningene)
  - Toppstein glidd ut/sunken ned (5-10 % av stikkrennene på 3 av strekningene)
  - Svillemur har ikke god nok forankring og heller utover og raser delvis ned og dekker inn- og utløp (5-20 % av stikkrennene på 2 av strekningene)
- Nedrasing av masser fra overbygningen inne i stikkrenner. Årsaken er at det oppstår sprekker inne i stikkrenna. Følgende feil er typisk:
  - Pukk/grus raser ned inne i stikkrenna og tetter løpet helt eller delvis, eventuelt delvis sammenrast stikkrenne (5-25 % av stikkrennene på 3 av strekningene)

- Gjenslamming av stikkrenner, både inn- og utløp og inne i selve stikkrenna, med masser som transporteres med vannet fra sideterrenget. Årsaken er for dårlig erosjonssikring av skråninger og grøfter. Følgende feil og mangler er typiske:
  - Gjenslamming og gjengroing av stikkrennenes innløp (20-45 % av stikkrennene på 3 av strekningene)
  - Gjenslamming og gjengroing av stikkrennenes utløp (10-25 % av stikkrennene på 3 av strekningene)

For den øvrige dreneringen er følgende feil og mangler mest framtreddende på de 4 strekningene:

- Linjegrøft mangler/er gjengrodd
- Gjenslamming av linjegrøft
- Masser fra ballastrenseverket er lagt i grøfter og langs overbygning
- Delvis tett lukka drenering
- Terrenggrøfter mangler
- Erosjon av sideterreng
- Vaskesviller

Forbedringspotensialet på strekningene er først og fremst knyttet til disse forholdene. På alle strekningene er det generelt behov for å gjøre følgende oppgraderingstiltak:

- Generell kontroll av drens-systemet, inkl dreneringsberegninger
- Utbedring av stikkrenner (generell rensk og spyling, nye vangemurer av betong, forlengelse som følge av fyllingsutvidelser, reparasjoner/erstatte med rør, vurdere hensiktsmessighet av svillcoverbygg)
- Rensk av linjegrøft og etablering av nye linjegrøfter noen steder
- Rensk/spyling lukket drenering
- Ballastrensing

På de 4 strekningene ble det også gjort en sammenligning mellom sporfeil (STRIX målevogn og feilen ujevnheter i høyde) og mangler ved dreneringen. På en av strekningene var det kun 5 tverrprofil med høydefeil over vedlikeholdsgrensa. Disse 5 profilene lå på en 70 m lang strekning i tilknytning til ei bru over en stor bekk.

På de 3 øvrige strekningene var profilene med høydefeil som overskred vedlikeholdsgrensa, lokalisert mer jevnt over hele strekningen. På disse 3 strekningene tyder undersøkelsen på:

- I 45-70 % av profilene med høydefeil over vedlikeholdsgrensa, kan dette forklares med forhold som har med dreneringen å gjøre
- I 0-25 % av profilene med høydefeil over vedlikeholdsgrensa, har feilene oppstått i tilknytning til små bruer over bekker eller vegger
- I 20-30 % av profilene ble det ikke funnet noen klar årsak til feilene



### 3 System for tilstandskartlegging av dreneringen

#### 3.1 Tilstandskartleggingsprosjektet i Region Nord

Dette kapitlet inneholder en kort beskrivelse av tilstandskartleggingsprosjektet i Region Nord. Systemet er beskrevet utførlig i sluttrapporten fra prosjektet /6/. Bakgrunn for prosjektet var et ønske om å få best mulig oversikt over de enkelte banestrekningers tilstand, herunder spesielt få kartlagt områder som ut fra sikkerhetsmessige vurderinger krever tiltak. Underbygningen for de ulike banestrekningene i regionen har en tildels sterkt varierende standard avhengig av faktorer som f.eks. alder og baneprioritet. Tilstanden er tydelig preget av at grunnforholdene er vanskelige og klimapåkjøringene på underbygningen er store.

Prosjektet har hatt som formål å etablere et enhetlig system for:

- Kartlegging og identifisering av tekniske feil på underbygningen
- Analyse av feilårsak
- Vurdering av mulig konsekvens som følge av at feil utvikler seg til hendelse
- Anvisning av tekniske løsninger for tiltak (feilutbedring)

Det har vært et overordnet formål å integrere systemet i et verktøy for:

- Prioritering av tiltak på underbygningen, primært ut fra sikkerhetsmessige kriterier
- Planlegging og budsjettering av innsats knyttet til prioriterte tiltak

Det er et vesentlig mål at systemet ikke bare er innrettet for å fange opp dagens tilstand, men er lagt til rette for en oppfølging med kontinuerlig oppdatering for rullerende prioritering og planlegging av tiltak.

Det metodiske systemet for tilstandskartleggingen er bygd opp omkring en fasevis gjennomføring av prosjektet:

- Fase 1: Feltarbeid  
Feltarbeidet består i tilstandsregistrering og kontrollbefaring av underbygningen. Med *tilstandsregistrering* menes en systematisk visitasjon "meter for meter" av underbygningens tilstand, med registrering av alle synlige feil. Tilstandsregistreringens formål er å etablere en oppdatert plattform for lokalisering av alvorlige feil med potensiell sikkerhetsmessig risiko for togframføring. Med *kontrollbefaring* menes en oppfølgende "punktbefaring" av registrert feil med potensiell sikkerhetsmessig risiko, utført av fagpersonell. Kontrollbefaringens formål er å framskaffe et tilstrekkelig detaljert grunnlag for en metodisk evaluering og klassifisering av en mulig feil, som grunnlag for en systematisk prioritering og gjennomføring av tiltak.
- Fase 2: Rapportering  
Fasen består i utarbeidelse av kontrollbefaringsrapporter, med beskrivelse og klassifisering av observerte feil mhp sikkerhetsmessig, punktlighet- og kostnadmessig risiko for togframføringen. Rapportene omfatter beskrivelse/anbefaling av midlertidige og/eller permanente tiltak for feilutbedring, inkl grovt kostnadsestimat for utførelsen.

- **Fase 3: Prioritering av tiltak**  
Sammenstilte resultater fra alle utførte kontrollbefaringer bygges inn i en database. Fra databasen kan det skrives ut oversikter sortert på en rekke ulike kriterier, til støtte for prioritering, planlegging og gjennomføring av nødvendige tiltak for å ivareta en sikkerhetsmessig forsvarlig standard på banestrekningene. Feil og mangler er gradert i ulike risikoklasser.

Den kartlagte tilstand vil ikke være statisk framover i tid. Tilstand som ikke er registrert som sikkerhetsmessig tvilsom ved tilstandsregistreringen, er hele tiden under påkjenning av naturkrefter og trafikk, og vil være på veg mot en høyere risikoklasse. Det må derfor etableres en systematisk plan for hvordan endringer skal fanges opp og ivaretas.

For å avdekke den naturlige "utvikling", og for planlegging av nødvendige tiltak, foreslås det i rapporten /6/ en systematisk oppfølgende kontroll (overvåkning) fordelt på:

- **Visitasjoner** som kan deles i rutinemessige visitasjoner og høst- og vårvisitasjoner.  
*Rutinemessige visitasjoner* er "lette" visitasjoner under normale forhold, for rutinemessig overvåkning av sikkerhetstilstanden for den "daglige drift".  
*Høst- og vårvisitasjoner* er "tunge" visitasjoner, som forberedelse til – og opprydding etter vintersesong, og forberedelse til barmarksesong, se kapittel 3.2 og 3.3.
- Risikobasert inspeksjon er aktuelt når ekstremsituasjoner varsles eller registreres.
- Kontrollbefaring skal gjennomføres når det er mistanke om feil med alvorlig sikkerhetsmessig konsekvens på banens underbygning. Slik rapportering kan oppstå ved melding fra publikum, trafikkpersonale, visitasjoner, risikobasert inspeksjon eller tilstandskartlegging.
- Systematisk tilstandskartlegging i første omgang ca hvert 5. år for å fange opp underrapporterte feil og videre feilutvikling og for å etablere et bedre grunnlag for vedlikeholdsplanlegging.

Vedlikehold av banens underbygning foreslås i rapporten /6/ delt i 3 tiltakskategorier:

- "Daglig drift" er lettere vedlikeholdstiltak av type forebyggende "rydding/rensk", som avdekkes ved visitasjoner.
- Planmessig oppgradering er tyngre vedlikehold som omfatter oppgradering til full forskriftsmessig standard, primært av banens avvanningssystemer, og som ikke kan ivaretas tilstrekkelig ved tiltak av type "daglig drift".
- Prioriterte tiltak omfatter allerede registrerte feil innenfor en av risikoklassene, samt feil som ved framtidig kontrollbefaring klassifiseres innenfor en av risikoklassene.

### 3.2 Prinsipper for høst- og vårvisitasjoner av dreneringsanlegg

Som tidligere nevnt er høst- og vårvisitasjoner "tunge" visitasjoner for henholdsvis forberedelse til vintersesongen og opprydding etter vintersesongen og forberedelse til sommersesongen. Ved disse visitasjonene registreres anleggenes funksjonsdyktighet. Det bør legges spesiell vekt på forhold som har med funksjon av dreneringssystemene for den forestående sesong å gjøre. Det er

viktig at forhold som er registrert under visitasjonene følges opp med nødvendige tiltak, som er tilstrekkelige for å sikre god funksjon av systemene gjennom den forestående sesongen. Dersom visitasjonene ikke følges opp med nødvendige tiltak, faller noe av hensikten med høst- og vårvisitasjonene bort.

Under er en del forhold som det bør legges spesiell vekt på ved høst- og vårvisitasjonene omtalt.

### **Høstvisitasjon**

Ved høstvisitasjonen er det spesielt viktig å legge vekt på forhold som har betydning for dreneringsanleggenes funksjon gjennom vintersesongen. Det er spesielt tre forhold som det bør legges vekt på:

- Problemer som store nedbørsmengder sent på høsten kan medføre
- Problemer som igjenfrysing og iskjøving i løpet av vinteren kan medføre
- Problemer som snøsmelting tidlig om våren kan medføre

Høstvisitasjonen bør gjøres så sent på høsten at de fleste høstflommene er unnagjort, men samtidig ikke så sent at det blir vanskelig å rette opp eventuelle feil og gjøre forberedelser til vintersesongen. Derfor må en ta hensyn til at det kan komme større nedbørsmengder som regn på frossen eller ufrossen mark. Etter bladfall kan være et passende tidspunkt.

For stikkrennene er det spesielt viktig å ta hensyn til følgende forhold:

- Påse at stikkrennene ikke er tette eller delvis tette. Hovedprinsippet er at vannet til enhver tid skal være sikret fritt innløp og utløp. Dette omfatter forhold som behov for opprensing i eventuelle innløpskummer, behov for rensing av inn- og utløp forøvrig og behov for rensing i selve stikkrenna grunnet f.eks. gjenslamming eller andre masser som har rast inn i stikkrenna. Eventuell varegrind eller rist må også visiteres nøye. Kvister og andre fremmedlegemer kan også skape problemer om vinteren.
- Frostsikring av stikkrennenes inn- og utløp. Stikkrenner som skal tildekket med granbar eller isolasjonsmatter må registreres. I denne sammenheng må stikkrenner som er tildekket med svilledekke vies spesiell oppmerksomhet. Mange svilledekker er i så dårlig forfatning at de snarere representerer en tetningsrisiko framfor en frostsikring. For slike tildekkede stikkrenner må det foretas en systematisk avdekking og oppfølging etter visitasjonen. Det bør også vurderes om andre frostsikringsmetoder kan være hensiktsmessige, da fjerning/pålegging av svilledekke i seg selv er en så tung og arbeidskrevende operasjon at den burde søkes forenklet.

For åpne grøfter som linjegrøfter, terrenggrøfter og nedføringsrenner er det spesielt viktig å ta hensyn til følgende forhold:

- Masser eller andre fremmedlegemer som tetter grøfta. Det er viktig at det ikke ligger masser eller fremmedlegemer som fører til oppdemming i grøfta og at vannet dermed tar andre veger. Dette kan skape problemer både om høsten med store nedbørsmengder og om våren med smeltevann. Spesiell vekt må også legges på å sikre uhindret tilløp fra linjegrøft til stikkrenner og uhindret avløp fra stikkrenner til eventuelle linjegrøfter.



For lukket drenering er det spesielt viktig å legge vekt på forhold som:

- Oppslamming i kummer. Rørsystemet skal gi tilstrekkelig avløp for vannet gjennom hele vinteren. Derfor er det spesielt viktig å visitere oppslamming i kummene, både for å unngå problemer med gjenfrysing om vinteren og for å sikre tilstrekkelig avløp når snøsmeltingen begynner. Oppslamming i kummene som ikke fjernes i tide, kan etter hvert føre til at rørsystemet tettes igjen.

Dersom det registreres mistanke om alvorlig feilutvikling i forbindelse med høstinspeksjonen, må det iverksettes kontrollbefaring og tiltak må vurderes. Spesielt i tilknytning til det lukkede dreneringsystemet bør en vurdere dette i tilknytning til visitasjonen.

### *Vårvisitasjon*

Ved vårvisitasjonen er det spesielt viktig å legge vekt på skader som har oppstått i løpet av vinteren og på forhold som har betydning for dreneringsanleggenes funksjon gjennom vårflommen og første del av sommersesongen. Eventuell frostsikring av stikkrennernes inn- og utløp bør fjernes så tidlig som mulig om våren, for å hindre at dette bidrar til gjentetting av inn- og utløp. For å sikre full effekt av vårvisitasjonen må ikke denne gjennomføres før eventuell isolasjon over inn- og utløp er fjernet. Vårvisitasjonen bør utføres før vårflommen starter. I praksis kan det enkelte år være vanskelig å treffe dette tidspunktet. Derfor er det viktig at det gjøres et grundig arbeid på høstvisitasjonen.

For stikkrennene er det spesielt viktig å ta hensyn til følgende forhold:

- Påse at stikkrennene ikke er tette eller delvis tette. Hovedprinsippet er at vannet til enhver tid skal være sikret fritt innløp og utløp. Dette omfatter forhold som behov for opprensing i eventuelle innløpskummer, behov for rensing av inn- og utløp forøvrig og behov for rensing i selve stikkrenna grunnet f.eks. gjenslamming eller andre masser som har rast inn i stikkrenna. Eventuell varegrind eller rist må også visiteres nøye. Kvister og andre fremmedlegemer kan skape problemer senere om våren og om sommeren.
- Fjerning av frostsikring over stikkrennernes inn- og utløp. All frostisolering av granbar eller isolasjonsmatter skal fjernes om våren. Videre må stikkrenner som er tildekket med svilledekke vies spesiell oppmerksomhet. Mange svilledekker er i så dårlig forfatning at de snarere representerer en tetningsrisiko framfor en frostsikring. For slike tildekkede stikkrenner må det foretas en systematisk avdekking og oppfølging etter visitasjonen. Det bør også vurderes om andre frostsikringsmetoder kan være hensiktsmessige, da fjerning/pålegging av svilledekke i seg selv er en så tung og arbeidskrevende operasjon at den burde søkes forenklet. Våren kan derfor være et aktuelt tidspunkt å fjerne gamle svilledekker som ikke fungerer lenger. Manglende funksjon kan både være at de ikke fungerer tilfredsstillende som frostsikring eller at de i praksis er en stor tetningsrisiko.

For åpne grøfter som linjegrøfter, terrenggrøfter og nedføringsrenner er det spesielt viktig å ta hensyn til følgende forhold:

- Masser eller andre fremmedlegemer som tetter grøfta. Det er viktig at det ikke ligger masser eller fremmedlegemer som fører til oppdemming i grøfta og at dermed vannet tar andre veger. Dette kan skape problemer om våren med smeltevann. Spesiell vekt må også legges på å sikre

uhindret tilløp fra linjegrøft til stikkrenner og uhindret avløp fra stikkrenner til eventuelle linjegrøfter. Det er observert oppdemning av vann i linjegrøfter, spesielt ved stikkrenneutløp som ved vekslende nattefrost/dagvarme kan føre til urolig spor i tillegg til utvasking og vaskesviller.

For lukket drenering er det spesielt viktig å legge vekt på forhold som:

- Oppslamming i kummer. Rørsystemet skal gi tilstrekkelig avløp for vannet. Derfor er det spesielt viktig å visitere oppslamming i kummene for å sikre tilstrekkelig avløp under snøsmeltingen.

Dersom det registreres mistanke om alvorlig feilutvikling i forbindelse med vårinspeksjonen, må det iverksettes kontrollbefaring og vurdering av tiltak. Spesielt i tilknytning til det lukkede dreneringsystemet må en ha dette i tankene i tilknytning til visitasjonen.

