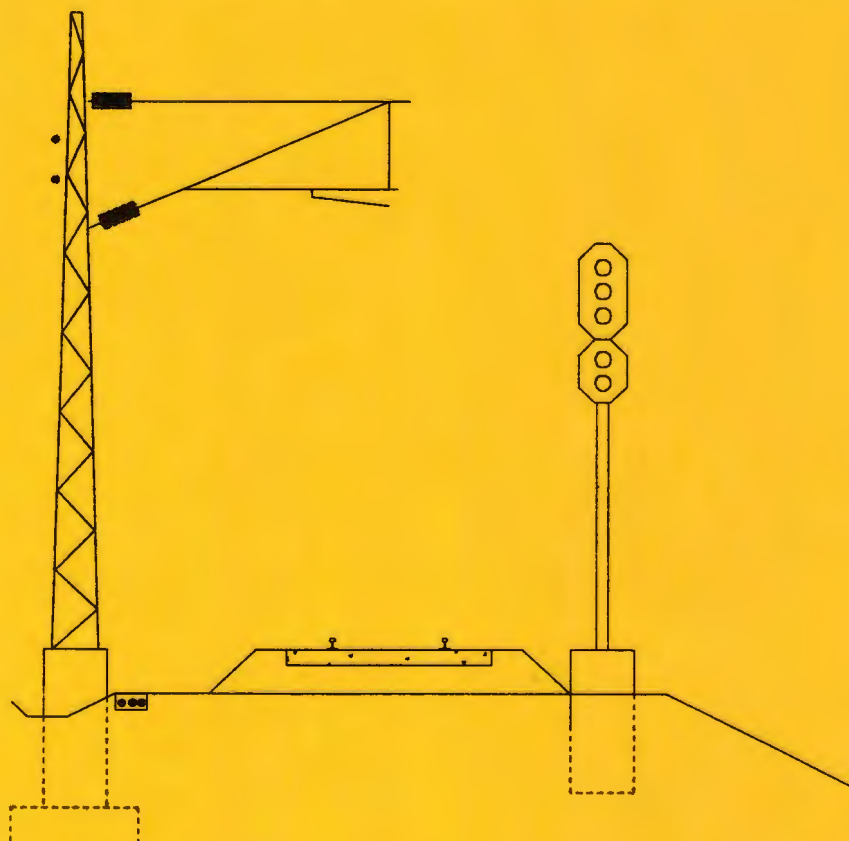


UNDERBYGNING



REGLER FOR EKSISTERENDE BANER



1 **Innledning**

2 **Planering**

3 **Stabilitet og Setninger**

4 **Frost**

5 **Snø**

6 **Drenering**

7 **Tunneler**

8 **Feilsøking**

FORORD

I løpet av 1992 og 1993 utkommer Banedivisjonens regelverk i ny form. Tidligere trykk blir erstattet med regler som er oppdatert for å dekke de krav som i dag stilles til prosjektering, bygging og vedlikehold av moderne jernbaneanlegg.

Reglene er bygd opp omkring en filosofi om total prosjektering av de jernbanespesifikke anlegg. Hensyn til anleggenes funksjonalitet, tekniske sikkerhet og tilgjengelighet er retningsgivende i arbeidet.

Reglene gjelder nyanlegg og systematisk ombygging av eldre jernbanestrekninger og -anlegg.

Reglene gjelder det komplette jernbaneanlegg inklusive trasé, sporets overbygning, sporets underbygning, banestrømforsyningsanlegg, signalanlegg samt telekommunikasjonsanlegg.

Sporets trasé omfatter geometrikrav til trasseringselementene rettlinje, overgangskurve og sirkelkurve i horisontalplanet samt rettlinje og sirkelkurve i vertikalplanet. I tillegg stilles krav til innbyrdes sammenheng mellom de to skinnestrengene i vertikal- og horisontalplanet.

Sporets overbygning omfatter skinner, sviller, sporveksler, skinnebefestigelse, elektriske isolasjonsdeler og pukkbullast.

Sporets underbygning omfatter krav til planeringen slik denne legges i terrenget i fylling og/eller skjæring, på bru eller i tunnel inklusive dreneringsanlegg.

Banestrømforsyningsanlegg omfatter anlegg for krafttilførsel, frekvensomforming, matestasjoner, mateledninger, returkrets og brytervern i form av matestasjonsbrytere, sonegrensebrytere, kontaktledningsbrytere samt fjernkontrollanlegg for styring av brytere og matestasjoner.

Signalanlegg omfatter anlegg for fjernstyring, sikringsanlegg, togdeteksjonssystemer, hastighetsovervåkingssystemer og sikring av planoverganger.

Telekommunikasjonsanlegg for togfremføring omfatter systemer for telefoni, radio- og datakommunikasjon inklusive sentraler, transmisjonssystemer og overføringsmedia.

Regelverket omfatter følgende materiale:

- "Underbygning - regler for eksisterende baner"
- "Underbygning - regler for nye baner"
- "Underbygning - regler for bruer"
- "Sporets trase - regler for eksisterende baner"
- "Sporets trase - regler for nye baner"
- "Sporets trase - regler for varig utfesting av linjen"

- "Overbygning - regler for teknisk utforming"
- "Overbygning - regler for bygging"
- "Overbygning - regler for vedlikehold"
- "Signalanlegg - regler for prosjektering"
- "Signalanlegg - regler for bygging"
- "Signalanlegg - regler for vedlikehold"
- "Teleanlegg - regler for prosjektering, bygging og vedlikehold"
- "Kontaktledningsanlegg - systembeskrivelse system 35"
- "Kontaktledningsanlegg - systembeskrivelse system 20"
- "Kontaktledningsanlegg - Prosjekteringsveiledning system 20"
- "Kontaktledningsanlegg - montasjeveiledning system 20"
- "Trykk 503 Instruks for vedlikehold av kontakt- og fjernledningsanlegg"
- "Trykk 504 Forskrifter for elektriske anlegg"
- "Trykk 411 Alminnelige bestemmelser for høgspenningsanlegg"

Ansvar for det faglige innhold og utførelsen av regelverket er plassert ved Banedivisjonsstaben Teknisk kontor. Gjennomføringen av arbeidet er utført i regi av Teknisk kontors fagseksjoner, Btb, Bts og Btt.

Det er viktig at reglene ajourføres med regelmessige mellomrom. For å samle grunnlagsmateriale for senere revisjoner ber vi om at erfaringer ved bruk av regelverket og opplysninger som kan være av betydning i den forbindelse blir sendt til Banedivisjonsstaben, Teknisk kontor, Postboks 1162 Sentrum, 0107 Oslo.

Oslo, januar 1993

Erik Gulliksrud
Teknisk sjef

* Regler avledet av Statens forskrifter for elektriske anlegg er utført i regi av Elektrisitetstilsynet ved NSB.

1	INNLEDNING	2
2	GEOTEKNISKE UNDERSØKELSER	2

1 INNLEDNING

De fleste norske jernbaner er teknisk sett relativt gamle anlegg. De bærer fortsatt preg av opprinnelige standard- og kvalitetskrav. Ikke minst gjelder dette linjen sin underbygning som gjennom skiftende tider, neppe har vært prioritert mot samme standardheving som sporet for øvrig.

Det er et spenn i tid på over 100 år mellom det første og siste stamlinjeanlegg ved NSB. Dette må nødvendigvis komme til uttrykk ved betydelige kvalitetsmessige variasjoner og et mangfold av gode og mindre gode tekniske løsninger. Mange av de komponenter som underbygningen består av, vil etter normale levetidsbetraktninger være modne for sanering (utskifting, utbedring, forsterkning, fornyelse). Dette gjelder viktige kunstbyggverk som bruer, forstøtningsmurer, kulverter, tunnelutmuringer, dreosanlegg m.m. Men det gjelder også de egentlige basisanlegg slik som traue, fyllinger og skjæringer.

Underbygningens generelle standard henger ellers nøye sammen med banelegemets stabilitet, som i stor grad er påvirket av naturbestemte faktorer knyttet til topografi, hydrologi og geoteknikk.

Det vil nærmest være en kontinuerlig prosess å oppdatere underbygningen på eksisterende baner til den tekniske standard som er nødvendig for å sikre foreskrevet overbygningsstandard. I denne prosessen må det inngå omfattende tilstandsundersøkelser og ikke minst rutinemessige vedlikehold for å opprettholde ønsket standard og sikkerhet.

2 GEOTEKNISKE UNDERSØKELSER

Et godt kjennskap til grunnforhold og hydrologiske forhold langs sporet, er viktig for å kunne oppnå og opprettholde påkrevet sikkerhet for togtrafikken og dessuten for å treffe tiltak som kan redusere banen sitt vedlikeholdsbehov.

Omfattende grunnundersøkelser er utført både for nyanlegg og ved systematiske undersøkelser for stabilitetssikring av eksisterende baner. Det foreligger et betydelig geoteknisk arkivmateriale. Svært mye av disse grunnundersøkelsene er utført etter oppdrag fra baneregionene, og det er en forutsetning at kopi av disse undersøkelser også skal være arkivert ved de respektive regioner. Arkivet skal inneholde grunnboringstegninger og rapporter, registrert på banestrekning og km (eventuelt også på koordinater).

