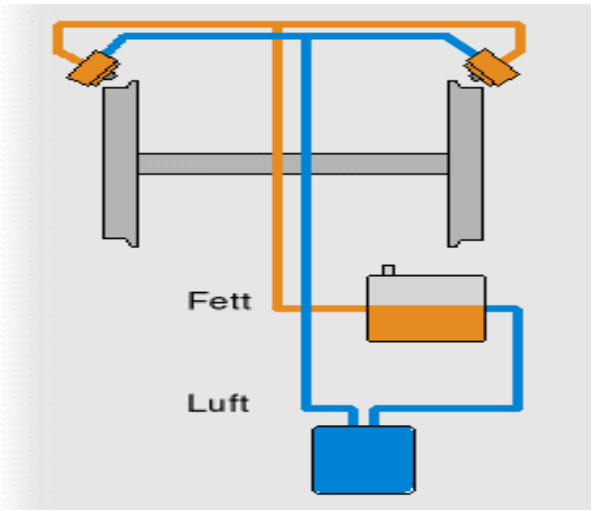
Jernbaneverket

Dato: 01.01.2005

Skinnesmøring og flenssmøring på det statlige jernbanenett







Forord

Denne rapporten er utarbeidet av en arbeidsgruppe bestående av følgende personer:

Erik Halland (leder), JBV, Infrastruktur Teknikk Kjøretøyteknologi
Jon Normann Ly, JBV, Infrastruktur Teknikk Kjøretøyteknologi
Stein Olav Lundgren, Jernbaneverket Infrastruktur Teknikk
Guttorm Moss, Jernbaneverket, Region Øst,
Norvald Skjoldli, JBV, Banesjef Bergensbanen
Alf Helge Løhren, JBV, Infrastruktur Teknikk Støtte, Baneteknikk
Geir Røer, BaneService
Per Arne Johansen, NSB
Erling Schancke, CargoNet
Tore Fjeld, CargoNet
Stefan Christensson, Flytoget

Følgende personer har også bidratt i deler av arbeidet:

Terje Ekrann, NSB
Ove Kildal, BaneService, operatør på smørevogn
Jan Inge Fagereng, BaneService, operatør på smørevogn
Per Ericson, Green Cargo

Alle trafikkutøvere har vært invitert til å delta i arbeidet. Enkelte av de som ikke har deltatt aktivt har på forespørsel gitt opplysninger om eget materiell.

Arbeidet har vært utført i perioden mai – november 2004. Det er avholdt 3 møter.

Oslo, 01.01.05

Innholdsfortegnelse

1 Sammendrag 4
2 Bakgrunn/hensikt/omfang 7
3 Hjul og skinneslitasje 8
3.1 Innledning 8
3.2 Kontaktpunktet mellom hjul og skinne 8
3.2.1 Innledning 8
3.2.2 Ettpunktsberøring 9
3.2.3 Topunktsberøring 9
3.3 Forhold på rullende materiell som påvirker hjul- og skinneslitasje 10
3.4 Infrastruktur 10
4 Hva er skinnesmøring/ flenssmøring 12
4.1 Definisjoner og begreper 12
Kinematisk rullebetingelse i kurver 12
4.2 Prinsippskisse 13
4.3 Metoder for flens-/skinnesmøring 14
4.3.1 Skinnesmøring 14
4.3.2 Flenssmøring. 15
4.3.3 Kriterier for valg av metode for påføring 16
5 Tidligere utredninger vedr. smøring 19
5.1 1994 19
5.2 1996 19
5.3 1997 19
6 Beskrivelse av dagens situasjon 20
6.1 Generelt 20
6.2 Stasjonære smøreapparater 21
6.3 Smørevogner/smøretraller 22
6.3.1 Smørevogn 22
6.3.2 Smøretralle 24
6.4 Flenssmøring på tog 25
6.4.1 NSB AS 25
6.4.2 CargoNet AS 25
6.4.3 Flytoget AS 26
6.4.4 MTAS 27
6.4.5 Ofotbanen AS 27
6.4.6 GreenCargo 27
6.4.7 Tågåkeriet AB 27
6.4.8 Jernbaneverket 27
6.4.9 Tabellarisk oversikt over antall smørende aksler og smøremengder pr. km 28
6.4.10 Forholdet mellom smurte og usmurte aksler på ulike strekninger 28
6.5 Nytte/kost betraktninger 31
7 Erfaringer fra andre land 32
7.1 Sveits/Østerrike 32
7.2 Sverige 32
8 Forskrifter/standarder/TSIer 33
8.1 Direktiver og Tekniske spesifikasjoner for interoperabilitet (TSI) 33
8.2 Norske forskrifter 33
8.3 Europeiske normer 33
8.4 UIC 33
8.5 Jernbaneverket 33
8.6 Sportilgangsavtalen 34
8.6.1 Trafikkutøvers plikter 34
8.6.2 Jernbaneverkets plikter 34

9 Smøremidler 35
9.1 Kriterier for hva som er god smørefilm 35
9.2 Oversikt over hvilke smøremidler som benyttes 36
9.3 Egenskaper til de ulike typene (vedheft, varighet, nedbryting, miljø 36
9.4 Erfaringer med de ulike typene 36
9.5 Oppsummering/konklusjon/tiltak/endringer 37
10 Fremtidige rutiner for skinnesmøring/flenssmøring 37
10.1 Påføring ved bruk av smørevogn 37
10.1.1 Hvor på skinnene 38
10.1.2 Strekningskart 38
10.2 Kriterier for iverksettelse av ekstra smøring 39
10.3 Påføring ved bruk av smøretralle 41
10.4 Påføring ved bruk av tog (flenssmøring) 41
10.4.1 Hvor på hjulflens 41
10.4.2 Mengde/type/intervall 43
10.4.3 Krav til nye apparater/krav til dekningsgrad 43
10.5 Påføring ved bruk av stasjonære apparater 44
10.5.1 Hvilke situasjoner 44
10.5.2 Krav til nye apparater 45
10.5.3 Oppsummering/konklusjon/tiltak/endringer 45
11 Varslingsrutiner 45
11.1 Rutiner og oversikt over kontaktpunkter 45
12 Kostnadsfordeling 46
12.1 Prinsipper for kostnadsfordeling 46
12.2 Kompensasjon for manglende togutstyr 46
13 Oppsummering/konklusjon 47
14 Vedlegg 50
14.1 Oversikt over flenssmøre apparater og smøremidler 50
14.2 Datablad for smøremidler 50
14.2.1 Datablad Lubritech TRAMLUB F 234 Mod 2 50
14.2.2 Datablad BECHEM UWS P-WAY LUBE 50
14.2.3 Datablad Hydro Texaco Multifak 6833 EP 00 50
14.2.4 Fettbasert smøremiddel, prod. JBV 50
14.2.5 Datablad Universalgrease EP2 fra Prolong 50
14.3 Togfrekvens 2003 50
14.4 Ruteoversikt smørevogn 2004 50
14.5 Erfaringer fra ØBB og SJ 50
14.6 Artikkel fra ZEV + DET Glasers Annalen 121 1997 Nr.23 side 255 – 262 .50
14.7 NSB prosjekt ”Hjul 98”, delprosjekt 3 Fettype 50
15 Referanseliste 50

1 Sammendrag

Rapporten er laget på oppdrag av ledelsen i Jernbaneverket Infrastruktur, på grunn av den nye situasjonen med stadig flere trafikkutøvere og manglende retningslinjer for skinne og flenssmøring. Både Jernbaneverket som infrastrukturforvalter og trafikkutøverne har vært invitert til å delta [1] i utarbeidelsen av rapporten.

Det er foretatt en gjennomgang av alle relevante aspekter rundt skinnesmøring og flenssmøring som har fremkommet i arbeidsgruppen.

Det er gitt en generell omtale av de mekanismer som påvirker hjul- og skinneslitasje. Det er redegjort for ulike former for kontakt mellom hjul og skinne og deres innvirkning på både slitasje og smøring. Ulike materiellтyper har ulike løpeverk som gir ulike løpeegenskaper og derfor nyttiggjør seg smøring forskjellig.

Det er gitt en generell beskrivelse av hvordan skinne-/flenssmøring utføres. Det er videre foretatt en kartlegging av dagens situasjon og gitt en utførlig beskrivelse av denne.

Videre er det tatt hensyn til tidligere erfaringer i Norge, internasjonale erfaringer og lover, forskrifter og normer.

På bakgrunn av dette kan følgende konklusjoner trekkes:

- Trafikkutøverne er stort sett fornøyd med den hjulslitasje de i dag har. Situasjonen er generelt til å leve med, men for enkelte togslag og på enkelte strekninger er hjulslitasjen noe høyere enn gjennomsnittet:
    - I nærtrafikk områdene, hvor persontogene har hovedvekten av trafikken, er hjulslitasjen generelt på et akseptabelt nivå (Gjøvikbanen unntak).
    - På strekningene mellom nærtrafikk områdene, hvor godstogene har en større prosentvis andel av trafikken, er hjulslitasjen større.
    - NSB har høyest hjulslitasje på Gjøvikbanen og tidvis Nordlandsbanen. Sporets tilstand på Gjøvikbanen er generelt dårlig og slitasjen kan således ikke tillegges manglende smøring alene.
    - NSB rapporterer også hjulslitasje for materiell som benyttes på Dovrebanen, Sørlandsbanen og Bergensbanen. Dette gjelder først og fremst type 73 (krengetog) og nattog.
    - CargoNet har høyest hjulslitasje på type CD66 som brukes som godslok på Nordlandsbanen.
- Det er ikke fremkommet argumenter for at det bør gjøres store endringer i måten det smøres på. Dette innebærer fortsatt bruk av flenssmøring som hovedsmøring og at det suppleres i enkelte perioder og/eller på spesielle strekninger med smørevogner og smøretraller. Bruk av stasjonære smøreapparater har blitt sterkt redusert de siste årene, og ut fra de erfaringer man har er det bare naturlig å benytte disse i helt spesielle situasjoner.
- På de steder der slitasje på sporveksler og skinner er ekstra høy har Jernbaneverket montert stasjonære apparater eller foretar smøring med smøretraller.
- Jernbaneverket bør foreta en kartlegging av hva som finnes av stasjonære smøreapparater på markedet og vurdere alternativer til dagens apparater, som har en del svakheter.
- Mannskapet på BaneService sin smørevogn ferdes i sommersesongen over det meste av jernbanenettet og konstaterer at når sesongen starter og underveis i

sesongen, kan det sjelden påvises rester fra smøring utført med tog. Dette er en indikasjon på at togene kan smøre mer.

- Det er veldig stor spredning i hvor mye den enkelte materielltype smører pr. km. Det er også stor spredning mellom materielltyper som har tilnærmet samme forhold mellom smurte og usmurte aksler. Lokomotiver i godstog smører generelt mindre enn motorvognsett, men de har 4 ganger så mange usmurte aksler. Dette viser at det er potensial i å få en jevnere fordeling av påført mengde sett i forhold antall usmurte aksler.
- Det er foretatt en sammenligning av antall smurte og usmurte aksler på en del utvalgte strekninger basert på hvilke togtyper som går der og prosentvis fordeling mellom dem. Disse viser klart at på strekninger der andelen godstog er på nivå med andelen persontog er andelen smurte aksler svært lav. Dette stemmer bra overens med de erfaringer både CargoNet og NSB har når det gjelder hjulslitasje over gjennomsnittet.
- Det anbefales ikke at det på nåværende tidspunkt foretas endringer i forhold til hvilke typer smøremiddel som benyttes. Eneste unntaket er for Jernbaneverkets stasjonære apparater der det er et potensial for standardisering. Smøremiddelet som benyttes ved Drammen stasjon har langt dårligere miljømessige egenskaper en de andre typene som benyttes. Det bør også vurderes om smøremiddelet som benyttes på smørevognen kan erstattes av samme type som benyttes på togene når dagens lager er oppbrukt.
- Kostnadene til skinne- og flenssmøring bør fordeles mellom Jernbaneverket og trafikkutøverne ved at Jernbaneverket er ansvarlig for skinnesmøring og trafikkutøverne for smøring på rullende materiell. Det er ikke naturlig at NSB står som oppdragsgiver for BaneService vedrørende kjøring av smørevogn. For Flåmsbanen er det inngått en egen avtale om kostnadsfordeling mellom Jernbaneverket og Flåm utvikling. NSB mener det prinsipielt ikke bør være annen praksis for Flåmsbanen enn for restene av jernbanenettet.
- I Jernbaneverket er det naturlig at sentral vedlikeholdsavdelingen får ansvar for kjøring av smørevogn da dette er en landsdekkende aktivitet.
- Alt nytt rullende materiell må være utstyrt med flenssmøringsutstyr. Dette er i samsvar med gjeldende praksis, internasjonal lovgivning som allerede er innført for høyhastighetstog og som antas å bli krav også for konvensjonelle tog.
- Regelmessig vedlikehold og ettersyn er viktig. Det bør for materiell være utarbeidet kontrollforskrifter for ettersyn av anleggenes funksjonsdyktighet med hensyn til overføring av smøring til skinnehodet.
- Erfaringer både fra Østerrike og Norge tilsier at minst 80 % av materiellparken bør være utstyrt med flenssmøreutstyr for at dette skal ha god effekt. Dette er imidlertid erfaringer fra en situasjon der det bare eksisterer en trafikkutøver som benytter alle typer rullende materiell. I dagens system med flere trafikkutøvere som har spesialiserte trafikkslag er en slik 80 % regels vanskelig å styre etter.
- Trafikkutøverne er opptatt av at det stilles like vilkår til alle. Det bør pålegges en avgift som kompenserer for manglende flenssmøreutstyr. Det anbefales derfor at et avgiftssystem innføres og at avgiften fastsettes med utgangspunkt i kjørte akselkm for de tog som ikke smører iht de minimumsverdier som er anbefalt. Avgiften bør være av en slik størrelse at den motiverer for montering av flenssmøringsapparater. Prisen for montering av flenssmøringsapparat vil ligge i området 150-200000. Jernbaneverket må avklare nærmere hvordan en slik avgift skal fastsettes og inndrives og når den eventuelt kan trå i kraft.
- Det bør innføres som fast regel at skinnesmøring varsles ved bruk av T-sirkulærer. Regionale sportilgangskoordinatorer sørger for at Trafikkavdelingen får de nødvendige opplysninger til T-sirkulærere. Trafikkavdelingen må etablere felles rutiner i alle trafikkområder på at varsling om skinnesmøring skal tas med på T-sirkulærer.

Selv om ting stort sett fungerer i praksis er det konstatert en del manglende krav og rutiner. Det er utarbeidet følgende forslag til krav og rutiner:

- Det er utarbeidet grunnlag for spesifikasjon for hvor smøring bør påføres ulike skinneprofiler og hjulprofilet.

- Det er utarbeidet et grunnlag for spesifikasjon for bruk av smørevogn (funksjonsspesifikasjon) og utstyr i rullende materiell.

- Det er utarbeidet forslag til nytt ”smørekart” for kjøring av smørevogn. Dette bør benyttes som utgangspunkt for smøring i 2005. Det bør gjøres en evaluering etter at smøresesongen avsluttes. Smørekartet inngår som vedlegg til funksjonsspesifikasjonen.

- Det er utarbeidet krav til flenssmøringsapparater. Dette bør inngå som del av Jernbaneverkets dokument JD590 Infrastrukturens egenskaper.

- Det er utarbeidet krav til hvor mye ulike typer tog bør smøre for å sikre at forholdet mellom smurte og usmurte aksler blir noenlunde likt mellom ulike togslag. Dette innebærer først og fremst en kraftig økning i mengden påført smøring fra godslokomotiver.

- Det er utarbeidet forslag til rutiner for å vurdere behov for ekstra smøring i lange tørkeperioder. Jernbaneverkets regioner bør implementere dette i sine rutiner.

2 Bakgrunn/hensikt/omfang

Bakgrunn
Den eksisterende praksis på området skinnesmøring og flenssmøring er i stor grad tilpasset en situasjon med en trafikkutøver. NSB har stått som oppdragsgiver også for smøring utført på skinnegangen. I en situasjon der antallet trafikkutøvere er økende er dette ikke en naturlig løsning.

I forbindelse med utarbeidelse av Jernbaneverkets beskrivelse av infrastrukturen er det også konstatert at det ikke eksisterer retningslinjer for hvordan flenssmøring på tog bør utføres for å gi et godt resultat både for trafikkutøver og infrastrukturforvalter. Dette er spesielt negativt for nye trafikkutøvere som ikke har erfaring med norske forhold.

Ledelsen i Jernbaneverket Infrastruktur har derfor besluttet å foreta en total gjennomgang av rutinene for skinnesmøring og flenssmøring. Dette er et område der både infrastrukturforvalter og trafikkutøverne bidrar til et felles beste ved å reduserer slitasjen på hjul og skinner. Alle trafikkutøverne har derfor blitt invitert til å delta i arbeidet [1, invitasjonsbrev].

Hensikt
Hensikten med prosjektet er å:

- foreta en total gjennomgang av eksisterende rutiner for skinnesmøring og flenssmøring.
- etablere forutsigbare, effektive og rettferdige krav/rutiner hos Jernbaneverket og trafikkutøverne.

