
Utvikling av utstyr for linjesprøyting i Jernbaneverket

Utredning på oppdrag fra



Jernbaneverket

Banesystem Pb. 1162 Sentrum
0107 Oslo
tlf. 22 45 51 00

Jernbaneverket
Biblioteket



Utvikling av utstyr for linjesprøyting i Jernbaneverket

1 Forord

Planteforsk i Ås og ITF ved NLH har på forespørsel fra Jernbaneverket vurdert alternative fremtidige løsninger for sprøyteutstyr langs linjestrekninger. Arbeidet er ment som et verktøy for videre fremdrift. Detaljvurderinger og økonomiske betraktninger er ikke vurdert.

21.05.02

Jan Netland
Planteforsk

Nils Bjugstad
Institutt for tekniske fag, NLH

2 Sammendrag

Først er oppdaterte funksjonstekniske krav gjennomgått. Videre er det nye svenske sprøytetoget vurdert og også i noe grad det nye danske toget. Til slutt følger en drøfting av alternative løsninger og vår anbefaling for videre fremdrift.

Konklusjonen på bakgrunn av rent faglige vurderinger er at Jernbaneverket og Norge vil være best tjent med å satse på egne løsninger.

Det fremtidige sprøyteutstyret må bygge på den antagelse at bladvirkende midler uten jordvirkning vil dominere denne type vegetasjonskontroll i uoverskuelig fremtid. Utviklingen tyder på at tilgangen på effektive jordvirkende midler vil bli sterkt begrenset eller helt utebli. Dette bør helt klart få konsekvenser for hva slags sprøyteutstyr en vil satse på i fremtiden. Sprøyteteknisk sett bør en fokusere spesielt på ballastskrånningen og kantsonen. Et spesielt viktig krav til det fremtidige utstyret vil være stor kapasitet og tilgjengelighet til alle tider i vekstsesongen.

Foto og illustrasjoner: Gernot Klinger, Trond Børsting (JBV) og Inger S. Fløistad (Planteforsk)

INNHold

1	Forord.....	1
2	Sammendrag	1
3	Innledning	3
4	Noen fakta pr 2001	3
5	Krav til utstyret ut fra klimatiske og biologiske forhold	4
5.1	Temperatur, luftfuktighet.....	4
5.2	Nedbør.....	4
5.3	Problemvegetasjon.....	4
5.4	Karakteristikk av problemstillingen	5
5.4.1	Biologiske krav til utforming av sprøytebom.....	6
6	Tekniske krav til funksjon av sprøyteutstyret.....	7
6.1	Funksjonskrav eller teknisk krav.....	7
6.2	Væskefordeling.....	7
6.2.1	Områder innenfor minste fysiske frie arbeidsbredde	7
6.3	Områder utenfor fysisk fritt område.....	7
6.4	Ønsket dråpestørrelse.....	8
6.5	Seksjonsinndeling	8
6.6	Avsetning	9
6.7	Minimal avdrift	9
6.8	Liketrykk.....	9
6.9	Dryppvern	9
6.10	Annen lekkasje	9
6.11	Sikkerhetsventil.....	9
6.12	Omrøring	10
6.13	Tilmål, blande, fylle	10
6.14	Sikkerhet.....	10
6.15	Fjernkontroll.....	10
6.16	Manuell og automatisk styring	10
6.17	Sikring mot brekkasje	10
6.18	Sikring mot lekkasje.....	10
6.19	Dokumentasjon	10
6.20	Moduloppbygging	10
6.21	Rask ombygging.....	10
6.22	Lett å oppdatere.....	11
6.23	Valg av komponenter	11
6.24	Kunne kjøre begge veier	11
6.25	Raskt dyseskift	11
6.26	Automatisk skylling ved avslutning	11
6.27	Overvåkning og registrering av feil.....	11
6.28	Bruk av sensorer.....	11
6.28.1	Bildeanalyse.....	11
6.28.2	IR-sensorer.....	12
6.29	Arbeidsmiljø, fysisk og kjemisk	12
6.30	Enkel og reell funksjonskontroll (eks. kunne kjøre og foreta mengdemåling.....	12
6.31	Kunne behovsdosere både flytende og pulver.....	12
6.32	Kapasitet.....	12
6.33	Fleksibilitet.....	12
6.34	Sikkerhetssystemer.....	13
7	Vurdering av det svenske sprøyteutstyret AWI-VRT-2000.....	13
8	Drøfting.....	15
9	Anbefalt framtidig sprøyteutstyr	15
10	Litteratur & Informasjon	18

3 Innledning

I praktisk talt alle de år jernbanesprøyting har vært praktisert har sprøytevæsken bestått av en spirehindrende (jordherbicid) og en bladvirkende komponent (bladherbicid). Dette medførte visse fordeler vedrørende den tekniske utførelsen av sprøytingen idet det ikke var nødvendig med full dekning av bladverket med sprøytevæske for å få full effekt av sprøytingen. I tillegg var også kravene til klimatiske forhold under sprøytingen ikke så avgjørende for å få god virkning med spirehindrende som med et bladvirkende middel.