1	FYLLINGSUTVIDELSE	2
1.1	GEOTEKNISK VURDERING	3
1.2	FYLLINGSPROFIL	3
1.3	MATERIALTYPER	3
1.4	UTFØRELSE	4
2	SKJÆRINGSUTVIDELSE	6
2.1	JORDSKJÆRING	6
2.2	FJELLSKJÆRING	7

Geometri og oppbygging er fortsatt preget av de opprinnelige standardkrav, gitt på grunnlag av tidligere tiders forskrifter med hensyn til aksellaster og kjørehastigheter, og ellers av de rådende anleggstekniske forutsetninger og muligheter den gang banen ble bygget. Det er derfor sjelden at det på eldre jernbaner er planert i henhold til de nå gjeldende planeringsprofiler som vist i "Regler for nye baner, del 2 - Forutsetninger. Mange baner er også bygget for smalspor og senere utvidet til normalspor. Planeringsbredden for enkeltsporet bane variere derfor fra 4.2 m til 5.7 m.

Manglende eller for knapp planeringsbredde skaper problemer når infrastrukturen på gamle baner skal rehabiliteres/fornyes. Dette gjelder f.eks. ved anlegg av nye kabler og mastefundamenter for kontaktledningen. Av hensyn til linjevedlikeholdet skal kablen eller kabelkanalen ikke legges nærmere enn 2.5 m fra senterlinje spor, og mastefundamentet må ikke anlegges slik at linjegrøften blokkeres eller eventuell drensledning kuttet. Hvis det ikke er mulig å unngå plassering av mastefundamentet i linjegrøften, må grøften utvides forbi fundamentet. Eventuelt legges rør av min. diameter 500 mm hvis det er problemer i forhold til skråningen. Drensledning må skjøtes forbi fundamentet, eventuelt føres gjennom utsparring i selve fundamentet.

Planeringsbredden har generelt stor betydning for sporet sin sidestabilitet, og spesielt for sidemotstanden mot solslyng. Strekninger som er utsatt for stor solslyngfare, bør derfor prioriteres i arbeidet med å utvide planeringen i henhold til gjeldende normalprofil for nyanlegg. Full planeringsutvidelse på alle strekninger er et langsiktig mål. Dette er i mange tilfeller kostbart å oppnå pga. nærliggende bebyggelse, elver som ikke tåler innsnevring, stort masseforbruk ved høye fyllinger m.m. Stabilitetshensyn kan også være begrensende. Regler for planeringsutvidelser er gitt i kap. 1.

1 FYLLINGSUTVIDELSE

Der sporet ligger på smale fyllinger med begrenset plass til ballast på sidene, er det ofte tilfeller av solslyng. Her må sikkerheten økes. Dette gjøres ved at minimumskravene til bredden på formasjonsplanet tilfredstilles.

Det må ikke bli foretatt større sideforskyvning av sporet som vil medføre at en større del av belastningen blir forskjøvet over på den utvidede delen av fyllingen. Denne belastningen er ikke ivaretatt i dette kapitlet.

1.1 GEOTEKNISK VURDERING

Den ansvarlige prosjektledelsen må foreta en vurdering av de geotekniske forhold på stedet før fyllingsutvidelsen kan iverksettes. Dersom denne vurderingen gir grunn til å anta at grunnforhold og topografi kan medføre bæreevne og stabilitetsproblemer, skal geoteknisk kompetanse konsulteres. Forholdene bør spesielt vies stor oppmerksomhet ved fyllingsutvidelser i vann.

For fyllingsutvidelser vil det generelt ikke være noe krav til nærmere geoteknisk vurdering dersom grunnen og eksisterende fylling består av friksjonsmasser, morene eller fast leire og det forøvrig ikke er indikasjon eller klare tegn på eksisterende stabilitetsproblemer.

1.2 FYLLINGSPROFIL

Fyllingens skråningshelning skal ikke være brattere enn 1:1.5. Utvidet fylling skal ikke ha brattere skråning enn eksisterende fylling.

Bredden til fyllingsutvidelsen må heller ikke på noen plass være mindre enn 0.5 m målt vinkelrett på eksisterende skråning.

1.3 MATERIALTYPER

Det skal fortrinnsvis benyttes friksjonsmasser i fyllingsutvidelsen, dvs. velgradert, godt drenerende og ikke telefarlig grus, velgradert pukk eller sprengstein (inkl. tunnelstein).

Det kan også benyttes mindre drenerende grus/subus. Slike masser må kun brukes dersom forholdene ellers er slik at tilfredstillende drenering av fyllingen ikke hindres.

Ned til en dybde under formasjonsplanet tilsvarende maksimal frostnedtrengningsdybde på stedet, skal det bare benyttes ikke telefarlige materialer.

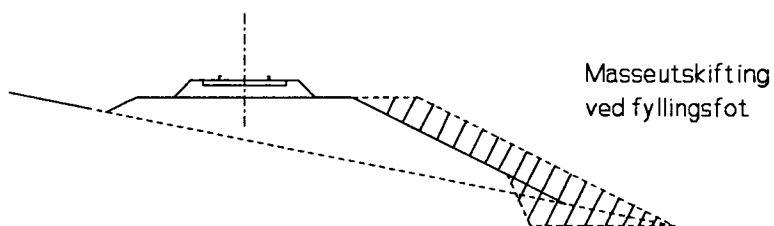
1.4 UTFØRELSE

Fyllingen bør legges ut og komprimeres i horisontale lag fra bunnen av. Følgende minimumskrav gjelder:

- Evt. vegetasjonsmasser i skråningen fjernes.
- Fyllmassene jevnes ut og dras ned slik at den nye fyllingen får tilstrekkelig fot, se fig. 2.1. Ved fylling på skrånning, bør fyllingsfoten i tillegg forsterkes ved masseutskifting som vist i fig. 2.2.
- Den øverste delen av fyllingen skal komprimeres. På formasjonsplanet FP, utføres normal komprimering med tung vibroplate etter NS 3420 (Jf. "Regler for nye baner", del 3, Planering).



Figur 2.1 Minimumskrav til planering av utfyllt masse.



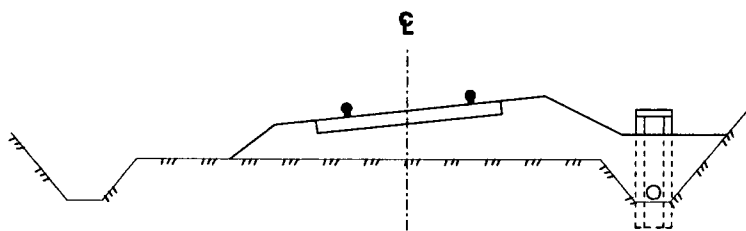
Figur 2.2 Forsterkning av fyllingsfot.

2 SKJÆRINGSUTVIDELSE

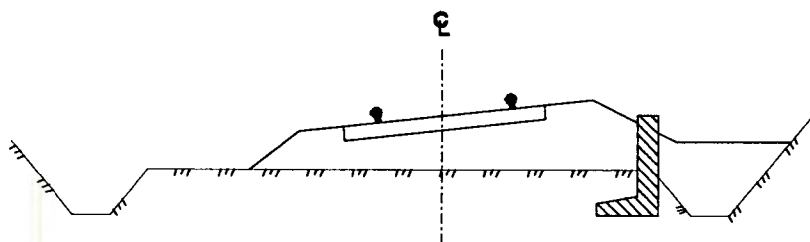
I trange skjæringer kan man få et tilstrekkelig ballastprofil ved å erstatte de åpne grøftene med rør eller å anordne forstøtninger.

2.1 JORDSKJÆRING

I jordskjæringer med for liten planeringsbredde på en side, kan åpen grøft erstattes av rør med kummer (Se fig. 2.3). I trange jordskjæringer hvor åpen grøft vil beholdes, må det brukes forstøtninger, se fig. 2.4.



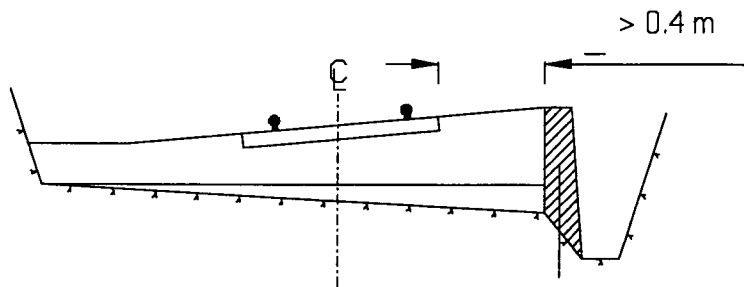
Figur 2.3 Åpen grøft erstattes av rør med kummer.



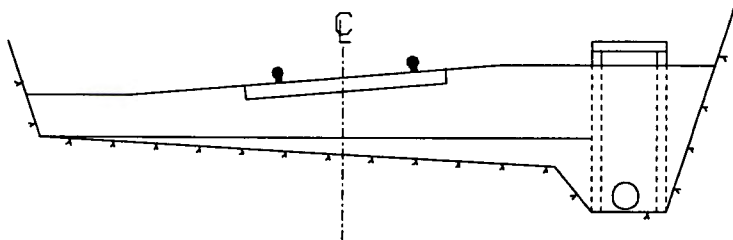
Figur 2.4 Åpen grøft beholdes, forstøtninger brukes.

2.2 FJELLSKJÆRING

I trange fjellskjæringer med for små planeringsbredder, kan man enten beholde åpen grøft og bruke f.eks. forankret betongmur, eller man kan ha lukket grøft med rør og kummer. Se fig. 2.5 og 2.6.



Figur 2.5 Åpen grøft med forankret betongmur.



Figur 2.6 Åpen grøft erstattes med rør og kummer.