Utgangspunktet for arbeidet er den gjensidighet som er nedfelt i den nye sportilgangsavtalens kap. 8.1 og 9.1, ref. kap. 8.6.

Omfang
Arbeidet har hatt følgende omfang:
- Kartlegge dagens praksis.
- Hvordan skal smørefilmen påføres for å få et optimalt resultat.
- Hvordan skal smørefilmen være.
- Krav til smøreutstyr for å oppnå ønsket smørefilm.
- Hvem skal påføre smørefilm.
- Oppsummering/ konklusjon/ anbefalinger.

3 Hjul og skinneslitasje

3.1 Innledning

Hjul- og skinneslitasje har alltid vært et viktig tema innen jernbanedrift, men som på andre områder (for eksempel vinterforhold) oppstår det enkelte år forhold som setter ekstra fokus på temaet. I mellomperioden har erfaringer og kunnskap blitt noe redusert og forholdet til etablerte rutiner slappere. Samtidig har det kanskje skjedd en teknologisk utvikling på relaterte områder uten at man helt har klart å fange opp hvilken påvirkning dette gir på hjul- og skinneslitasje og flens- og skinnesmøringen.

Endrede organisasjonsformer og ansvarsforhold vil også kunne påvirke hjul- og skinneslitasje dersom dette ikke tas tilstrekkelig hensyn til. Før NSB ble delt, ble smøringen av skinnehodets styrekant og hjulenes flenser, ivaretatt ved et samarbeid mellom Bane- og Maskinavdelingen. Maskinavdelingen lot alle lokomotiver for tog utruste med flenssmøringsapparater, samt at Baneavdelingen lot montere faste smøreapparater i sporet. Dette sammen med øket hardhet i hjul og skinnekvalitet, har generelt ført til økt levetid for både hjul og skinner. I dagens situasjon med en infrastrukturforvalter og flere trafikkutøvere er det en større utfordring å ivareta dette på en helhetlig måte.

Flens- og skinnesmøring utføres for å redusere slitasje, men det kan også gi et ikke ubetydelig bidrag til reduksjon av støy.

Smøring reduserer også togmotstanden (rullemotstand og kurvemotstand) vesentlig. Dette fører til lavere energiforbruk og gir for godstog muligheter for større nyttelast i stigninger.

Smøring utføres ikke for å redusere hjulets klatreevne (avsporingsfare). Dette skal være løst systemmessig og konstruktivt uten bruk av smøring. For spesielle løpeverk kan det av sporføringstekniske årsaker være nødvendig å smøre for å kunne bruke det sikkert, men slike løpeverk er ikke i bruk i Norge.

På den ene side ønsker man å redusere friksjonen mellom hjul og skinne slik at slitasjen reduseres. Samtidig er man avhengig av adhesjon for å oppnå tilstrekkelig trekkraft til kjøring av tog. Utfordringen er å redusere den uønskede slitasjen uten at dette går ut over den adhesjon som er nødvendig for å oppnå trekkraft.

Det er derfor hensiktsmessig å gi en kort innføring i de mekanismer som påvirker hjul- og skinneslitasjen og de forhold som må tas hensyn til når man skal utføre flens- og skinnesmøring. En viktig faktor i denne sammenheng er de forskjellige former for kontakt som eksisterer mellom hjul og skinne. Disse kan deles i to grupper; ettpunktsberøring og topunktsberøring.

3.2 Kontaktpunktet mellom hjul og skinne

3.2.1 Innledning

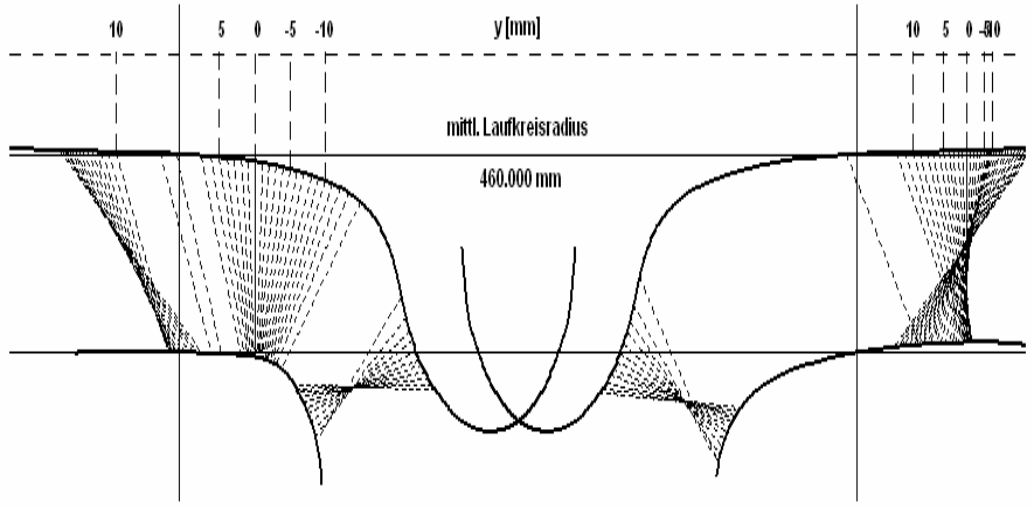
Berøringspunktet mellom hjul og skinne, skaper i utgangspunktet ikke behov for smøring, så lenge hjulsatsen ruller. Det er først når det blir glidning eller kryp at det oppstår behov for å redusere friksjonen. For å oppnå dette er det nødvendig med et tett samarbeid mellom materiellkonstruktører, operatører og sporkonstruktører samt materiell- og sporvedlikeholdere.

3.2.2 Ettpunktsberøring

Når en hjulsats skal føres mellom to skinner og spesielt gjennom en kurve, bør den rulle med ettpunktsberøring (figur 3.1) slik at hjulflensene ikke kommer i kontakt med skinnehodets styrekant. Slik ville det ikke være behov for flenskontakt under styringen, og slitasjen ville bare skje på skinnehodets og hjulets rulleflate samt i hulkilen mellom flens og rulleflate og på overgangsradien mellom skinnehodet og skinnehodets styrekant. Ved ettpunktsberøring er det også viktig at det i hulkilen mellom hjulets rulleflate og flens ikke smøres lengre ned enn til begynnelsen hulkilen, da adhesjonen i dette området i så fall vil bli sterkt redusert. Det samme gjelder for overgangen mellom skinnehodets styrekant og den svakt buede rulleflate. Derimot er kontakten mellom flens og skinnehodets styrekant ikke ønsket, fordi her oppstår det glidning så lenge hjulet ikke klatrer og rulleflateberøringen opphører. Løpeteknisk ønskes derfor ettpunktsberøring fordi da vil hjulsatsen alltid ha frihet til å rulle dersom kriteriet for det er oppfylt. Av forskjellige årsaker er det ikke alltid mulig å få dette til, selv om kriteriet med ettpunktsberøring forsøkes ivaretatt konstruktivt både på løpeverksiden og sporsiden.

3.2.3 Topunktsberøring

Dersom slitasjeforholdene er slik at profilene for hjul og skinne lokalt ikke er tilpasset hverandre, oppstår vanligvis topunktsberøring (figur 3.1) og dermed glir flensen mot skinnens styrekant og slitasje oppstår. Jo større anløpsvinkelen er desto større blir slitasjen. Under slike forhold bidrar smøring til en vesentlig reduksjon av flens- og skinneslitasje.



Figur 3-1 Ettpunktsberøring og topunktsberøring

3.3 Forhold på rullende materiell som påvirker hjul- og skinneslitasje

Slitasje forårsaket av løpeverk har følgende hovedårsaker:

- Selvstyringen av hjulsatsen gjennom kurver fungerer ikke fordi hjulsatsen mangler frihet til å innstille seg radielt. Den ruller da ikke, og Δr-kriteriet oppfylles ikke.
- Glidning av flensen mot skinnehodets styrekant på rett linje for å øke kritisk hastighet ved parallellførte aksler eller dreiehemming, når hjulsatsen snur i sin sinusgang.
- Hjulsatsen låses i en ugunstig stilling under bremsing og blir således hindret i å bevege seg og rulle fritt.
- Diameterforskjell mellom to hjul på samme aksel forårsaket av bremsing, forskjell i materialkvalitet eller slitasjeforhold for hjul på samme aksel, skjevstyring av boggien og lignende.
- Manglende tilpasning av hjul- til skinneprofilet slik at hjulsatsen ikke ruller og sideveis glidning skjer (manglende mulighet til å oppfylle Δr-kriteriet). Årsaken kan for eksempel være at hjulet har fått sylindriske rulleflater eller hulslitasje pga bremseklosslitasje.

3.4 Infrastruktur

Slitasje forårsaket av infrastruktur har følgende hovedårsaker:

- Utvalsing av skinnehodet pga høy aksellast, lav hardhet i skinnehodet og at hjulet glir.
- Skinneslitasje forårsakes/forårsaker misstilpasning av skinneprofilet til hjulets profil (topunktsberøring) og skinneprofilets form korrigeres sjelden ved slitasje
- Skinneslitasje forårsakes av at hjulsatsen ikke ruller i kuver pga. manglende oppfyllelse av Δr-kriteriet.
- Kurvaturen er ikke tilpasset løpeverkskonstruksjonenes krav til minste kurveradius for gode løpeegenskaper. Undersøkelser viser at ved kurveradiuser under 300-400m, er radialinnstilling av hjulsatser vanskelig å få til uten tvangsstyring, fordi krefter til å sette i gang selvstyring i kontaktpunktet hjul/skinne ikke produseres)
- Generelt trangt spor og variasjon i sporvidden gir instabilt løp (sinusgang).
- Stor anløpsvinkel på grunn av stor sporvidde (ved lave kurveradiuser er en viss økning i sporvidden ønskelig av andre grunner).
- Horisontale sporfeil på rett linje og i kurver fører til flenskontakt og derigjennom uønsket glidning og friksjon
- Tvangspunkter som sporveksler, stålbroer med faste sviller, planoverganger o. l forstyrrer hjulsatsens frie bevegelse.
- Sandstøv og andre forurensninger som legger seg på skinnene og fungerer som slipemiddel (for eksempel ved utlegging av ny ballast).

Av de ovennevnte punktene er en av det viktigste at slitasjeprofilet for hjul og skinner ikke er tilpasset hverandre. Hjulprofilene tilpasses det nominelle skinneprofilet ved at de korrigeres ved dreiing med jevne mellomrom når grensemål overskrides. En slik tilpasning har i liten grad blitt foretatt for skinnens del.

Skinnesliping kan brukes til å forbedre tilpasningen løpeteknisk mellom hjul- og skinneprofil etter hvert som skinnehodet slites. Jernbaneverket har imidlertid ikke drevet systematisk skinnesliping. Den sliping som har blitt foretatt har hovedsakelig bestått i å fjerne rifler (støyrelatert). Det er imidlertid i oppstartsfasen og det vil bli igangsatt arbeide med å utrede optimal tverrprofilkorrigering.

Skinnesliping har flere fordeler. Dette vil ikke bli nærmere behandlet i denne sammenheng, men kort kan nevnes:

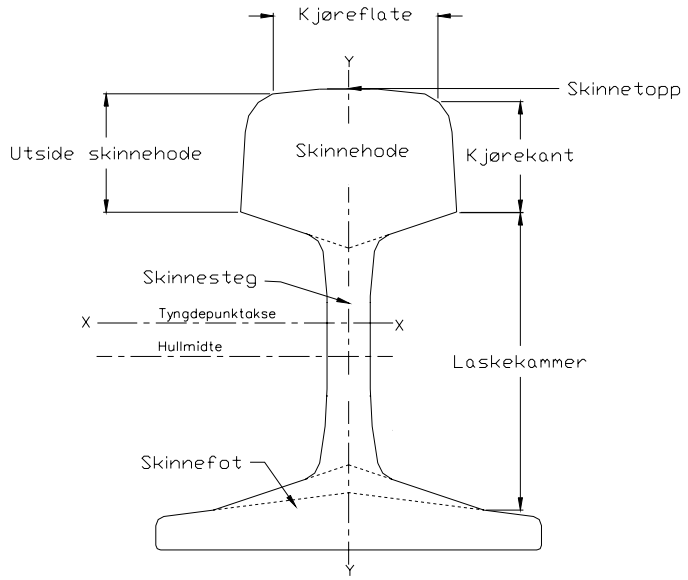
- Redusere støy
- Redusere hjul og skinneslitasje
- Redusere vibrasjoner og derav belastninger på over-/underbygning og løpeverk

En liten ulempe med skinnesliping er at i perioden rett etter skinnesliping vil hjulslitasjen kunne øke noe, da skinnene har en relativt ru overflate. Det kan også nevnes at tresviller gir mindre hjul- og skinneslitasje enn betongsviller fordi sporet ikke blir så stivt. På deler av Bergensbanen er det benyttet en type betongsville som medfører at sporvidden er noe mindre enn andre steder (trangt spor)

4 Hva er skinnesmøring/ flenssmøring

4.1 Definisjoner og begreper

Skinnens ulike deler



Figur 4-1 Skinnens ulike deler

Flenssmøring

Hjulflensen påføres smøremiddel som igjen overfører dette til skinnehodets styrekant slik at smøring oppnås for de påfølgende aksler som ikke smøres.

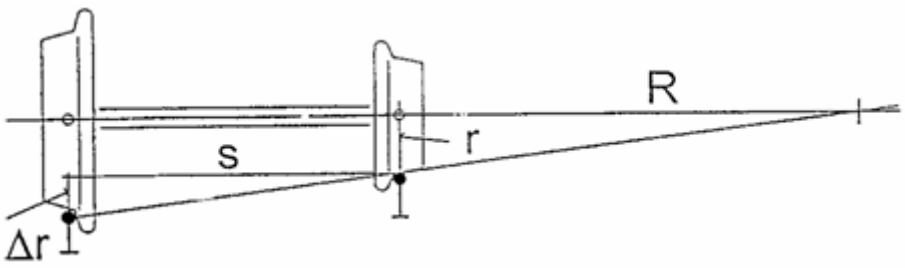
Skinnesmøring

Skinnehodets styrekant påføres smøremiddel direkte med egnet utstyr uten å gå veien om påføring via flenskontakt.

Δr-kriteriet

Kinematisk rullebetingelse i kurver

Det ytre hjulet må følge en lengre vei enn det hjulet som går på innerstrengen. Dette betyr at radius til løpesirkel til det ytre hjulet må være større enn radius til løpesirkel til det indre hjulet. Forskjellen betegnes Δr. Dette er illustrert i figuren under.



Figur 4-2 ∆r Kriteriet

Differanse i rulleradius ved gjennomløp i kurve

Følgende betegnelser gjelder:

R = radius i sirkelkurve
s = avstand mellom hjulflensene
r = radius i løpesirkel i sentrum av hjulbane
∆r = differanse i løpesirkel til hjulbanene i hjulsettet
y = lateral forskyvning av hjulsettet

Det kan utledes følgende matematiske relasjoner:

$$\frac{\left(R+\frac{s}{2}\right)}{\left(R-\frac{s}{2}\right)}=\frac{(r+y)}{(r-y)}$$

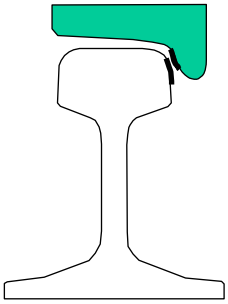
I henhold til utledninger, gjelder:

$$\Delta r=\frac{sr}{R}$$

Oppfylles ikke dette kriteriet, oppstår det styringsbehov og derav kontakt mellomhjulflens og skinnens kjørekant.

4.2 Prinsippskisse

Flens- og skinnesmøring består i å smøre skinnehodets styrekant og/eller hjulflensen på lokomotiv og motorvogner for å redusere friksjon og dermed slitasje på skinner og hjulflenser. En grov skisse er vist i figuren under.



Figur 4-3 Prinsippskisse flens-/skinnesmøring

4.3 Metoder for flens-/skinnesmøring

Følgende metoder eksisterer:

- Skinnesmøring
  - Stasjonært smøreutstyr
  - Mobilt smøreutstyr
    - Lette smøretraller for mindre strekninger
    - Smørevogner for lengre strekninger
    - Smøring direkte på skinnehodet fra trekkaggregater i ordinær trafikk
- Flenssmøring med apparater på rullende materiell

I det etterfølgende er metodene nærmere beskrevet.

4.3.1 Skinnesmøring

Smøretralle
Lett enkel tralle som skyves av skinnetraktor med en hastighet på ca. 20 km/h. Påfører smøring på skinnestrengen ved hjelp av spesielle smøreklosser.

Smørevogn
Spesialvogn hvor smøring påføres som en streng på skinnekanten ved hjelp av trykkluft, og styres ved hjelp av sleider som er justert mot riktig punkt på skinnene. På grunn av forskjellige slitasjeprofiler må smøresleidene justeres underveis. Smørevogna kjøres med en hastighet på ca. 60 – 70 km/h.

Trekkaggregater
Lokomotiver og lignende som er utrustet med ustyr som påfører smøremiddel direkte på skinnehodets rulleflate i ordinær trafikk.