### 3.3 Forslag til detaljert sjekkliste for høst- og vårvisitasjoner

I kapittel 3.2 er prinsippene for høst- og vårvisitasjoner av dreneringsanlegg satt opp. Her er det satt opp et forslag til en mer detaljert sjekkliste over forhold som bør vurderes ved høst- og vårvisitasjoner. Sjekklisene for høstvisitasjoner og vårvisitasjoner er forholdsvis like, men noen forskjeller er det, spesielt i tilknytning til frostsikring av stikkrenner.

#### *Høstvisitasjon*

Forslag til sjekkliste for hva som bør undersøkes ved høstinspeksjonen.

Stikkrenner:

- Gjentetting av innløp og utløp
- Innløpskum gjenfylt av masser
- Pukk/grus rast inn i stikkrenna
- Stikkrenna delvis slammet igjen/gjengrodd
- Kvist, skrot eller andre fremmedlegemer i stikkrenna
- Gjentetting av varegrind/rist
- Stikkrenner som skal frostisoleres med granbar eller isolasjonsmatter
- Kontroll av øvrige frostsikringer, f.eks. varmekabler, gardin av plaststrimler
- Visitere stikkrenner med svilledekke grundig (avdekking nødvendig)

Linjegrøfter, terrenggrøfter og nedføringsrenner:

- Masser som blokkerer grøfta
- Kvist eller andre fremmedlegemer i grøfta
- Behov for grøfterensk (på kortere strekninger)
- Uhindret tilløp fra linjegrøft til stikkrenne
- Uhindret avløp fra stikkrenne til linjegrøft

#### Lukket drenering:

- Oppslamming i kummer
- Ødelagte kumløkk
- Gjentetting av rister
- Gjenslamming i ledninger ved kummer (kan indikere behov for spyling)
- Uhindret tilløp fra åpne grøfter til lukket drenering
- Uhindret avløp fra lukket drenering til åpne grøfter

#### *Vårvisitasjon*

Forslag til sjekklister for hva som bør undersøkes ved vårinspeksjonen.

#### Stikkrenner:

- Gjentetting av innløp og utløp
- Innløpskum gjenfylt av masser
- Pukk/grus rast inn i stikkrenna
- Stikkrenna delvis slammet igjen/gjengroing
- Kvist, skrot eller andre fremmedlegemer i stikkrenna
- Gjentetting av varegrind/rist
- Frostisolering som f.eks. granbar eller isolasjonsmatter er fjernet
- Visitere stikkrenner med svilledekke grundig (avdekking nødvendig)
- Vurdere om svilledekke bør fjernes for godt

#### Linjegrøfter, terrenggrøfter og nedføringsrenner:

- Masser som blokkerer grøfta
- Kvist eller andre fremmedlegemer i grøfta
- Behov for grøfterensk (på kortere strekninger)
- Uhindret tilløp fra linjegrøft til stikkrenne
- Uhindret avløp fra stikkrenne til linjegrøft

#### Lukket drenering:

- Oppslamming i kummer
- Ødelagte kumløkk
- Gjentetting av rister
- Gjenslamming i ledninger ved kummer (kan indikere behov for spyling)
- Uhindret tilløp fra åpne grøfter til lukket drenering
- Uhindret avløp fra lukket drenering til åpne grøfter



## 4 Løsninger for utbedring av dreneringsanlegg langs eksisterende baner

### 4.1 Stikkrenner

Problemer og skader på stikkrennene står meget sentralt ved drift og vedlikehold av eldre jernbanestrekninger i Norge. På slike strekninger er en stor del av stikkrennene tørrmurte stikkrenner. Et av hovedproblemene er å finne løsninger for utbedring som krever minst mulig driftsstans for togtrafikken. I kapittel 4.1.1-4.1.5 er løsninger som kan være mulig å benytte for å utbedre stikkrennene kort beskrevet. Noen løsninger er velkjente, mens andre ikke er benyttet tidligere for jernbanens stikkrenner. For både "nye" og gamle løsninger bør disse vurderes mht. vannføring, togframføring i anleggsperioden, kostnader, fremtidig vedlikehold mm. Fordeler og ulemper med de ulike løsningene er også kort beskrevet.

Ut fra nåtilstanden som ble registrert på befaringene (kap 2), har vi valgt å dele løsningene inn etter de problemene eller skadene som en har med stikkrennene. Følgende inndeling er brukt:

- Nedrasing foran innløp og utløp, dvs masser fra overbygningen (ballastpukk), eventuelt fyllmasser fra jernbanefyllingen. Denne problemstillingen er spesielt aktuell når stikkrenna ligger dypt (kap 4.1.1). Generelt er innløp og utløp sårbare punkter på ei stikkrenne.
- Nedrasing gjennom sprekker inne i stikkrenna, dvs masser fra overbygningen (ballastpukk), eventuelt fyllmasser fra jernbanefyllingen. Denne problemstillingen er spesielt aktuell når stikkrenna ligger dypt (kap 4.1.2).
- Gjenslamming av stikkrenner, både inn- og utløp og inne i selve stikkrenna, dvs masser som transporteres med vannet fra sideterrenget (inkl. skjæringer) og inn i stikkrenna (kap 4.1.3).
- Kapasitetsproblem, dvs stikkrenna har for liten kapasitet (kap 4.1.4).
- Ising og gjenfrysing av stikkrenner (kap 4.1.5).

Enkelte av løsningene som er nevnt her er aktuelt å følge opp med et eget prosjekt for å optimalisere løsningen. Generell forutsetning ved utvikling av nye metoder er at en må ha en standard som tåler framtida med større maskiner. Det kan også være aktuelt å ta nærmere kontakte med Vegvesenet for å utveksle erfaringer. En forskjell mellom veg og jernbane i denne sammenheng er at på vegen kan en ofte legge om trafikken eller benytte ett kjørefelt.

Et vesentlig moment som alltid må vurderes ved utbedring og vedlikehold av stikkrenner er stikkrennas tilstand og kvalitet på utbedringstidspunktet. Mange av metodene nevnt i kapittel 4.1.1-4.1.5 er ikke aktuelle å benytte dersom stikkrenna har en dårlig standard. Det er f.eks. ikke aktuelt å forlenge ei stikkrenne som har store skader lenger inne i renna. I slike tilfeller vil legging av ny stikkrenne oftest være eneste alternativ.

#### 4.1.1 Nedrasing foran innløp og utløp

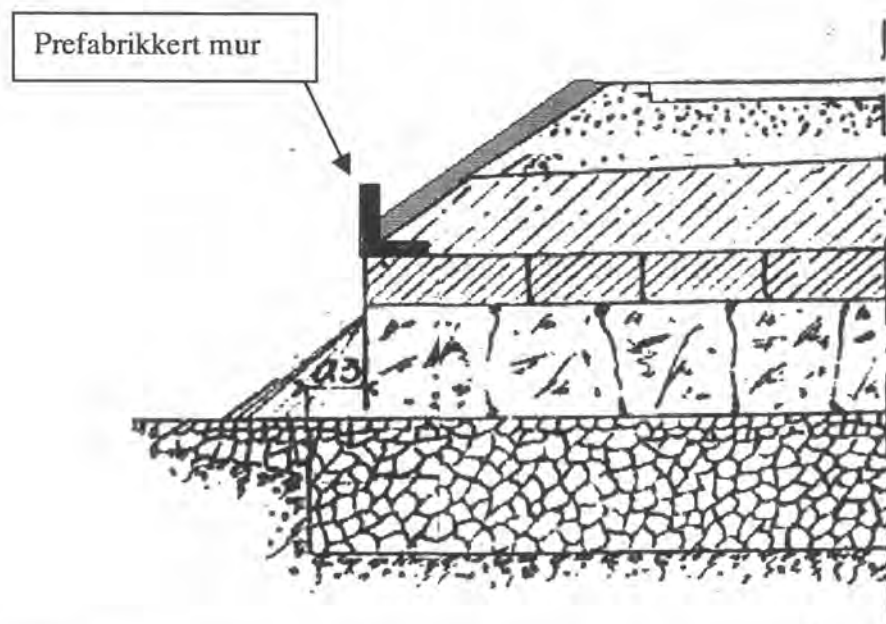
Her beskrives kort ulike løsninger når problemet er nedrasing foran innløp og utløp av masser fra overbygningen (ballastpukk) eller nedrasing av fyllmasser fra jernbanefyllingen. Spesielt der stikkrenna ligger dypt kan dette være et problem. Mange steder er slike problem forsøkt reparert med ulike typer svillemurer. Slike svillemurer har ofte ikke god nok forankring og støtte og blir derfor presset utover, og øverste sviller kan til slutt rase ut. I de fleste tilfeller vil derfor svillemurer være en foreløpig løsning.

Ved opprusting av gamle baner som medfører høydeløft og tilhørende utvidelse av fyllingene, kommer ofte stikkrennenes funksjon i fare dersom det ikke gjøres spesielle tiltak for å hindre fyllingsmasser i å blokkere stikkrennenes inn- og utløp. Ved alle stikkrenneforlengelser må følgende forhold spesielt vurderes:

- Setningssikker konstruksjon
- Frostsikker konstruksjon
- Tetning mellom stikkrenna og forlengelse
- Sikring av inn- og utløp slik at alt vann renner inn og at det ikke skjer erosjon i utløpet
- Løsninger som lar seg rense

#### ***Murer av prefabrikkert betong over innløp og utløp***

Løsningen består i at en prefabrikkert mur plasseres på ytterste toppstein over innløp eller utløp på stikkrenna som skissert i figur 4-1. Murens funksjon er å holde masser fra fyllinga på plass. Normalt skal fyllingskanten ligge minst 0,5 m fra enden av stikkrenna. Prefabrikkert mur kan eventuelt ha vinger som går ut på sida av innløpet. Vingenes funksjon er både å lede vannet inn i stikkrenna og å støtte opp og forankre selve muren over innløpet. Det kan lages ett sett med ulike standardutforminger av prefabrickerte murer.



FIGUR 4-1 Mur av prefabrikkert betong over innløp eller utløp

Denne løsningen egner seg godt på lave fyllinger der det er lett å forankre muren mot noe annet enn ytterste toppstein på stikkrenna. Nedrasingsproblemet bør også være konsentrert til at masser raser direkte fra toppsteinen ned i inn- eller utløpet.

En prefabrikkert mur, som er brukt på riktig måte, bør kostnadmessig være en gunstig løsning.

Fordeler med denne løsningen er:

- Montering av prefabrikkert mur krever normalt ikke driftsstans på banen da det i de fleste tilfellene ikke er behov for å grave under svillene. I enkelte tilfeller kan det imidlertid være aktuelt med kortere strømutkoplinger.
- Prefabrikkert mur, brukt på "enkle" problemer, kan tilpasses hvert enkelt tilfelle (ulike standardutforminger) og er rask å montere.

Ulemper med denne løsningen er:

- Forankring av prefabrikkert mur kan være et problem. Dersom muren forankres i ytterste topphelle, kan topphella forskyves utover og masser rase inn i stikkrenna. Forankring kun i topphella bør derfor ikke gjøres. Ved noen stikkrenner kan det være vanskelig å finne andre forankringspunkt. Vinger som går ut på sida av innløpet kan eventuelt støtte opp muren. Dersom det skal settes opp mur på begge sider av sporet kan det være aktuelt å føre forankring gjennom fyllingen for å holde murene på plass. Denne forankringen må imidlertid ikke legges så høyt at den skaper problemer for drift og vedlikehold, f.eks. for ballastrensing.
- Dersom tverrprofilet er smalt, kan muren komme for nær spormidte og skape problemer for drift og vedlikehold av banen.
- En prefabrikkert betongmur kan fort bli en forholdsvis tung konstruksjon å montere, spesielt hvis den har påstøpte vinger. Dette vil kreve tunge maskiner for å montere muren. Enkelte steder kan det være vanskelig å komme til med slike maskiner, og det kan være nødvendig å transportere og plassere slike maskiner på jernbanelinjen.

Prefabrikkerte murer av betong er i liten grad brukt til utbedring og vedlikehold i Jernbaneverket. Før slike løsninger eventuelt kan tas i bruk, må en prosjektere ulike standardutforminger.

### *Prefabrikkerte murer i korrugerte plastprodukter*

Løsningen består i at en prefabrikkert mur av korrugerte plastprofiler plasseres på ytterste toppstein over innløp eller utløp på stikkrenna. Murens funksjon er den samme som en prefabrikkert mur av betong. Det kan lages ett sett med ulike standardutforminger av prefabrikkerte murer i korrugert plast. En prefabrikkert konstruksjon kan tilpasses de lokale forhold ved å skjære til med motorsag.

Denne løsningen egner seg godt på lave fyllinger der det er lett å forankre muren mot noe annet enn ytterste toppstein på stikkrenna. Nedrasingsproblemet bør også være konsentrert til at masser raser direkte fra toppsteinen ned i inn- eller utløpet.

En prefabrikkert mur av plast, som er brukt på riktig måte, bør kostnadmessig være en gunstig løsning.

Fordeler med denne løsningen er:

- Montering av prefabrikkert mur krever normalt ikke driftsstans på banen da det i de fleste tilfellene ikke er behov for å grave under svillene.
- Prefabrikkert mur av plast kan tilpasses de lokale forhold ved å skjære den til med motorsag. Standardutforminger er raske å montere.



- En plastrmur er mye lettere enn en betongmur og krever derfor ikke så tungt utstyr ved montering.

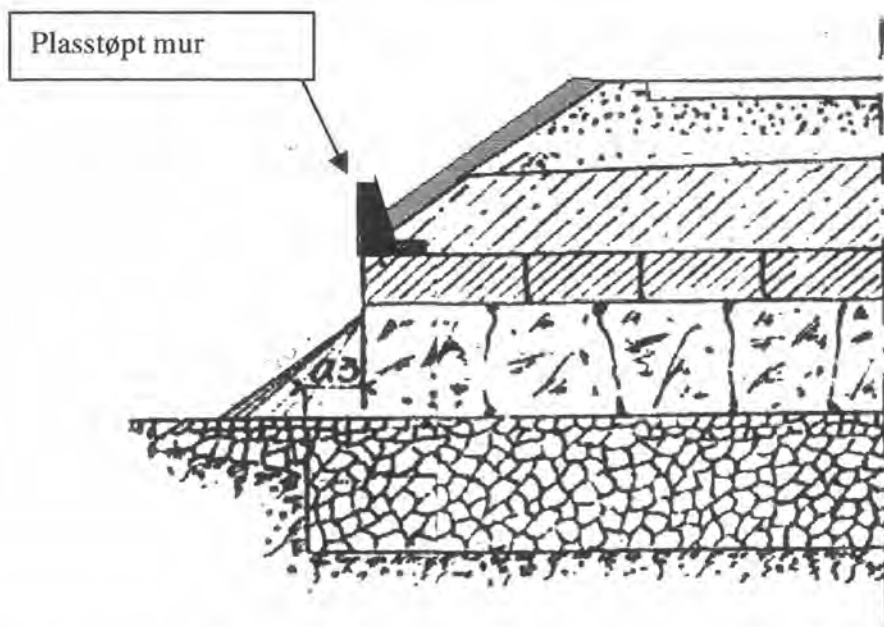
Ulemper med denne løsningen er:

- Forankring av en lett prefabrikkert mur av plast kan være et større problem enn forankring av en tyngre konstruksjon av betong. I mange tilfeller vil det nok stilles større krav til horisontal forankring av en plastrmur sammenlignet med en betongmur. Dersom det skal settes opp mur på begge sider av sporet kan det være aktuelt å føre forankring gjennom fyllingen for å holde murene på plass. Denne forankringen må imidlertid ikke legges så høyt at den skaper problemer for drift og vedlikehold, f.eks. for ballastrensing.
- Dersom tverrprofilen er smalt, kan muren komme for nær spormidte og skape problemer for drift og vedlikehold av banen.

Prefabrikkerte murer av korrugert plast er lite brukt til utbedring og vedlikehold i Jernbaneverket. Før slike løsninger eventuelt kan tas i bruk, må en prosjektere ulike standardutførelser. Kummer av plast er tatt i bruk de siste årene.

### *Murer av plasstøpt betong*

En løsning med plasstøpt betongmur kan også brukes for å holde på plass masser i fyllinga, se figur 4-2. Ved bruk av en plasstøpt betongmur kan muren lett tilpasses de lokale forhold på stedet.



FIGUR 4-2 Mur av plasstøpt betong

En løsning med plasstøpt betong egner seg godt i de tilfellene det er problemer med å benytte en prefabrikkert mur, f.eks. når det er problemer med å oppnå tilstrekkelig forankring, når stikkrenna har stor overfyllingshøyde og når masser raser inn fra sidene og ned i inn- og utløp.

En plasstøpt konstruksjon vil i de fleste tilfeller bli dyrere enn en prefabrikkert mur, men den plasstøpte konstruksjonen vil ofte brukes på en mer kompleks og omfattende problemstilling.