Gjenpart: Elm, WP, Lai, IH

Osl Oslo S
Osl Lillestrøm
Osl Hamar
Osl Kongsvinger
Osl Ski
Osl Sarpsborg
Osl Roa

Henvendelse til	Deres referanse	Saksreferanse	Dato
Ingar Hanserud 67465			21.12.94

RAS-/SKRED-/UTGLIDNINGSRAPPORT

Det er utarbeidet nytt rapportskjema for ras-/skred-/utglidning, som erstatter tidligere skjema "Registrering av ras/skred/utglidninger". Vedlagt følger noen eksemplarer av rapportskjemaet. Skjemaet kommer inn som vedlegg 1 i "Underbygning - regler for eksisterende baner - stabilitet og setninger" ved neste revisjon.

Nye rapportskjemaer må bestilles gjennom NSB-trykkeriet, Tomtekaia, Oslo S.

Utfylte rapporter sendes til BØTK avd. linjen for registrering i banedatabanken.

Med hilsen

Ingar Hanserud
HMS-koordinator

**RAS-/SKRED-/UTGLIDNINGSRAPPORT****1. Sted/tidspunkt/klima**Det settes kun ett kryss ved hvert av punktene 2 - 11

Banenr. _____
Km _____
Side (H/V) _____
Dato _____
Kl. _____
Vær/temperatur _____

2. Type ras/skred

Stein _____
Jord _____
Snø _____
Is _____
Vann _____
Is/stein _____
Stein/jord _____
Vann/stein/jord _____
Vann/snø/is _____

3. Hvordan raset ble oppdaget

Påkjørt av tog _____
Varslet av visitør _____
Rasvarslingsgjørde _____
CTC _____
Banestrømsutfall _____
Varslet av andre _____
Annet _____

4. Beskrivelse av rasstedet

Tunnel _____
Fylling _____
Halvskjæring _____
Skjæring _____
Linje i terreng _____

5. Ras ned på linjen/utglidning under linjen

Nedrasing _____
Utglidning _____

6. Volum av rasmassene

≤ 0,5 m³ _____
0,5 - 5 m³ _____
5 - 25 m³ _____
25 - 100 m³ _____
100 - 500 m³ _____
> 500 m³ _____

7. Avstand fra sporet til rasets løsneområde

≤ 5 m _____
5 - 15 m _____
15 - 50 m _____
> 50 m _____

8. Lengde av berørt linje

≤ 10 m _____
10 - 30 m _____
30 - 100 m _____
> 100 m _____

9. Personskader

Reisende _____
NSB-personale _____
Reisende og NSB-personale _____
Andre _____

10. Togskader

Lokomotiv _____
Lok + godsvogn _____
Lok + personvogn _____
Motorvogn _____
Arbeidsmaskin _____

11. Baneskader

Sviller _____
Skinner _____
Kabler/ledninger _____
Underbygning _____
Snøoverbygg _____
Hus _____
Skinner/sviller _____
Annet _____

12. Linjebrudd

Fra dato kl.: _____

Til dato kl.: _____

13. Merknader/antatt årsak (bruk evt. baksiden av arket)

14. Utfyllt av: _____

Dato: _____

1	GENERELT	2
2	FYLLING	2
2.1	STABILITET	2
2.2	SETNING	2
2.3	STABILISERENDE TILTAK	3
3	JORDSKJÆRING	6
3.1	STABILITET	6
3.2	STABILISERENDE TILTAK	6
4	FJELLSKJÆRING	6
4.1	STABILITET	6
4.2	STABILISERENDE TILTAK	7
5	TILTAK MOT ISKJØVING	7
5.1	NISJE	7
5.2	SIKRINGSNETT	8
6	STØTTEMURER	8
7	ELVEFORBYGNINGER	8
8	STABILITET AV NABOTERRENG	8

1 GENERELT

Det er svært mange faktorer som har avgjort og påvirket den stabilitet og sikkerhet planeringen på eksisterende jernbaneanlegg i dag ligger med. Ikke minst har de skiftende anleggstekniske forutsetninger spilt en vesentlig rolle, spesielt i kombinasjon med at kompetansen på jordanlegg og geoteknikk til tider har vært noe mangelfull. Forståelsen for etablering av filter mot finkornet grunn har f.eks. ikke alltid vært til stede. Dette betyr at man på de fleste baner har hatt et betydelig rehabiliterings- og sikringsbehov for å bringe anlegget opp på tilfredsstillende sikkerhetsmessig standard.

2 FYLLING

2.1 STABILITET

Stabiliteten av fyllinger, målt ved sikkerheter mot grunnbrudd og utglidning (jf. "Regler for nye baner", del 4, Stabilitet og Setninger), vil vanligvis bli bedre med tiden, i hvert fall når det gjelder fyllinger utlagt på leire. Grunnen til dette er den konsolidering (styrkeøkning) som finner sted gjennom utpressing av porevann over tid. Det er derfor relativt sjelden at det oppstår alvorlige stabilitetsproblemer på gamle fyllinger, hvis forutsetningene forøvrig ikke har endret seg i ugunstig retning, f.eks. ved lastøkninger i form av sporeløfting, øket aksellast, breddeutvidelse eller ved inngrep i naboterrenget. Det finnes imidlertid fortsatt fyllinger som ligger med beregningsmessig lav sikkerhet. Men de fleste av fyllingene som etter anlegget ble liggende nær labil likevekt, er nå stabilisert. Dette er i stor utstrekning utført i forbindelse med de systematiske grunnundersøkelsene fra 1960-årene (jf. del 2, Planering).

Mange gamle fyllinger er bygget opp av tette jordmasser (silt/leire) tatt fra nærliggende skjæringer. Stabiliteten av slike fyllinger, spesielt når de ligger i skråterreng, kan fort bli truet når forholdene ligger til rette for oppbygging av større poretrykk (vanntrykk) i fyllmassene og i kontaktflaten fylling/terreng. På gamle baner har dette vært den hyppigste årsak til større fyllingsutglidninger.

2.2 SETNING

Setninger kan skyldes at fyllingen fremdeles ligger med lav sikkerhet mot grunnbrudd, og at det både er konsolidering og skjærdeformasjoner på gang. I så fall kan dette være en svært alvorlig situasjon for sikkerheten. Slike tilfeller er ikke helt uvanlig for gamle fyllinger som slår ut i vann og sjø, og som ligger og "rir" på bløte leire- og gytjeavsetninger.

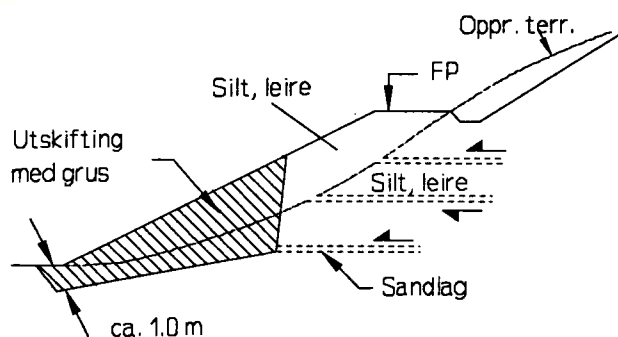
De mest vanlige setningsårsaker er knyttet til erosjon som følge av ukontrollert vanngjennomløp på tvers av linjen. De ukontrollerte vanngjennomløpene er som regel vann som skulle ha vært fanget opp av det opprinnelige dreosanlegg og ledet trygt igjennom stikkrennen. Disse setningene er gjerne sesongbetonte og størst vår og høst, dog kan årsak og virkning være noe faseforskjøvet i tid ettersom hvelv-virkninger kan gjøre seg gjeldende i steinfyllinger og en tid bære over erosjonspartiene. Ved steinfyllinger og andre permeable fyllinger hvor vannet slipper lett igjennom, resulterer dette normalt bare i øket vedlikehold pga. de setninger terrengerosjonen fører til. Setningene kan imidlertid fort gå over i stabilitetsproblem hvis fyllingene består av tett, finkornet materiale hvor større vanntrykk kan bygge seg opp, eller også ved grove steinfyllinger lagt ut over skrått jordterreng hvor langvarige setninger og side-forkyvninger kan utvikle seg mot kritisk stabilitet.

En annen ikke uvanlig setningstype er den nærmest uendelige setningsssyklus som foregår på gamle fyllinger som ligger på torv/gytje. Her vil selv en mindre oppjustering av sporet ved komplettering av ny ballast, gjerne føre til nye setninger som det senere på nytt må justeres for osv. Dette kan pågå over meget lang tid, avhengig av tykkelsen av det torvlaget som ligger under fyllingen.

2.3 STABILISERENDE TILTAK

De vanligste tiltak for å stabilisere eksisterende fyllinger, er i prinsippet behandlet under kap. 2.4, som f.eks. utlegging av motfylling, innskifting av lette masser, etablering av forstøtninger m.m. Tiltak av denne type vil både kunne øke sikkerheten mot grunnbrudd og redusere eventuelle setninger.

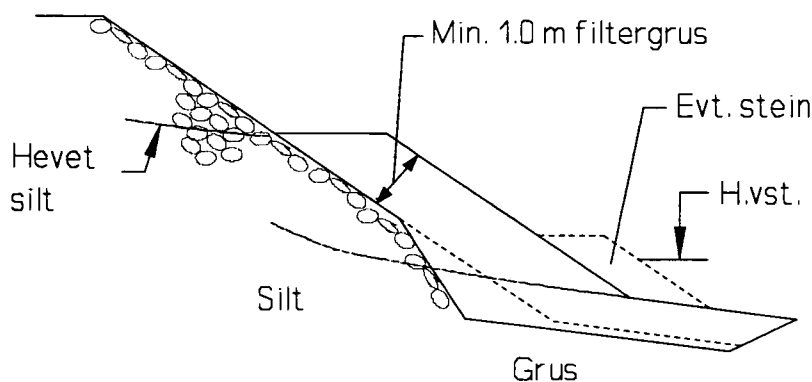
For å sikre stabiliteten av utsatte jordfyllinger på skråterreng, hvor kritisk poretrykk kan føre til utglidninger, kan det være aktuelt å foreta masseutskifting med grus i fyllingsskråningen, se fig. 3.1.