Stasjonære smøreapparater
Disse er fylt med fett og smører skinnen og hjulflenser ved togpassering. Det finnes to hovedtyper:

Smørelask
Denne typen stasjonære smøreapparater har en eller flere smørelasker festet til skinnen med anlegg mot innsiden av skinnehodet, f.eks. PORTEC MC-3 som Jernbaneverket benytter. Smøremidlet presses ut på toppen av smørelasken hver gang et hjul passerer. Det smitter over på hjulflensen i en lengde like lang som lasken, og så fra hjulflensen over på skinnen ettersom hjulet ruller fremover. På denne måten vil hvert enkelt hjul sette flekker med smøring på innsiden av skinnehodet fremover i kjøreretningen hver gang den smurte delen av hjulflensen kommer i berøring med skinnen.

Smøre-/skuddventil
Stasjonære smøreapparater med smøre-/skuddventil kjenner vibrasjoner i sporet når et tog passerer og skyter ett eller flere skudd med fett ut på skinnehodets kjørekantside med forutbestemte tidsintervaller, f.eks. fra 3 til 99 s. Vibrasjonene registreres av en vibrasjonsføler av piczo-elektrisk type. Signalene sendes til en elektronisk styreenhet. Denne styreenheten påvirker en magnetventil som åpner flyten av nitrogengass i 0,25 s til skuddventilen, som da skyter et skudd med fett.

Fettet presses fra fettbeholderen via en slange frem til skuddventilen ved hjelp av nitrogengass fra en gassflaske. Gasstrykket påvirker oversiden av et stempel i fettbeholderen. Stempelet sørger derved for et kontinuerlig trykk på fettet som er lagret under. Magnetventilen og styreenheten drives av et alkalisk batteri. (Opplysningene i disse to avsnittene gjelder CLICOMATIC type LP som Jernbaneverket har flere av.)

Smøreapparat med smøre-/skuddventil krever også kontakt mellom hjulflens og skinne for at hjulet skal spre fettet langsmed skinnestrengen.

Plassering i sporet

Hjulflensen på smurte hjul ligger vanligvis ikke an mot skinnehodet på rettlinje og ofte heller ikke mot innerstreng i kurver. Smøringen vil derfor oftest bare kunne overføres til ytterstreng i kurver eller sporveksler, til samme kant som den hvor smøreapparatet er montert. Lengden på spredningen av smørefettet fra stasjonære smøreapparat vil avhenge av trafikkbelastningen på strekningen (antall hjul som passerer), størrelsen på hjulene, kontaktgeometrien mellom hjul og skinne, kurveradius, smøremiddelets viskositet, tidligere fett på skinnens kjørkant, klima på stedet, temperatur (vinter/sommer), vedlikehold og oppfølging av smøreapparatet o.l., men er sjelden lenger enn 10-15m.

I spor med trafikk hovedsakelig i én retning, monteres smøreapparatet i begynnelsen av kurven. Hvis det er trafikk i begge retninger, er det mest hensiktsmessig å plassere smøreapparatet midt i kurven. På den måten blir hele kurven smurt. I sporveksler er det mest aktuelt å montere smøreapparat med skuddventil, og der plasseres den som oftest slik at den skyter direkte på vekseltungen.

Smøreapparat med skuddventil monteres på en sville med munnstykket 100 – 300 mm fra skinnehodet. For ikke å være i veien for pakkmaskiner o.l., monteres skuddventilhuset slik at ingen del av dette stikker utenfor svillen, og slangen festes oppå svillen. Smørelasker skaper vanligvis ikke noen problemer for sporjusteringsmaskiner.

Stasjonære smøreapparat gir imidlertid ikke nødvendig klaring for sporrenser. Den må derfor løftes ved passering av smøreapparatet, og det bør bygges inn oppkjørsplanker i sporet for å verne smøreapparatene.

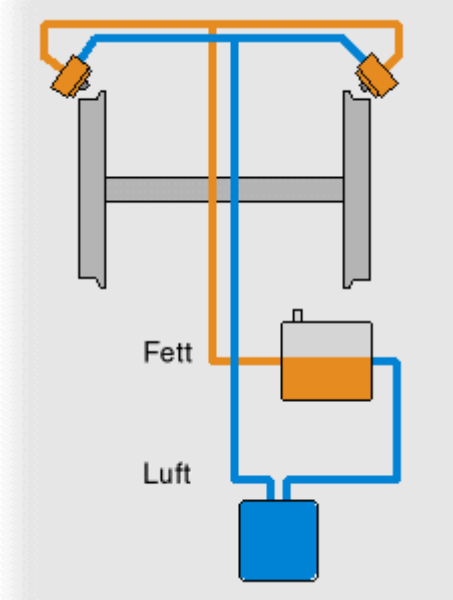
Vedlikehold

Foruten jevnlig etterfylling av fett og gass i de smøreapparatene som har behov for det, er tilsyn og vedlikehold av de stasjonære smøreapparatene etter den instruksen som foreligger, særdeles viktig for at de skal fungere som forutsatt. Erfaringene viser at det beste er om en enkelt mann blir pålagt arbeidet og ansvaret for tilsyn og vedlikehold av de stasjonære smøreapparatene på et bestemt område eller over en bestemt strekning. Et smøreapparat som ikke holdes i orden, gjør ingen nytte, - det er bare til ulempe med tilgrising av fett i sporet og forurensing av ballasten. Ujusterte smøreapparat kan også gi smøring oppå selve skinnehodet som selvsagt vil skape problem med glatte skinner for det rullende materiellet.

4.3.2 Flenssmøring.

Flenssmøring blir utført med flenssmøringsapparater påmontert lokomotiver og motorvogner. Dette foregår ved at det i kurver, og med jevne mellomrom på rette strekninger, sprøytes forstøvet fett på hjulflensene på togets fremste hjulpar. Flenssmøringen styres helt automatisk i intervaller, som er tidsavhengig,

kurveavhengig, veiavhengig eller hastighetsavhengig. Normalt benyttes trykkluft til å påføre smøremiddel.



Figur 4-4 Prinsippskisse flenssmøring

Erfaringer fra Østerrike og Norge tilsier at ca. 80 % av materiellparken bør ha flenssmøringsutstyr for at smøring skal ha optimal effekt. 80 % er gitt ut i fra en miks av alle typer materiell og togslag. 80 % fordeling kan i dag kanskje benyttes som en vurdering av den totale aktiviteten på strekningen, men er mindre egnet når det er flere trafikkutøvere. Disse har som oftest spesialisert seg på en viss type trafikk og bruk av visse typer rullende materiell. Erfaringstallet er også basert på bruk av materiell med den type løpeverk som den gang fantes (midten av 90-tallet).
:

4.3.3 Kriterier for valg av metode for påføring

Hva skal smøres, flensen eller skinnehodets styrekant? Resultatet som oppnås er avhengig av forutsetningene for hjulprofilets tilpasning til skinnehodet, flensens evne til å smøre skinnehodets styrekant og også i noen grad sporets geometriske utforming.

<u>Ettpunktsberøringens konsekvenser</u>

Ved løpeverk som i hovedsak utnytter ettpunktsberøring, vil flensen ikke komme i berøring med skinnehodets styrekant. Slike løpeverk vil under ideelle forhold ikke smøre skinnehodets styrekant, og således ikke bidra til nedsettelse av slitasjen mellom flens og styrekanten for de hjulsatser som ikke har denne egenskap. Altså er slike løpeverk nesten uegnet til smøring av skinnehodets styrekant, da de sjelden berører styrekanten. Ett eksempel her er El-18 som har radialstyringsegenskaper. Når radialstyringen virker legges det igjen forholdsvis lite smørning på skinnehodets styrekant.

Her i landet vil det allikevel på løpeverk som genererer ettpunktsberøring være nyttig med flenssmøring. Når kurveradiusen blir mindre enn ca. 350m vil topunktsberøring allikevel oppstå fordi radialstyringen ikke fungerer tilstrekkelig. Kurver med radius

under 350m har vi mange av her i landet, 16,5 % av kurvene har radius mindre enn 400m. Smøring er spesielt nyttig i de krappeste kurvene.

Ved å foreta en viss korrigering av hjulprofilet på løpeverk som egentlig gir ettpunktsberøring, vil man kunne øke effekten av deres flenssmøring, men dette er av sporføringstekniske årsaker ikke ønskelig.

Topunktsberøringens konsekvenser

På løpeverk som ikke genererer tilstrekkelig rulling gjennom kurver uten flenskontakt, vil det i hovedsak oppstå profiler med topunktsberøring fordi de sjelden klare å utnytte mulighetene til å oppnå selvstyring når kurveradiusen ligger under ca. 300-350m. I løpeverk med forholdsvis stiv longitudinal akselkassefjæring, ligger kurveradiusgrensen høyere. Påføres flensen på slike løpeverk smøring vil den legge igjen noe på skinnehodets styrekant og således være nyttig for de etterfølgende hjulsatser.
Derfor er det ikke likegyldig etter hvilken metode smøringen påføres. Et annet viktig moment er at skinnehodet påføres en tilstrekkelig mengde smøring slik at det antall usmurte aksler som passerer innen neste påføring av smøring også nyter godt av påføringen.

I kurver med svært små radier, i enkelte sporveksler eller på steder der sporet påføres store belastninger i form av mange togpasseringer eller høy aksellast, vil det være mest hensiktsmessig å montere stasjonære smøreapparater som smører ved hver togpassering. Slike apparater gir betydelig større smøremengde på skinnehodets styrekant totalt enn det som kan oppnås ved flenssmøring.

I visse årstider og for eksempel ved lengre tørkeperioder oppstår det behov for ekstra smøring ut over den smøring som er mulig å påføre med flenssmøringsapparater. I slike tilfeller er bruk av smørevogner eller smøretraller et nødvendig supplement.

Behov for smøremiddelmengde

Påføringsmetode må sees i sammenheng med behov for smøremiddel. Den påføringsmetode som velges bør garantere at skinnehodets styrekant alltid er belagt med en tynn smørefilm slik at alle usmurte hjulflenser som berører skinnehodets styrekant ikke oppnår direktekontakt stål/stål. Mengden som påføres må derfor være tilstrekkelig til at alle usmurte hjul som passerer før neste påføring av smøremiddel ikke fjerner den påførte film helt. Dersom det legges på for mye smøring med flenssmøringsapparater vil ofte en god del av smøringen bli slynget opp i løpeverket og vognkassen pga. rotasjonen. For mye smøring kan også medføre at skinnenes rulleflate blir smurt, noe som kan forårsake sliring og gliding. Det må derfor være balanse mellom påført mengde og behov.

Det blir også lett ubalanse og dårlig smurt spor på strekninger som trafikkeres av tog med mange usmurte aksler (eksempelvis godstog).

Konklusjon

Generelt kan derfor følgende konklusjon trekkes:
- Løpeverk med ettpunktsberøring er delvis uegnet til smøring av skinnehodets styrekant.
- Løpeverk som kreerer topunktsberøring er nyttige som overførere av flensfett til skinnehodets styrekant.

- Direkte pålegging av smøremiddel med egnet utstyr på skinnehodets styrekant gir under alle forhold den sikreste løsning, men brukes nå bare som et supplement i spesielle perioder eller på spesielle strekninger. Det er begrenset hvor ofte slik smøring kan utføres.
- Påføringsmetoden må sørge for balanse mellom påført mengde og behov for å unngå uønsket slitasje eller redusert adhesjon.
- Stasjonær skinnesmøring må i spesielle tilfeller brukes som et supplement.
- Kvaliteten på smøringen er avhengig av en rekke forhold: temperatur, luftfuktighet, fuktighet på skinnegangen, tilstanden på påføringsstedet, mengde og hvor rester etter tidligere smøring ligger. Dette er parametere som varierer sterkt her i landet.

Resultatet blir derfor ikke behov for enten flenssmøring eller skinnesmøring, men et både og. Hvis det skal bli nødvendig å velge i en del tilfeller, så blir den beste løsningen å smøre skinnehodets styrekant fordi den tar hensyn til både ett- og topunktsberøring.

5 Tidligere utredninger vedr. smøring

5.1 1994

I tørråret 1994 oppsto det på våren/forsommeren sterkt økende hjulslitasje på flere banestrekninger. Verst var det med materiell som gikk på Bergensbanen. Det ble nedsatt flere arbeidsgrupper og avlevert flere rapporter for å finne frem til årsaker og botemidler. Rapportene finnes på saksnr. 94/6765 S 801 [2]. Den gang slo man fast at slitasjen skyldtes følgende forhold:

- Tvilsom materialkvalitet på hjul.
- Ekstremt tørt vær og dermed stor friksjon mellom hjul og skinne.
- Mye støv langs skinnegangen (uvasket pukk) og generelt trangt spor.
- Mindre flenssmøring fordi færre lok er utstyrt med flenssmøringsapparater (det ble brukt mange Rc-lok uten smøreutstyr).

Det ble foreslått en rekke tiltak som i mer eller mindre grad ble gjennomført. Av disse kan nevnes:

- Utrede berøringsgeometri hjul skinne og vurdering av materialkvaliteter i hjul og skinner.
- Montere smøreutstyr på motorvognsett og modernisere utstyr på annet materiell.
- Anskaffe smøretraller i regionene og foreta manuell smøring på utsatte steder.
- Vurdere ny fettype.
- Tiltak mot trang sporvidde.
- Bedre pukkvalitet.
- Samarbeid med SBB og ÖBB.

5.2 1996

NSB deltok i et fellesprosjekt mellom SBB, ÖBB og DB som observatør i 1996. Resultatet av det arbeidet ble det redegjort for i en artikkel i ZEV + DET Glasers Annalen i 1997 [2].

Etter utredningen renoverte ÖBB alle sine flenssmøreanlegg, la opp til et stramt vedlikeholdsprogram med gode inspeksjonsrutiner og fjernet nesten alle faste anlegg langs linjen. Likevel nådde de målet med å redusere flensslitasjen betraktelig.

5.3 1997

I 1997 ble NSB igjen overrasket av svært stor flensslitasje. Det ble satt i gang utredninger og følgende hovedtiltak gjennomført:

- Det ble montert flenssmøringsapparater på 51 togsett av type 69.
- Nye og forbedrede rutiner for justering og ettersyn av flenssmøringsapparater ble etablert.
- Det ble etablert faste rutiner for kjøring av smørevogner.

NSB har kjøpt tjenesten fra BaneService. De bygde en smørevogn som siden har kjørt etter fast rute over de fleste banestrekninger i perioden mai-august. De fant dette nødvendig, fordi flenssmøring alene gir for liten effekt på visse tider av året til å opprettholde en brukbar smørefilm. Når smørevognen har kjørt virker flenssmøringen over en viss tid som vedlikeholdssmøring, inntil det igjen må smøres på nytt med smørevognen. Som et resultat av tiltakene ble slitasjekostnadene på hjul redusert fra 50 mill. i 1997 til 22,7 mill. i 1998. (Se vedlegg 14.5-14.7)

6 Beskrivelse av dagens situasjon

6.1 Generelt

Det er fra flere hold uttalt at resultatet av flenssmøringen har endret seg over tid og blitt dårligere. Vedlikehold av utstyret er en faktor som lett kan la seg variere og som kan bidra til dette. Men den kanskje viktigste forskjellen er at antallet lokomotiv og motorvogner som gir effektiv smøring har blitt redusert samtidig som antallet vogner som krever bedre smøring har økt.

Ny kunnskap har ført til nye og bedre løpeverkskonstruksjoner på trekkaggregater og motorvognsett. Dette har ført til at flenskontakten som tidligere var til stede i stor grad, nå er blitt vesentlig mer sporadisk. Dette medfører at flenssmøring ikke i samme grad som før vil smøre skinnehodets styrekant og således smøre til fordel for alle hjul som ikke har flenssmøreutstyr.

Tidligere var det flere lokomotiver i bruk hvor aktiv flenssmøring smurte skinnehodets styrekant fordi deres løpeverk i hovedsak hadde topunktsberøring. Ettpunkts- og topunktsberøring mellom hjulprofilet og skinnen forklarer noe av forskjellen fordi løpeverkene på dagens nyinnkjøpte motorvognmateriell gir bedre radialstyring enn eldre materiell av lokomotiver og vogner med MD-boggier. Tilsvarende har behovet for smøring økt pga en økende park av boggigodsvogner med løpeverk av type Y-25, som har vesentlig dårligere sporføringsegenskaper på kurverike baner enn vogner med enkeltaksler, som før utgjorde den vesentlige del av vognparken.

Det kan også ha en innvirkning at man i dag benytter betongsviller. Tresviller gir erfaringsmessig mindre hjul- og skinneslitasje fordi sporet blir mindre stivt.

Av miljøhensyn er smøremidlenes miljøegenskaper endret over tid. I begynnelsen ga dette utslag i form av redusert effektivitet. De smøremidler som benyttes i dag er videreutviklede produkter og deres egenskaper anses som gode.