Fordeler med denne løsningen er:

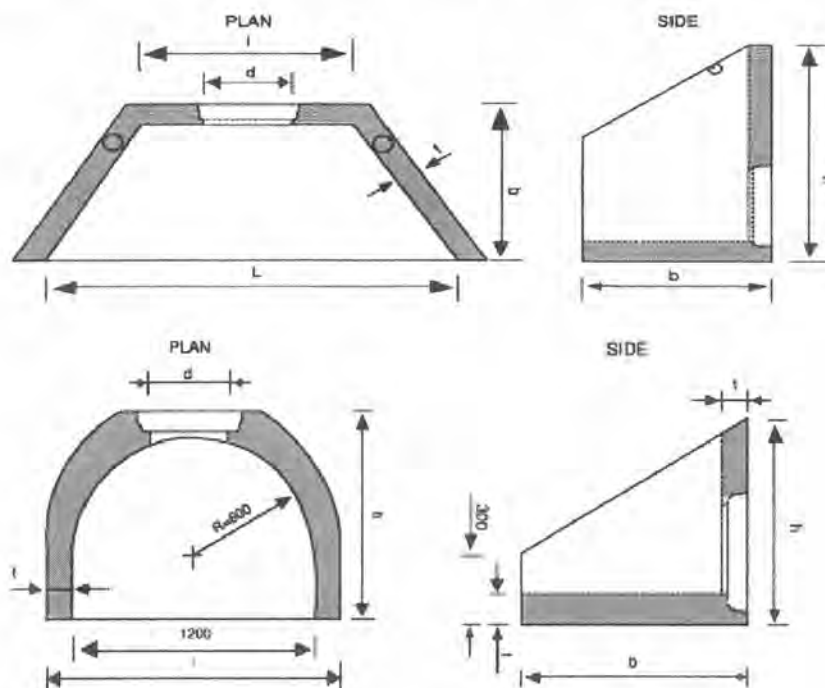
- Bygging av plasstøpt mur krever normalt ikke driftsstans på banen da det i de fleste tilfellene ikke er behov for å grave under svillene. På steder der det ikke er mulig å frakte utstyr og betong til stedet via driftsveger ol, må utstyr og betong fraktes på jernbanelinjen. Dette vil i de fleste tilfeller kunne gjøres i lavt trafikkerte perioder.
- Muren kan tilpasses forhold som terreng (f.eks. fjell og løsmasser) og høyde slik at pukk ikke raser ned, og forankring av konstruksjonen i hvert enkelt tilfelle.

Det er ingen vesentlige ulemper med en plasstøpt mur. Det er imidlertid viktig å prosjektere muren nøye slik at konstruksjonen løser de problemene som skal løses. Ved prosjektering må det også tas hensyn til estetiske forhold.

Plasstøpte murer har vært benyttet lenge, både av Jernbaneverket og Statens vegvesen.

### **Prefabrikkert vingemur/bekkeinntak**

Løsningen består i at en prefabrikkert vingemur plasseres i stikkrennas innløp. Eksempel på en slik konstruksjon er vist øverst i figur 4-3. Konstruksjonen kan også ha en mer avrundet form som vist nederst i figur 4-3. Begge løsningene kan eventuelt leveres uten bunn og utsparring for rør.



FIGUR 4-3 Prefabrikkert vingemur og veiskjold

Denne løsningen egner seg godt på lave fyllinger der det er lett å forankre muren mot noe annet enn ytterste toppstein på stikkrenna. Det er betydelig lettere å montere en prefabrikkert vingemur i løsmasser sammenlignet med i fjellmasser.

En prefabrikkert vingemur brukt på riktig måte bør kostnadmessig være en gunstig løsning. Vingemurene leveres i flere dimensjoner.

Fordeler med denne løsningen er:

- Montering av prefabrikkert vingemur krever normalt ikke driftsstans på banen da det i de fleste tilfellene ikke er behov for å grave under svillene. Det kan være behov for en kortere strømutkopling.
- Vingemuren har "gulv" ved innløpet, dvs konstruksjonen har et ryddig innløp som er lett å holde rent for jordmasser, vegetasjon etc.
- Vingemuren kan støtte opp de ytterste steinene i steinrenna.

Ulemper med denne løsningen er:

- Forankring av vingemuren og tetting mellom vingemuren og stikkrenna kan være et problem. Dersom det skal settes opp mur på begge sider av sporet kan det være aktuelt å føre forankring gjennom fyllingen for å holde murene på plass. Denne forankringen må imidlertid ikke legges så høyt at den skaper problemer for drift og vedlikehold, f.eks. for ballastrensing.
- Dersom tverrprofilet er smalt, kan muren komme for nær spormidte og skape problemer for drift og vedlikehold av banen. Vingemuren krever forholdsvis god plass rundt innløpet.

Prefabrikkerte vingemurer og veiskjold er de siste årene brukt noe til utbedring og vedlikehold i Jernbaneverket.

### *Forlengelse med spunting*

I stedet for å benytte prefabrikkerte vingemurer av betong, kan en spunte og sveise på tak eventuelt kombinert med "mur" over stikkrenna, se figur 4-4. På begge sider av vannløpet kan stålpunt av passende lengder rammes ned. Spuntveggene kan tjene som opplegg for et "tak" av påsveiste spuntnåler. Eventuelt kan trykkimpregnert tre brukes til spunting.



FIGUR 4-4 Forlengelse med korrugert stålrør /3/

Denne metoden kan kun brukes når det ikke er for mye stein i grunnen, og den bør antagelig i første rekke brukes ved forlengelse ut over svak grunn, hvor det ved rørløsninger kan være problematisk å oppnå tilstrekkelig bæreevne.

Metoden er relativt kostbar.



Fordeler med denne løsningen er:

- Spunting krever normalt ikke driftsstans på banen da det i de fleste tilfellene ikke er behov for å grave under svillene. På steder der det ikke er mulig å frakte utstyr for spunting til stedet via driftsveger ol, må utstyr fraktes på jernbanelinjen. Dette vil i de fleste tilfeller kunne gjøres i lavt trafikkerte perioder.
- Når grunnforholdene er gunstige for spunting, kan det spuntet så dypt at en ikke trenger forankring til selve stikkrenna.

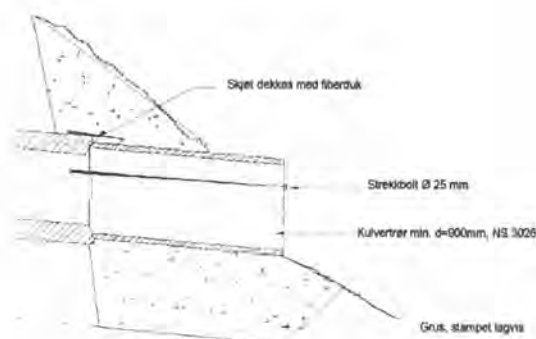
Ulemper med denne løsningen er:

- Det kan være problematisk å få det tett mellom spuntveggen og innløp eller utløp til stikkrenna. Det må derfor legges spesiell vekt på tetting.

Løsningen er beskrevet i Jernbaneverkets regelverk /3/. Det er usikkert hvor mye metoden er brukt i praksis.

### **Forlengelse stikkrenne med betongrør**

En vanlig løsning er å forlengelse stikkrenna med betongrør, se figur 4-5. Forankring til eksisterende stikkrenne sikres med strekkbolt, og skjøten dekkes til med fiberduk for å hindre nedfall av masser inn i stikkrenna.



FIGUR 4-5 Forlengelse av stikkrenne med betongrør /3/

Denne metoden er nok mest brukt på stikkrennas utløpsside. Det kreves godt fundament for denne løsningen, og det kan være aktuelt å støpe et fundament av betong som erstatter strekkbolten. Det er viktig at betongrørene får setningsfritt underlag. Strekkboltene krever ettersyn og vedlikehold (korrosjon).

Kostnadene til forlengelse av stikkrenner med betongrør vil variere mye med terrengforhold og grunnforhold. I lave fyllinger og på setningsfri grunn vil kostnadene være lave, mens i høye fyllinger og på setningsgivende grunn kan kostnadene bli forholdsvis høye.

Fordeler med denne løsningen er:

- Forlengelse av stikkrenna med betongrør krever normalt ikke driftsstans på banen da det i de fleste tilfellene ikke er behov for å grave under svillene. På steder der det ikke er mulig å frakte utstyr til stedet via driftsveger ol, må utstyr fraktes på jernbanelinjen. Dette vil i de fleste tilfeller kunne gjøres i lavt trafikkerte perioder. I enkelte tilfeller kan det være behov for kortere strømutkoplinger.

Ulemper med denne løsningen er:

- Skjøting av en kvadratisk steinrenne og et sirkulært betongrør er et problem. Et vellykket resultat er avhengig av at skjøtingen utformes nøye (f.eks. fiberduk, strekkbolt mm) og at betongrørene fundamenteres setningsfritt. Hvis dette ikke gjøres kan det oppstå en knekk i overgang eller at rør glir vekk fra steinrenne. Resultatet av dette kan igjen bli at vannet ikke renner inn i stikkrenna men lekker inn i fyllinga.

Løsningen er beskrevet i Jernbaneverkets regelverk /3/, og er en vanlig brukt metode i Jernbaneverket.

### ***Forlengelse med korrugerte stålrør***

Stålrøret skal skjæres til slik at god tilpassing til steinrennen oppnås. Røret skal festes ved at det bores inn og injiseres bolter. Skjøten skal omstøpes med armert betong. Både rør, festebolter og plater skal være korrosjonsbeskyttet. Tilkoplingsdelen kan også utformes som en rektangulær seksjon, skreddersydd for å passe inn i eksisterende steinrenne.

Det kreves godt fundament for denne løsningen, og det kan være aktuelt å støpe et fundament av betong. Det er viktig at stålrørene får setningsfritt underlag.

Som for forlengelse med betongrør vil kostnadene til forlengelse av stikkrenner med stålrør variere mye med terrengforhold og grunnforhold. I lave fyllinger og på setningsfri grunn vil kostnadene være lave, mens i høye fyllinger og på setningsgivende grunn kan kostnadene bli svært høye.

Fordeler med denne løsningen er:

- Forlengelse av stikkrenna med stålrør krever normalt ikke driftsstans på banen da det i de fleste tilfellene ikke er behov for å grave under svillene. På steder der det ikke er mulig å frakte utstyr til stedet via driftsveger ol, må utstyr fraktes på jernbanelinjen. Dette vil i de fleste tilfeller kunne gjøres i lavt trafikkerte perioder. I enkelte tilfeller kan det være behov for kortere strømutkoplinger.

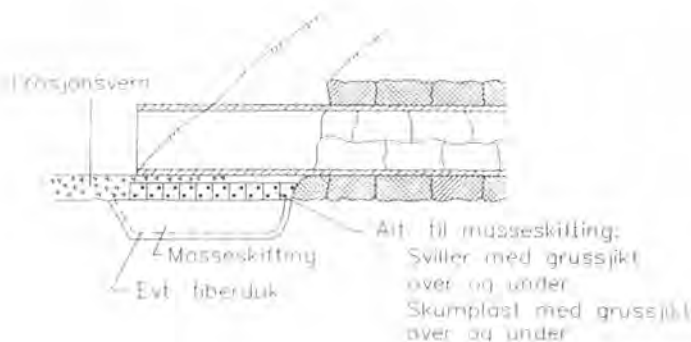
Ulemper med denne løsningen er:

- Et vellykket resultat er avhengig av at skjøtingen utformes nøye og at stålrørene fundamenteres setningsfritt. Hvis dette ikke gjøres kan det oppstå en knekk i overgang eller at det oppstår sprekker i steinrenna nær feste mellom stålrør og steinrenne. Resultatet av dette kan igjen bli at vannet ikke renner inn i stikkrenna men lekker inn i fyllinga.

Løsningen er beskrevet i Jernbaneverkets regelverk /3/. Metoden er også brukt av Banverket i Sverige /7/.

### Forlengelse med innstikksrør av plast

Løsningen består i at et plastrør stikkes inn i stikkrenna eller trekkes gjennom hele stikkrenna, se figur 4-6. Det er å foretrekke at røret føres gjennom hele stikkrenna. Ved å trekke røret gjennom hele stikkrenna kan en også hindre at masser tetter stikkrenna inni den.



FIGUR 4-6 Forlengelse med innstikksrør av plast

Denne metoden innebærer at stikkrennearealet i forhold til et kvadratisk tverrsnitt, teoretisk reduseres med ca 25 %, og i praksis enda mer i mange tilfeller, f.eks. ved rektangulære stikkrenner. Metoden anbefales derfor bare i de tilfeller hvor det kan dokumenteres at kapasiteten fortsatt vil være tilstrekkelig. Det stilles strenge krav til tetting, spesielt på innløpssiden.

Kostnadmessig vil dette være en rimelig metode i de aller fleste tilfellene.

Fordeler med denne løsningen er:

- Forlengelse av stikkrenna med plastrør krever normalt ikke driftsstans på banen da det i de fleste tilfellene ikke er behov for å grave under svillene. Normalt er det ikke behov for å frakte tungt utstyr til stedet.
- Dette er en svært enkel utbedring å gjennomføre i de fleste tilfeller. En er f. eks ikke avhengig av å ha en setningsfri fundamentering.
- Risikoen for gjenslamming av stikkrenna avtar fordi ruheten i plastrøret er mindre, og bunnen av røret er sirkelformet og dermed øker også vannhastigheten i stikkrenna.

Ulemper med denne løsningen er:

- Det er fare for at røret kan bli klemt flatt dersom det kommer store skeivbelastninger på røret. Dette avhenger av rørets styrke. En bør derfor være forsiktig med å forlenge stikkrenner med plastrør i høye steinfyllinger.
- Stikkrennas tverrsnitt reduseres med minst 25 %. Ved rektangulære stikkrenner kan tverrsnittet reduseres med opp til 80 %. Kapasiteten vil også reduseres betraktelig, selv om ruheten på plastrøret er mindre. Metoden må derfor bare brukes i de tilfellene hvor det kan dokumenteres at kapasiteten fortsatt vil være tilstrekkelig.



- Ved forlengelse med innstikksrør av plast, stilles det strenge krav til tettingen. Dersom en ikke oppnår tilstrekkelig tetting, vil vannet trekke inn i fyllinga. Spesielt når plastrør brukes som innstikksrør på utløpssida av stikkrenna kan det være problematisk å oppnå tilstrekkelig tetting, fordi det er vanskelig å tette rundt innstikksrøret noen meter inne i stikkrenna.

Løsningen er beskrevet i Jernbaneverkets regelverk /3/. Denne utbedringsmetoden er mye brukt i Jernbaneverket. En vesentlig årsak til dette er nok at det er en enkel metode å bruke. Men metoden er nok dessverre misbrukt ved at det ikke er gjort kapasitetskontroller og ved at det ikke er lagt tilstrekkelig vekt på tettingen rundt plastrøret.

### ***Forlengelse av stikkrenne med naturstein***

Løsningen består i at steinrenna forlenges ved å benytte naturstein.

Denne metoden er mest aktuell å benytte dersom det av estetiske årsaker stilles krav til at denne metoden skal benyttes.

Trolig vil forlengelse av stikkrenner med naturstein være en forholdsvis dyr utbedringsmetode. En årsak til dette kan være problemer med tilgang på naturstein. Videre stilles det strenge krav til setningsfritt og frostfritt fundament ved denne utbedringsmetoden.

Fordeler med denne løsningen er:

- Forlengelse av stikkrenna med naturstein krever normalt ikke driftsstans på banen da det i de fleste tilfellene ikke er behov for å grave under svillene.

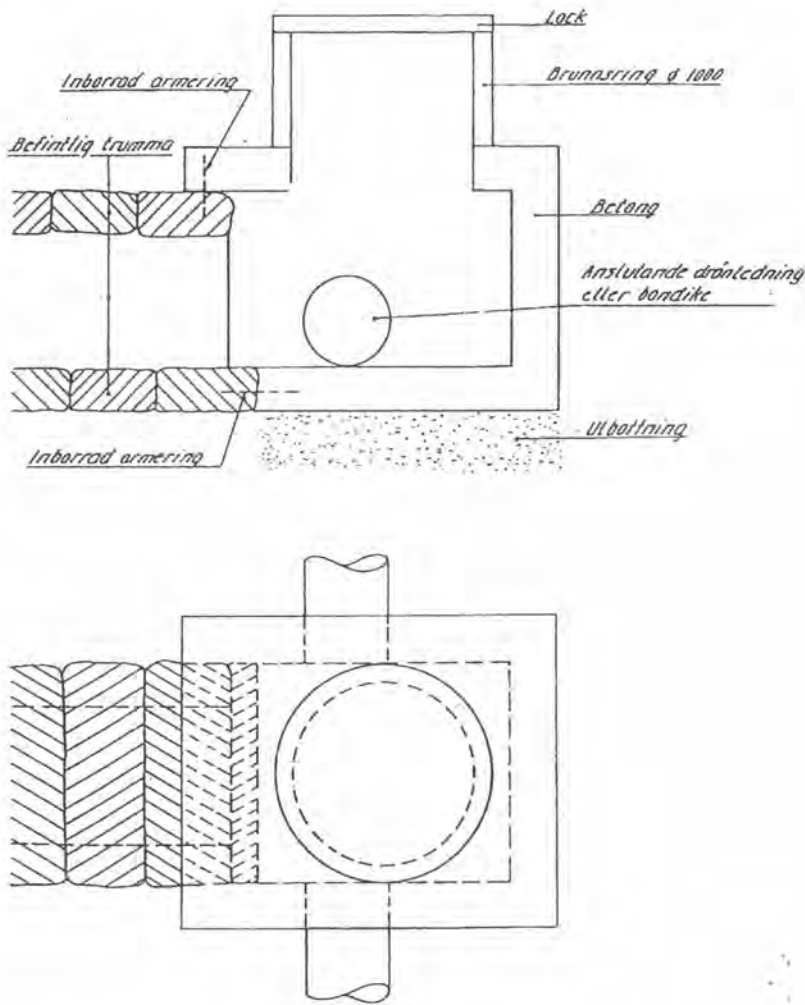
Ulemper med denne løsningen er:

- Et vellykket resultat er avhengig av at skjøtingen utformes nøye og at fundamenteringen er setningsfri. Hvis dette ikke gjøres, kan det oppstå sprekker rundt skjøtingen. Resultatet av dette kan igjen bli at masser raser inn i stikkrenna.