Figur 3.1

Utskifting med filtergrus.

Hvis setningene skyldes erosjon pga. ukontrollert vann gjennom linjen, kan det mest riktige tiltaket være å legge på en filterfylling utenfor og mot fyllingen på nedstrømsside, se fig. 3.2.



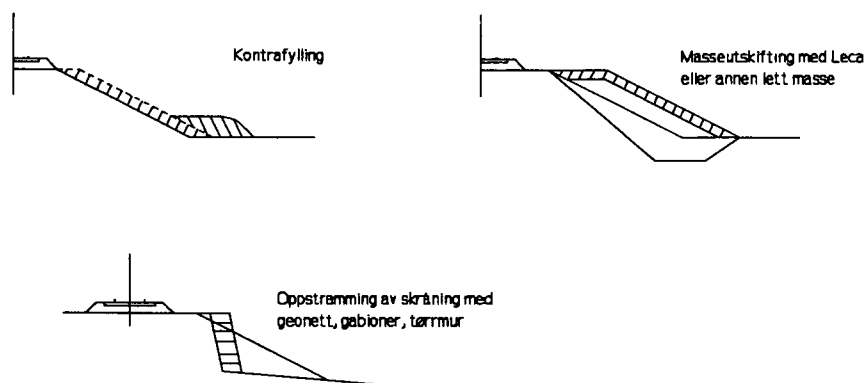
Figur 3.2 Filter- og støttefylling.

Hvis forholdene ligger til rette for det, vil det være en fordel om det også her kan masseskiftes noe ved fyllingsfoten, se fig. 2.2 (del 2, Planering). Ved steinfyllinger bør filtergrusen spyles ned i hulrommene for å få større effekt. Filteret virker i prinsippet slik at massetransporten stanses, og erosjonsmassen bygger seg etter hvert opp bakover i fyllingen. Samtidig vil setningene avta. Hvis terrenget nedenfor fyllingsfoten er bratt, må det vurderes å anlegge lukket drengroft nedover dalen.

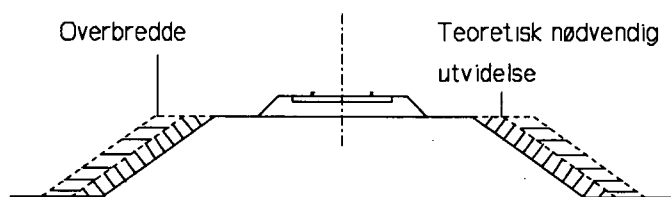
Fyllingsutvidelse

Ved likevekts- eller bæreevneproblemer pga. breddeutvidelse, er den enkleste og ofte rimeligste løsningen å legge ut kontrafylling (Se fig. 3.3). Masseutskifting/-oppfylling med Leca eller annen lett masse, er et alternativ hvis forholdene ligger til rette for det. Er det så trangt at siden på fyllingsfoten ikke kan flyttes videre utover, kan oppstramming av skråningen med geonett, gabioner eller tørrmur være et alternativ (Se fig. 3.3).

Ved setningsproblemer pga. breddeutvidelse kan et annet alternativ være å gjøre fyllingen symmetrisk bredere enn teoretisk nødvendig, med "overbredde" som vist i fig. 3.4. Den symmetriske tilleggslasten vil da gi tilnærmet jevn setning som igjen etter avsluttet setning, gir tilstrekkelig bredde på formasjonsplanet uten at det må foretas ny fyllingsutvidelse.



Figur 3.3 Mulige løsninger på fyllutvidelse ved stabiliseringsproblemer.



Figur 3.4 Symmetrisk utvidelse på setningsfarlig grunn.

3 JORDSKJÆRING

3.1 STABILITET

Skjæringsstabiliteten vil vanligvis avta med tiden. Dette er som regel forårsaket av poretrykksoppbygging og grunnvannsutbrudd i skjærings-skråningen. Forholdet forsterkes gjerne over tid hvis linje-drenering etter hvert forfaller. Skråningsstabiliteten vil ellers være påvirket av tele og teløsning, som i spesielt frostaktive jordarter lett kan føre til overflateglidninger. Mange av jordskjæringene på eksisterende baner har for bratte skråninger, og det har oppstått problemer med langtidsstabiliteten.

3.2 STABILISERENDE TILTAK

Prinsippene for stabilisering av skjæringer er behandlet under "Regler for nye baner", del 4, Stabilitet og Setninger. Aktuelle tiltak vil være:

- Utslaking av skråning. Terreng- og naboforhold må ligge til rette.
- Masseskifting med stabile grusmasser evnt. pukk og fiberduk i skråningen. Vanlig tykkelse 0.5 - 1.0 m.
- Anlegg av lukkede drengrofter i skråningen og eventuelt overvannsgrøft på toppen av skjæringen.
- Grunnforsterkning (f.eks.kalkpæler) og forstøtninger (støttemurer, spuntvegger).

4 FJELLSKJÆRING

4.1 STABILITET

Skjæringsstabiliteten vil også her vanligvis avta med tiden, primært som følge av vann og frost. Tilsig av vann i sprekker og påfølgende frostsprengning vil over tid kunne utløse steinsprang og nedfall av løse blokker. Ellers vil fjellstabiliteten også påvirkes både av vegetasjonen ved rotsprengning og av generell forvitring.

4.2 STABILISERENDE TILTAK

I fjellskjæringer vil det vanligvis være sikrere å foreta forsterkning av eksisterende fjelloverflate enn å utføre nye sprengningsarbeider som kan medføre nye svekkelser av fjelloverflaten. De mest benyttede sikringsmetoder vil være:

- *Rensk av fjellsiden.* Rensken skal helst utføres lett for ikke å risikere fjerning av løsblokker. Det skal utføres systematisk rensk om våren umiddelbart etter at frost nettene har opphørt. Ekstra visitasjon foretas også til andre årstider i perioder med vekslende \pm temperaturer. Til rensken hører også med fjerning avvegetasjon, spesielt med tanke på å unngå rotsprengning.
- *Bolting.* I skjæringer hvor fjellet er oppsprukket og kvaliteten generelt er dårlig, kan systematisk bruk av bolter være nødvendig, Jf. "Regler for nye baner", del 4, Stabilitet og Setninger.
- *Sikringsnett.* Bruk av nett er aktuelt i skjæringer hvor det er uoverkommelig å feste alle løse blokker ved bolting, jf. "Regler for nye baner", del 4, Stabilitet og Setninger.
- *Fiberarmert sprøytebetong.* Jf. "Regler for nye baner", del 4, Stabilitet og Setninger.

5 TILTAK MOT ISKJØVING

Under bestemte klimatiske forhold kan overflatevann, sigevann og/eller grunnvann som renner på skjæringen, forårsake isdannelse. Isen kan ofte vokse ut fra skjæringen, over grøften og ut i sporet. I mildvær vil is som tiner fra skjæringen, forårsake nedfall. Ulempene med iskjøving kan reduseres ved sprenging av smale nisjer i skråningen eller å bruke sikringsnett.

5.1 NISJE

Nisjene bør være ca. en meter dype og må sprenges helt ned til bunnen av drengrøften. De kan dekket med en enkelt vegg og isoleres. Ofte har det vist seg at man kan spare veggene, spesielt hvis nisjen har v-formet tverrsnitt. Det vil da danne seg en issvull i nisjen, men vannet får avløp bak isen.

Er der problemer over en større lengde, kan det sprenges flere nisjer i passende avstand. Avstanden mellom nisjene må ikke være over 10 meter. Er avstanden riktig valgt, vil vannet samle seg i nisjene. Grunnen er at enten følger vannet sprekker i fjellet som har oppstått under sprenging av nisjene, eller så følger vannet korteste og letteste vegen ut. Linjegrøftene må alltid holdes åpen slik at det er avløp for vannet.

5.2 SIKRINGSNETT

Man kan dekke fjelloverflaten med netting (Jf. "Regler for nye baner", del 4, Stabilitet og Setning, fig. 4.9). Isen vil henge seg fast i nettet og danne en isolerende kappe. Kappen sørger for at vannsiget kan holde seg åpent mot fjellet. Når smeltingen setter inn om våren, vil isen henge seg fast i nettet og ikke falle ut i sporet. Metoden kan benyttes som supplement til sprenging av nisjer.

6 STØTTEMURER

Langs eksisterende baner er det et mangfold av støttemurtyper. De fleste er anlagt i foten av skjæringer og fyllinger for å sikre planeringen sin stabilitet. Vedrørende nyere støttemurtyper som kan anvendes ved rehabilitering og fornyelse, vises til beskrivelse under "Regler for nye baner", del 4, Stabilitet og Setninger.

For å unngå forfall av gamle støttemurer, er et visst rutinemessig vedlikehold nødvendig. Det er bl.a. viktig at muren sin ytterflate holdes ren for grasvekster og busker som ofte slår rot i åpne fuger. Dessuten må alle dreneringsveier, både gjennom og bak muren, holdes åpne. Fortetning av dreneringen er en hyppig årsak til at murdefekter oppstår, som regel pga. at bakfyllmassene forurenses og økt tele- og vanntrykk presser muren ut.

7 ELVEFORBYGNINGER

Jf. "Regler for nye baner", del 4, Stabilitet og Setninger.

8 STABILITET AV NABOTERRENG

Det vises til "Regler for nye baner", del 4 vedrørende stabilitet og sikringstiltak. Prinsippene vil være de samme også for eksisterende anlegg. Det er viktig at personalet ved linjen gjøres kjent med at eventuell eier- eller inngrepsrett foreligger, slik at nødvendig vedlikehold kan opprettholdes i naboterrenget.