Det er i dag ingen avtaler eller dokumenter på overordnet nivå å forholde seg til når det gjelder skinnesmøring og flenssmøring. Fra Jernbaneverkets side er det i JD590 Infrastrukturens egenskaper, stilt krav om flenssmøringsutstyr på materiell for at dette anses kompatibelt med infrastrukturen, men ikke hvordan det skal fungere. JD590 benyttes som utgangspunkt for vurdering av nytt materiell eller materiell som ikke tidligere er benyttet på det norske jernbanenettet.

Ingen av trafikkutøverne som har deltatt i arbeidet har gitt uttrykk for at dagens situasjon generelt er uakseptabel når det gjelder slitasje. Ut fra dette kan man trekke den konklusjon at man har lært fra tidligere erfaringer og de tiltak som har blitt iverksatt har hatt en positiv effekt.

Samtidig er det enkelte opplysninger som har fremkommet og vurderinger som har blitt gjort som tilsier at det fortsatt er et potensial for ytterligere forbedringer.

6.2 Stasjonære smøreapparater

Tidligere hadde Ofotbanen utplassert til sammen 17 skinnesmøreapparater langs banen, hovedsakelig CLICOMATIC med skuddventil. Kurveradien på stedene hvor apparatene var montert, varierte mellom 275 og 325 m. Fire av apparatene var satt opp i kurveveksler. Erfaringene viste at flenssmøring på lokomotivene ikke var nok.

Selv om smøreapparatene forlenget levetiden på skinnene med mellom 23 og 46 MBT, er det ingen apparater i funksjon i dag. Smørapparatene krevde svært mye vedlikehold og ettersyn. Så lenge Ofotbanen hadde én bestemt person til å se etter smøreapparatene, fungerte de tilfredsstillende, men da vedkommende sluttet og ikke ble erstattet av en ny mann, "kollapset" smøreapparatene. Personen som hadde tilsyn med smøreapparatene brukte rundt 5 månedsverk, men det ble vurdert å avsette 1 årsverk til det arbeidet. Ofotbanen satser i dag på mobil skinnesmøring.

På Nordlandsbanen er det montert ett stasjonært smøreapparat med skuddventil (CLICOMATIC type LP). Det er plassert i sporveksel nr. 1 (1:9, R = 300 m) på Ørtfjell stasjon og smører tungepartiet hvor alle malmtog kjører i avvik. Erfaringene med dette smøreapparatet er gode. Det var tidligere montert i sporet ved Falkstolen i en kurve med R = 300 m (ca. km. 506,8), men flyttet til Ørtfjell da to av Rana Gruvers malmvogner fikk montert egne smøreapparater som smører hver skinnestreng.

I hovedsporet Drammen – Oslo i første kurve utenfor Drammen stasjon med R = 243 m er det montert et smøreapparat PORTEC type PW med 2 smørelasker. Ønsket med dette smøreapparatet er ikke bare å redusere slitasjen i kurven, men også å smøre en glideskjøt ute på den første bruen over Drammenselven. Generelt er driftserfaringene relativt gode med dette apparatet, bortsett fra at det blir en del søl av fett i pukken på stedet. Tilgrising av pukken er imidlertid en erfaring som går igjen fra alle stedene hvor det har vært eller er et stasjonært smøreapparat. Overskuddet av fett kan justeres til en viss grad i smøreapparatene, men det er ikke mulig å unngå noe spill av fett i pukken.

I forbindelse med kjøring av godsvogner for NorCem på Brevikbanen, har CargoNet montert 2 stk. CLICOMATIC smøreapparater på NorCem`s område. De er fornøyd med apparatene, og sier at søl av fett er minimalt. Disse apparatene blir sjekket daglig.

I Region Vest har apparater av typen SRS Klickomatic vært utprøvd flere steder. Først på Flåmsbanen og deretter i Finseområdet, men de er nå ikke i bruk. Det er også planlagt å montere et PORTEC-apparat (tidligere opplyst 3 stk Clicomatic) i kurven (R=213) inn til Hønefoss stasjon på Randsfjordbanen fra Hokksund.

I avgreningen fra Hovedbanen til Gjøvikbanen i Brynsbakken er det også montert et apparat av type Clicomatic, men dette har vært ute av drift de siste to årene pga feil som ikke er reparert av leverandøren. Tidligere var det montert en del apparater på Østfoldbanen, men disse er fjernet. Hovedårsaken er generell slitasje og stort vedlikeholdsbehov.

<u>Smøremiddel</u>
Stasjonære smøreapparat har vist seg å være svært temperatur ømfintlige. I praksis fungerer smøreapparatene svært dårlig på vinterstid. Selv om det som regel er mindre behov for smøring i dette tidsrommet, fordi fuktig snø gir en smøreeffekt på skinnene, har det vist seg på Ofotbanen at den største skinneslitasjen finner sted i

mars/april. Årsaken til det finner vi i at det på senvinteren ofte er skare og fast snø som gir svært liten eller ingen smøring mellom hjul og skinne. Samtidig er det for kaldt til at smøreapparatene virker som ønsket.

Grunnen til at de stasjonære smøreapparatene fungerer dårlig om vinteren, skyldes nok i hovedsak smørefettet. Det blir for stivt i den kalde årstiden. Apparatene krever derfor ulikt fett vinter og sommer med forskjellig viskositet.
På Ørtfjell brukes det nå et tysk levert smøremiddel i det stasjonære smøreapparatet. Det skal være bestandig i lave temperaturer; ”T…98…3 Oelwerke Bousa Dresden”. Tidligere nyttet man et smøremiddel levert av Axel Christiersson; ”Axellense 52000 CSG8”.

Oppsummering
Antallet stasjonære smøreapparater har blitt sterkt redusert, hovedsakelig pga høyt vedlikeholdsbehov og dårlige egenskaper ved lave temperaturer. De som fortsatt benyttes er plassert på steder med høy slitasje, for eksempel sporveksler.

6.3 Smørevogner/smøretraller

6.3.1 Smørevogn

Et av tiltakene etter utredning i 1997 (ref. 5.3) var å iverksette skinnesmøring i kritiske perioder. BaneService utviklet en smørevogn beregnet på å kunne smøre hele nettet. Smørevognen består av en gammel godsvogn type Os påmontert utstyr. Den trekkes normalt av en revisjonsvogn. Smøring påføres skinnene med trykkluft og styres ved hjelp av sleider som er justert mot riktig punkt på skinnene. Trykk og mengde justeres etter hastighet. Smørevognen er også utstyr med kamera som filmer skinnene og gjør det mulig å kontinuerlig vurdere tilstanden og behovet for justering av smøreutstyret. Normal hastighet ved smøring er 60-70 km/h. Utstyret har blitt kontinuerlig utviklet og optimalisert og erfaringene er gode. Hittil er det NSB BA som har stått som BaneService sin oppdragsgiver. Smørevognen kjøres over nesten hele jernbanenettet og smører hver strekning tre ganger (hver 6. uke) i perioden mai-august. En detaljert beskrivelse av årets kjørerute er gitt i vedlegg 14.5.

Følgende erfaringer og kommentarer kan knyttes til bruk av smørevognen:

- Årets kjørerute er den samme som den har vært de siste årene. Erfaringene fra mannskapet på smørevogna tilsier at det bør kunne utvikles et noe mer differensiert ”smørekart”. Enkelte strekninger trenger kanskje ikke så ofte smøring, mens andre trenger det oftere.
- Mannskapet på smørevogna observerer helt tørre skinner når sesongen starter og også underveis i smøresesongen. Det virker som om togene legger igjen veldig lite smøring.
- Kjøring av smørevogn kan godt starte opp uken etter påske. Smøring bør starte i Oslo-området og fortsette videre på intercitystrekningene. Videre bør de baner som har hatt mest tørke prioriteres, for deretter resten av banenettet.
- BaneService har veldig gode erfaringer med dagens fett. Dette har god varighet og fester godt til skinnene.
- NSB har gode erfaringer med smørevogna og anser den som en nødvendighet, men mener det er prinsipielt galt at NSB står som oppdragsgiver. Alle trafikkutøvere og Jernbaneverket nyter godt av denne smøringen. Kjøring av smørevogn koster 2-3 millioner pr. år.
- Regionene har positive erfaringer, med den smøring som har blitt utført av BaneService.

- Lokomotivførerne bør varsles om når det utføres skinnesmøring. Det har vært vanskelig å få på plass enhetlige varslingsrutiner (se kap. 11).
- På Sørlandsbanen må påføringsdysene justeres underveis pga varierende skinnehodeform.



Figur 6-1 BaneService sin Smørevogn



Figur 6-2 BaneService sin smørevogn. Detalj fra påføringsanordning. Foto: Geir Røer.

6.3.2 Smøretralle

På Flåmsbanen må det utføres tilleggssmøring fordi det ikke er mulig å opprettholde en brukbar smørefilm over lengre tid med bare flenssmøring. Region Vest benytter en egenutviklet smøretralle til dette og bruk av denne er både for Jernbaneverket og Flåm Utvikling en forutsetning for å kunne gjennomføre trafikken i turistsesongen på Flåmsbanen. Trallen skyves foran en skinnetraktor. Skinnene smøres to ganger pr. uke i perioden mai-august. Det smøres i kurver med radius 130-150m. Hastigheten under smøring er ca. 20 km/h. Påføring av fett kan styres individuelt for høyre og venstre skinnestreng. Det benyttes smøremiddel som er støpt i klosser, str. 7,0 x 2,5 x 33,3 cm. Smøreklossene produseres av Region Vest på Voss (se vedlegg 14.2). Det brukes i gjennomsnitt ca. 2g smøring pr. km. Dette utgjør ca. 600 kg fett pr. år. Jernbaneverket Region Vest og Flåm Utvikling (NSB er trafikkutøver) har avtalefestet en fordeling av kostnadene til skinnesmøring.

Narvik Stålindustri har nylig bygget tilsvarende tralle for bruk på Ofotbanen. Smørefett leveres fra Voss. Denne er satt i drift i år og blir en erstatning for de stasjonære apparatene som tidligere var montert der. Erfaringsgrunnlaget er foreløpig for tynt til å beskrives her.



Figur 6-3 Smøretralle på Flåmsbanen. Foto: Norvald Skjoldli.



Figur 6-4 Smøretralle på Ofotbanen. Foto: Alf Helge Løhren.

Følgende erfaringer og kommentarer kan knyttes til bruk av smøretrallen:

- Erfaringen er generelt gode
- Det kreves at utstyret er riktig justert slik at smøring ikke påføres på feil sted. Sommeren 2004 har det vært rapportert glatte skinner til tider.
- Bruk av smøretraller må tilpasses stedlige forhold og trafikken på strekningen.

6.4 Flenssmøring på tog

Som en del av arbeidet med denne rapporten er det foretatt en detaljert kartlegging av de ulike typer flenssmøringsapparater som er i bruk på materiellet til trafikkutøverne. Resultatet av kartlegging er vist i vedlegg 14.1. Det er her gitt en kort oppsummering for situasjonen hos den enkelte trafikkutøver.

6.4.1 NSB AS

Ved å montere utstyr på 51 motorvognsett type 69 i 1997 har nå 80% av NSBs materiell flenssmøringsutstyr. Type 92 er ikke utstyrt med smøreutstyr.

Materielltype	**Mengde pr. dyse [cm^3]**	**Intervall**	**Fettype**
El17	0,03	Hver 300 m	Tramlub 234
El18	0,05	Hver 500 m	Tramlub 234
Di3	0,03	Hver 200 m	Tramlub 234
Di4	0,025	Hver 150 m	Tramlub 234
Type 69 C + D1/D2	0.03	Hver 600 m	Tramlub 234
Type 69D3/D4	0,03	Hver 500 m	Tramlub 234
Type 70	0,03	Hver 200 m	Tramlub 234
Type 72	0,03	Hver 450 m	Tramlub 234
Type 73	0,03	Hver 400 m	Tramlub 234
Type 93	0,03	Hver 200 m	Tramlub 234
Y1	0,03	Kurve + hver 600	Tramlub 234

6.4.2 CargoNet AS

- Har flenssmøringsutstyr på alle el-lok og diesellok (Di8 og CD66). Utstyret kontrolleres ved K2 hver 8. dag.
- Selv på CD66 med radielt innstillbare aksler er det registrert redusert slitasje, til overraskelse for leverandøren.
- Smøremengden ble fordoblet på EL14 i 2003. Dette har gitt 45% økt levetid på hjul.

EL14 og EL16 smører med 0,005 g pr dyse pr 100 m. EL14 har 6 aksler med smøreapparater på aksel 1 og 6 (ytteraksler i lok). Smøredysene er plassert kl. 11. EL16 har 4 aksler: Smøring på alle aksler. 1 dyse pr. hjul. Styres av Teloc. Måtte gå ned fra 200m ved overgang til nytt smøremiddel (Tramlub).

<u>CD 66</u>
Type: REBS SGF-SP.2MV72. 2K. T. 72V=
Kun tidsavhengig (over 3 km/t). Smører på én aksel (den forreste) i hver retning. Smører 0,25 cm³ pr. sprøytesyklus. Denne mengden fordeler seg på 2 dyser (høyre og venstre side). Lengre sprøytetid betyr <u>jevnere</u> smøring; ikke <u>mer</u> smøring. Mengden smøremiddel reguleres med pausetiden. Smøretid 6 s. Pausetid 200 s.

Di 8
Type: Vogel PF-150/S 16-0
Dyser: SP 8-4
Tidsavhengig og kurveavhengig. Smører på én aksel (den forreste) i hver retning. Smører 0,03-0,05 cm³ pr. sprøytesyklus. Denne mengden fordeler seg på 2 dyser (høyre og venstre side.) I tillegg smøres det på den dysen som er på ytterste forreste hjul ved kjøring i kurver. Smøretid 1,5 sek. Pausetid 3,5-4 sek.

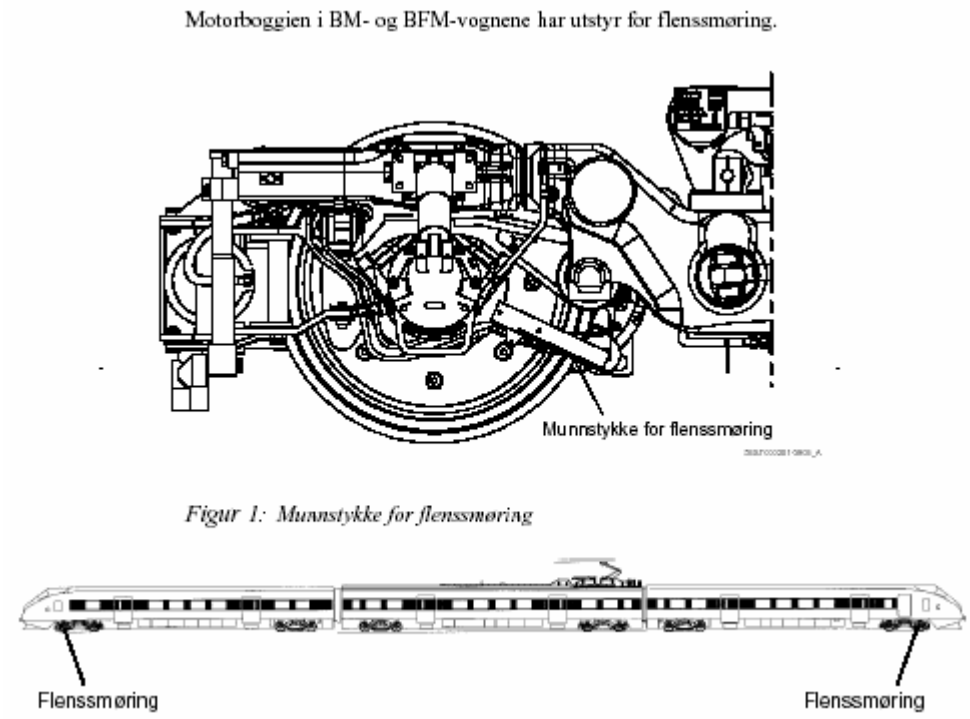
Materielltype	Mengde pr. dyse [cm^3]	Intervall	Fettype
EL 14	0,005	100m	Tramlub 234
EL 16	0,005	100m	Tramlub 234
CD 66		200 s	
Di 8		3,5 -4 s	

6.4.3 Flytoget AS

Utklipp fra Adtranz Dokument nr. 9043 00, Komponentbeskrivelse.

Flytogets type 71 er utstyrt med flenssmøringsapparater. Siste aksel i hver ende er utstyrt med flenssmøringsapparat type Willy Vogel. Dette sitter på baksiden av hjulet kl. 08 og roterer nesten en hel runde før smøring treffer skinnen. Noe av fettet fester seg til dørken. Togenes høye hastighet kan være medvirkende årsak. Dysen ligger 15-20 mm fra flensen.

Det smøres ved hastigheter høyere enn 40 km/h. På rettstrekninger er smøreintervallet hver 600 m. Kurver registreres av sensorer og da påføres 5,56 mg pr. dyse i 2 sek. Smøring og sanding foregår på samme boggi (men ikke samtidig).



Figur 6-5 Skisse som viser flenssmøringsutstyr på type 71

Flytoget AS har marginal flensslitasje pga strekningen som trafikkeres. Det foretas funksjonell kontroll en gang i uken.