De siste årene er denne metoden lite brukt i Jernbaneverket.

### ***Forlengelse med plasstøpt kum***

Løsningen består i at det mures en plasstøpt kum utenfor innløp eller utløp, se figur 4-7.



FIGUR 4-7 Skisse av plasstøpt kum /7/

Løsningen er mest brukt på steder der det er trangt i tilknytning til veger og ved tilslutning til stikkrenner under veg. Dreneringen fra veg og bane kan da koples sammen i kummen og vannet eventuelt føres bort i lukket drenering.

Dette er en forholdsvis dyr løsning, men på enkelte steder kan det være den mest elegante løsningen for å beskytte stikkrennas inn- og utløp.

Fordeler med denne løsningen er:

- Støping av plasstøpt kum krever normalt ikke driftsstans over lange perioder, da det i de fleste tilfeller ikke er behov for å grave under svillene. Det kan være behov for kortere perioder med strømstans. På steder der det ikke er mulig å frakte utstyr til stedet via driftsveger ol, må utstyr fraktes på jernbanelinjen. Dette vil i de fleste tilfeller kunne gjøres i lavt trafikkerte perioder.
- Løsningen kan tilpasses de lokale forhold i hvert enkelt tilfelle.

Ulemper med denne løsningen er:

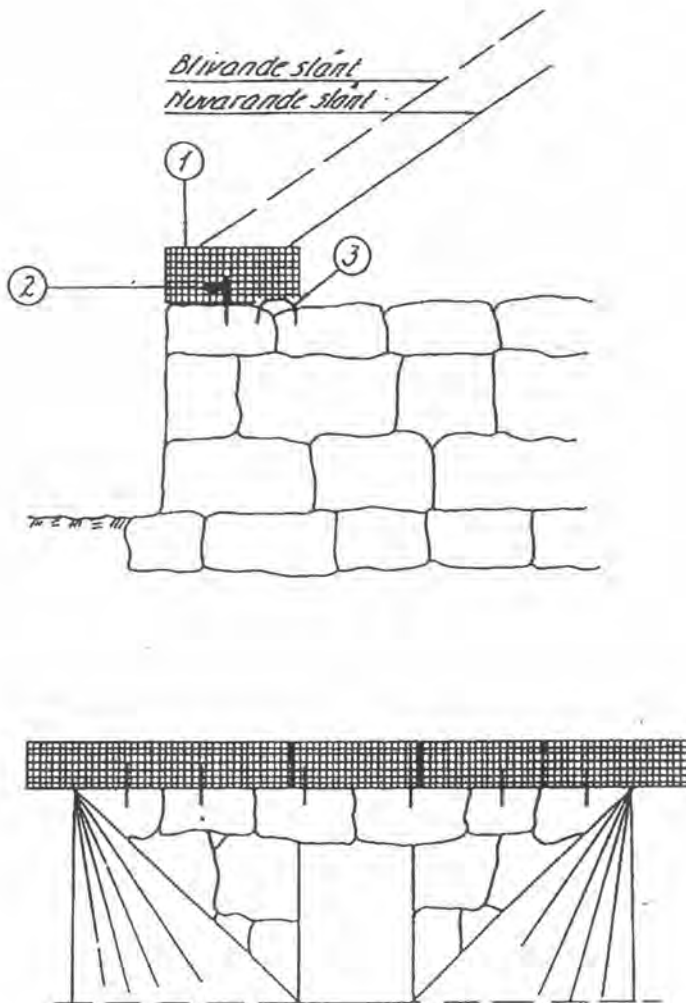
- Dersom tverrprofilen er smalt, kan kummen komme for nær spormidte og skape problemer for drift og vedlikehold av banen.

- En vellykket løsning er avhengig av at det stilles store krav til geotekniske undersøkelser og fundamentering av konstruksjonen.

Løsningen er brukt en del av Banverket i Sverige med gode resultater.

### Gabionmur

Murer av gabioner kan bygges både over selve inn- eller utløpet (figur 4-8) og eventuelt rundt inn- eller utløp som erosjonsbeskyttelse.



FIGUR 4-8 Støttemur av gabioner /7/

Bruk av gabionmur kan være fordelaktig på trange partier eller der massene er så løse at utgraving av en stikkrenneforlengelse kan være vanskelig å utføre.

Kostnadmessig er dette et forholdsvis rimelig alternativ.



Fordeler med denne løsningen er:

- Oppsetting av gabionmur krever normalt ikke driftsstans på banen da det ikke er behov for å grave under svillene. Normalt er det ikke behov for å frakte tungt utstyr til stedet.
- Dette er en forholdsvis enkel utbedring å gjennomføre.

Ulemper med denne løsningen er:

- Forankring av gabionmur kan være et problem. Dersom muren forankres i ytterste topphelle, kan topphella forskyves utover og masser rase inn i stikkrenna. Forankring kun i topphella bør derfor ikke gjøres. Dersom en forlenger gabionmuren et godt stykke utenfor stikkrennas ytterpunkter vil jordtrykket fordeles på en gunstigere måte.
- Korrosjon på nettingen kan bli et problem etter hvert.

Gabionmurer er mye benyttet i Norge.

### *Midlertidig mur av sviller*

Løsningen består i at brukte tresviller mures opp for å støtte opp fylling og pukkk, se figur 4-9.



FIGUR 4-9 Mur av tresviller for å hindre nedrasing i stikkrennas utløp

Denne løsningen egner seg godt som en midlertidig løsning, men bør ikke brukes som en permanent løsning. Langs det norske jernbanenettet er dette en ofte benyttet metode for å støtte opp ballastpukken. Enkelte steder er svillene bare støttet opp mot gjerdestolper eller tynne armeringsjern som er drevet ned i fyllinga. Ved bruk av svillemur er det svært viktig at muren

forankres inn i fyllinga og at de enkelte svillene forankres i hverandre, slik at ikke svillen faller ned og dekker inn- eller utløp til stikkrennene. Geogrid kan f.eks. brukes.

Kostnadmessig er det rimelig å sette opp en midlertidig svillemur med en høyde på 2-4 sviller i påvente av mer permanente løsninger.

Fordeler med denne løsningen er:

- Oppsetting av midlertidig svillemur krever ikke driftsstans på banen da det ikke er behov for å grave under svillene. Normalt er det ikke behov for å frakte tungt utstyr til stedet.
- Dette er en enkel utbedring å gjennomføre som et midlertidig tiltak.

Ulemper med denne løsningen er:

- Forankring av svillemur kan være et problem. Dersom muren forankres i ytterste topphelle, kan topphella forskyves utover og masser rase inn i stikkrenna. Forankring kun i topphella bør derfor ikke gjøres. Ved noen stikkrenner kan det være vanskelig å finne andre forankringspunkt. Ved bruk av geogrid oppnår en forankring i løsmassene i fyllinga.
- En midlertidig svillemur kan fort bli "glemt" og blir da en permanent utbedring.

Langs det norske jernbanenettet er det mange svillemurer. Problemet med mange av disse er at de ikke er bygd solide nok til å være en permanent utbedring.

#### 4.1.2 Nedrasing inne i stikkrenne

Den direkte årsaken til denne skaden er at det oppstår glipper mellom steinene eller at en eller flere steiner inne i stikkrenna forskyver seg. Masse kan rase inn i stikkrenna og tette den helt eller delvis. Dersom ballastpukk raser inn i stikkrenna kan understøttingen av svillene bli for dårlig. Grunnforholdene på stedet vil ha stor betydning for hvor hyppig denne skaden oppstår. På gode grunnforhold av f.eks. fjell vil steinrennene stå mye stødigere enn på grunn av f.eks. silt og leire. Slike skader vil forekomme hyppigere i endene enn midt inne i stikkrennene. En årsak til dette er at horisontale kreftene på steinene er størst i stikkrennas ender fordi en her har mindre mothold enn midt under fyllinga (midt inne i stikkrenna). Årsaker til dette er at banen er hevet og tverrprofilen er utvidet etter at banen ble bygget. Presset på de ytterste steinene i stikkrenna blir derfor størst.

##### *Føre plastrør gjennom eksisterende stikkrenne*

Løsningen består i at et plastrør trekkes gjennom hele stikkrenna, se figur 4-6 i kapittel 4.1.1. Det er å foretrekke at røret føres gjennom hele stikkrenna, selv om skadene er i endene av stikkrenna. Løsningen kan benyttes både for å hindre nedrasing av masser inne i stikkrenna og ved samtidig forlengelse av stikkrenna, at masser raser ned foran innløp eller utløp.

Denne metoden innebærer at stikkrennearealet i forhold til et kvadratisk tverrsnitt, teoretisk reduseres med ca 25 %, og i praksis enda mer i mange tilfeller, f.eks. ved rektangulære stikkrenner. Metoden anbefales derfor bare i de tilfeller hvor det kan dokumenteres at kapasiteten



fortsatt vil være tilstrekkelig. Det stilles strenge krav til tetting rundt plastrøret, spesielt på innløpssiden.

Kostnadmessig vil dette være en rimelig metode for utbedring i de aller fleste tilfellene.

Fordeler med denne løsningen er:

- Trekking av plastrør gjennom stikkrenna krever normalt ikke driftsstans på banen da det i de fleste tilfellene ikke er behov for å grave under svillene. Normalt er det ikke behov for å frakte tungt utstyr til stedet.
- Dette er en svært enkel utbedring å gjennomføre i de fleste tilfeller.
- Risikoen for gjenslamming av stikkrenna avtar fordi ruheten i plastrøret er mindre, og bunnen av røret er sirkelformet og dermed øker også vannhastigheten i stikkrenna.

Ulemper med denne løsningen er:

- Det er fare for at røret kan bli klemt flatt dersom det kommer store skeivbelastninger på røret. Dette avhenger av rørets styrke. Denne metoden egner seg derfor dårlig dersom steiner forskyver seg inne i stikkrenna.
- Stikkrennas tverrsnitt reduseres med minst 25 %. Ved rektangulære stikkrenner kan tverrsnittet reduseres med opp til 80 %. Kapasiteten vil også reduseres betraktelig, selv om ruheten på plastrøret er mindre. Metoden må derfor bare brukes i de tilfellene hvor det kan dokumenteres at kapasiteten fortsatt vil være tilstrekkelig.
- Det stilles strenge krav til tettingen. Dersom en ikke oppnår tilstrekkelig tetting, vil vannet trekke inn i fyllinga. Spesielt dersom plastrør brukes som innstikksrør på utløpssida av stikkrenna kan det være problematisk å oppnå tilstrekkelig tetting.

Løsningen er beskrevet i Jernbaneverkets regelverk /3/. Denne utbedringsmetoden er mye brukt i Jernbaneverket. En vesentlig årsak til dette er nok at det er en enkel metode å bruke. Men metoden er nok dessverre misbrukt ved at det ikke er gjort kapasitetskontroller og ved at det ikke er lagt tilstrekkelig vekt på tettingen rundt plastrøret.

### ***Prefabrikkerte kvadratiske elementer som skyves på plass i stikkrenne***

Løsningen består i at prefabrikkerte kvadratiske elementer dyttes eller jekkes på plass i stikkrenna. Disse elementene må ha et tverrsnitt som er litt mindre enn stikkrennas tverrsnitt. Elementene kan være av plast/glassfiber eller av korrugert stål.

Løsningen kan benyttes både for å hindre nedrasing av masser inne i stikkrenna og til forlengelse av stikkrenna for å hindre at masser raser ned foran innløp eller utløp. Bruk av denne løsningen forutsetter at tverrsnittet av stikkrenna ikke varierer noe særlig i stikkrennas lengde. I praksis kan det muligens være vanskelig å presse en såpass stiv konstruksjon gjennom mange stikkrenner. Derfor egner denne metoden seg sannsynligvis best til å bruke når skadene ligger nær stikkrennas innløp eller utløp. Elementene kan da monteres her. Det er imidlertid å foretrekke at elementene føres gjennom hele stikkrenna, selv om skadene er i endene av stikkrenna.

Kostnadmessig vil dette være en forholdsvis rimelig metode for utbedring i de aller fleste tilfellene.



Fordeler med denne løsningen er:

- Pressing av elementer gjennom stikkrenna eller deler av stikkrenna krever normalt ikke driftsstans på banen da det i de fleste tilfellene ikke er behov for å grave under svillene.
- Dette er en enkel utbedring å gjennomføre når det dreier seg om utbedringer nær innløp og utløp. Ved pressing av elementer gjennom hele stikkrenna, vil en sannsynligvis støte på store problemer fordi elementene kan kile seg fast i ujevnheter i stikkrenna.
- Risikoen for gjenslamming av stikkrenna avtar fordi ruheten i elementene er mindre enn i steinrenna.
- Denne metoden innebærer ikke en vesentlig reduksjon av stikkrennearealet og dermed stikkrennas kapasitet. Redusert kapasitet grunnet redusert tverrsnitt vil i praksis oppveies av redusert ruhet.

Ulemper med denne løsningen er:

- Metoden er vanskelig å bruke dersom steiner i stikkrenna har forskjøvet seg. I slike tilfeller klarer en ikke å skyve elementene på plass i stikkrenna fordi de kiler seg fast.
- Det må stilles krav til tettingen rundt elementene. Dersom en ikke oppnår tilstrekkelig tetting, kan vannet trekke inn i fyllinga. Spesielt dersom elementene monteres ved utløpet av stikkrenna kan det være problematisk å oppnå tilstrekkelig tetting fordi det er vanskelig å komme til noen meter inne i stikkrenna.

Løsningen er såvidt nevnt i Jernbaneverkets regelverk /3/. En har liten erfaring med bruk av metoden, og det er nok en del praktiske problemer med å bruke den, men det kan være interessant å prøve metoden for å skaffe seg erfaringer med den. Dette bør gjøres i samarbeid med produsenter.

### ***Tak innvendig i stikkrenne***

Denne løsningen er i prinsippet en variant av å presse prefabrikkerte kvadratiske elementer på plass i stikkrenna (se foregående punkt). I stedet for å presse kvadratiske element på plass i stikkrenna, "monteres" et tak som står på "bein". Taket kan være av plast/glassfiber eller av korrugert stål.

En slik løsning er kun aktuell dersom det er nedrasing fra taket som er problemet. Dersom også nedrasing fra veggene er et problem, er denne metoden uaktuell. I praksis er det nok vanskelig å montere et slikt tak som er særlig lengre en 1-2 m. Det kan også være vanskelig å bruke denne løsningen langt inne i stikkrennene. Derfor egner denne metoden seg sannsynligvis best til å bruke når skadene ligger nær stikkrennas innløp eller utløp. Elementene kan da monteres her.

Kostnadmessig vil dette være en rimelig metode for utbedring i de aller fleste tilfellene.

Fordeler med denne løsningen er:

- Løsningen krever normalt ikke driftsstans på banen da det i de fleste tilfellene ikke er behov for å grave under svillene.
- Dette er en enkel utbedring å gjennomføre når det dreier seg om utbedringer nær innløp og utløp.

Ulemper med denne løsningen er:

- Det kan være vanskelig å feste selve takkonstruksjonen til stikkrenna. Sannsynligvis vil ”bein” av en eller annen utforming være mest realistisk, men det kan være vanskelig å få til løsninger som er bestandige over lang tid.

Dette er en ide som en ikke har erfaring med. Det er nok en del praktiske problemer med å bruke metoden, men det kan være interessant å prøve metoden for å skaffe seg erfaringer med den. Dette bør i såfall gjøres i samarbeid med produsenter.