Den rutinemessige linjevisitasjonen må fange opp risikofylt virksomhet som foregår i naboterrenget. Nedenfor følger en fortegnelse over en del inngrep, risiko og sikkerhetstiltak vedrørende slike naboforhold.

Generelt ang. anleggsarbeider.	Det skal foreligge nabovarsel og godkjenning i henhold til plan- og bygningsloven.
Utlegging av fylling.	Vurderes ut fra grunnforholdene. Hvis bløt leire, forlanges geoteknisk undersøkelse.
Utgraving av mindre byggegrop.	Ved alle slags grunnforhold, vurderes endring av vannløp og dreneringsforhold. Ved kvikkleire forlanges geotekniske undersøkelser. Forøvrig en geoteknisk vurdering.
Utgraving av større byggegrop.	Uttalelse fra geoteknisk sakkyndig må foreligge.
Bakkeplanering.	Ved større planeringsarbeider må uttalelse fra geoteknisk sakkyndig foreligge.
Endring av bekkeløp eller drensledning.	Endringen må ikke føre til overbelastning på jernbanen sitt drensssystem eller stikkrenner. Endringen må ikke føre til ukontrollert oppbløting av nabogrunn eller skjæringer.
Tilførsel av spillvann til jernbanen sitt drensløp eller stikkrenner.	Nektes med hjemmel i plan- og bygningsloven.
Grøfting av myrer i jernbanen sitt nedslagsfelt.	Arbeidet skal varsles vedkommende landbruksnemd for vurdering hvis det er risiko for overbelastning av drensledninger eller stikkrenner.
Hogstfelter langs jernbanen.	Ved større hogstfelt (over 50 mål), må risiko for økt vanntilsig eller utglidning (også snøskred) vurderes.
Nyanlegg av vegger.	Godkjenning må foreligge i henhold til plan- og bygningsloven. Geoteknisk undersøkelse må foreligge for større planeringsarbeider.

Økt vanntilførsel ved nyanlegg eller utvidelse av vegger.	Det må undersøkes om drencsystemet kan motta de mere konsentrerte vannmengder som må forventes. Spesiell oppmerksomhet rettes mot økning av vannmengder ved stormflo som følge av fast dekke på veiene.
Utlegging av steinfyllinger langs linjen.	Sikkerheten må foreligge for at ikke stein skal falle på sporet.
Sprengning langs linjen.	Sikkerhet mot steinsprut på linjen må foreligge.
Graving av grøfter.	Det må vurderes om arbeidet kan medføre fare for sporets stabilitet eller om arbeidet på annen måte kan gjøre skade på NSB's grunn.

1	PLANLEGGING AV FROSTSIKRING	1
2	TRESVILLER SOM FROSTFUNDAMENT	1
3	FROSTSIKRING MED ISOLASJONSMATERIALER	2
4	SPORLØFTING	3
5	BALLASTRENSING	4

1 PLANLEGGING AV FROSTSIKRING

Det er viktig å skaffe seg opplysninger om størrelsen og utstrekningen av telehivingen og grunnforholdene i underbygningen. Det skal derfor som forundersøkelse for planlegging av frostsikring, utføres telenivellement og grunnundersøkelser. Oppteeningen av observasjonene er standardiserte. De utføres som et lengdeprofil med angivelse av linjen sin kilometrering (pælenr.). Følgende data presenteres

- telehiving oppteignes i målestokk 1:5 for en eller flere vintre registrert ved nivellement
- eventuell skoring angis i mm som høyeste skore innenfor hvert skoringsfelt
- undersøkelse av ballast og undergrunn. Resultatet oppteignes i høydemålestokk 1:20
- angivelse av skjæring eller fylling
- karakteristiske tverrprofiler i målestokk 1:200

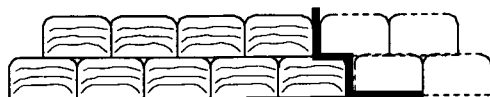
Valg av utførelsemåte blir fastlagt av en geoteknisk sakkyndig sammen med baneregionens personale.

De gamle jernbanene er bygget med grusballast. Ved senere overgang til puk, er vanligvis linjen løftet slik at det ligger et filterlag av grus under pukken. Innlegging av grus er som regel uaktuell som frostsikring pga. store masseutskiftninger og driftsforstyrrelser.

2 TRESVILLER SOM FROSTFUNDAMENT

Brukte impregnerte sviller har i nedgravet tilstand lang levetid i sporet. Trykkfastheten og deformasjonsegenskapene er tilfredstillende hos tresvillene. Svillene legges på tvers under midtre del av sporet. På sidene legges langsgående sviller. For å unngå oppressing av finmateriale mellom svillene, legges fiberduk under svillelaget.

Svilletrauet kan virke som drengroft, og det kan oppstå grunnbrudd. Grunnbruddet oppstår pga. vanntrykket på traueggene ved overgang fra skjæring til fylling. For å unngå dette, legges det inn tverrgående sperresjikt av 0.15 mm plastfolie for hver 10 m hvor banen ligger i større stigning enn 10 ‰. Se fig. 5.1.



Figur 5.1 Sperresjikt av plastfolie.

Frostfundamentet sin bredde skal ved bruk av sviller være minimum 4 m. Tykkelsen på frostfundamentet dimensjoneres etter tab. 12.

Dimensjonerende frostmengde [h°C]	Antall lag sviller
5000 - 15000	1
15000 - 25000	2
25000 - 40000	3

Tabell 1. Frostfundamentet sin tykkelse.

3 FROSTSIKRING MED ISOLASJONSMATERIALER

De første kunstige isolasjonsmaterialene var plater av ekspandert polystyren. I de senere årene er det ekstrudert polystyren som er mest brukt. Dette materiale har imidlertid inntil 1987 vært produsert på basis av klorfluorkarboner (KFK-gass) som av miljømessig hensyn ikke lenger er tillatt å bruke. Kravet er nå KFK-frie plater av ekstrudert polystyren.

Kvalitetskravene er ellers knyttet til *trykkstyrke* og *densitet*. Dersom ikke annet er oppgitt, skal trykkstyrken være min. 350 kN/m², bestemt ved 5 % deformasjon. Trykkstyrken kontrolleres (måles på 50 mm prøveterninger). Densiteten skal være min. 38 kg/m³.

Ved leggingen forutsettes minimum 0.3 m avstand mellom underkant sville og overkant plate. Platene skal legges uten sprekker for å unngå unødig telehiv. Avvik fra dette kan være aktuelt på spesielle utkilingspartier (overganger).

Kravene til deformasjonsegenskaper og bruddspenninger, kan reduseres ved større avstand mellom sviller og plate.

Anvendelse av polystyrenplater til frostisolasjon, er i alminlighet mest aktuelt i forbindelse med ballastrensing og bruk av ballastrenseverk. Det er en forutsetning at det under platene vil ligge igjen pukk, grus eller sand i minst 0.1 m tykkelse. I motsatt fall må det velges en arbeidsmetode som tillater grusfilter eller fiberduk innlagt under platene.

Minimumskravet for platetykkelsen er 60 mm. Dim. tykkelse regnes 10 mm mindre enn platetykkelsen pga. pukknedtrengning og sammentrykking. "Regler for nye baner", bilag 4 viser dimensjoneringskurver for kombinasjonen isolasjon og grus. Diagrammene angir tykkelsen på underliggende gruslag. Det er forutsatt at varmeledningstallet er 0.037 h/mK. For isolasjonsmaterialer av ekstrudert polystyren, tilsvarer dette et fuktopptak på 5-10 volumprosent.

Frostdybden vil være avhengig av akkumulert sommervarme. Det er derfor svært forskjellige dimensjoneringskurver for Øst-Norge og det vest- og nordanfjelske.

Nødvendig gruslag under 60 mm skumplate, tas ut fra bilag 4. Hvis gruslaget er tynnere enn dette, må det legges 100 mm plate, "Regler for nye baner". Dette vil i de aller fleste tilfellene være tilstrekkelig forutsatt et minimum filterlag under platene.

For ekstremt kalde strøk må det velges spesialløsninger. Man kan kombinere isolasjon og sviller eller underdimensjonerer. Hvis man underdimensjonerer, må man være forbredt på at det blir gjennomfrysing enkelte vintre.

4 SPORLØFTING

Sporløfting er et effektivt middel mot telehiving. Telehivingen blir redusert pga.

- frostfundamentet sin tykkelse øker slik at det kreves større frostmengde for gjennomfrysing
- topplaget, ballasten, får bedre drenering, blir tørrere og får dermed bedre isolasjonsevne
- større avstand til grunnvannsspeilet

Smale fyllinger på eldre baner er en vesentlig årsak til solslyng. En løfting av sporet må derfor ikke foretas, uten samtidig utvidelse av fyllingsprofilen (Jf. "Regler for nye baner, del 2, Forutsetninger. fig. 2.4 og "Regler for eksisterende baner, del 3, Planering).

Nødvendig løfting av sporet for eliminering av telehiving, kan bestemmes av "Regler for nye baner", bilag 3. På eksisterende baner må det imidlertid vurderes om det er økonomisk å dimensjonere etter F_{100} .

5 BALLASTRENSING

Ballastrensing er i mange tilfeller en effektiv og tilstrekkelig forebygging mot telehiving. Dette er tilfelle der hvor telehivingen vesentlig skyldes forurenset ballast. Karakteristisk ved dette er oppumping av finmateriale rundt svillene (vaskesviller). Dette kan ofte være tilfelle ved lite elastisk underbygning, som fjellskjæringer og bruer med betongtrau.