I forbindelse med konstruksjon av type 71/73 ble det vurdert dit hen at hjulenes livslengde ville dobles ved å benytte flenssmøring (gjelder for den type trafikk som type 73 benyttes til).

Materielltype	**Mengde pr. dyse [cm^3]**	**Intervall**	**Fettype**
71	0,2	600m på rett-strekning. Hver kurve.	Tramlub 234

6.4.4 MTAS

Materielltype	**Mengde pr. dyse [cm^3]**	**Intervall**	**Fettype**
IORE	0,03	300m	

Et lok består av to seksjoner. Første aksel i hver seksjon i kjøreretningen smøres.

6.4.5 Ofotbanen AS

Har foreløpig ikke avgitt opplysninger.

6.4.6 GreenCargo

Green Cargo har 128 Rc4 lokomotiver og 51av disse er utstyrt med skinnesmøring. Hvor mange av disse som benyttes i Norge er det ikke oversikt over. De benytter altså et annet prinsipp enn det som er vanlig i Norge. Smøring skjer ved at fett ”skytes” ned på den ene skinnen bak lokomotivet. På denne måten er man uavhengig av problematikken rundt ettpunkts- og topunktsberøring. Green Cargo har skinnesmøringsutstyret innkoblet bare om sommeren.

Denne type smøring har man ikke erfaring med i Norge, selv om enkelte Rc4 lok med denne type utstyr kan ha vært benyttet her. De motforestillinger man generelt har hatt til å smøre oppå skinnen er at det vil redusere adhesjonen. Med den vertikalkurvatur vi har i Norge er det derfor generelt ikke å anbefale at denne type smøring foretas. På enkelte strekninger som for eksempel Kongsvingerbanen skulle det ikke spille noen rolle om det smøres på denne måten.

Materielltype	**Mengde pr. dyse [cm^3]**	**Intervall**	**Fettype**
Rc4	0,2	150-200m	Axellence52000CS

6.4.7 Tågåkeriet AB

Benytter Rc-lok og TMY-lok som tilsvarer Di3. De har ikke montert flenssmøringsapparater på noen av lokomotivene.

6.4.8 Jernbaneverket

Jernbaneverkets arbeidsmaskiner er ikke utrustet med flenssmøringsapparater. Jernbaneverkets Di3-lok og Roger1000 har flenssmøring. Mange maskiner har et beskjedent km-løp.

6.4.9 Tabellarisk oversikt over antall smørende aksler og smøremengder pr. km

Type kjøretøy / litra	**Antall aksler pr. enhet**	**Mengde pr. km i cm^3 eller gram**	**Antall aksler smurte/ total**
NSB			
EL17	4	0,200 cm^3	1 / 4
EL18	4	0,200 cm^3	1 / 4
Di 3	6	0,600 cm^3	2 / 6
Di 4	6	0,670 cm^3	2 / 6 En kj. retning
		0,330 cm^3	1 / 6 Motsatt
Type 69 C + D1/D2	12	0,100 cm^3	1 / 12
Type 69 D3/D4	12	0,120 cm^3	1 / 12
Type 70	16	0,300 cm^3	1 / 16
Type 72	10	0,132 cm^3	1 / 10
Type 73	16	0,600 cm^3	4 / 16
Type 93	6	0,300 cm^3	1 / 6
Y1	4	0,100 cm^3 + kurver	1 / 4
CargoNet			
EL14	6	0,1 gram	2 / 6
EL16	4	0,2 gram	4 / 4 En dyse pr. aksel
CD 66	6	0,0625 cm^3 (70 km/t)	1 / 6
Di 8	4	0,03-0,05 cm^3 pr. sprøytesyklus, smøretid 1,5sek. Pausetid 3,5-4 sek. Bare i kurver?	
Flytoget			
Type 71	12	0,18 cm^3 + kurver	1 / 12
Green Cargo			
Rc4	4	0,2 cm^3	0/4
MTAS			
IORE	2x6	0,2 cm^3	2/12

Mengde pr. km er beregnet ut fra opplysninger om hastighet, påføringsintervaller med mer, hentet fra vedlegg 14.1. Egenvekten er ca. 1. 1g tilsvarer derfor 1cm^3.

6.4.10 Forholdet mellom smurte og usmurte aksler på ulike strekninger

Effekten av flenssmøring har som tidligere nevnt sammenheng med forholdet mellom smurte og usmurte aksler og mengde smøremiddel som påføres fra de tog som benyttes på strekningen.

Basert på rutetabell R 152.1, år 2003 (vedlegg 14.4), er forholdstallet mellom smurte og usmurte aksler beregnet for utvalgte strekninger, for å belyse flenssmøringens andel på strekninger med ulike trafikkbelastninger.

Banestrekning / Delstrekning	Ant. Persontog	Ant. Godstog	Ant. Tomtog og løslok	Ca. andel i %		Ca. % smørende aksler pr. tog	
				P-tog	G-tog	P-tog	G-tog
Oslo tunnelen	542	10	44	98	2	10 -15 %	1 – 2 %
Drammen - Hokksund	61	12	5	84	16	10 -15 %	1 – 2 %
Hønefoss – Myrdal	10	8	2	56	44	10 -15 %	1 – 2 %
Arna – Bergen	100	8	0	93	7	10 -15 %	1 – 2 %
Nordagutu – Neslandsvatn	10	10	0	50	50	10 %	1 – 2 %
Nærbø – Stavanger	86	8	0	91	9	10 -15 %	1 – 2 %
Oslo S – Lillestrøm	117	32	18	79	21	10 -15 %	1 – 2 %
Lillehammer – Dombås	10	14	0	42	58	10 %	1 – 2 %
Støren – Trondheim	18	12	2	60	40	10 -15 %	1 – 2 %
Trondheim – Hell	47	9	1	84	16	10 -15 %	1 – 2 %
Steinkjer – Grong	6	9	0	40	60	5 %	1 – 2 %
Rognan – Bodø	16	4	1	80	20	5 –10 %	1 – 2 %

Tomtog og løslok er ikke tatt med i den prosentvise fordelingen, da det er vanskelig å vite type og størrelse på tog. Når det gjelder den prosentvise andelen av smørende aksler er den beregnet ut fra et gjennomsnitt av smørende aksler på persontog, og et gjennomsnitt antall aksler pr. godstog på fjernstrekningene. Følgende gjennomsnittsverdier er benyttet for godstog:

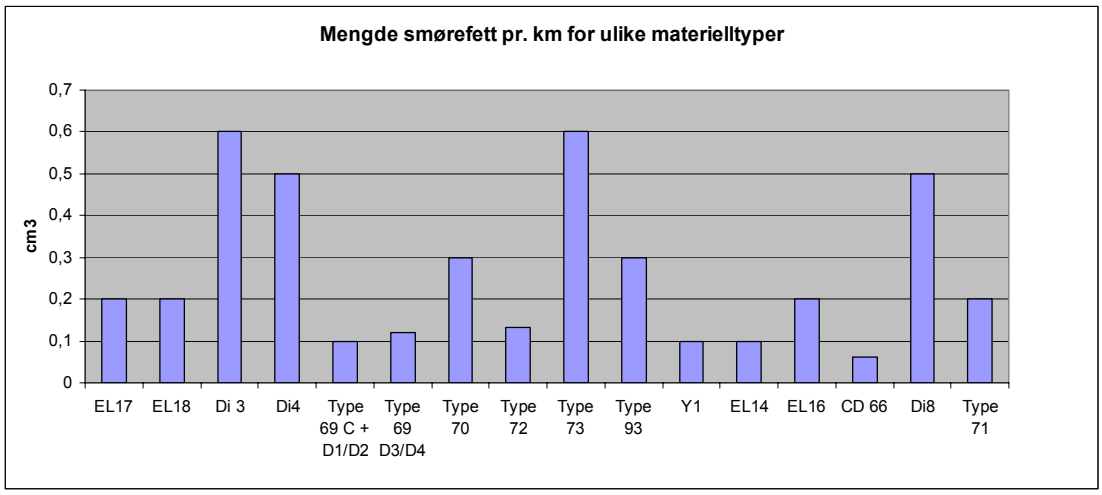
- Nordlandsbanen 78 aksler
- Dovrebanen 68 aksler
- Bergensbanen 68 aksler
- Sørlandsbanen 72 aksler

Prosentandelen av smørende aksler på persontog vil variere avhengig av hvor stor andel som er motorvogner og lok-trukne tog.

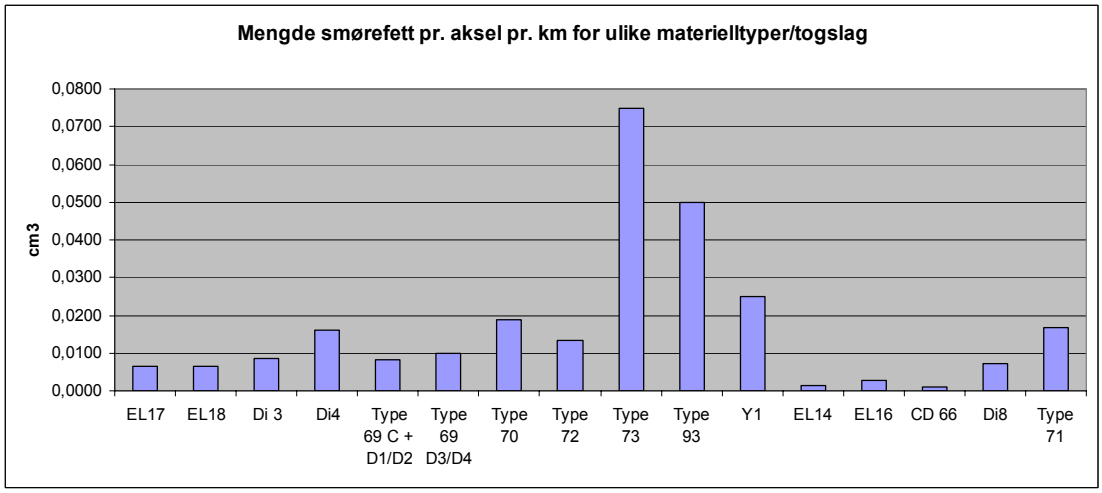
Søylediagrammene på neste side viser:

- Mengde smørefett pr. km for ulike materielltyper
- Mengde smørefett pr. aksel pr. km for ulike materielltyper
- Den totale prosentandel smørende aksler på de ulike strekningene og fordelingen mellom persontog og godstog.

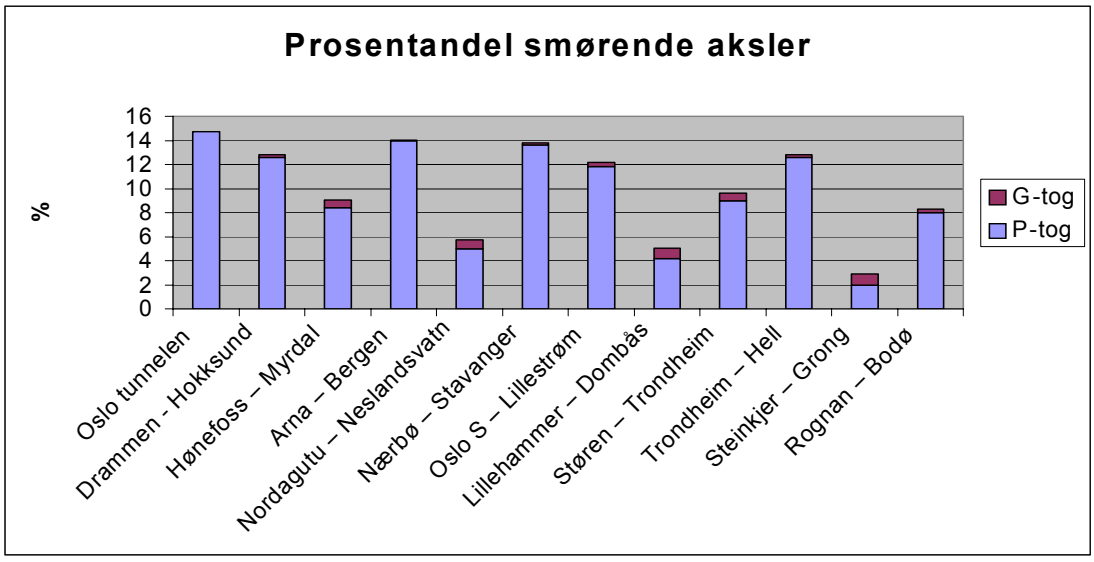
Tallene er veiledende da det er brukt gjennomsnittstall ved beregningen.



Figur 6-6 Mengde smørefett pr. km for ulike materielltyper



Figur 6-7 Mengde smørefett pr. aksel pr. km for ulike materielltyper



Figur 6-8 (Andel P-tog [%] * Smørende aksler P-tog [%] + Andel G-tog [%] * Smørende aksler G-tog [%])/100

Erfaringer og kommentarer som kan knyttes til hjulslitasje og flenssmøring:

- I nærtrafikk områdene, hvor persontogene har hovedvekten av trafikken, er hjulslitasjen generelt på et akseptabelt nivå (Gjøvikbanen unntak).
- På strekningene mellom nærtrafikk områdene, hvor godstogene har en større prosentvis andel av trafikken, er hjulslitasjen større.
- NSB har høyest hjulslitasje på Gjøvikbanen og tidvis Nordlandsbanen. Sporets tilstand på Gjøvikbanen er generelt dårlig og slitasjen kan således ikke tillegges manglende smøring alene.
- NSB rapporterer også hjulslitasje for materiell som benyttes på Dovrebanen, Sørlandsbanen og Bergensbanen. Dette gjelder først og fremst type 73 (krengetog) og nattog.
- CargoNet har størst flensslitasje på sine CD 66 lok som benyttes på Nordlandsbanen. Dette antas å ha bakgrunn i få persontog, lengre godstog enn på de andre strekningene og CD 66 sitt flenssmøringssystem, som smører mindre pr. km enn andre tog (ref. tabell i kap. 6.4).
- Tabellen og søylediagrammet over viser klart at det er et potensial i å øke smøring fra godslokomotiver. Spesielt sett i lys av at disse ikke smører mer enn motorvognsett og lokomotiver som benyttes i persontog (ref. tabell i kap. 6.4.8).

6.5 Nytte/kost betraktninger

Effektiv og riktig smøring av skinner og hjulflenser sparer både Jernbaneverket og Trafikkutøverne for store vedlikeholdsutgifter, samtidig som støyen reduseres. NSB reduserte slitasjekostnadene fra 50 mill til 22,7 mill (45 %) fra 1997 til 1998 ved å montere flere flenssmøringsapparater og forbedre kontrollen av eksisterende apparater, samt etablere faste rutiner for kjøring av smørevogn. Dette anses som godt anvendte penger, da besparelsene er betydelig større enn utgiftene.

7 Erfaringer fra andre land

I europeisk sammenheng tyder det på at Norge er alene om å smøre skinnene med spesielt dedikert mobilt utstyr. Stasjonære apparater benyttes en del, bl.a. i Sverige. Mobilt smøreutstyr benyttes i USA og BaneService sin smørevogn er utviklet etter en amerikansk modell.

7.1 Sveits/Østerrike

Se vedlegg 14.6 og 14.7.

7.2 Sverige

I Sverige er det montert ca. 3000 stasjonære smøreapparater.
Vedlikeholdskostnadene oppgis til 8000,- for de som er i drift bare deler året (i nord) og 14000,- for de som er i drift året rundt. Vedlikeholdskostnadene ligger totalt på samme nivå som det koster å kjøre smørevogn her i landet i perioden mai – august. Det er for øvrig interessant at Banverket klarer å holde i drift så mange anlegg, mens vi her i landet har redusert antallet til et minimum fordi vi ikke klarer å vedlikeholde dem.

I tillegg smøres det fra tog, men det benyttes en annen metode enn i mange andre land. I stedet for at flensen smøres og denne overførers møring til skinnene, sprøytes smøring direkte på skinnen bak lokomotivet (Rc4). Utstyret er bare aktivt i perioden mai – august.

For ytterligere detaljer se vedlegg 14.6.

Banverket holder på med en utredning av sin skinnesmøring. Rapporten er ikke klar på nåværende tidspunkt, men dette vil bli fulgt opp i etterkant.

8 Forskrifter/standarder/TSIer

8.1 Direktiver og Tekniske spesifikasjoner for interoperabilitet (TSI)

I TSIen for høyhastighetstog av 12.09.2002, utarbeidet med hjemmel i direktiv 96/48/EC, er det stilt krav om at høyhastighetstog skal være utrustet med flenssmøringsutstyr. Utarbeidelsen av TSIen for konvensjonelt materiell er ikke startet når det gjelder lokomotiver/motorvognsett, men det er grunn til å anta at det vil bli stilt tilsvarende krav. På lengre sikt vil det derfor ikke være et problem at rullende materiell kommer uten slikt utstyr. Kravene er som følger:

4.2.16. Flange lubrication
To protect the rails and wheels against excessive wear, particularly in curves, the interoperable trainset shall be equipped with flange lubrication. This shall be installed and monitored according to the following provisions:

Lubrication must be assured in the curves with radius lower or equal to 1 200 m;

After such a lubrication:
- *a continuous film of lubricant is present on the active zone of the rail shoulder,*
- *The bearing surface wheel/rail is not polluted, so as to not degrade braking performance.*

Flange lubrication shall ensure the protection of all axles of the trainset.