### ***Trekking av polyesterstrømpe gjennom stikkrenne***

Metoden består i at en polyesterstrømpe trekkes gjennom et rør og støpes på plass ved hjelp av trykk og varme.

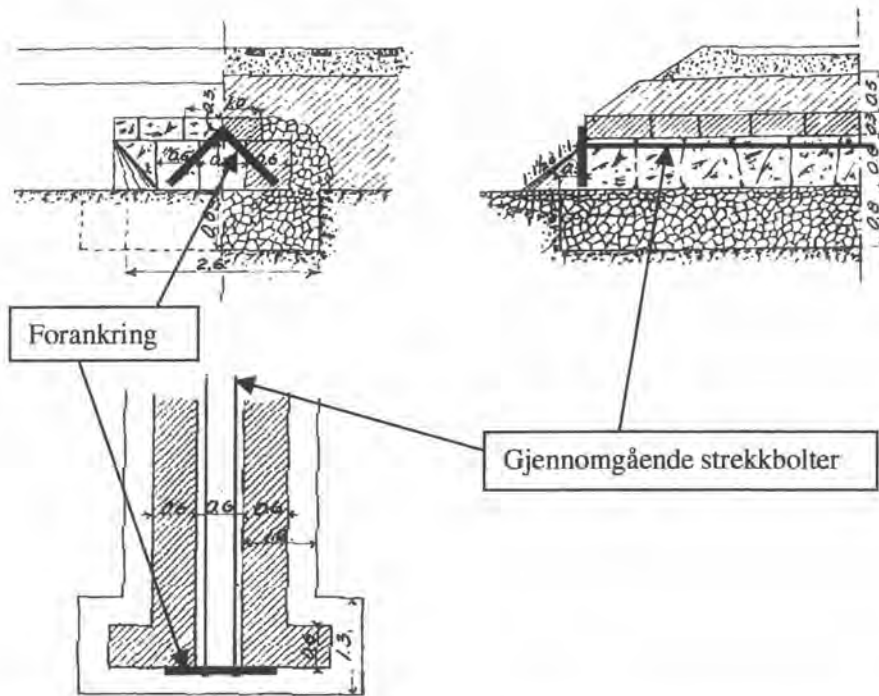
Dette er en metode som benyttes til rehabilitering av sirkulære rør. Løsningen er vel kjent innenfor kommunalteknikken. Metoden krever mothold, dvs at det ikke er store lokale ujevnheter. Metoden er derfor trolig vanskelig å bruke i rektangulære tørrmurte stikkrenner, og derfor lite aktuell å benytte ved rehabilitering av Jernbaneverkets rektangulære steinrenner.

Bruk av metoden krever også en del utstyr som må rigges opp, så tilriggingskostnadene, og dermed totalkostnadene, blir nok forholdsvis høye ved rehabilitering av så korte stikkrenner som en tross alt har i Jernbaneverket.

Siden metoden er lite aktuell å benytte er ikke fordeler og ulemper ved metoden vurdert i dette prosjektet.

### ***Trekke strekkbolter gjennom stikkrenne for å holde den sammen***

Løsningen består i at gjennomgående strekkbolter forankres ved stikkrennas munnings, se figur 4-10. På denne måten kan spesielt de ytterste steinene i stikkrenna holdes på plass. Løsningen bør optimaliseres med hensyn til materialer og utførelse.



FIGUR 4-10 Strekkbolter gjennom stikkrenne for å forhindre at sprekker oppstår

Denne metoden er mest aktuell å bruke på steinrenner med liten oppsprekking, men når det er sannsynlig at sprekkebredden vil øke framover. Det er ikke realistisk at en greier å redusere sprekke mellom steinene ved å montere strekkbolter, men det bør være mulig å stoppe sprekkeveksten.

Bruk av gjennomgående strekkbolter i stikkrenner vil kostnadsmessig være en gunstig løsning. Det kreves lite utstyr til montering, og materialkostnadene vil nok være dominerende.

Fordeler med denne løsningen er:

- Montering av gjennomgående strekkbolter i stikkrenna krever normalt ikke driftsstans på banen da det i de fleste tilfellene ikke er behov for å grave under svillene. Normalt er det ikke behov for å frakte tungt utstyr til stedet.
- Dette er en svært enkel utbedring å gjennomføre i de fleste tilfeller.
- Stikkrennas tverrsnitt reduseres ikke.
- Løsningen kan eventuelt kombineres med samtidig oppsetting av murer over stikkrennas innløp og utløp. Forankring av strekkbolter og muren kan da utføres som en konstruksjon.

Ulemper med denne løsningen er:

- En forutsetning for metoden er at stikkrenne stort sett er uskadd eller kun i mindre grad deformert.

Dette er en metode som trolig ikke er prøvd ut i praksis. Dette er en interessant metode som det er aktuelt å prøve. Før utprøving av metoden er det en del momenter som må vurderes. Dette er f.eks. utforming av forankring, dimensjonering av strekkbolter og vurdering av korrosjonsmotstand til bolter og forankring.



### *Dytte stein på plass med hydraulikk eller lignende*

Løsningen består i at steiner som har kommet ut av stilling inne i stikkrenna dyttes på plass med hydraulikk eller trykkluft. Det kan f.eks. benyttes tilsvarende utstyr som benyttes i redningsutstyr ved trafikkulykker.

Denne løsningen er først og fremst aktuell når tverrsnittet i stikkrenna er blitt redusert ved at sidesteiner har kommet ut av stilling. Dersom det har rast ned mye masser bak disse steinene er det tvilsomt at en klarer å dytte på plass disse steinene, og effekten av metoden er derfor noe usikker.

Denne løsningen er forholdsvis rimelig å utføre. Det er ingen materialkostnader knyttet til metoden.

Fordeler med denne løsningen er:

- Løsningen krever normalt ikke driftsstans.
- Dette er en enkel utbedring å gjennomføre, spesielt når det dreier seg om utbedringer nær innløp og utløp.

Ulemper med denne løsningen er:

- Det kan være problematisk å komme til med utstyr i trange tørrmurte steinrenner. Metoden er derfor mest aktuell nær munningene.
- Generell effekt av metoden er noe usikker. Effekten ser en først i hvert enkelt tilfelle når en har forsøkt metoden. Effekten er først og fremst avhengig av forholdene bak steinene som skal dyttes på plass. Dersom det er hardpakket med masser bak steinen er det vanskelig å dytte på plass steinen. Etter utbedring bør det settes inn tiltak for å hindre at steinen glir inn i stikkrennen igjen.

Denne metoden er ikke forsøkt tidligere. Det kan være aktuelt å forsøke metoden på noen stikkrenner der et fåtall av sidesteinene har kommet ut av stilling.

### *Grave opp og legge ny renne av betong eller plast*

Når det er store skader på stikkrenna, og tilstanden er dårlig, kan eneste løsning være å grave opp og legge ny stikkrenne av plast eller betong. Stikkrenna kan da bygges etter dagens regelverk for prosjektering og bygging av stikkrenner /4/.

Denne metoden er mest aktuell å benytte på lave fyllinger og på lavt trafikkerte spor. Jo høyere fyllinga er og jo større togtrafikken er på banen, desto mer aktuelt blir rørpressing (se neste løsning). Årsaken til dette er at denne løsningen krever driftsstans.

Kostnadene ved denne løsningene vil variere mye, spesielt har fyllingshøyden/overdekning over stikkrenna stor innvirkning på kostnadene. Sammenlignet med kostnadene til de løsningene som er beskrevet foran i dette kapitlet er dette en dyr metode.

Fordeler med denne løsningen er:

- Stikkrennen kan bygges etter gjeldende regler for prosjektering og bygging av stikkrenner for nye baner. Stikkrenna kan da prosjekteres og tilpasses de lokale forholdene slik de er i dag og vil bli framover. En må da forvente at stikkrenna krever lite drift- og vedlikeholdsinnsats de kommende år.

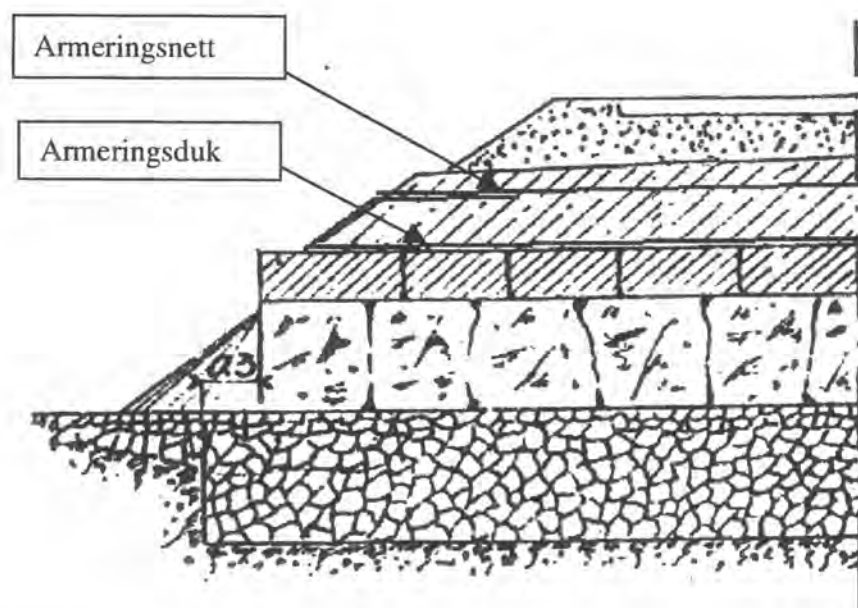
Ulemper med denne løsningen er:

- Løsningen krever driftsstans, og dette kan være et stort problem spesielt på sterkt trafikkerte strekninger og der stikkrenna ligger med stor overdekning.
- Selve sporet må også pakkes og justeres før det kan kjøres tog. En må derfor også ha utstyr for dette på arbeidsstedet.

Jernbanelverket har lang erfaring med bygging av nye stikkrenner.

### *Grave opp og legge duk/matte over eksisterende stikkrenne*

Problemer med topphellene er ganske vanlig, og figur 4-11 viser en løsning som ikke krever oppgraving av hele stikkrennen. Det graves ned til overkant av stikkrennen hvor det legges ut en duk som hindrer masser i å rase ned i stikkrenna. Duken bør ha en strekkstyrke slik at ytterligere deformasjoner blir motvirket. Det kan i tillegg være aktuelt å legge inn et armeringsnett noe høyere opp i fyllingen som også kan ta opp noe av de horisontale spenningene i fyllingen. Ofte er problemet med nedrasing i stikkrennene størst nær munningene. I slike tilfeller er det ikke nødvendig å grave ned til stikkrenna midt under skinnene. Prosjektering av løsningen må ta hensyn til hvor mye strekk duk og nett kan ta opp.



FIGUR 4-11 Oppgraving ned til stikkrenna og legging av armeringsduk og eventuelt armeringsnett

En forutsetning for bruk av denne metoden er at selve tverrsnittet til stikkrenna er intakt og at problemet kun er nedrasing av masser gjennom sprekker mellom topphellene. I slike tilfeller er det ikke nødvendig å skifte ut hele stikkrenna. Det er tilstrekkelig å tette for nedrasing av masser. Gravedybden blir ikke så dyp og reparasjonen går derfor mye raskere sammenlignet med utskifting av hele stikkrenna. Denne løsningen er nok mest aktuell for stikkrenner som ikke ligger med alt for stor overdekning. Dersom en først må grave dypt, anbefales utskifting av hele stikkrenna.

Kostnadene ved denne metoden er noe mindre enn ved full utskifting av stikkrenna.

Fordeler med denne løsningen er:

- En slipper å grave så dypt som ved full utskifting av stikkrenne. Tiden med driftsstans kan dermed forkortes noe.
- Dersom det kun er ved munningene av stikkrennen det er nødvendig med tiltak, kan det være mulig å utføre dette tiltaket med kun en kort periode med driftsstans.

Ulemper med denne løsningen er:

- Løsningen krever driftsstans, og dette kan være et stort problem spesielt på sterkt trafikkerte strekninger og der stikkrenna ligger med stor overdekning.
- Selve sporet må også pakkes og justeres før det kan kjøres tog. En må derfor også ha utstyr for dette på arbeidsstedet.

Dette er en ny løsning som ikke er prøvd i praksis. Metoden er interessant, spesielt bruk av metoden når problemet er nedrasing inne i stikkrenna nær munningene på stikkrenna. Løsningen bør derfor utprøves. Ved en utprøving må en beregne hvor mye strekk duk og nett kan ta opp. I hvert enkelt tilfelle må det også vurderes hvor mye en sparer i tid med full driftsstans på banen sammenlignet med de fordeler en oppnår ved full utskifting av stikkrenna.

### **Rørpressing (nytt rør)**

Denne løsningen består i at rør presses gjennom fyllinga. For å kunne gjennomføre rørpressing må en ha mothold å presse mot. På denne måten slipper en å grave i fyllinga.

Denne metoden er først og fremst aktuell i høye fyllinger og på baner med stor trafikk. I mange slike tilfeller er i praksis rørpressing eneste aktuelle tiltak. Det er lite aktuelt å stenge sterkt trafikkerte baner mer enn noen timer om natta. Steiner i fyllingen kan skape problemer for rørpressingen. Det må gjennomføres grundige geotekniske undersøkelser og vurderinger før rørpressing velges som tiltak.

Kostnadene til rørpressing kan variere mye avhengig av forholdene på stedet. Uansett er det et kostbart tiltak med store tilriggingskostnader for utstyret som skal benyttes. I høye fyllinger vil nok tiltaket være rimeligere enn full oppgraving av stikkrenna.

Fordeler med denne løsningen er:

- Løsningen krever ikke driftsstans over lang tid. Normalt kan selve pressingen gjøres om natta når togtrafikken er liten.



Ulemper med denne løsningen er:

- Løsningen stiller spesielle krav til grunnforhold, f.eks. innhold av steinblokker og størrelsen av disse. Dersom grunnforholdene ikke er undersøkt godt nok, er det en viss fare for å mislykkes.

Løsningen er velkjent i Norge både i Jernbaneverket og Statens vegvesen, og entreprenører har god kompetanse på å utføre slike løsninger.

### ***Bore flere små hull i fyllinga***

I stedet for å presse et stort rør gjennom fyllinga, kan det være aktuelt å bore flere mindre hull for rørgjennomføring i fyllinga.

Denne metoden er aktuell når grunnforholdene er slik at det er problematisk med rørgjennompressing, f.eks. når det er for mange steiner i fyllinga. Metoden er i utgangspunktet lite aktuell på steder med stor vannføring.

Kostnadene til rørboring kan variere mye avhengig av forholdene på stedet. Uansett er det et kostbart tiltak med forholdsvis store tilriggingskostnader for utstyret som skal benyttes. I høye fyllinger vil nok tiltaket være rimeligere enn full oppgraving av stikkrenna.

Fordeler med denne løsningen er:

- Løsningen krever normalt ikke driftsstans
- Løsningen stiller ikke så strenge krav til grunnforhold som rørpresing, f.eks. innhold av steinblokker og størrelsen av disse

Ulemper med denne løsningen er:

- På steder med stor vannføring er det behov for å bore mange hull

Løsningen er lite brukt.

### **4.1.3 Gjenslamming av stikkrenne**

For å unngå gjenslamming av stikkrennene, må en hindre masser fra sideterrenget i å komme inn i stikkrenna. Problemet med gjenslamming er oftest størst der det er finkornige masser i grunnen i sideterrenget. Ved valg av løsning bør hensikten være å hindre erosjon, dvs tiltak bør settes inn der erosjonen skjer. Dersom erosjonen skjer i terrenget rundt banen bør tiltak settes inn her, og hvis erosjonen skjer i drens-systemet langs banen må en sette inn tiltak her. Økende vannhastighet skaper erosjon og redusert hastighet fører så til sedimentering igjen.

Eroderte masser fra sideterrenget når linjegrøftene før de havner i stikkrennene. Dersom vannhastigheten er tilstrekkelig lav i linjegrøftene vil massene sedimentere her i første omgang. Senere kan de bli transportert til stikkrennene og sedimentere her. Det er aktuelt å benytte de samme

løsningene for å hindre gjenslamming av stikkrenner som benyttes for å hindre gjenslamming av linjegrøfter. Disse løsningene er omtalt i kapittel 4.2.1. Dette gjelder følgende løsninger:

- Grøfterensk
- Terrenggrøft for å hindre erosjon
- Nedføringsrenne med erosjonssikring
- Skråningsgrøft fylt med stein, grus eller puk
- Masseutskifting i grøftebunn/steinsetting
- Grøft kles med halve betongrør/plastrør
- Erosjonssikring i skråninger

Faren for gjenslamming kan også reduseres ved å gjøre tiltak som er beskrevet i kapittel 4.1.4 om øking av kapasiteten i stikkrenner. Tiltakene beskrevet i kapittel 4.1.4 er ofte litt mer omfattende og derfor mindre aktuelle. Dette gjelder primært følgende løsninger:

- Øke fallet i stikkrenna (ny stikkrenne)
- Redusere friksjonen (ny stikkrenne)
- Fordrøyning kombinert med sedimentasjon

### ***Sandfangskum ved innløp***

For å hindre gjenslamming av stikkrenner kan det bygges sandfangkum. Denne bør ikke ha mindre diameter enn 1 m. Prefabrikkerte betongkummer er mest vanlig. Det finnes også pre-fabrikkerte plastkummer på markedet. Ved større kulverter kan det benyttes plasstøpte kummer eller kummer murt av stein, betongblokker, nettingkurver ol.