1	GENERELT	2
2	BRØYTING	2

1 GENERELT

For snøskjermer og snøoverbygg gjelder det samme for eksisterende baner som for nye baner. Jf. "Regler for nye baner", del 6, Snø.

2 BRØYTING

Til snø- og isrydding anvendes forskjellige typer mekanisk utstyr, både skinnegående og ikke skinnegående.

Det viktigste skinnegående utstyr for snørydding på linjen er

- frontplog
- sporrensere
- roterende snøplog
- snøskrape
- sektorsnøfres
- kantsnøfres
- vekselbørstemaskin

Det finnes to hovedtyper av frontplog. Disse er stor frontplog og underliggende frontplog. Av sporrensere finnes det også to hovedtyper, nemlig underliggende og etterhengt sporrensere.

Høye brøytekanter øker faren for at linjen på utsatte steder kan fyke igjen. Det er derfor viktig at man har snøryddingsredskap som kaster snøen godt til siden og ikke unødig forhøyer brøytekanter.

1	ÅPEN OG LUKKET DRENERING	2
1.1	VEDLIKEHOLD	2
2	STIKKRENNER	3
2.1	VEDLIKEHOLD	4
2.2	IGJENFYLLING AV BEKKELØP	5
2.3	REPARASJON	5
2.3.1	Forlengelse med betongrør	6
2.3.2	Forlengelse med innstikksrør av plast (utforing)	6
2.3.3	Forlengelse av korrugerte stålrør	7
2.3.4	Forlengelse med spunt og ståldekke	7
2.4	UTSKIFTING	8

1 ÅPEN OG LUKKET DRENERING

De fleste forhold omtalt i "Regler for nye baner", del 7, Drenering, vil også gjelde for eksisterende baner. Det vil imidlertid være begrensede muligheter for å oppnå den dybde og bredde på linjegrøfter som er angitt i "Regler for nye baner", del 2, Forutsetninger. Det må utvises et forsiktig skjønn ved rehabilitering av grøfter, slik at man ikke sårer foten av skråningen og dermed utløser utglidning.

Pga. utette linjegrøfter, har det mange plasser oppstått problemer med vann gjennom linjen. Tiltak som er beskrevet under "Regler for nye baner", del 7, Drenering, kan da settes i verk.

1.1 VEDLIKEHOLD

Dreneringen skal opprettholdes. Det er derfor nødvendig at vegetasjonen blir ryddet for å hindre igjengroing av linjegrøfter og overvannsgrøfter. Også når grøftene blir blokkert av lokale utglidninger og ras, skal opprydding foretas. Ved lukkede drensledninger, skal regelmessig kontroll av inspeksjonskummer og sandfangkummer gjøres. Kummene skal tømmes hvis det er nødvendig.

Det skal foretas nøye kontroll med at drencsystemet ikke tilføres uforutsette vannmengder fra jernbanen sine egne arbeider eller fra tiltak som foretas på nabogrunnen. Spillvann må under ingen omstendigheter tilføres jernbanens drencsystem, innbefattet stikkrenner.

Større arbeid med grøfting av myrer kan medføre overbelastning av drencsystemet. Arbeidet skal varsles vedkommende landbruksnemnd for vurdering.

Byggearbeider som kan medføre økning av vannføringen, skal godkjennes av NSB. Uanmeldte tiltak skal varsles bygningskontrollen.

Man skal også være på vakt ovenfor andre forhold som kan medføre endring av avrenningsfaktoren som anlegg av veier, asfaltering og opparbeidelse av idrettsbaner.

Drencsystemet skal vies særlig oppmerksomhet ved konsentrerte regnskyll etter langvarige nedbørsperioder. Den offentlige værvarslingen skal gi påminnelse om ekstaordinære tiltak.

Direktoratet for arbeidstilsyn har fastsatt forskrifter for graving av alle typer grøfter. Disse forskriftene må følges nøye. De trykte forskriftene kan fås hos arbeidstilsynet på stedet. Forskriftene har bestillingsnummer 151.

Det er viktig både for bæreevne og telesikring at ballastlaget hele tiden holdes godt drenert. Linjegrøftene må holdes åpen ned til minst 0,3 m under FP, og det må påaktes at ballastkanten ikke fortettes slik at fri drenering ut mot linjegrøften hindres.

Også i fjellskjæringer må det jevnlig kontrolleres at eksisterende åpen eller lukket drenering fungerer som forutsatt. Mangelfull drenering resulterer gjerne i telehiving selv om det ikke forekommer særlig telefarlige masser under sporet.

2 STIKKRENNER

Stikkrenner bygget av bruddstein og fundamentert på kult med bakfyll av stein, er etter 75 - 100 år vanligvis i god stand når rennen har svakt fall. I bratt terreng har det ofte oppstått skader fordi vannet har tatt seg vei ved siden av eller under rennen. Erosjon i underliggende jord har ført til deformerte renner og urolige fyllingspartier. En fullstendig ombygging av stikkrennen er da den beste løsningen. Hvor dette er umulig, må det foretas en reparasjon.

2.1 VEDLIKEHOLD

Huskeliste for vedlikehold av stikkrenner.

Feil ved stikkrenne	Sikring mot skader
Tilstopping.	Årlig opprensning, fortrinnsvis senhøstes.
Hyppig tilstopping.	Oppsetting av varegrind foran innløpet.
Igjensfrysing.	Inn- og utløpet dekkes med granbar eller isolasjonsmatter. Mattene må lett kunne fjernes, og de fjernes alltid før snøsmeltingen om våren.
Telehiving i tørr stikkrenne.	Overdekking av inn- og utløp som foregående.
Skjøving utenfor stikkrennen.	Overdekking av inn- og utløp med tresviller 5-7 m utenfor stikkrennen. Høyde minst over overkant stikkrenne-innløp. Svillene dekkes med granbar eller isolasjonsmatte.
Stikkrennen ikke klar til å ta imotvårflommen.	Alle stikkrennene kontrolleres før vårfloppen setter inn. Løpet rengjøres for is. Opptining foretas med damp eller elektrisk strøm fra tinetransformator.
Risiko for sørpeskred.	Ekstra overvåkenhet. Tiltak for å stanse eller avlede skredmasser før de når sporet.
Hyppig igjensfrysing.	Innlegging av permanent varmekabel.
Underdimensjonert stikkrenne.	Overløpsstikkrenne etableres mellom F.P. og eksisterende stikkrenne.
Økning av vannføring fører til underdim.	Oppmerksomhet rettes mot arbeider og tiltak som kan føre til økt vannføring <ul style="list-style-type: none"> - veganlegg - utbygging av byggefelt - myrgrøfting - flatehogst Jf. del 4, Stabilitet og Setning.
Utett stikkrenne som fører til vannsig gjennom fylling	Vanlig forekommende feil. Jf. fig. 6.1.
Utløpet av stikkrennen er forskjøvet.	Vanlig forekommende feil Jf. fig. 6.1.

2.2 IGJENFYLLING AV BEKKELØP

Jernbanen sitt ansvar ovenfor nabogrunneier er begrenset til å føre vannet på en sikker måte igjennom fyllingen. Jernbanen har derimot ikke ansvaret for hvorledes vannet føres utenfor egen grense.

Av sikkerhetsmessige grunner er det imidlertid viktig at vannet til enhver tid har fritt løp også utenfor jernbanefyllingene

I forbindelse med bakkeplanering for jordbruksformål, forekommer ofte behovet for lukking av vannløpet på oppstrøms og nedstrøms side av jernbanen. For å sikre at endringer av de bestående forhold på nabogrunnen ikke skal føre til fare for linjen, avkreves grunneieren en erklæring om ansvaret for tilstrekkelig dimensjonering og forsvarlig vedlikehold av det nye lukkede løpet. Under enhver omstendighet skal kum med diameter ≥ 1000 mm brukes i tilslutningspunktene.

2.3 REPARASJON

Defekter og skader på stikkrenner åpner muligheten for lekkasjer og dermed undervasking av fyllingen. Dette er en vanlig forekommende feil som ofte fører til setninger, av og til også innsynkninger og utglidninger.

Innløp og utløp er sårbare punkter. Hvis vannet får anledning til å grave her, kan det fort oppstå store ødeleggelser. Særlig omhyggelig må man være ved stikkrenner som ligger i sterkt fall i jordterreng. Vanlige sikringsmetoder her er:

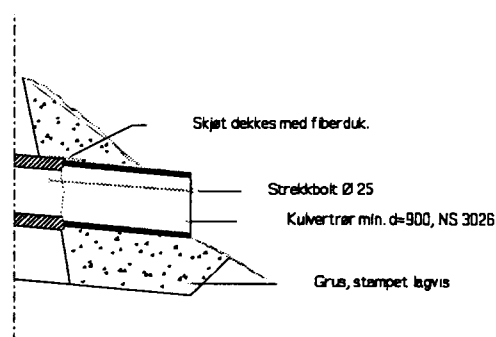
- Stampe en voll av myrte og stein utenfor enden av stikkrennen.
- Ramming av spuntvegg (trykkimpregnerert tre eller stål) foran innløp og utløp (hvis det ikke er for mye stein).
- Utforing av eksisterende renne ved innstikking av plastrør (bare hvis stikkrennen har stort nok tverrsnitt).

Hvis utløpet av stikkrennen er forskjøvet og skadet, eller hvis en fyllingsutvidelse nødvendiggjør en forlengelse, er det flere mulige måter for rehabilitering og påskøting av den gamle stikkrennen. Plasseres nye rørdeler, er det et generelt krav at det må foretas en pålitelig tilpasning til den eksisterende rennen. Det skal også etableres et stampet frostfundament (jf. "Regler for nye baner, del 5, Frost) under rørfrelengelsen. Noen eksempler på typeløsninger er gitt nedenfor.