Det er verdt å merke seg at flenssmøringen skal kunne beskytte alle togets aksler.

8.2 Norske forskrifter

I norske forskrifter er det ingen konkrete krav om flenssmøring eller skinnesmøring. Direktiver og TSIer blir implementert i norsk lovgivning. I Norge har vi ingen baner som dekkes av høyhastighetsdirektivet, men TSIene for konvensjonell jernbane vil bli gjeldende når de er utarbeidet, godkjent og implementert i norsk lovgivning.

8.3 Europeiske normer

Det eksisterer ingen europanormer (EN) på dette området i dag, men i juni 2004 ble det satt i gang et arbeid i regi av CEN. I henhold til normal framdrift for utarbeidelse av EN vil det ta minst 2-3 år før en norm foreligger.

8.4 UIC

UIC har ingen regler eller anbefalinger vedrørende flenssmøring.

8.5 Jernbaneverket

I Network Statement er det ikke skrevet noe konkret om krav til flenssmøring og at det foretas skinnesmøring i perioden mai – august. Network Statement henviser generelt til JD590 Infrastrukturens egenskaper. I JD590, kap. 1.3.4 Smøring av skinner, er følgende skrevet: ”Jernbaneverket har (med få unntak) ikke smøreapparater installert i sporet. Det forutsettes at det rullende materiell besørger smøring av kontaktflaten mellom kjørekant skinne og hjulflens og litt ned i hulkilen i kurver.”

Det er vurdert som riktig at JD590 ikke sier noe om skinnesmøring da målgruppen er de som spesifiserer, konstruerer og bygger nytt rullende materiell. Det anbefales at

de etablerte rutiner for skinnesmøring og krav til flenssmøring beskrives i Network Statement, med referanse til JD590.

8.6 Sportilgangsavtalen

I den nye sportilgangsavtalen som første gang ble benyttet i 2004 er det tatt inn avsnitt om generelle plikter relatert til gjensidig ugunstig påvirkning mellom rullende materiell og infrastruktur:

8.6.1 Trafikkutøvers plikter

Sportilgangsavtalens kap. 8

Rullende materiell

Rullende materiell skal være i slik stand at det kan fremføres i henhold til den til enhver tid gjeldende ruteplan. Materiellet skal videre være i en slik stand at det kan fremføres uten å medføre skade eller unødig slitasje på jernbanenettet.

8.6.2 Jernbaneverkets plikter

Sportilgangsavtalens kap. 9

Jernbanenettets tilstand

Det jernbanenett som stilles til TUs disposisjon skal være i en slik stand at rullende materiell kan fremføres uten å bli påført skade eller unødvendig slitasje. Jernbanenettet skal videre være i en slik stand at trafikken kan avvikles i samsvar med den til enhver tid gjeldende ruteplan og/eller de til enhver tid gjeldende ruteplanforutsetninger.

Alle trafikkutøvere har inngått likelydende avtale.

9 Smøremidler

9.1 Kriterier for hva som er god smørefilm

Smørefilmen som skal etterlates på skinnehodet må tilfredsstille en rekke egenskaper

Det må defineres kontrollerbare krav til:

- Smørefilmens vedhengskraft til skinnehodets styrekant og nederst på skinnehodets skulder .
- Styrekantens renhet (hva gir dårlig heft, fuktighet, o. l.?).
- Smørefilmens motstandsevne mot å bli vasket bort (avhengig av vaskemiddel og metode).
- Smørefilmens evne til å holde seg på skinnehodets styrekant (ikke krype utover/oppover eller dryppe ned).
- Smørefilmens evne til ikke å flyte utover under påføring.
- Høy vedhengskraft uavhengig av renhet i forhold til fuktig flens, vann i sporet, fyksne og regn.
- God vedheng uavhengig av omfangshastighet på hjulene.
- Smørefilmens evne til ikke å flyte utover som følge av høy omfangshastighet på hjulene.
- Smørefilmens nedbrytbarhet og miljøvennlighet.
- Hvor lenge smørefilmens smøreevne skal opprettholdes (intervall mellom påføring avhengig av trafikkbelastning som forholdet mellom smørende og usmurte aksler og omgivelsenes og de klimatiske påvirkninger som nedbørtype, temperatur, solpåvirkning, støv o. l.).
- Metode for kontroll med tilstedeværelse av tilstrekkelig film (stryke med finger, papir e. l.).
- Frekvens for kontroll med smørefilmens tilstedeværelse.
- Hvor mange usmurte aksler skal kunne passere før filmen er fjernet.

Om disse kravene er redegjort for på fyllestgjørende måte fremgår av de tekniske data som finnes for dagens smøremidler i tabellene. Om de er gode nok, eller om noen bør vurderes på nytt, må vurderes ut fra graden av tilfredshet med dagens midler. Skal det gjøres undersøkelser for å finne frem til nye midler må det skje etter fastlagte rutiner og spesifikasjoner. Eksempler er:

- Utprøvingen må skje slik at resultatene er entydige.
- Oppnådde resultater må ikke være påvirket i noen måte av pågående smøring og dagens forhold.
- Parametere som skal utgjøre enten sammenligningsgrunnlag ved vurdering eller vurderes opp mot entydige kriterier må ikke kunne influeres under utprøvingen
- Fastlegge testmetoder for parametere som gir entydige svar, enten relativt eller absolutt.

Krav til gjennomføring og vurdering av resultatene er derfor av avgjørende betydning for å kunne bedømme resultatene. Uttesting av nye typer er en omfattende prosess.

9.2 Oversikt over hvilke smøremidler som benyttes

Type/fabrikat	Benyttes av	Datablad
Lubritech TRAMLUB F 234 Mod 2	Flytoget, NSB og CargoNet	Vedlegg 14.2.1
BECHEM UWS P-WAY LUBE	BaneService.	Vedlegg 14.2.2
Hydro Texaco Multifak 6833 EP 00	Rana Gruver A/S	Vedlegg 14.2.3
Fettbasert smøremiddel, prod. JBV	JBVs smøretralle	Vedlegg 14.2.4
Universalgrease EP2 fra Prolong	JBV, Drammen st	Vedlegg 14.2.5
T 98 3 Oelwerke Bousa Dresden	JBV, Ørtfjell	Vedlegg 14.2.6

9.3 Egenskaper til de ulike typene (vedheft, varighet, nedbryting, miljø

Type	Vedheft	Varighet	Nedbrytning	Miljø
TRAMLUB F 234 MOD 1(Datablad for MOD 2 ikke funnet.)	Ingen sammen-lignbare data	Ingen sammen-lignbare data	Inneholder biologisk nedbrytbare stoffer	Vannløslig og danner ingen emulsjoner.
BECHEM UWS P – WAY LUBE	Ingen sammen-lignbare data	Ingen sammen-lignbare data	Biologisk nedbrytelig i henhold til CEC-Test L-33-T-32 >80% (21 dager)	Lett farlig for vann. Må ikke komme ufortynnet ned i grunnvann, vassdrag, eller kloakk.
Multifak EP 2, T EP 2, EP 0, EP 0, EP Heavy	Ingen sammen-lignbare data	Ingen sammen-lignbare data	Ikke lett biologisk nedbrytbar.	Antas ikke å medføre langsiktig fare for vannmiljøet.
Fett basert smøremiddel, egen prod. JBV Drift Vest	Ingen sammen-lignbare data	Ingen sammen-lignbare data	Ingen sammen-lignbare data	Ingen sammen-lignbare data
Universalgrease EP2	Ingen sammen-lignbare data	Ingen sammen-lignbare data	Hovedbestandd elen er tungt nedbrytbar i jord og kan inneholde stoffer som forblir i miljøet.	Danner film på vannoverflater, som er årsak til fysisk skade på organismer som lever i vann.

9.4 Erfaringer med de ulike typene

Alle brukerne synes å ha gode erfaringer med de ulike typene, og det har ikke fremkommet sterke argumenter for å endre fettype i flenssmøringsapparatene, smørevogn og smøretralle. Men man skal ikke se bort fra at det kan komme bedre produkter på markedet, og en må ha et våkent øye også mot en slik utvikling.

For stasjonære apparater er valget av fett noe mer komplisert, da de varierende temperaturforhold setter store krav til viskositet. Men med tanke på at disse apparatene søler en del, bør de miljømessige kvalitetene også legges til grunn ved valg av fettype.

9.5 Oppsummering/konklusjon/tiltak/endringer

Det anbefales ikke at det forsøkes ut nye smøremidler for flenssmøring. Dagens smøremiddel Tramlub har NSB og CargoNet gode erfaringer med. Tramlub benyttes også i Østerrike og Sveits. Det vil være en omfattende prosess å prøve ut nye smøremidler. Det har fremkommet andre forhold som det er mer nærliggende å ta fatt i. Bakgrunnen for valg av Tramlub er nærmere beskrevet i vedlegg 14.8.

Når det gjelder smøremiddelet som benyttes på smørevognen og smøretraller er alle erfaringer positive. Det anbefales ikke å vurdere andre typer på nåværende tidspunkt. BaneService har siden oppstarten hatt et stort lager med Bechem, men dette vil ta slutt i løpet av neste sesong. Det bør derfor gjøres en vurdering av hvordan Tramlub og Bechem fungerer sammen, med tanke på en eventuell overgang til Tramlub også på smørevognen.

For stasjonære smøreapparater bør man i Jernbaneverket prøve å finne en fettype som passer de ulike smøreapparatene, og som er miljømessig akseptabel. Fettypen som er i bruk ved Drammen er som tabellen i kap. 9.3 viser, ikke av miljømessig god kvalitet. Med tanke på forurensning av underbygningen bør fettet i stasjonære apparater ha gode miljømessige kvaliteter. Det anbefales derfor at det vurderes brukt et annet smøremiddel i dette apparatet, spesielt med tanke på dets nærhet til Drammenselven.

10 Fremtidige rutiner for skinnesmøring/flenssmøring

I dette kapittelet er det beskrevet hvordan de fremtidige krav og rutiner knyttet til flens- og skinnesmøring bør være. Det er ikke funnet grunnlag for å foreta omfattende endringer i dagens regime. Dette innebærer at smøring utføres primært med flenssmøringsapparater på tog og suppleres med smørevogn og smøretraller i de perioder ekstra smøring erfaringsmessig er nødvendig. Stasjonære smøreapparater bør bare brukes i helt spesielle situasjoner.

10.1 Påføring ved bruk av smørevogn

Smørevognen har blitt brukt siden 1997. Det foreligger ikke en klar spesifikasjon for hvilket resultat som ønskes oppnås. I forbindelse med at Jernbaneverket overtar ansvaret for smørevognen er det naturlig å etablere en slik spesifikasjon. Spesielt sett i lys av at den enhet som hittil har levert smøretjenester etter all sannsynlighet blir AS fra 01.01.05. Dette vil også gi forutsigbarhet for trafikkutøverne. Med utgangspunkt i dagens situasjon og generelt sett positive erfaringer bør en spesifikasjon minimum inneholde følgende:

- Det skal påføres en kontinuerlig fettstreng på skinnehodets styrekant. Begge skinner skal smøres.
- Fettstrengen skal ha et tverrsnitt på 3 mm^2 (2x1,5 mm).
- Det skal benyttes fettype BECHEM UWS P – WAY LUBE eller tilsvarende. Eventuelle endringer skal avklares med Jernbaneverket.
- Påføringspunktet skal kunne justeres og tilpasses ulike skinneslitasjeprofiler (10.1.1).
- Det skal ikke søles smøring på skinnehodets rulleflate.
- Påføringen skal kunne kontinuerlig overvåkes underveis.
- Kvaliteten på påført smøring skal kunne dokumenteres.
- Vognen skal kunne kjøres med en hastighet på minst 60-70 km/h når smøring påføres, uten at dette påvirker resultatet.
- De ulike strekninger skal smøres iht eget smørekart (10.1.2)

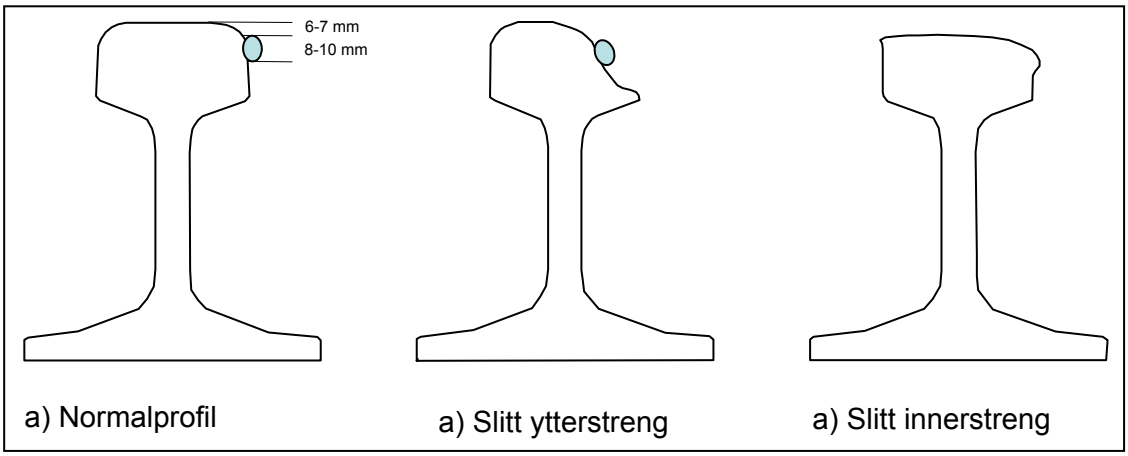
- Smøring skal utføres fra første uke etter påske og ut august.
- I ekstreme tørkeperioder skal det kunne kjøres ekstra smøreturer. Jernbaneverket beslutter når ekstra smøring skal finne sted.
- Ruter for smøring skal bestilles hos regionale sportilgangskoordinatorer.

10.1.1 Hvor på skinnene

Skinners slitasjeprofiler har svært varierende utseende. De hyppigst forekommende profilene er:

- flate skinnehoder med utvalsede kanter.
- slitasje av skinnehodets styrekant i en form som er svært lik hjulprofilets, med en avstand til nedre kant av slitasjen forårsaket av flenstoppen i en avstand som samsvarer med maksimalt tillatt flenshøyde på hjulprofilet.

Den første av disse profilene har ikke behov for smøring og lar seg vanskelig smøre uansett metode. Ved direkte styrekantsmøring med smørevogn, blir det spørsmål om hvor påføres og hvordan foretas vertikal styring av påføringen. Sannsynligvis blir resultatet best, når påføringen skjer fra ca. 6/7 mm under skinnehodets rulleflates topp og i en bredde nedover mot skinnefoten på ca. 8/10mm.



Figur 10-1 Påføring av smøremiddel på ulike slitasjeprofiler

10.1.2 Strekningskart

De strekninger som er dekket av kjøreplan for 2004 skal dekkes tre ganger i løpet av sesongen. Rekkefølgen bør være som følger:

- oppstart i Oslo rett etter påske og det bør smøres en omkrets derifra på ca 12-15 mil.
- deretter smøres på den kant av landet som har hatt den tørreste/varmeste våren
- etter det smøres resten av jernbanenettet slik det har vært gjort i 2004.

Banestrekninger som oppleves å trenge mest smøring er lokal og intercity strekninger rundt Oslo samt: Arna - Voss, Trondheim - Steinkjer, Larvik - Skien, Grefsen – Roa samt Stavanger – Egersund og innspill fra årets kjøring.

10.2 Kriterier for iverksettelse av ekstra smøring

Utslagsgivende faktorer for ekstra skinnesmøring

I tillegg til at smørevognen kjører med på forhånd faste intervaller på alle hovedlinjer i sommerhalvåret, kan det i spesielle tilfeller eller perioder være nødvendig å sette i verk ekstra skinnesmøring. Faktorer som kan være utslagsgivende for å gjennomføre ekstra skinnesmøring, er:

- værforhold (f.eks. lange tørkeperioder, mye og sterk vind eller store nedbørsmengder)
- økt trafikk over kortere eller lengre tid (omkjøring p.g.a. andre stengte baner, spesielle transportoppdrag o.l.)
- spesialtransporter
- kjøring med rullende materiell uten flenssmøring
- strekninger som trafikkeres av materiell med høy aksellast

Her vil vi først og fremst se på kriterier for iverksettelse av ekstra skinnesmøring i forbindelse med lengre tørkeperioder. Ekstra smøring i forbindelse med endrede trafikkforhold eller annet rullende materiell skulle være lettere å bestemme og foreta nødvendige tiltak.

Kriterier for å sette i gang ekstra skinnesmøring kan være:
- ”fingerkontroll”
- værprognoser

”Fingerkontroll”
”Fingerkontroll” er ganske enkelt at man går ut i sporet og kjenner etter med en finger på innsiden av skinnehodet (styrekanten) om det er tørt eller om det finnes fett. Er det tørt må det vurderes om det bør settes i verk ekstra smøring, eller om man kan vente til smørevognen kommer igjen. Bildet under viser et eksempel på god smøring.