Denne løsningen er mest aktuell ved stikkrenner som ligger dypere enn linjegrøfta, og der vannet transporterer en del masser inn mot stikkrenna.

Kostnadene for bygging av sandfangkum vil variere mye avhengig av grunnforholdene. I friksjonsmasser er det en forholdsvis rimelig konstruksjon, mens i mer finkornige masser og hvis en støter på fjell kan kostnadene fort fordobles.

Fordeler ved denne løsningen er:

- Bygging av sandfangkum krever normalt ikke driftsstans på banen da det i de fleste tilfellene ikke er behov for å grave under svillene. I enkelte tilfeller kan det være behov for kortere strømteknologier.
- Alt slammet samles ett sted, dvs det er enkelt å renske opp. For at sandfangkummen skal fungere etter intensjonene må kummen renskes regelmessig. Hvis ikke dette gjøres mister kummen sin funksjon.

Ulemper ved denne løsningen er:

- På steder med dårlige grunnforhold, kan det være vanskelig å sikre tilstrekkelig stabilitet for graveskråningen/byggegrøpen.
- Det kan være noe problemer med å tilpasse sandfangkummen til eksisterende drencsystem på stedet, f.eks. å etablere utløp fra kum i riktig høyde når stikkrennen allerede er plassert i høyde med linjegrøft.

Både Jernbaneverket og Statens vegvesen har mye erfaring med bygging, drift og vedlikehold av sandfangkummer.

### *Rist ved innløp*

Rist (varegrind) kan monteres over sandfangkum eller ved innløpet til stikkrenna. Rista må være utformet slik at den effektivt hindrer kvister, løv mm å komme inn i drencsystemet. Rister krever regelmessig ettersyn, og ved montering av rist må en nøye vurdere konsekvensene hvis rista går tett. Spesielt i tilknytning til stikkrenner med sterkt varierende vannføring, må behov for grovrist i tillegg til inntaksrist vurderes.

Montering av rister er mest aktuelt ved litt større stikkrenner og kulverter med en del vannføring, der en får hyppig tilstopping i stikkrenna.

Montering av rist er i de fleste tilfellene en rimelig investering.

Fordeler ved denne løsningen er:

- Montering av rist krever ikke driftsstans på banen

Ulemper ved denne løsningen er:

- Dersom rista går tett kan det oppstå oversvømmelse og skader på baneanlegget. Det er derfor viktig at det gjennomføres regelmessig inspeksjon. Nedbørsforholdene må styre hyppigheten av inspeksjonene.

Spesielt Statens vegvesen har lang erfaring med bygging, drift og vedlikehold av rister ved innløp til stikkrenner og kulverter. Det finnes gode beskrivelser av anbefalte løsninger og utforming av rister.

#### **4.1.4 Kapasitetsproblem**

Stikkrenner som har god standard, kan ha for liten kapasitet. En årsak til dette kan være at det har oppstått endringer i avrenningsforholdene i nedslagsfeltet, f.eks. grunnet myrgrøfting, flatehogst, asfaltering/veianlegg eller utbygging av byggefelt. Stikkrenna kan også være bygget med for liten kapasitet. I slike tilfeller kan det være behov for å øke kapasiteten på stikkrenna.

Noen stikkrenner, som har stor nok kapasitet, klarer ikke å ta imot vårflommen fordi det ligger is i dem. I slike tilfeller må det rengjøres for is før vårflommen starter.

### *Grave opp og legge ny stikkrenne*

Kapasiteten til ei stikkrenne kan økes ved å:

- Øke dimensjonen på stikkrenna
- Øke fallet til stikkrenna
- Redusere friksjonen i stikkrenna



I praksis må en grave opp å legge ny stikkrenne i alle disse tre tilfellene. Friksjonen kan reduseres ved å benytte stikkrenne med glattere overflata. Dette må gjøres ved å tre et nytt rør inn i det gamle. Tverrsnittet i stikkrenna vil da reduseres og kapasiteten til stikkrenna (ved full vannføring) trenger derfor ikke økes.

Ny stikkrenne er mest aktuell å benytte på lave fyllinger og på lavt trafikkerte spor. Jo høyere fyllinga er og jo større togtrafikken er, desto mer aktuelt blir rørpressing (se neste løsning). Årsaken til dette er at rørpressing ikke krever driftsstans over lengre perioder.

Kostnadene til oppgraving vil variere mye, spesielt har fyllingshøyden/overdekning over stikkrenna stor innvirkning på kostnadene.

Fordeler med denne løsningen er:

- Stikkrennen kan bygges etter gjeldende regler for prosjektering og bygging av stikkrenner for nye baner. Stikkrenna kan da prosjekteres og tilpasses de lokale forholdene slik de er i dag og vil bli framover. En må da forvente at stikkrenna krever lite drift- og vedlikeholdsinnsett de kommende år.

Ulemper med denne løsningen er:

- Løsningen krever driftsstans, og dette kan være et stort problem spesielt på sterkt trafikkerte strekninger og der stikkrenna ligger med stor overdekning.
- Selve sporet må også pakkes og justeres før det kan kjøres tog. En må derfor også ha utstyr for dette på arbeidsstedet.

Jernbaneanverket har bra erfaring med bygging av nye stikkrenner.

### ***Rørpressing***

Rørpressing er beskrevet i kapittel 4.1.2 og beskrives derfor ikke nærmere her.

### ***Montering av overløpsstikkrenne***

Montering av overløpsstikkrenne mellom formasjonsplanet og eksisterende stikkrenne med for liten kapasitet, vil i flere tilfeller være et fullgodt alternativ til rørpressing eller oppgraving og legging av ny stikkrenne. Overløpsstikkrenna vil da kunne legges så høyt at en slipper store gravedybder. Ved prosjektering av overløpsstikkrenne må en ta hensyn til de lokale forholdene på stedet, spesielt grunnforhold og faren for oppbløting av fyllinga. Overløpsstikkrenna må ikke legges så høyt at det er fare for oppbløting av fyllinga. Ved bruk av overløpsstikkrenne kan en også oppnå en viss fordrøyningseffekt.

Kostnadene til oppgraving og legging av overløpsstikkrenne vil variere mye, spesielt har gravedybde stor innvirkning på kostnadene. Sammenlignet med legging av ny stikkrenne/rørpressing vil legging av overløpsstikkrenne være en forholdsvis rimelig metode.

Fordeler med denne løsningen er:

- Overløpsstikkrenna kan bygges etter gjeldende regler for prosjektering og bygging av stikkrenner for nye baner. Overløpsstikkrenna kan da prosjekteres og tilpasses de lokale forholdene slik de er i dag og vil bli framover.

Ulemper med denne løsningen er:

- Løsningen krever driftsstans, og dette kan være et stort problem spesielt på sterkt trafikkerte strekninger og der stikkrenna ligger med stor overdekning. Varigheten til driftsstansen kan reduseres betraktelig sammenlignet med å legge ei ny stikkrenne med større kapasitet. Rørpressing/rørboring kan være et alternativ for å unngå driftsstans.
- Selve sporet må også pakkes og justeres før det kan kjøres tog. En må derfor også ha utstyr for dette på arbeidsstedet.
- Dersom det ikke tas tilstrekkelig hensyn til grunnforholdene kan det oppstå oppbløting av fyllinga med påfølgende utrasingsfare.

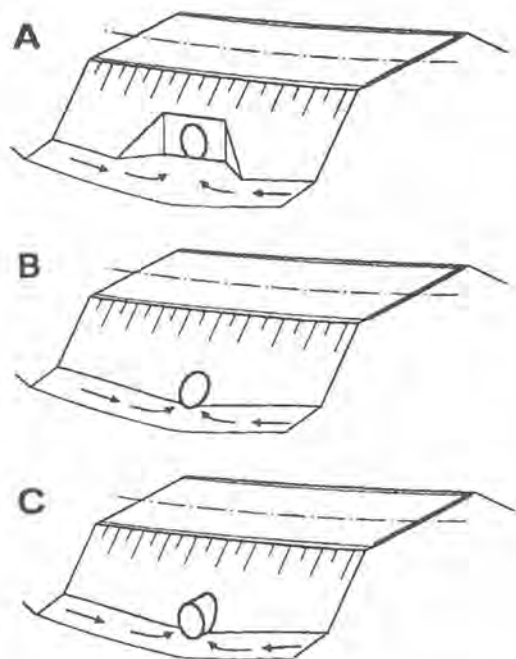
Jernbaneverket har bra erfaring med bygging av nye stikkrenner, men erfaringene med drift og vedlikehold av overløpsstikkrenner er nok noe mer begrenset.

### ***Endrede innløpsforhold***

Utforming av innløpet til kulverten/stikkrenna påvirker kapasiteten. I figur 4-12 er følgende aktuelle utforminger vist:

- Frontmur, ca vinkelrett på rørets lengdeakse, A (størst kapasitet)
- Innløp formet med helningen på grøfteskråningen, B
- Utstikkende rørende, C (minst kapasitet)

For rørdiameter på 300 mm kan kapasiteten økes med 15-20 % ved å bygge et utstikkende rør om med frontmur. For økende rørdiameter avtar denne effekten. For 1600 mm er økningen på 5-10 %.



FIGUR 4-12 Utforming av innløp for kulverter påvirker stikkrennas kapasitet /5/

Denne løsningen er mest aktuell å benytte dersom en har et utstikkende rør og kapasiteten til stikkrenna bare er litt for liten (behov for økning 5-20 %). I slike tilfeller bør ombygging til frontmur med vingemurer vurderes som en aktuell løsning. Denne løsningen kan også kombineres med å bygge en mur over selve innløpet for å hindre nedrasing i innløpet.

I de fleste tilfeller vil denne løsningen være rimelig sammenlignet med å grave opp og legge ny stikkrenne eller rørpressing.

Fordeler med denne løsningen er:

- Ombygging av innløpsutformingen krever normalt ikke driftsstans på banen da det i de fleste tilfellene ikke er behov for å grave under svillene.
- Dette er en enkel utbedring å gjennomføre.

Ulemper med denne løsningen er:

- Kapasitetsøkningen ved ombygging av innløpet er forholdsvis begrenset. Spesielt dersom innløpet er formet med helningen på grøfteskråningen (innløpsutforming B i figur 4-12) er det lite å hente ved dette tiltaket.

I Jernbaneverket har en liten erfaring med dette tiltaket, men i Statens vegvesen er tiltaket noe brukt.

### ***Fordrøyning, eventuelt kombinert med infiltrasjon***

Statens vegvesen har de siste årene bygd en del fordrøyningsanlegg i tilknytning til nye veg-anlegg. Slike anlegg er ofte bygd i kombinasjon med infiltrasjonsanlegg. Fordrøyningsbasseng



kan bygges både lukkede og åpne og kan kombineres med sedimentasjon. Framover vil det bli lagt større vekt på lokal håndtering av overvann.

På eksisterende baner kan det være aktuelt å vurdere dette; spesielt dersom kapasiteten til stikkrenna er for liten eller når det er snakk om relativt små vannmengder. På eksisterende baner kan det imidlertid være problemer med å tilpasse et fordrøyningsbasseng til eksisterende areal. Det må f.eks. tas hensyn til naboforhold og grunnforhold på stedet. Dersom det ikke tas tilstrekkelig hensyn til grunnforholdene kan det oppstå oppbløting av fyllinga med påfølgende utrasingsfare. Ut fra slike vurderinger er muligens denne løsningen lite aktuell på eksisterende baner.

Kostnadene vil variere mye avhengig av hvor mye anleggsarbeid som må gjøres. Et åpent basseng vil være forholdsvis rimelig, mens et lukket basseng i betong vil være en dyr konstruksjon som trolig er lite aktuell sammenlignet med løsningene nevnt foran i dette kapitlet.

Fordeler med denne løsningen er:

- Løsningen krever ikke driftsstans på banen

Ulemper med denne løsningen er:

- Løsningen krever et visst areal og det kan være vanskelig å innpasse dette grunnet terrengforhold, eksisterende dreneringssystem og forhold til grunneiere.

Denne løsningen er ikke benyttet i Jernbaneverket, men Statens vegvesen har de siste årene prosjektert og bygget noen fordrøyningsbasseng kombinert med infiltrasjon og sedimentering.

#### 4.1.5 Ising i stikkrenner

For stikkrennene vil det være viktig med rutiner for inspeksjon om vinteren. Alle problemer som registreres ved stikkrennene bør samles, slik at man ved senere tiltak har stikkrennas historikk som bakgrunnsmateriale. Disse opplysningene bør samles slik at de er lett tilgjengelige f.eks. i Banedatabanken (BDB). I dag har BDB kun mulighet til å lagre siste tiltak, og dette er ikke tilstrekkelig som bakgrunnsmateriale. Et kontrollskjema bør benyttes ved systematiske inspeksjoner slik at alle aktuelle problemer blir registrert.

Opplysningene i BDB vil være spesielt viktige for å velge ut hvilke stikkrenner som trenger spesielle tiltak før vinteren for å hindre problemer med ising. Tidligere ble stikkrennene systematisk tildekket med kvister for å hindre ising, men dette er det ikke ressurser til i dag. Ved gjentatte problemer med ising bør det vurderes å bygge mer permanente tiltak.

Vegnormalene håndbok 018 /5/ tilsier at Vegvesenet stort sett satser på permanente tiltak for å hindre isingsproblemer. Mulige tiltak er bl.a. å bygge stikkrennene kortere slik at skorsteins-effekten blir mindre eller å montere gardin av plaststrimler foran åpningene. Et annet tiltak er å utforme utløpet slik at det er rom for kjøving uten at røret stenges. Isolasjonsmaterialer som EPS og XPS, samt lettklinker blir også benyttet. I tillegg står det i /5/ at stikkrenner med diameter 600 mm eller mindre normalt ikke krever frostsikring.

Vegvesenets løsninger kan i mange tilfeller være vanskelig å benytte for eksisterende banestrekninger fordi jernbanen har begrensede muligheter til å grave opp og endre stikkrenneløpet.

### *Svilleoverbygg over innløp og utløp*

Gjenbruk av tresviller til svilleoverbygg over innløp eller utløp er en enkel metode som i mange tilfeller hindrer ising i stikkrenner. Figur 2-14 i kapittel 2 viser et svilleoverbygg.

Svilleoverbygg kan brukes i mange situasjoner, men effekten er svært avhengig av de lokale forholdene på stedet. Svilleoverbygg bør ikke brukes i tilknytning til stikkrenner der det er behov for hyppige inspeksjoner, f.eks. der en erfaringsvis har problemer med gjenslamming av stikkrenna.

Svilleoverbygg er en svært rimelig løsning å bygge.

Fordeler med denne løsningen er:

- Et svilleoverbygg vil i mange tilfeller hindre kjøving ved innløp og utløp på en effektiv måte. Effekten er imidlertid også avhengig av de lokale forholdene på stedet, f.eks. skorsteins-effekten i stikkrenna. I en del tilfeller får en derfor ingen effekt av et svilleoverbygg.
- Et svilleoverbygg er en ganske varig konstruksjon som holder i mange år.
- Et svilleoverbygg kan også hindre kvister ol å komme ned i innløpet.

Ulemper med denne løsningen er:

- En svillekonstruksjon er vanskelig å flytte på og kan derfor være et hinder ved inspeksjon og visitasjon av stikkrenner. En enkelt tresviller kan veie 50-100 kg avhengig av tresort og nedbørsforhold. Dersom svillene i svilleoverbygget i tillegg er boltet sammen blir svilleoverbygget temmelig tungt - dvs inspeksjon av stikkrennene blir vanskelig.

Svilleoverbygg er mye benyttet i Jernbaneverket.

### *Tildekking med granbar over innløp og utløp*

Tildekking av innløp og utløp til stikkrenner med granbar er en godt kjent metode i Jernbaneverket. Tidligere ble alle stikkrenner tildekket med granbar om høsten, og om våren fjernet en dette igjen. Nå har en ikke ressurser og personer til å gjøre dette.

Metoden er aktuell å bruke på alle stikkrenner som det er problemer med gjenfrysing i. Det er viktig å registrere hvilke renner det er viktigst at kvistes.

Kvisting av stikkrenner er i prinsippet rimelig, men det går med en del tid til hogging av kvister, tildekking av stikkrenna om høsten og fjerning av dette om våren igjen. I tillegg kan det være behov for noe ettersyn av kvistingen gjennom vinteren. Metoden krever altså en del håndarbeid, spesielt om høsten og våren.