2.3.1 Forlengelse med betongrør

Vanlig anbefalt utførelse er at det første røret skal tilpasses ved meisling slik at fugen ikke noe sted blir større enn 50 mm. Røret skal forbindes med den gamle stikkrennen ved strekkstag. Skjøtefugen skal dekkes med fiberduk før filtergrus fylles på, evt. omstøpes.

Ved denne metoden er det viktig at de tunge og stive rørene får tilnærmet setningsfritt underlag, slik at utette fuger ikke oppstår. Strekkboltene krever ettersyn og vedlikehold (korrosjon).

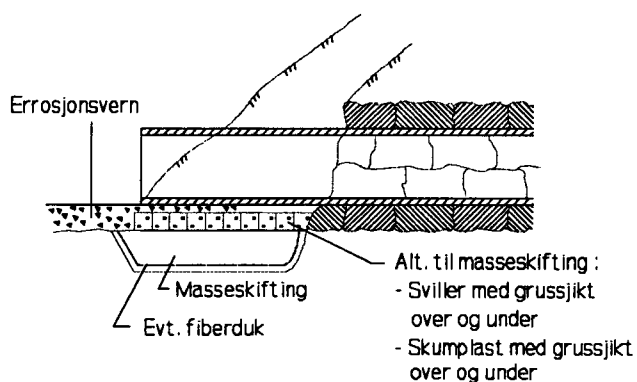


Figur 6.1 Forlengelse med betongrør.

Forlengelse med innstikksrør av plast (utforing)

Denne metoden innebærer at stikkrennearealet i forhold til et kvadratisk tverrsnitt, teoretisk reduseres med ca. 25 %, og i praksis antakelig enda mer pga. demnings-effekter. Metoden anbefales derfor bare i de tilfeller hvor det kan påvises (dokumenteres) at kapasiteten fortsatt vil være tilstrekkelig.

Det må stilles strenge krav til tettingen, spesielt på innløpssiden.



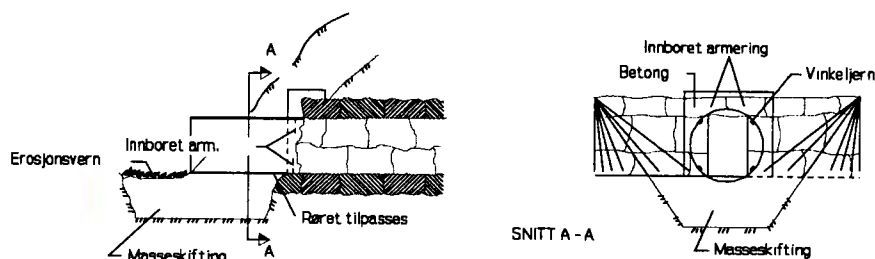
Figur 6.2 Forlengelse med innstikksrør av plast.

Forlengelse av korrugerte stålrør

Stålrøret skjæres til slik at god tilpassing til steinrennen oppnås. Røret festes ved at det bores inn og injiseres bolter. Skjøten 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 og ellers fastsveiset til den korrugerte rørdelen.

Om nødvendig (og hvis mulig) føres plastrøret gjennomgående i hele stikkrennen. Det finnes også andre måter for utforming, f.eks. ved etablering av glassfiberarmert polyesterkledding.

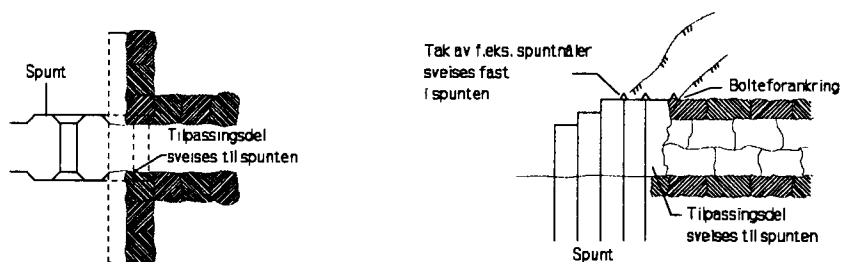


Figur 6.3 Forlengelse med korrugerte stålrør.

Forlengelse med spunt og ståldekke.

Stålspunt av passe lengder for å oppnå tilstrekkelig bæreevne, rammes på begge sider av vannløpet. Spuntveggene tjener som opplegg for et "tak" av påsveisede spuntnåler.

Metoden er relativt kostbar og bør antakelig i første rekke brukes ved forlengelser ut over svak grunn, hvor det ved rørløsninger kan være problematisk å oppnå tilstrekkelig bæreevne.



Figur 6.4 Forlengelse med spunt og stålrør.

Bekketunneler i fjell erstatter ofte stikkrenner. Bekketunnelene er i seg selv vanligvis vedlikeholdsfrie, men det oppstår ofte lekkasjeproblemer ved innløpet når bekketunnelen har innløp som ligger høyere enn laveste punkt. Det vil da bli vannsig gjennom fyllingen og dette vil føre til setninger. Innløpet til bekketunnelen må derfor sikres ved betongutstøpt innløpstrakt. Jf. også "Regler for nye baner", del 7, Drenering og fig. 7.7.

2.4 UTSKIFTING

Oppgraving og legging av nytt rør er mest aktuelt når det er rimelige dybder og arbeidene kan utføres under kortvarig driftsstans eller i større togopphold. Når det gjelder utførelsen forøvrig, vises til "Regler for nye baner", del 7, Drenering.

Rørgjennompressing er en driftsvennlig metode, og er aktuell i eller under fyllinger hvor det er lite stein. Ved vanlige stikkrennedimensjoner benyttes stålrør som gjerne overdimensjoneres noe for å gi plass til profilerte plastrør innvendig. Trykkgrop må vanligvis sikres ved spunting.

Ved høye fyllinger med grov stein, hvor hverken rask gjennomgraving eller rørgjennompressing er mulig, kan det være aktuelt å legge provisorisk bru i sporet og utføre stikkrennearbeider under denne. Det kan også være mulig å bore for relativt store rørdimensjoner gjennom steinfyllinger. Felles for begge løsninger er store kostnader.

1	FORMÅL	2
2	RUTINER	2
3	MASKINELT UTSTYR	2
4	SIKRINGSTILTAK	3
5	VENTILASJON	4

Etter at en tunnel er satt i drift, vil behovet for organisert fjellsikring raskt melde seg. Dette vil gjerne være arbeider som rensk, bolting, vanntetting og eventuelt ytterligere utstøpning.

I flere av baneregionene er det egne renskelag som i sommerhalvåret bare har til oppgave å utføre fjellsikring. I vinterhalvåret foretar de vedlikehold i de lengste frostfrie tunnelene foruten annet forefallende arbeid.

1 FORMÅL

Formålet med en slik organisert fjellsikring er følgende

- oppnå størst mulig sikkerhet for togtrafikken
- hindre skader på jernbanetekniske anlegg

I tillegg skal arbeidet drives effektivt og økonomisk. Kravet til sikkerhet er det absolutt viktigste, og stiller strenge betingelser til en effektiv fjellsikring. Dette arbeidet må utføres svært grundig, idet nedfall av blokker eller utrasing som forårsaker avsporing kan være katastrofal. Vedlikeholdsstrategien bør derfor være å oppnå så stor sikkerhet at slike uhell ikke skal inntreffe.

2 RUTINER

Erfaringen har fram til idag ført til innarbeidelse av følgende rutiner:

- Det går systematisk gjennom tunnelene i løpet av en 4-5 årsperiode.
- Rasfarlige/rasutsatte partier kontrolleres hvert år.
- Tunnelene blir forøvrig kontinuerlig overvåket ved linjevisitasjon og eventuelle nedfall av stein blir straks nærmere undersøkt.
- Mannskapet på renskelagene har gjennom årene opparbeidet meget god lokalkjennskap, og er derfor spesielt oppmerksom på utsatte partier.

3 MASKINELT UTSTYR

I regionene med flest tunnelstrekninger, disponerer renskelagene selvgående renskebukk med maksimalhastighet på 80 km/t. Det er helt avgjørende at denne har stor transporthastighet ut til arbeidsstedet da mesteparten av arbeidet må foregå i togpausene. Forøvrig er renskebukken utstyrt med luftdrevet kompressor til drift av bore- og hjelpeutstyr. Det er utskyvbar plattform på hver side til rensk av vegger og på toppen til rensk av tak. Noen av regionene har i tillegg en etterhengt arbeidsplattform som kan beveges vertikalt og roteres. Den er påmontert hydraulisk boreutstyr som kan dreies både horisontalt og vertikalt. Dette vil spesielt forenkle boring og setting av bolter i øvre del av tunnelvegg og hvelv. Arbeidsplattformen kan også kobles fri og flyttes i liten hastighet med egen motor.

4 SIKRINGSTILTAK

De fleste av våre tunneler ligger i dagfjellet. Vanligvis er dette meget oppsprukket med tildels åpne slepper slik at overflatevann trenger inn i tunnelen. Varierende med årstiden vil en således få vannlekkasjer eller isdannelse og frostsprengning med de uheldige virkninger dette medfører. Lekkasjevannet er således medvirkende årsak til steinsprang, iskjøying, rustdannelse på skinner og befestigelse, forurensning av ballasten osv. En betydelig del av sikringsarbeidene har derfor gått ut på å fjerne eller lede bort dette vannet. Der vannet allerede har issprengt eller vasket ut materialet i sleppene og dermed løsnet forbindelsen mellom steinblokkene, er tunnelpartiet blitt forsterket.