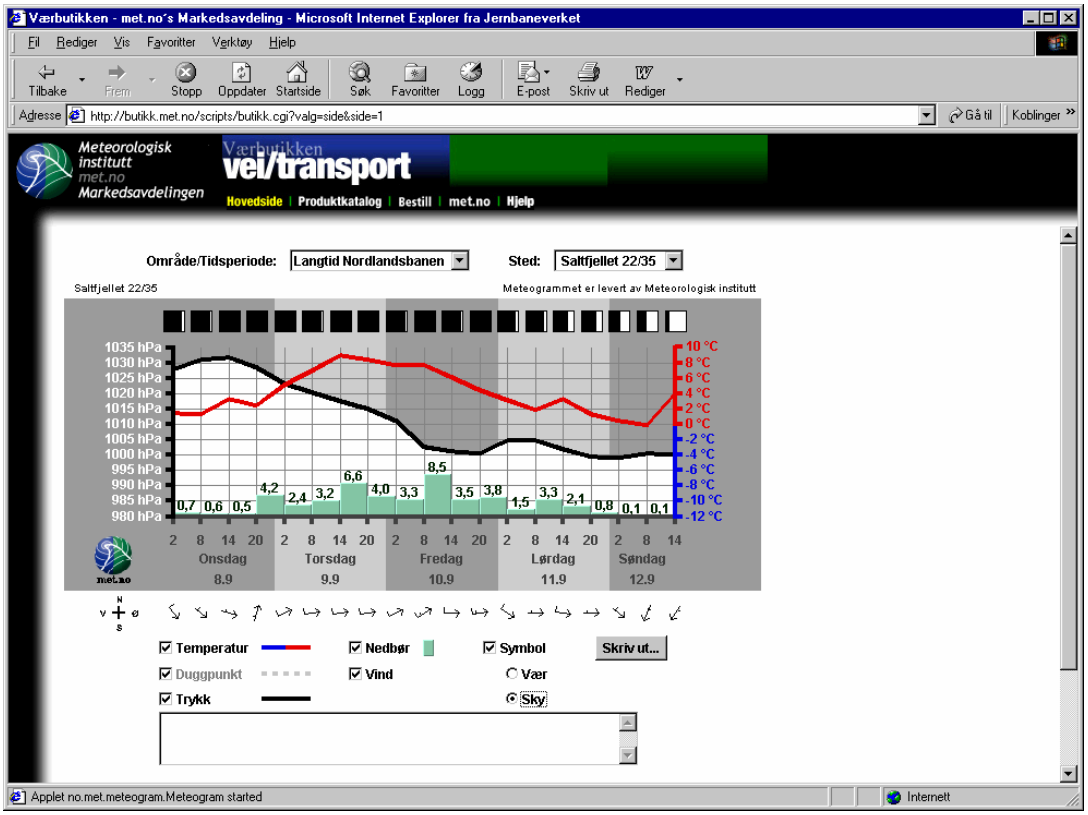


Figur 10-2 Fingerkontroll av smøring på skinne

Værprognoser
I lengre perioder med høye temperaturer og liten eller ingen nedbør kan vi forvente ”tørre” skinner og økt skinne- og hjulslitasje. Ved hjelp av værprognoser som Meteorologisk institutt i Oslo sender ut, kan vi forutsi med brukbar sikkerhet, forventet nedbør i den nærmeste fremtiden, dvs. opp til 10 døgn. Vurderes disse værprognosene sammen med været som har vært de siste par ukene, skulle dette

kunne hjelpe oss til å bestemme om det er nødvendig å igangsette ekstra skinnesmøring på spesielt utsatte partier eller steder.

I praksis kan oppsynsmenn/teknikere som har tilgang til PC og internett og nødvendige brukernavn og passord, gå inn på http://www.met.no/ og lese værprognosene m.t.p. nedbør i det aktuelle området, se figur 10-2. Meteogrammet i figur 10-2 viser både forventet temperatur, lufttrykk, nedbør, vind og skydekke for de neste 5 dagene. Det kan også bestilles fra Meteorologisk institutt langtidsvarsel for 10 dager som er det maksimale. Kostnadene pr. værobservasjonssted er kr. 10 000 - 15 000.



Figur 10-3Java-meteogram med værprognose for perioden 08.09 – 12.09.2004, Saltfjellet Nordlandsbanen.

Hvis det ikke er meldt nedbør de første 10 døgnene, og det samtidig har vært varmt og minimalt med nedbør den siste tiden, må man vurdere å sette i gang med ekstra smøring, f.eks. med smørevogn, smøretralle eller kjøring med lokomotiv som har godt fungerende flenssmøring.

Erfaringer som er gjort på Ofotbanen og Malmbanan i Sverige og på Østlandet, viser at overgangsperioden mellom vinter og vår i mars/april er et tidspunkt man skal være oppmerksom på med tanke på tørre skinner. Det kan være lite snø i sporet, og den som finnes, er gjerne fast bundet opp i skaresnø. I tillegg er luftfuktigheten lav på denne tiden av året.

Nedenfor er det satt opp et forslag til to kriterier for når det må vurderes å igangsette skinnesmøring på bakgrunn av værprognoser:

1. Ingen nedbør siste 7 døgn.
2. Ingen nedbør varslet de neste 10 døgn.

Avhengig av når smørevognen er ventet igjen, må man vurdere om det er aktuelt med ekstra skinnesmøring.

Dersom tørkeperioder er ventet over store områder vil det være vanskelig å dekke hele området på kort tid. Da må det foretas en prioritering ut fra togtetthet og praktisk/effektiv gjennomføring av smøring. Den enkelte banesjef må etablere rutiner for ovennevnte vurderinger.

10.3 Påføring ved bruk av smøretralle

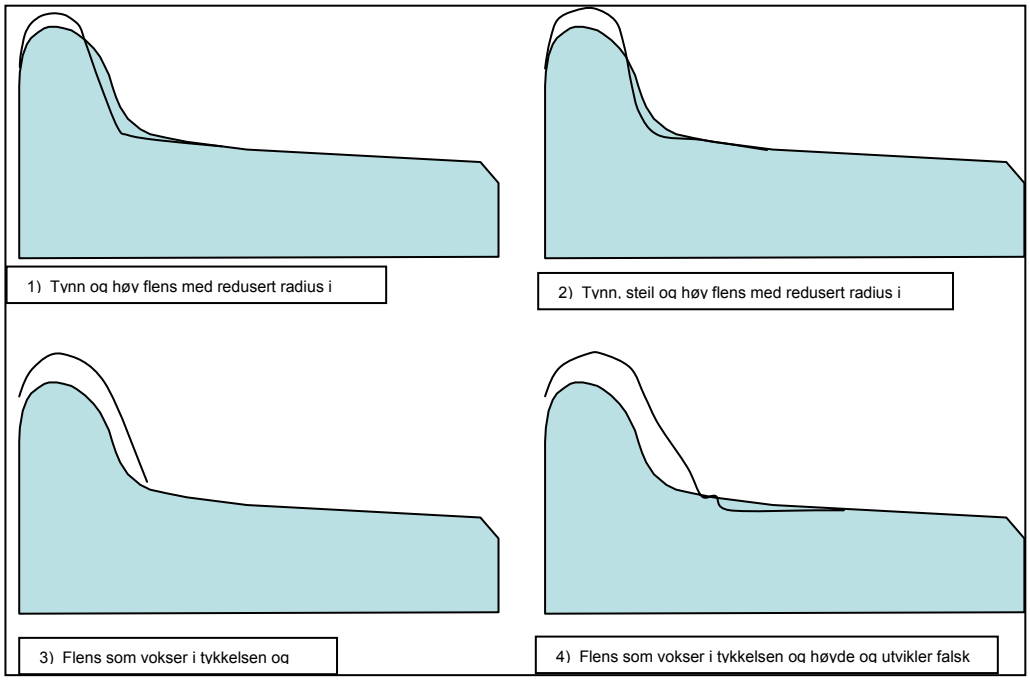
For Flåmsbanen ser det ut til at kombinasjonen med å kjøre smøretralle og flenssmøring på tog gir et tilfredsstillende resultat. Det er derfor ingen grunn til å sette i verk spesielle tiltak eller endringer ut i fra dagens situasjon.
Når det gjelder smøretralla på Ofotbanen, har en foreløpig for lite erfaring til å kunne gi en konklusjon.

I situasjoner der bruk av smøretralle kan være et fornuftig supplement til flenssmøring er det hensiktsmessig å ta i bruk tilsvarende smøretralle og smørefett som på Flåmsbanen. Banesjefen oppfordres til å samarbeide seg imellom.

Smørefettet bør påføres skinnene i henhold til fig. 10-1. Når det gjelder mengde må dette tilpasses lokalt da stedlig forhold og trafikk er avgjørende for behovet. Det samme gjelder hvilket tidsrom og med hvilke intervaller smøring skal foregå med.

10.4 Påføring ved bruk av tog (flenssmøring)

10.4.1 Hvor på hjulflens



Figur 10-4 Ulike slitasjeprofiler for hjul

Flenssmøring, hjulslitasjeprofiler, påføring på flens

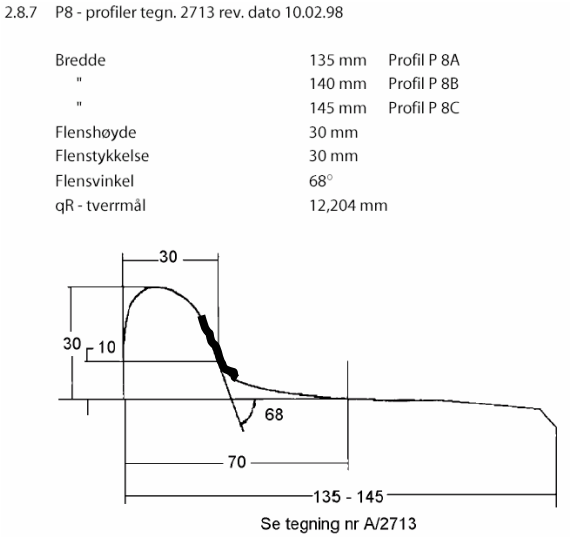
Hjulprofiler slites over tid til forskjellige mønster avhengig av løpeverkstype, skinneprofil og dennes slitasjetilstand, baners horisontaltrase (kurvatur), klimatiske forhold (tørt/vått klima), sporvidde og geometriske sporfeil. Normalt observeres fire hovedtyper slitasjeprofiler:

1. Tynn og høy flens med redusert radius i hulkilen
2. Tynn, steil og høy flens med redusert radius i hulkilen
3. Flens som vokser i tykkelse og høyde p. gr. a. baneslitasje og minimal flensslitasje
4. Flens som vokser i tykkelse og høyde p. gr. a. baneslitasje og minimal flensslitasje og som utvikler falsk flens i hulkilen og har tendens til hulløp i rulleflaten

Slitasjemønster 1 og 2 gir gode muligheter for at bare flenssmøring overfører smøremiddel fra flens til skinnehodets styrekant. Oppstår i hovedsak bare rulleflateslitasje som i mønster 3 og 4, er egnetheten for overføring av smøremiddel liten. Derfor er det umulig å oppnå tilfredsstillende smøring med alle typer flensslitasje som utvikles. Skal flenssmøring ha god virkning, er den bare egnet som overføringsmiddel på de typer løpeverk som utvikler profiler der hele flensen inklusive hulkilen slites. Da dette ikke er tilfelle for alle slitasjeprofiler, må det resultere i kompromisser. Til overføringsmedier egner alle profiler seg i mer eller mindre grad, minst de som utvikler tykkere flens og falsk flens i hulkilen, da de bare fra tid til annen har kontakt med skinnens styrekant.
Siden de fleste egner seg må det bestemmes hvor det er gunstigst å legge flenssmøremiddelet for å få best effekt. Da kontakten mellom hjul og skinne starter i hulkilen og ender på flenstoppen er saken rimelig grei. Flensen må påføres smøring fra flenstoppen og ned i hulkilen. Men hvor langt ned i hulkilene er tema. Overgangen mellom skinnehodets styrekant og rulleflate, altså hjulets hulkile, bør helst ikke smøres av hensyn til behovet for adhesjon under trekk og bremsing. Dog bør antagelig øverste del av styrekanten og overgangen mellom flensens flate del og hulkilen smøres av hensyn til profiler som utvikler topunktsberøring.

Rent teoretisk synes det derfor naturlig å anbefale for P8-profil (som er vanligst i Norge) at smøringen legges på fra ca. 6/7 mm over løpesirkeldiameteren ved nydreide profiler og ende nesten helt opp på flenstoppen. Slik smøres hele slitasje flaten. Det har også vørt ønskelig i noen tilfeller å smøre slik at også glidning eller kryp mellom rulleflaten på hjulet og skinnen reduseres for å minske risikoen for rifler. Dette er imidlertid et eget tema som bør behandles separat for hver løpeverkstype og de uønskede resultater de gir på enkelte baner.

Påføringsdysen bør ikke monteres høyere enn klokken 2 sett i hjulets dreieretning. Helst bør påføringen skje nærmere skinnen, for da blir virkningen av hjulets omfangshatighet mindre og faren for avslynget smøring redusert. Det må også sørges for at fordelingen av smøremidlet skjer jevnt utover på flensen og i hjulets dreieretning.



Figur 10-5 Tykk strek på flens viser det området der smøring bør påføres.

10.4.2 Mengde/type/intervall

Mengder og intervaller på dagens apparater fremgår av vedlagte tabeller og er nærmere omtalt i kap. 6. Med utgangspunkt i de vurderinger som er gjort i kap. 6.4 er det satt opp et forslag til minimum smøremengde pr. km for ulike togslag. For godstog er dette en kraftig økning i forhold til dagens situasjon. Det anbefales at en opptrapping skjer gradvis slik at evt. negative konsekvenser avdekkes. Tabellen bør tas inn i JD590 og Network Statement.

Total/smurte	**Togtype**	**cm3 pr. km**
12/1	Lokaltog	0,150
16/1	Ic/langdistanse motorvognsett	0,300
31/1	Loktrukne P-tog	0,400
70/1	Loktrukne G-tog	0,600

10.4.3 Krav til nye apparater/krav til dekningsgrad

Anleggene består vanligvis av styreenhet for styring av mengde, impulshyppighet og impulslengde, styring av hvilke dyser som skal være innkoplet samt registrering av feilfunksjoner, dyser, smøremiddeleforråd, smøremiddelpumper, rørledninger for luft og smøremiddel samt evt. filter og tørkeanlegg for luft.

Krav til anlegg

Generelt skal anleggene være funksjonelle, pålitelige, miljøvennlige og økonomiske.

Dyser:

- Dysene skal gi konstant mengde smøring over hele påføringsintervallet
- Dysene skal være slitesterke, korrosjonsbestandige med definerte målbare slitasjegrenser som viser når funksjonsbortfall inntrer
- Være enkle å bytte uten komplisert verktøy og prosedyrer
- Være lite ømfintlige for ising, kulde og små forurensninger i smøremiddelet
- Ha gode egenskaper i konsentrering av påsprøytingen i hele levetiden
- Være enkle å rengjøre/rense ved tilstopping
- Bør eventuelt være justerbare for påføring av smøremiddelmengde

Dyseplassering:

- Dysene skal ikke monteres høyere enn klokken 2 i hjulets dreieretning, aller helst nærmere skinnen
- Dysene skal være montert lett tilgjengelig for inspeksjon og justering av påsprøytningssted på flensen
- Monteringen skal ha et stabilt festesystem som motstår ytre påvirkning og vibrasjoner under kjøring
- Skal enkelt kunne justeres til riktig sted for påsprøyting på flensen samt enkelt kunne posisjonskontrolleres med lære eller mal
- Skal være lett å bytte ved ut ved defekter eller feil
- Det skal være enkelt å komme til for å kunne kontrollere krav til funksjonsdyktighet, leveringsmengde, påsprøytningsmønster og intervaller

Røropplegg for smøremiddel og luft

- Opplegget skal være korrosjonsbestandig
- Tåle overtrykk som følge av trykkstøt eller tette dyser
- Være enkelt å rengjøre ved tilstopping
- Ha lav motstand mot transport av smøremiddel ved endringer i viskositet og temperatur ned til -40 ^{0}C.
- Være lett å inspisere for skader og utettheter

Smøremiddeltank

- Tanken skal ha lukket system for påfylling, helst med tørrbruddskopling for å unngå forurensning
- Ha lufting med filter for å hindre inntrengning av smuss og fuktighet
- Være enkel å rengjøre ved behov
- Ha plassering og oppbygning som gjør inspeksjon enkel ved behov
- Være lett tilgjengelig for påfylling

Trykkluftkvalitet

- Trykkluften skal være ren og tørr

Styreenhet for flenssmøreanlegget

- Styringen skal kunne inneha muligheter for:
- Regulering av impulshyppighet for påføring for både tids- og veiavhengighet
- Regulering av impulslengde for å kunne bestemme lengden av tid for påføring av smøremiddel på flensen
- Reguleringsmulighet for smøremiddel- og luftrykk
- Ha muligheter for kurvestyrt påsprøyting av smøremiddel, når hastighet overstiger 100km/h

10.5 Påføring ved bruk av stasjonære apparater

10.5.1 Hvilke situasjoner

Stasjonære smøreapparat monteres kun på helt spesielle punkter hvor skinne-/hjulslitasjen er særdeles stor (små kurveradier, kurveveksler, sporveksler med spesielt stor trafikk i avvik, glideskjøter, stor aksellast, stor trafikkbelastning o.l.).