Fordeler med denne løsningen er:

- Kvisting av stikkrenner vil i de fleste tilfeller hindre kjøving ved innløp og utløp på en effektiv måte. Effekten er imidlertid noe avhengig av de lokale forholdene på stedet og snøforholdene. Virkningen er best når det er noe snø.

Ulemper ved denne metoden er:

- Kvister og trær over innløpene kan tette igjen innløpet dersom de ikke fjernes i tide, spesielt om våren.

I Jernbaneverket er det flere personer som har erfaring med tildekking av stikkrenner med granbar, men denne kompetansen på rask veg ut av etaten nå.

### ***Isolasjonsmatter over innløp og utløp (expressisopor/vintermatter)***

Tildekking av innløp og utløp til stikkrenner med isolasjonsmatter er en godt kjent metode i Jernbaneverket.

Metoden er aktuell å bruke på alle stikkrenner som det er problemer med gjenfrysing i. Det er viktig å registrere hvilke renner det er viktigst at tildekkes med isolasjonsmatter. Tildekking med isolasjonsmatter er et alternativ til tildekking med granbar.

Tildekking med isolasjonsmatter over stikkrennenes innløp og utløp er i prinsippet rimelig, men det går med en del tid til tildekking av stikkrenna om høsten og fjerning av dette om våren igjen. I tillegg kan det være behov for noe ettersyn gjennom vinteren. Metoden krever altså en del håndarbeid, spesielt om høsten og våren.

Fordeler med denne løsningen er:

- Tildekking av stikkrenner med isolasjonsmatter vil i de fleste tilfeller hindre kjøving ved innløp og utløp på en effektiv måte. Effekten er imidlertid noe avhengig av de lokale forholdene på stedet.
- Matten er lett synlig og kan fjernes som "én enhet" om våren, dvs isolasjonsmatte er sikrere enn granbar som kan bli "glemt" om våren.

Ulemper ved denne metoden er:

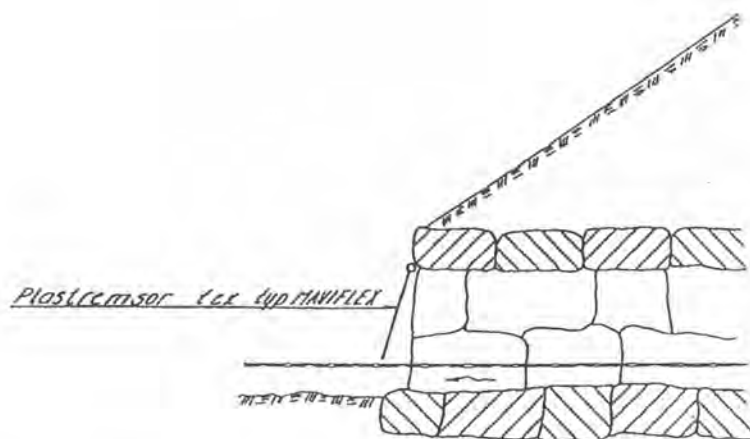
- Dersom det kommer uventet mildvær kan matten tette innløpet

Denne metoden benyttes for isolering av inn- og utløp av stikkrenner i Jernbaneverket.

### ***Gardin av plaststrimler ved innløp og utløp***

På markedet finnes det løsninger med gardin av plaststrimler som monteres over innløp og utløp til stikkrenna, se figur 4-13. Denne gardinen hindrer at kald luft strømmer gjennom stikkrenna (skorsteinseffekt).





FIGUR 4-13 Gardin av plaststrimler /7/

Denne metoden er aktuell å bruke på stikkrenner der gjennomstrømning av kald luft er et problem, og der andre metoder kan føre til gjentetting av stikkrenna.

Kostnadmessig er dette en rimelig løsning som krever lite ettersyn om vinteren fordi det er liten risiko for at selve plastgardinen tetter igjen stikkrenna.

Fordeler ved denne løsningen er:

- Dette er en ganske varig konstruksjon som krever lite ettersyn
- Løsningen hindrer ikke inspeksjon av stikkrenna

Ulemper ved denne løsningen er:

- Løsningen hindrer ikke iskjøving foran stikkrennas innløp.
- Det er en viss fare for at nedre del av plaststriplene kan fryse fast, spesielt om våren med vekslende tining og frysinger.

Jernbaneverket har liten erfaring med bruk av metoden, mens Statens vegvesen har en viss erfaring med bruk av metoden.

### **Stiming**

Stiming gjøres ved at varm damp føres gjennom et rør inn i stikkrenna og tiner opp isen i stikkrenna.

Når en stikkrenne først er gått tett av is, vil det oftest være nødvendig å benytte stiming for å åpne stikkrennen. Stiming kan også være et alternativ i forhold til tiltak som settes inn før vinteren da stiming kan begrenses til stikkrenner som har fått problemer. Stiming er spesielt aktuelt ved hyppig gjenfrysing.

Stiming av stikkrenner er forholdsvis kostbart sammenlignet med tiltakene beskrevet foran, spesielt dersom stiming må gjøres flere ganger i løpet av vinteren. Normalt er det et forholdsvis begrenset antall stikkrenner det er behov for å stime.

Fordeler med denne løsningen er:

- Stiming kan påbegynnes etter at problemet er oppstått. Dette kan også være en ulempe ved at skader oppstår før stiming gjøres. Det er derfor viktig med gode inspeksjonsrutiner slik at en oppdager isen i tide.

Ulemper med denne løsningen er:

- Tiltaket er ikke permanent, og bør derfor ikke være primærvalget for stikkrenner som iser nesten hver vinter.

Både Jernbaneverket og Statens vegvesen har lange erfaringer med stiming av stikkrenner.

### *Varmekabler*

I enkelte stikkrenner kan problemene være så store at det er behov for å montere varmekabler som er styrt av temperaturfølere. En må da ha tilgang på elektrisk energi.

Sammenlignet med øvrige løsninger er dette et forholdsvis kostbart tiltak, men så er en også "forsikret" mot problemer med ising i stikkrennene. Selve installasjonen (kabler og temperaturføler) krever et visst tilsyn i løpet av året.

Varmekabler i problematiske stikkrenner har vært brukt av både Jernbaneverket og Statens vegvesen i flere år.

## **4.2 Linjegrøfter**

Dette prosjektet har vist at det er en del problemer knyttet til vedlikehold av linjegrøfter på eldre jernbanestrekninger i Norge. Linjegrøftene på slike strekninger er i hovedsak åpne grøfter som følger sporets kurvatur. Vanlig vedlikehold for linjegrøfter er grøfterensk, men et hyppig behov for vedlikehold skaper problemer for jernbanedriften da togtrafikken forstyrres. Nødvendig vedlikehold av linjegrøftene blir derfor ofte utsatt inntil vannet skaper direkte problemer for jernbanedriften. Utfordringen ligger derfor i å finne løsninger som krever minimalt med vedlikehold i tillegg til at utbedringsarbeidene i seg selv skal kreve minst mulig driftsstans for togtrafikken. Det er også oppstått en del problemstrekninger pga. plassmangel etter at sporet er hevet i pukk.

I kapittel 4.2.1-4.2.3 er løsninger som kan være mulig å benytte for å utbedre linjegrøftene kort beskrevet. Det er tatt med både velkjente løsninger, og "nye" løsninger som tidligere ikke er benyttet for jernbanens linjegrøfter. Også løsningene for linjegrøfter bør vurderes mht. vannføring, togframføring i anleggsperioden, kostnader, fremtidig vedlikehold mm.

Ut fra nåtilstanden som ble registrert på befaringene (kap 2), har vi valgt å dele løsningene inn etter de problemene som en har med linjegrøftene. Følgende inndeling er benyttet:

- Gjenslammede/gjengrodde grøfter (kap 4.2.1)
- Kantstein fjernes fra trange fjellskjæringer (kap 4.2.2)
- Linjegrøft på trange strekninger hvor det er vanskelig å etablere åpen linjegrøft (kap 4.2.3)

Det er aktuelt å følge opp enkelte av løsningene nevnt her for å optimalisere løsningen. For spesielle løsninger med ”nye” materialer, kan det i tillegg være aktuelt å hente inn erfaring om bruk fra andre etater både i Norge og f.eks. Sverige. Løsningene bør i størst mulig grad unngå konstruksjoner nær sporet som lett blir skadet ved andre vedlikeholdsarbeider i sporet.

Håndbok 018 til Statens vegvesen /5/ har f.eks. listet opp noen fordeler og ulemper ved lukket drenering og åpen drenering (se Håndbok 018 side 91).

#### 4.2.1 Gjenslammede/gjengrodde grøfter

Årsaken til *gjenslamming* av grøfter er oftest at jorden består av finkornige masser som eroderes fra grøfter og landskapet omkring. Massene legges igjen i linjegrøftene der hvor vannhastigheten bremses opp.

*Gjengroing* av linjegrøfter er oftest et problem der hvor vannføringen i store deler av året er meget liten.

##### **Grøfterensk**

Løsningen består i å reetablere opprinnelig grøfteprofil ved å grave bort overskuddsmasser.

Som et vedlikeholdstiltak må grøftene renskes når slam og vegetasjon hindrer tilstrekkelig drenering av overbygningen. Ofte er det behov for opprydding i åpne grøfter etter små utglidninger og ras. Mange steder vil det gå lang tid før det blir behov for ny grøfterensk, og øvrige tiltak vil være overflødige. Dersom vannet fører med seg mye slam/finstoff, må man vurdere supplerende tiltak som hindrer erosjon.

Kostnadene er relativt moderate.

Fordeler med denne løsningen er:

- Vedlikeholdet kan gjennomføres med enkle midler, dvs vanlig gravemaskin.
- Tiltaket kan gjennomføres uten driftsstans på strekninger uten for stor togtrafikk. Strømutkobling må påregnes mens graving pågår.

Ulemper med denne løsningen er:

- Dersom årsaken til gjenslamming ikke fjernes, kan ny grøfterensk raskt bli nødvendig igjen.

Dette er en velkjent metode for vedlikehold av åpne linjegrøfter.



### *Terrenggrøft for å hindre erosjon*

Der hvor erosjon i skjærings-skråninger er et problem kan det være aktuelt å etablere terrenggrøft (avskjærende grøfter). Løsningen består i å etablere en grøft innenfor toppen av skjærings-skråninger, som vist på figur 4-14, for å hindre at vannet renner ukontrollert ned skjæringen. Erosjon i skjærings-skråninger fører masser ned i linjegrøften og kan i tillegg medføre redusert overflatestabilitet. Ved behov føres vannet fra terrenggrøftene kontrollert ned til linjegrøft eller stikkrenne ved å etablere en nedføringsrenne. Grøften bør bygges med tett bunn og tette sider, eventuelt også med erosjonssikring.



FIGUR 4-14 Terrenggrøft innenfor topp av skjæring

Løsningen egner seg for de fleste skjæringer. Løsningen krever imidlertid en del areal ovenfor skjæringstopp, og dersom jernbanen ikke selv er grunneier, må det kommes til enighet med aktuelle grunneiere.

Kostnadene ved etablering vil variere mye avhengig av terreng og grunnforhold.

Fordeler med denne løsningen er:

- Enkelt tiltak som normalt ikke krever driftsstans på banen

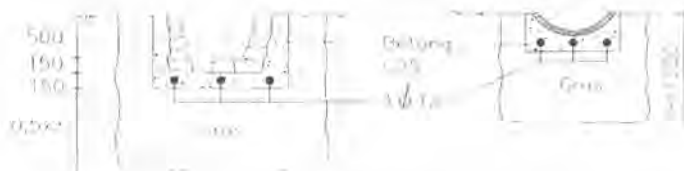
Ulemper med denne løsningen er:

- Løsningen kan komme i konflikt med aktuelle grunneieres interesser, f.eks. ønsker en del gårdbrukere å fjerne gjerde mot jernbanen for å kunne pløye helt ut til kanten.

Terrenggrøfter er et velkjent dreneringstiltak, og mye benyttet både for veg og jernbane. Løsningen benyttes også mye ved nye anlegg. Det er også vanlig å etablere terrenggrøft på toppen av fjell-skjæringer for å hindre iskjøving.

### *Nedføringsrenner med erosjonsbeskyttelse*

Løsningen består i å etablere nedføringsrenner i skjæringer for å føre vann fra bekkeløp og terrenggrøfter kontrollert ned skjærings-skrånningen til stikkrenne eller linjegrøft. En løsning for erosjonssikring av slike nedføringsrenner er vist i figur 4-15. Grøften kles med halve betonggrør eller stein som er innstøpt i armert betong. Fundamenteringen må være frostfri.



FIGUR 4-15 Erosjonssikring av nedføringsrenner

Løsningen er mest aktuell i lange skjæringer i løsmasser.

Med erosjonssikring av rennen slik figur 4-15 viser, er kostnadene pr. meter betydelig høyere enn for konvensjonell grøft.

Fordeler med denne løsningen er:

- Bygging av nedføringsrenne krever normalt ikke driftsstans på banen
- Erosjon i grøftebunn hindres og gjengroing i grøftebunnen oppstår ikke

Ulemper med denne løsningen er :

- Løsningen kan være tidkrevende å etablere.
- Vannet kan få stor hastighet med glatt grøftebunn. Vannhastigheten kan bremses med f.eks. innmurt stein i nedføringsrennen. For stor vannhastighet i nedføringsrenna kan medføre skader på banelegemet og andre dreneringsanlegg som linjegrøfter og stikkrenner.

Nedføringsrenner er vanlige i lange skjæringer. Utformingen kan imidlertid variere noe. Både Statens vegvesen og Jernbaneverket har lang erfaring med å bygge og vedlikeholde ulike typer nedføringsrenner.

### ***Skråningsgrøft fylt med stein, grus eller pukk***

Løsningen består i å etablere en grøft i skråningen på tvers av linjeretningen, fylt med drenerende masser. Fiberduk må benyttes der filteregenskapene ikke blir oppfylt.

I de fleste tilfeller er den drenerende virkningen av linjegrøften og eventuelt langsgående drensledning og terrenggrøft, tilstrekkelig til å sikre skråningen. For å unngå grunnvannserosjon og overflateglidninger i spesielt vannholdige skjæringsmasser, må skråningen sikres med egne drensgrøfter

Fordeler med denne løsningen er:

- Etablering av løsningen krever normalt ikke driftsstans
- Skråningsstabiliteten blir ikke svekket tilsvarende som ved etablering av åpne grøfter

Ulemper med denne løsningen er:

- Det er en mulighet for at også pukkfylte grøfter går tette. Det er da vesentlig mer jobb å rense disse enn en lukket rørgrøft eller åpen grøft.

Materialene som benyttes er relativt rimelige, men i store skjæringer kan anleggstekniske forhold fordyre etableringen.

Skråningsgrøfter på tvers av linjeretningen er noe benyttet ved nye anlegg. I store bratte skråninger er grøftene noen ganger etablert på skrå nedover skjæringen.

### ***Masseutskifting i grøftebunn/steinsetting***

Løsningen består i å masseskifte i grøftebunn med grovere materiale som er mindre utsatt for erosjon, f.eks. grus eller stein.

Masseskifting er aktuelt der erosjon i grøftene er et problem. Dette kan være grøfter som fører vann det meste av året, eller som av andre årsaker er spesielt utsatt for erosjon. Normalt for linjegrøfter er at vegetasjonen i grøftene hindrer erosjon, men er vannføringen stor kan det være vanskelig å få vegetasjon til å gro i grøftebunnen.

Løsningen er noe dyrere enn vanlig grøfting.

Fordeler med denne løsningen er:

- Løsningen er basert på enkle kjente prinsipper og materialer og krever normalt ikke driftsstans på banen. Strømutkobling må imidlertid påregnes ved graving nær sporet.

Ulemper med denne løsningen er:

- I motsetning til vanlig grøfterensk, må det tilføres erosjonssikre masser. Transportbehovet blir dermed større. Dersom jernbanen benyttes til slik transport går det lengre tid før oppstart etter togplassering.

Metoden er mest brukt der det etableres en ny grøft med spesielt stor vannføring.

### ***Grøft kles med halve betongrør/plastrør***

Grøft med fast bunn er en løsning tilsvarende som for erosjonssikret nedføringsrenne, se figur 4-15, men det er normalt ikke nødvendig med betongstøp under rørene som fundament. Et fundament av grus eller torv vil oftest være tilstrekkelig sammen med en tettende plastfolie.

Løsningen er tidkrevende å etablere og mest aktuell over korte strekninger med stor erosjonsfare, og som i tillegg kan medfører en sikkerhetsrisiko. Løsningen egner seg også der det er permeable masser for å hindre at vannet renner ned i grunnen gjennom en fylling.

Løsningen er kostbar i forhold til vanlige grøfter.