Forsterkningsarbeidet vil variere med skadetypen. Ved rutinemessig rensk blir løse flak og blokker fjernet. Større blokker eller partier som har mulighet for å løsne, blir sikret med permanent bolting. Til denne sikringen er vanligvis mørtelinnstøpte bolter, enten perfobolter eller gyste bolter, blitt brukt. I den senere tid er polyesterinnstøpte bolter også blitt benyttet.

Der fjellet er svært oppsprukket eller hvor det er knusningssoner, vannlekkasjer eller bergtrykksproblemer, er utstøpning foretatt. Denne er gjerne utført som en uarmert betongkappe. Opprinnelig skulle betongen være 40 cm tykk, men etter som tiden går har betongen blitt dårligere flere plasser og tykkelsen er blitt redusert. På disse plassene må betongen enten forsterkes eller fjernes helt.

En metode for rehabilitering av eksisterende tunneler under trafikk har vært å støpe ut etter lamellmetoden. Dette er både gjort på tunneler som ikke ble tilstrekkelig sikret under byggefasen og i en del tilfeller hvor det har vært nødvendig å foreta etter-utstøpning for å oppnå god nok trafikksikkerhet. Metoden går ut på å støpe betonglameller som prefabrikerte elementer på betongfabrikk. Således kan både betongkvalitet og avdekking bestemmes og kontrolleres etter ønske. Arbeidet i tunnelen innskrenker seg til støping av fundament og vederlag, foruten montering og fuging av lamellene. Denne metode er innført som norm ved NSB. En spesiell utførelse kan også anvendes i dobbeltsporet tunnel.

Sprøytebetong er en annen ettersikringsmetode som har vært en del anvendt. Metoden er relativt lett å bruke og ser ut til å bli meget aktuell ved kommende arbeid. Kvalitetsmessig er sprøytebetongen blitt forbedret i de senere år, særlig etter at fiberarmeringen ble tatt i bruk. Fjellet hvor sprøytebetongen skal påføres må være rent og ha en rimelig hvelvform. Løse blokker må være fjernet eller sikret med bolter. Vannlekkasjer av betydning bør være tettet ved injeksjon eller samlet og ledet bort i rør.

Som nevnt tidligere er vannlekkasjer i jernbanetunneler et problem som fører til mange skader. I årenes løp er det brukt store ressurser for å hjelpe på dette. Tidligere er det utført betydelige injiseringsarbeider som utvilsomt har gitt forbedringer. I frostfrie tunneler har det frem til i dag blitt brukt galvaniserte stålplater som henges opp i taket med bolter og fører vannet ut til sidene. Konstruksjonen er enkel, men oppfyller sitt formål. Betingelsen er at fjellet bak platene er godt eller sikret med bolter. I dag skal det brukes plater av ikke ledende materialer (plast).

I tunneler med frost vil vannlekkasjer gi et betydelig driftsproblem. Isdannelse på kontaktledningen og i sporet fører her til store vedlikeholdskostnader. I senere tid er det tatt i bruk plater av polyetylen som festes til fjellprofilet med bolter og fjellbånd. Platene er normalt 5 cm tykke og dekkes over partier med vannføring. Det er helt nødvendig at platene føres ned til frostfri dybde i grøft. Platene monteres fra plattform på renskebukk eller mobil plattform. Det er en betingelse at fjellet er godt eller sikret, før slike plater settes opp. Platene kan også festes direkte på utstøpte partier. Erfaringen med denne isoleringsmetoden er så langt meget positiv. I tunneler hvor dette er utført, er arbeidet med kostbar isfjerning helt eliminert.

5 VENTILASJON

Under større vedlikeholdsarbeider i lange tunneler vil det kunne oppstå problemer hvis ikke avgassene fra trekkaggregater og arbeidsmaskiner luftes ut. Egnede ventilasjonsutstyr må derfor anskaffes før slike arbeider iverksettes. Slikt utstyr kan være en flypropell montert på vogn. Spesielt i perioder med ugunstige trekkforhold har det vist seg at dette utstyret ikke har fungert tilfredsstillende. I senere tid er det tatt i bruk en ny type ventilator som har fungert bra. Denne er slik utformet at all luft som blir blåst inn mot eller sugd ut fra arbeidsstedet, blir kanalisert gjennom viftene (4 stk). I ytterkantene i tunnelprofilet ligger en luftpølse som blir blåst opp ved hjelp av trykkluft. Dermed blir profilet tettet til.

1	STADIG GJENTATTE SPORHØYDEFEIL	2
2	STADIG GJENTATTE PILHØYDEFEIL SOM INDIKERER SIDEFORSKYVNING AV SPORET	3
3	STADIG GJENTATTE VINDSKJEVHETER	4

Skjemaene i dette kapitlet brukes for å prøve å finne årsaken til feil som oppstår regelmessig på samme sted etter gjentatte sporjusteringer. Feil som representerer dramatiske endringer i sporleiet, er ikke medtatt her. Ved slike feil skal geotekniker bli kontaktet hvis feilen ikke er åpenbar og kan rettes av eget personale.

1 STADIG GJENTATTE SPORHØYDEFEIL

Har feilen sin årsak i dårlige sviller eller befestigelse?	Problemet ligger i underbygningen. Overbygningsfeil må rettes.
Er ballasten nedslitt? Indikert ved svillevasking.	Ballastrensing utføres.
Er ballastlaget for tynt og består underlaget av bløte masser?	Løfting av sporet hvis bredden er tilstrekkelig.
Skyldes feilen telehiving?	Kontrolleres ved telenivellement. Teleforebyggende tiltak gjennomføres.
Oppstår setningen etter langvarig tørke?	Sjelden forekommende. Ingen grunn til andre tiltak enn pakking og justering.
Er innløpet eller utløpet til stikkrennen i dårlig forfatning?	Innløp og utløp forbedres. Jf. del 6, Drenering.
Er bunnen av stikkrennen utett slik at vannet går under stikkrennen og eroderer?	Muligheter for utføring av stikkrennen undersøkes.
Kan ukontrollert vann gå igjennom fyllingen og føre til erosjon?	Vannet bortledes ved grøfting eller eventuelt tetting av grøftebunnen. Jf. "Regler for nye baner", del 7, Drenering.
Ligger ikke stikkrennen i dalsenkningens laveste punkt? I så fall kan vannsig med erosjon føre til setninger.	Grusfilter på nedstrøms side kan være aktuelt. Jf. "Regler for nye baner", del 7, Drenering.
Består fyllingen eller undergrunnen av leire, kan setninger skyldes konsolidering.	Setningen vil med tiden avta. Vanligvis ingen andre tiltak aktuelt enn gjentakende pakking og justering.
Ingen av ovenforstående årsaker aktuelle?	Geotekniker konsulteres.
Foreslåtte tiltak komplisert å gjennomføre.	Geotekniker konsulteres.

2 STADIG GJENTATTE PILHØYDEFEIL SOM INDIKERER SIDEFORSKYVNING AV SPORET

Forholdet som gjelder feil vedrørende skinnegangen er ikke medtatt her. Det henvises til "Overbygning - regler for vedlikehold".

Har feilen sin årsak i manglende ballastbredde eller manglende ballastbankett ?	Jf. "Overbygning - regler for vedlikehold".
Er manglende bredde på F.P. en medvirkende årsak til pilhøydefeilen ?	Fyllingen utvides eller sporet senkes. Teleforebyggende tiltak kan bli nødv.
Er ballasten nedslitt, indikert ved svillevasking ?	Ballastrenging utføres.
Er ballastlaget for tynt og består underlaget av bløte masser ?	Løfting av sporet hvis fyllingsbredden er tilstrekkelig. Ballastbankett jf. "Overbygning - regler for teknisk utforming.
Linjen ligger i skråterreng utsatt for jordsig (solifluksjon).	Drenerende tiltak i sideterreng.
Linjen ligger langs elv eller sjø.	Sideforskyvning kan skyldes erosjon, evt. i forbindelse med manglende filterlag i forbygningen.
Sideforskyvning av sporet er akselererende.	Fare for utglidning eller skred. Geotekniker varsles.

3 STADIG GJENTATTE VINDSKJEVHETER

Har feilen sin årsak i dårlige sviller eller befestigelse?	Problemet ligger ikke i underbygningen. Overbygningsfeil rettes.
Skyldes feilen ujevn telehiving?	Kontrolleres ved telenivellement. Teleforebyggende tiltak gjennomføres.
Er ballastlaget for tynt ved indre skin-nestreng og består underlaget av bløte masser?	Løfting av sporet hvis bredden er tilstrekkelig. Ellers masseutskifting.
Er ballasten ujevnt nedslitt indikert ved svillevasking på den ene siden?	Ballastrensing utføres.
Er det oppstikkende stein under en del av svillen?	Ballastrensing utføres.
Er det oppstikkende fjell på den ene siden?	Løfting eller bortsprengning.
Er det mangler ved linjegrøften som kan føre til erosjon på en side av sporet?	Linjegrøften utbedres, evt. med innlegg av betongutføring. Jf. "Regler for nye baner", del 7, Drenering.
Er utløpet av stikkrennen i dårlig forfatning?	Utløpet utbedres. Jf. del 6, Drenering.
Er stikkrennen utett i bunnen, slik at vannet renner inn i stikkrennen men ut på et annet sted enn i utløpet?	Muligheter for utføring av stikkrennen eller omlegging inn til lekkasjestedet undersøkes.
Flere av de feilkildene som kan gi spornhøydefeil eller pilhøydefeil, kan også medføre vindskjevheter.	Jf. kap. 1 og kap. 2.