10.5.2 Krav til nye apparater

En av de største manglene ved dagens apparater er det store vedlikeholds behovet, så et krav til fremtidige apparater er at de må bli mindre vedlikeholds krevende og få en metode for overføring av fett til skinnen som gir mindre søl i pukken enn dagens apparater gjør.

10.5.3 Oppsummering/konklusjon/tiltak/endringer

Innsamlede erfaringer med stasjonære smøreapparater og diskusjoner i gruppen som skulle vurdere Jernbaneverkets videre strategi for skinnesmøring, gir følgende konklusjoner:

- Stasjonære smøreapparat monteres kun i helt spesielle punkter hvor skinne-/hjulslitasjen er særdeles stor (små kurveradier, kurveveksler, sporveksler med spesielt stor trafikk i avvik, glideskjøter, stor aksellast, stor trafikkbelastning o.l.)
- Stasjonære smøreapparater, uansett type og prinsipp de fungerer etter, krever tett og jevnlig tilsyn og vedlikehold for at de skal kunne fungere tilfredsstillende.
- Én bestemt person må utpekes til å ha arbeidet og ansvaret for tilsyn og vedlikehold av stasjonære smøreapparat på en banestrekning.
- Stedet hvor det stasjonære smøreapparatet blir plassert, må være lett tilgjengelig og innen rimelig avstand fra stasjoneringsstedet til den som har ansvaret for smøreapparatet. Ukentlige tilsyn må la seg gjennomføre uten mye ekstra bryderi.
- Man bør forsøke å standardisere fettypen mest mulig. Spesielt må det settes fokus på fettets miljøegenskaper da det med dagens apparater er vanskelig å unngå søl i underbygningen.
- Jernbaneverket bør foreta en kartlegging av hva som finnes av stasjonære smøreapparater på markedet og vurdere alternativer til dagens apparater.

11 Varslingsrutiner

11.1 Rutiner og oversikt over kontaktpunkter

Etter at det er kjørt smørevogn kan det være litt glatt. Det er derfor nødvendig å varsle lokførerne når det skal smøres på en strekning, fordi det må tas hensyn til dette for å unngå sliring /gliding, og derav hjulslag og passering av signaler.

Tidligere har dette blitt varslet via T-sirkulærer, men i år har BaneService ikke fått aksept for å varsle via T-sirkulærer. Det har også vært noe varierende praksis i de forskjellige toglederområdene. I år har det derfor blitt varslet ved direkte henvendelse fra smørevogn til driftsoperativt senter i NSB.

Etter henvendelse til Trafikkdivisjonen er det fra deres side konkludert at varsling av denne type aktivitet skal skje ved bruk av T-sirkulærer. Dette vil sikre at alle trafikkutøvere og lokomotivførere får samme varsel.

Utarbeidelse av T-sirkulærer skal skje i henhold til 1B-Tr. Sportilgangskoordinatorene hos den enkelte banesjef har oversikt over når det skal kjøres smørevogn og melder dette til Trafikkdivisjonen sammen med andre forhold som varsles med T-sirkulære.

Bruk av T-sirkulære vil også gi varsling internt i banesjefens organisasjon. Dersom det er behov for intern varsling ut over det personal som nås med T-sirkulære, etablerer den enkelte banesjef nødvendige rutiner. Trafikkdivisjonen må etablere

felles rutiner i alle trafikkområder på at varsling om skinnesmøring skal tas med på T-sirkulærer.

12 Kostnadsfordeling

12.1 Prinsipper for kostnadsfordeling

Både infrastrukturforvalter og trafikkutøvere har økonomisk nytte av smøring i form av redusert skinne- og hjulslitasje. Med utgangspunkt i sportilgangsavtalens likeverdighetsprinsipp, ref. kap. 8, er det derfor naturlig at kostnadene fordeles. Den hensiktsmessige måte å gjøre dette på er at trafikkutøverne tar kostnaden forbundet med flenssmøring på tog og at Jernbaneverket tar kostnadene relatert til skinnesmøring.

Det er i denne sammenheng ett unntak; Flåmsbanen. De senere år har det eksistert en avtale mellom Jernbaneverket og Flåm Utvikling vedrørende fordeling av kostnader til skinnesmøring. Dette innebærer at Jernbaneverket dekker kostnadene ved smøring av skinner innen en definert sum. Smøring ut over dette dekkes av Flåm Utvikling. Begge parter har store fordeler av at det utføres skinnesmøring. NSB mener det prinsipielt ikke bør være annen praksis for Flåmsbanen enn for restene av jernbanenettet. Videreføring av avtalen blir en forhandlingssak mellom partene.

12.2 Kompensasjon for manglende togutstyr

I utgangspunktet er alle parter enige om at alt materiell må være utstyrt med flenssmøringsutstyr. Dette medfører at ingen forskjellsbehandles. For nytt materiell er det naturlig at dette er et absolutt krav. Når det gjelder smøremengde, må et tog i utgangspunktet smøre tilsvarende eget behov (antall aksler).

Alt eksisterende materiell er ikke utstyrt med flenssmøringsutstyr. Det er også en trend at det kommer en del nye trafikkutøvere som benytter eldre materiell og spesielt svensk materiell som ikke har denne type utstyr. De vil allikevel nytte godt av den smøring som er foretatt av andre.

Trafikkutøverne er opptatt av at det stilles like vilkår til alle og gruppen anbefaler derfor at det innføres et avgiftssystem som kompenserer for manglende flenssmøring. En slik avgift skal ikke innføres for å finansiere Jernbaneverkets smøring med traller eller smørevogn, men vil være en ren avgift for å sikre like konkurransevilkår. Ideelt sett burde dette være en del av kjøreveiavgiften. Kjøreveisavgiften som foreløpig er pålagt godstransport og for eksempel Flytoget, skiller ikke på slike forhold og en avgift må på nåværende tidspunkt komme i tillegg til denne. Dersom det foretas endringer i regimet for kjøreveisavgift bør dette absolutt vurderes. Ett alternativ kan derfor være at den tilbakebetales til de som smører tilstrekkelig.

Avgiften bør fastsettes med utgangspunkt i parametere som allerede er tilgjengelig slik at unødvendig byråkrati unngås. Gruppens forslag er derfor at kjørte akselkm for tog uten flenssmøring legges til grunn. Dersom et tog ikke bidrar med det som minimum er forutsatt, ref. tabell i 10.4.2, bør dette toget pålegges en avgift som reflekterer forskjellen mellom faktisk og krevd smøremengde. Det er også naturlig at det gis et visst fradrag dersom det benyttes moderne materiell med gode sporføringsegenskaper.

Avgiften bør være av en slik størrelse at den motiverer for montering av flenssmøringsapparater. Prisen for montering av flenssmøringsapparat vil ligge i området 150-200 000 NOK pr. enhet.

Jernbaneverket må avklare nærmere hvordan en slik avgift kan inndrives og når den eventuelt kan trå i kraft, men det er naturlig å implementere den ved fornyelse av sportilgangsavtalene.

13 Oppsummering/konklusjon

Det er foretatt en gjennomgang av alle relevante aspekter rundt skinnesmøring og flenssmøring som har fremkommet i arbeidsgruppen.

Det er gitt en generell omtale av de mekanismer som påvirker hjul- og skinneslitasje. Det er redegjort for ulike former for kontakt mellom hjul og skinne og deres innvirkning på både slitasje og smøring. Ulike materiellтyper har ulike løpeverk som gir ulike løpeegenskaper og derfor nyttiggjør seg smøring forskjellig.

Det er gitt en generell beskrivelse av hvordan skinne-/flenssmøring utføres. Det er videre foretatt et kartlegging av dagens situasjon og gitt en utførlig beskrivelse av denne.

Videre er det tatt hensyn til tidligere erfaringer i Norge, internasjonale erfaringer og lover, forskrifter og normer.

På bakgrunn av dette kan følgende konklusjoner trekkes:

- Trafikkutøverne er stort sett fornøyd med den hjulslitasje de i dag har. Situasjonen er generelt til å leve med, men for enkelte togslag og på enkelte strekninger er hjulslitasjen noe høyere enn gjennomsnittet:
    - I nærtrafikk områdene, hvor persontogene har hovedvekten av trafikken, er hjulslitasjen generelt på et akseptabelt nivå (Gjøvikbanen unntak).
    - På strekningene mellom nærtrafikk områdene, hvor godstogene har en større prosentvis andel av trafikken, er hjulslitasjen større.
    - NSB har høyest hjulslitasje på Gjøvikbanen og tidvis Nordlandsbanen. Sporets tilstand på Gjøvikbanen er generelt dårlig og slitasjen kan således ikke tillegges manglende smøring alene.
    - NSB rapporterer også hjulslitasje for materiell som benyttes på Dovrebanen, Sørlandsbanen og Bergensbanen. Dette gjelder først og fremst type 73 (krengetog) og nattog.
    - CargoNet har høyest hjulslitasje på type CD66 som brukes som godslok på Nordlandsbanen.
- Det er ikke fremkommet argumenter for at det bør gjøres store endringer i måten det smøres på. Dette innebærer fortsatt bruk av flenssmøring som hovedsmøring og at det suppleres i enkelte perioder og/eller på spesielle strekninger med smørevogner og smøretraller. Bruk av stasjonære smøreapparater har blitt sterkt redusert de siste årene, og ut fra de erfaringer man har er det bare naturlig å benytte disse i helt spesielle situasjoner.
- På de steder der slitasje på sporveksler og skinner er ekstra høy har Jernbaneverket montert stasjonære apparater eller foretar smøring med smøretraller.
- Jernbaneverket bør foreta en kartlegging av hva som finnes av stasjonære smøreapparater på markedet og vurdere alternativer til dagens apparater, som har en del svakheter.

- Mannskapet på BaneService sin smørevogn ferdes i sommersesongen over det meste av jernbanenettet og konstaterer at når sesongen starter og underveis i sesongen, kan det sjelden påvises rester fra smøring utført med tog. Dette er en indikasjon på at togene kan smøre mer.
- Det er veldig stor spredning i hvor mye den enkelte materielltype smører pr. km. Det er også stor spredning mellom materielltyper som har tilnærmet samme forhold mellom smurte og usmurte aksler. Lokomotiver i godstog smører generelt mindre enn motorvognsett, men de har 4 ganger så mange usmurte aksler. Dette viser at det er potensial i å få en jevnere fordeling av påført mengde sett i forhold antall usmurte aksler.
- Det er foretatt en sammenligning av antall smurte og usmurte aksler på en del utvalgte strekninger basert på hvilke togtyper som går der og prosentvis fordeling mellom dem. Disse viser klart at på strekninger der andelen godstog er på nivå med andelen persontog er andelen smurte aksler svært lav. Dette stemmer bra overens med de erfaringer både CargoNet og NSB har når det gjelder hjulslitasje over gjennomsnittet.
- Det anbefales ikke at det på nåværende tidspunkt foretas endringer i forhold til hvilke typer smøremiddel som benyttes. Eneste unntaket er for Jernbaneverkets stasjonære apparater der det er et potensial til for standardisering. Smøremiddelet som benyttes ved Drammen stasjon har langt dårligere miljømessige egenskaper en de andre typene som benyttes. Det bør også vurderes om smøremiddelet som benyttes på smørevognen kan erstattes av samme type som benyttes på togene når dagens lager er oppbrukt.
- Kostnadene til skinne- og flenssmøring bør fordeles mellom Jernbaneverket og trafikkutøverne ved at Jernbaneverket er ansvarlig for skinnesmøring og trafikkutøverne for smøring på rullende materiell. Det er ikke naturlig at NSB står som oppdragsgiver for BaneService vedrørende kjøring av smørevogn. For Flåmsbanen er det inngått en egen avtale om kostnadsfordeling mellom Jernbaneverket og Flåm utvikling. NSB mener det prinsipielt ikke bør være annen praksis for Flåmsbanen enn for restene av jernbanenettet.
- I Jernbaneverket er det naturlig at sentral vedlikeholdsavdelingen får ansvar for kjøring av smørevogn da dette er en landsdekkende aktivitet.
- Alt nytt rullende materiell må være utstyrt med flenssmøringsutstyr. Dette er i samsvar med gjeldende praksis, internasjonal lovgivning som allerede er innført for høyhastighetstog og som antas å bli krav også for konvensjonelle tog.
- Regelmessig vedlikehold og ettersyn er viktig. Det bør for materiell være utarbeidet kontrollforskrifter for ettersyn av anleggenes funksjonsdyktighet med hensyn til overføring av smøring til skinnehodet.
- Erfaringer både fra Østerrike og Norge tilsier at minst 80 % av materiellparken bør være utstyrt med flenssmøreutstyr for at dette skal ha god effekt. Dette er imidlertid erfaringer fra en situasjon der det bare eksisterer en trafikkutøver som benytter alle typer rullende materiell. I dagens system med flere trafikkutøvere som har spesialiserte trafikkslag er en slik 80 % regels vanskelig å styre etter.
- Trafikkutøverne er opptatt av at det stilles like vilkår til alle. Det bør pålegges en avgift som kompenserer for manglende flenssmøreutstyr. Det anbefales derfor at et avgiftssystem innføres og at avgiften fastsettes med utgangspunkt i kjørte akselkm for de tog som ikke smører iht de minimumsverdier som er anbefalt. Avgiften bør være av en slik størrelse at den motiverer for montering av flenssmøringsapparater. Prisen for montering av flenssmøringsapparat vil ligge i området 150-200000 NOK. Jernbaneverket må avklare nærmere hvordan en slik avgift skal fastsettes og inndrives og når den eventuelt kan trå i kraft.
- Det bør innføres som fast regel at skinnesmøring varsles ved bruk av T-sirkulærer. Regionale sportilgangskoordinatorer sørger for at Trafikkavdelingen får de nødvendige opplysninger til T-sirkulærere. Trafikkavdelingen må etablere

felles rutiner i alle trafikkområder på at varsling om skinnesmøring skal tas med på T-sirkulærer.

Selv om ting stort sett fungerer i praksis er det konstatert en del manglende krav og rutiner. Det er utarbeidet følgende forslag til krav og rutiner:

- Det er utarbeidet grunnlag for spesifikasjon for hvor smøring bør påføres ulike skinneprofiler og hjulprofilet.

- Det er utarbeidet et grunnlag for spesifikasjon for bruk av smørevogn (funksjonsspesifikasjon) og utstyr i rullende materiell.

- Det er utarbeidet forslag til nytt ”smørekart” for kjøring av smørevogn. Dette bør benyttes som utgangspunkt for smøring i 2005. Det bør gjøres en evaluering etter at smøresesongen avsluttes. Smørekartet inngår som vedlegg til funksjonsspesifikasjonen.

- Det er utarbeidet krav til flenssmøringsapparater. Dette bør inngå som del av Jernbaneverkets dokument JD590 Infrastrukturens egenskaper.

- Det er utarbeidet krav til hvor mye ulike typer tog bør smøre for å sikre at forholdet mellom smurte og usmurte aksler blir noenlunde likt mellom ulike togslag. Dette innebærer først og fremst en kraftig økning i mengden påført smøring fra godslokomotiver.

- Det er utarbeidet forslag til rutiner for å vurdere behov for ekstra smøring i lange tørkeperioder. Jernbaneverkets regioner bør implementere dette i sine rutiner.

14 Vedlegg

14.1 Oversikt over flenssmøre apparater og smøremidler

14.2 Datablad for smøremidler

14.2.1 Datablad Lubritech TRAMLUB F 234 Mod 2

14.2.2 Datablad BECHEM UWS P-WAY LUBE

14.2.3 Datablad Hydro Texaco Multifak 6833 EP 00

14.2.4 Fettbasert smøremiddel, prod. JBV

14.2.5 Datablad Universalgrease EP2 fra Prolong

14.3 Togfrekvens 2003

14.4 Ruteoversikt smørevogn 2004

14.5 Erfaringer fra ØBB og SJ

Rapport fra hjulseminar på Hamar 18. og 19. november 1997.

14.6 Artikkel fra ZEV + DET Glasers Annalen 121 1997 Nr.23 side 255 – 262

14.7 NSB prosjekt "Hjul 98", delprosjekt 3 Fettype

15 Referanseliste

[1] Saksnr. 04/02601, SI 729: Brev fra Jernbaneverket til Trafikkutøverne av 12.05.04 vedrørende invitasjon til deltagelse i arbeidsgruppen.

[2] Saksnr. 94/6765, S 801: Kartlegging av hjulslitasje vår/sommer 1994.

[3] Artikkel i ZEV + DET Glasers Annalen 121 1997 Nr.23 side 255 til side 262