Fordeler med denne løsningen er:

- Tiltaket kan gjennomføres uten driftsstans på strekninger uten for stor togtrafikk. Strømutkobling kan være nødvendig i enkelte tilfeller.



- Erosjon hindres og gjengroing unngås i tørre perioder.
- Vann siver ikke ned i grunnen gjennom jernbanefylling ved permeable masser. Løsningen kan derfor brukes som et alternativ til tetting med leire eller torv der det er fare for at leiren vil vaskes bort.

Ulemper med denne løsningen er :

- En slik grøft er tidkrevende å etablere.
- Vannet kan få stor hastighet med glatt grøftebunn, og vannhastigheten kan bremses med f.eks. innmurt stein i grøftebunnen. For stor vannhastighet i grøfta kan medføre skader på banelegemet og andre dreneringsanlegg som f.eks. stikkrenner.

Løsningen er lite benyttet.

### ***Erosjonssikring i skråninger***

Erosjonssikring med geotekstil/geonett består i å dekke til skråningen med et geotekstil/geonett som festes med nagler/armeringsjern til underlaget. Geonett skal sikre overflatestabilitet slik at vegetasjon kan etableres.

Løsningen er mest aktuell der massene er spesielt vanskelige å stabilisere i overflaten og løsningene med drenering og vegetasjon er utilstrekkelig eller vanskelig å etablere.

Løsningen er en god del dyrere enn å etablere vegetasjon.

Det er ikke registrert noen spesielle fordeler og ulemper med løsningen, men geonett og forankring bør dimensjoneres i hvert enkelt tilfelle.

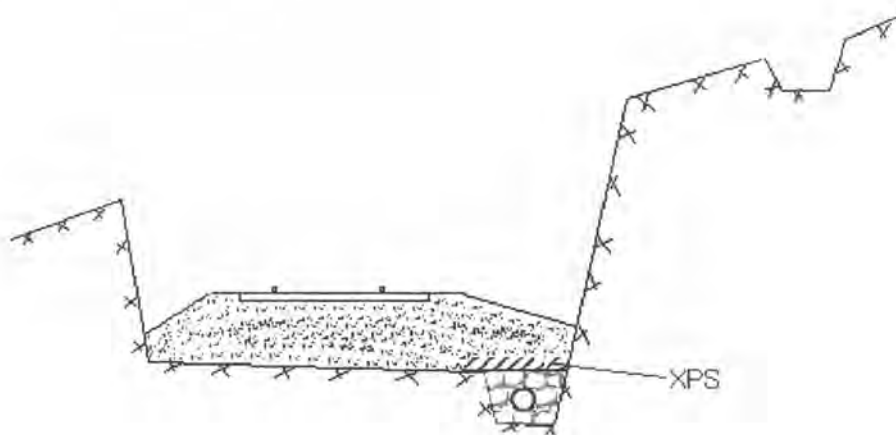
Løsningen er noe benyttet av Statens vegvesen. For mer detaljert informasjon om sikring av vegskråninger henvises det til Veiledning til 018, Sikring av vegskråninger /8/.

#### **4.2.2 Kantstein fjernes fra trang fjellskjæring**

Jernbane i fjellskjæring ble tidligere bygd med åpen linjegrøft og kantstein for å holde ballastgrusen på plass. Mye kantstein er allerede fjernet eller overfylt uten at det er utført spesielle dreneringstiltak. I tillegg kommer kantsteinen i konflikt med ballastrenseverket. Uten drengrøft eller linjegrøft blir dreneringen av overbygningen svekket, noe som med tiden kan føre til partier med vaskesviller.

#### ***Lukket drengrøft pigges ned i traubunn med XPS som isolasjon***

Løsningen består i å fjerne eventuell kantstein før en grøft pigges ut i traubunnen. Grøften gir plass til drengrør med nødvendig omfylling. Over grøften isoleres det med XPS før overfylling med pukk. Figur 4-16 viser en prinsippskisse av løsningen.



FIGUR 4-16 Lukket drensgrøft i fjellskjæring med XPS som isolasjon

Dette kan bli en meget dyr løsning å bygge på eksisterende spor dersom det er mange tog på strekningen, og om fjellet er vanskelig å pigge.

Fordeler med denne løsningen er:

- Enklere løsning å bygge på eksisterende spor enn å utvide skjæringen

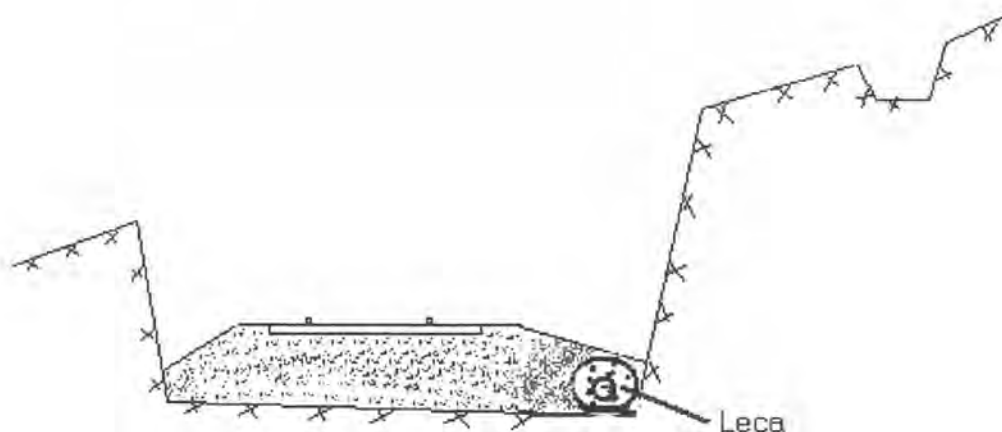
Ulemper med denne løsningen er:

- Meget tidkrevende løsning å bygge grunnet pigging og delvis behov for undergraving av sporet. Det må fylles tilbake under svillene før tog kan passere.
- Det kan være vanskelig å plassere spylekummer med tilstrekkelig avstand til sporet.
- Behov for driftsstans under pigging kan gi korte arbeidsperioder.
- Det kan oppstå problemer med stabilitet av fjellskjæringen når en sprenger/pigger i fjellskjæringsfoten. Det er derfor behov for grundige undersøkelser før utførelse.
- Frost kan trenge ned i grøften gjennom fjellsiden. Dersom grøften ligger grunt har ikke grøften nødvendigvis tilstrekkelig frostmotstand.

Løsningen er forsøkt én gang tidligere (Sandvika).

### ***Lukket drensgrøft med Leca***

Løsningen er ikke ferdig utviklet, men figur 4-17 viser tenkt plassering av Leca. For øvrig består løsningen i å fjerne eventuell kantstein før Leca og drensør legges ut. Over Lecaen legges det pukk.



FIGUR 4-17 Lukket drensgrøft i fjellskjæring med Leca som isolasjon

Dette tiltaket er mest aktuelt i trange fjellskjæringer der hvor det ikke er plass til åpen linjegrøft og eventuell kantstein kommer nærmere svilleenden enn 40 cm.

Løsningen antas å bli et rimelig alternativ i forhold til løsningen med pigget grøft med isolering med XPS over.

Fordeler med denne løsningen er:

- Det kan være mulig å få til en løsning som krever minimalt med pigging

Ulemper med denne løsningen er:

- Løsningen krever driftsstans og strømutkobling under bygging
- Det kan være vanskelig å plassere spylekummer med tilstrekkelig avstand til sporet

Denne løsning er ikke ferdig utviklet eller forsøkt i praksis. En instrumentert forsøksstrekning med denne løsningen vil sannsynligvis bli bygget i år 2000.

#### ***Utvidelse av fjellskjæring for etablering av åpen linjegrøft***

Løsningen består i utvide fjellskjæringen ved å sprengne eller pigge nederst i fjellskjæringen slik at det blir plass til åpen linjegrøft.

Løsningen er mest aktuell i lave fjellskjæringer. Større fjellskjæringer kan eventuelt utvides i forbindelse med en større linjeomlegging/urveutretting.

Løsningen er relativt kostbar dersom utvidelsen ikke samtidig kan kombineres med en kurveutretting.

Fordeler med denne løsningen er:

- Dette er en sikker løsning som krever lite vedlikehold



Ulemper med denne løsningen er:

- Utvidelse av traseen krever driftsstans og strømutkobling i lengre perioder.
- Løsningen er ikke alltid mulig å få til grunnet terreng (stabilitetsproblem) og nabo-/grunneierforhold.
- Det kan oppstå problemer med stabilitet av fjellskjæringen når en sprenger/pigger i fjellskjæringsfoten.

Løsningen er lite brukt som løsning på dreneringsproblemer, men for øvrig er teknikken og løsningen kjent ved f.eks. kurveutretting.

#### 4.2.3 Trang strekning hvor det er vanskelig å etablere åpen linjegrøft

Mange steder har jernbane en meget trang trasé. Dette kan f.eks. skyldes høye skjæringer eller bygg og konstruksjoner nær jernbanen. Som oftest har jernbanen opprinnelig vært bygd med åpen linjegrøft på disse stedene, med av ulike årsaker, f.eks. heving og utvidelse av sporet, er det ikke lenger tilstrekkelig med plass til en slik grøft. På slike partier vil det være aktuelt å finne alternativer til vanlig åpen linjegrøft.

##### *Vanlig lukket drenering*

Løsningen består i å grave ned drenerør langs sporets trasé.

Lukket drenering er aktuell alle steder hvor det ikke er plass til eller ønskelig med åpen grøft. En vesentlig del av vedlikeholdet for lukket drenering er å kontrollere inspeksjonskummer og sandfangkummer.

Kostnader til lukket drenering er velkjent. Det må imidlertid legges til noe for arbeider nært inntil sporet.

Fordeler med denne løsningen er:

- Løsningen krever redusert arealinngrep i forhold til åpen drenering

Ulemper med denne løsningen er:

- Behov for driftsstans under graving kan gi korte arbeidsperioder. Det kan også være behov for strømutkobling.
- Løsningen er ikke alltid mulig å få til pga. stabilitet ved graving inntil sporet og stabilitet til skjæringsskrånninger.
- Lukket drenering krever jevnlig ettersyn; vanskeligere å fastslå når det er nødvendig med tiltak.
- Trangt profil gir mindre plass til snø og is i skjæringer og dårligere sikt i kurver (ved skjæring).

Løsningen er velkjent.

### ***Lukket drenering med isolasjon av Leca eller XPS***

Løsningen består i å isolere nedlagt drenerør mot frost for å kunne begrense gravedybden. For øvrig er løsningen lik som for vanlig lukket drenering. Isolasjonsmaterialet kan f.eks. være XPS eller løs Leca.

Løsningen er aktuell som et alternativ til vanlig lukket drenering der det er fare for undergraving av sporet og i skjæringer hvor stabiliteten blir betydelig svekket pga. graving i skråningsfoten.

Materialkostnadene blir noe høyere enn for vanlig lukket drenering, men mye kan spares inn ved lavere øvrige anleggskostnader grunnet mindre gravearbeid.

Fordeler med denne løsningen er:

- Løsningen krever redusert arealinngrep i forhold til åpen drenering
- Det er ikke behov for å grave like dypt som med en løsning uten isolerende materiale
- Løsningen gir bedre stabilitet til spor og skjæringer under anleggsarbeidene

Ulemper med denne løsningen er:

- Behov for driftsstans under graving kan gi korte arbeidsperioder. Det kan også være behov for strømutkopling.
- Lukket drenering krever jevnlig ettersyn.
- Trangt profil gir mindre plass til snø og is i skjæringer og dårligere sikt i kurver (ved skjæring).

Alle løsninger er ikke like mye benyttet tidligere, men i prinsippet er løsningen velkjent.

### ***Lukket drenering med drensmatter***

Løsningen består i å legge ned en prefabrikkert drensmatte ved hjelp av grave-/freschjul, kjedegraver eller plog, se figur 4-18. Drensmatten består av en filterduk rundt en plastkjerne, og stedlige masser kan legges tilbake inntil drensmatten. Aktuelle produkter er f.eks. "Hydraway drain", "Stabidrain". Leggedybden med freschjulsmaskin er begrenset til ca 90 cm. Kjedegraver er et aktuelt utstyr ved større leggedybder, og dette utstyret mestrer også ganske store stein og lokale fjellknauser.



FIGUR 4-18 Eksempel på utstyr for nedgraving av drensmatte

Drensmatter er et aktuelt produkt for de fleste dreneringsproblemer, men leggemetodene gjør dem først og fremst aktuelle for løsmasser.

Prisen for selve drensmatte er høyere enn for tradisjonelle drensrør-løsninger, men med en rask og rasjonell maskinell leggemetode og med tilbakeføring av stedlige masser i grøfteprofilen, vil totalkostnaden i mange tilfeller være konkurransedyktig i forhold til andre tradisjonelle løsninger for lukket drenering.

Fordeler med denne løsningen er:

- Løsningen er sannsynligvis rask å etablere slik at mange meter drenering kan legges i hver togfrie periode. Metoden er derfor spesielt attraktiv på strekninger der togtettheten er stor.
- Løsningen er lite plasskrevende både under etablering og drift.
- Drensmattens form (høyden) tilsier at den delvis vil fungere i frossen tilstand. Dette er spesielt viktig i teleløsningsperiodene.

Ulemper med denne løsningen er:

- Generelt krever lukket drenering jevnlig tilsyn.
- Drensmattene kan vanskelig spyles rene dersom de går tette.
- Drensmattene må legges i tilstrekkelig avstand fra sporet slik at de ikke skades av andre vedlikeholdsarbeider.
- Hva om noe går galt en gang og et lite parti skal utbedres?
- Det kreves at drensmatte kobles relativt rask til avløp slik at avleiringer av finstoff i matte unngås.
- Dersom det er mye overflatevann må man påse at dette blir tatt hånd om før det kommer inn i overbygningen.

Metoden er brukt i over 10 år langs veg i Norge, mens den er lite utprøvd i forbindelse med jernbane. Noen hundre meter er lagt ned ved Lysaker, men matte ble dessverre aldri koblet til et avløp. Drensmatter er benyttet i utlandet for både veg og jernbane. Erfaringen fra Lysaker bør



innhentes og analyseres og evt. behov for videre utprøving av graveutstyr langs jernbanen bør vurderes før løsningen benyttes i større sammenheng.

### *Utvidelse av trasé*

Løsningen består i å utvide skjæringsprofilen slik at det blir plass for vanlig åpen linjegrøft.

Utvidelse er mest aktuell der hvor skjæringen er relativt lav. Det kreves dessuten at det er tilstrekkelig med plass uten hindringer til siden for traseen.

Å utvide en skjæring kan bli ganske kostbart, spesielt dersom massene må transporteres langt.

Fordeler med denne løsningen er:

- Løsningen gir bedre sikt i skjæringer i innerkurver
- Løsningen gir bedre plass til snø og is

Ulemper med denne løsningen er:

- Behov for driftsstans under graving kan gi korte arbeidsperioder
- Stort masseoverskudd fører til behov for bortkjøring av masser

Løsningen er velkjent, men lite brukt for høye skjæringer.

## 5 Referanser

- /1/ Jernbaneverket Ingeniørtjenesten (1998): "Opprusting av strekningen Halden-Kornsjø, Østfoldbanen. Tilstandsrapport del 2, Aspedammen-Kornsjø/grensen km 150,1-170,0." Oslo oktober 1998.
- /2/ Jernbaneverket Region Nord (1996): "Tilstandsrapport '96, Befaring Dovrebanen Melhus-Trondheim stasjon." Saksnr 96/17287, Trondheim desember 1996.
- /3/ Jernbaneverket Hovedkontoret (1998): "Teknisk regelverk. JD 522. Underbygning; Vedlikehold." Oslo januar 1998.
- /4/ Jernbaneverket Hovedkontoret (1998): "Teknisk regelverk. JD 520. Underbygning; Prosjektering og bygging." Oslo januar 1998.
- /5/ Statens vegvesen Vegdirektoratet (1999): "Håndbok 018 Vegbygging." Oslo januar 1999.
- /6/ Jernbaneverket Region Nord (1999): "Tilstandskartleggingsprosjektet. Underbygningen. Løsmasse." Sluttrapport og appendix til sluttrapport. Trondheim august 1999.
- /7/ Ekström, Allan (1987): "Trumförlängningar." Stockholm desember 1987.
- /8/ Statens vegvesen Vegdirektoratet (1982): "Veiledning til 018, Sikring av vegskråninger." Oslo 1982.
- /9/ Jernbaneverket Ingeniørtjenesten (1998): "Baneteknisk plan Østfoldbanen, geoteknikk. Østre linje." Oslo mars 1998.
- /10/ Libæk, Harald (1999): "Nyere dreneringssystem. Dreneringsmatter." Forelesningsnotat til EEU-kurs i vegvedlikehold ved Institutt for veg- og jernbanebygging, NTNU. Trondheim november 1999.