Utviklingen synes nå å tyde på at den fremtidige sprøytingen må baseres på et bladvirkende middel (for eksempel glyfosat) som enekomponent i sprøytevæsken. Dette stiller andre og mer detaljerte krav til sprøyteutstyret enn tidligere. I tillegg vil sprøyteopplegget bli mer detaljert og i langt sterkere grad enn tidligere måtte rette seg etter klimatiske forhold under og etter sprøyting og etter utviklingsstadiet og kondisjonen til problemvegetasjonen på sprøytetidspunktet. Det blir langt vanskeligere enn tidligere å planlegge sprøytingen til en gitt tidsperiode i vekstperioden. En viktig oppgave blir også en grundig skolering av sprøytemannskap og at både utstyr og mannskap stilles til disposisjon gjennom hele den aktuelle del av vekstsesongen når forholdene for sprøyting er så optimale som mulig og ikke nødvendigvis bare når en har tid til å utføre slikt arbeid.

I den foreliggende utredning gis en kort karakteristikk av de enkelte forutsetninger for et optimalt sprøyteopplegg basert på bladvirkende middel som ene- eller dominerende komponent i sprøytevæsken.

Det svenske spredeutstyret som tidligere ble innleid fra Sverige, har hatt flere mangler og er ikke egnet for videre bruk. Dette ble tidlig understreket av ITF allerede i begynnelsen av 1990-årene. I Sverige er det derfor bygget et nytt tog, AWI-VRT-2000. Det er også bygget et nytt tog i Danmark, basert på bildeanalyse (WeedEye). Valget i Norge blir enten å leie inn tog fra andre land, bygge tog identisk med tog i andre land, eller bygge egne sprøyteutstyr tilpasset norske forhold der det hentes inn løsninger fra ulike miljøer, både nasjonalt og internasjonalt.

Utredningen er utarbeidet med tanke på å klargjøre dette valget. Først sees på rådende faktiske forhold i Norge. Deretter hvilke tekniske funksjonskrav et nytt sprøyteutstyr bør ha. Den 10/9-2001 besøkte deltakere fra Jernbaneverket, Planteforsk og ITF Banverket og fikk se det nye svenske sprøytetoget. Vurderinger fra dette besøket er derfor også omtalt. Tilslutt er det gjort en vurdering om hvilke løsninger som bør vektlegges i Norge.

4 Noen fakta pr 2001

Følgende fakta foreligger:

- I nærmeste framtid synes bladherbicidet glyfosat som eneste løsning. Bruk av slike bladherbicer setter andre krav til utstyret, blant annet;
 - sprøyting på grønn bladmasse.
 - god dekkevne, det vil si bruk av mindre dråper enn ved bruk av jordherbicer
 - hyppigere sprøyting, eksempelvis annenhver gang i slutten av juni og i begynnelsen av august, eller hyppigere
 - mer tidsavhengig, da sprøytetidspunktet kan være vesentlig for effekten
- den fysiske frie bredden er enkelte steder annerledes enn i Sverige og Danmark
- kjørehastigheten i Norge er tenkt på 20-25 km/h, mens en i eksempelvis Danmark tar sikte på å sprøyte opp til 45 km/h

- tenkt væskemengde er 15-25 liter/daa
- blokkstrekningene i Norge kan variere fra Sverige og Danmark, opptil 40-50 km i Nord Norge
- Ønsket tankkapasitet vil være 15-20 m³ for å kunne dekke opptil 1 dags sprøyting tilsvarende opptil 120 km

5 Krav til utstyret ut fra klimatiske og biologiske forhold

5.1 Temperatur, luftfuktighet

Bladvirkende midler med glyfosatprodukter som de mest aktuelle i dag er følsomme for temperatur og luftfuktighet. Høy temperatur med en øvre grense på ca 30 °C som maksimumstemperatur sprøytedøgnet, er en fordel. En bør ikke sprøyte ved maksimumstemperatur sprøytedøgnet lavere enn ca 10 °C. Det er viktig å understreke at her snakkes det om maksimumstemperatur og ikke temperaturen på sprøytetidspunktet. Høy luftfuktighet samtidig med høy temperatur forsterker virkningen. Optimale forhold finner en som regel relativt snart etter nedbør med fortsatt noe fuktighet på bladene.

5.2 Nedbør

Nedbør for raskt etter avsluttet sprøyting reduserer virkningen. Kravet til oppholdsvær etter sprøyting vil variere med tidspunkt i vekstsesongen en sprøyter, maksimumstemperatur sprøytedøgnet og når på døgnet en sprøyter. Ved sprøyting tidlig i vekstsesongen kan en klare seg med kortere opphold enn ved sprøyting sent i vekstsesongen. Det samme er tilfellet ved høy temperatur sprøytedøgnet i forhold til lavere temperatur. Generelt kan en klare seg med 3-4 timer oppholdsvær tidlig i sesongen mens en må doble dette kravet senere i sesongen. Samme forhold gjelder ved høy kontra lav maksimumstemperatur sprøytedøgnet. Ved nattsprøyting bør kravet til opphold generelt økes med 1-2 timer avhengig av hvor sterk doggdannelsen er.

5.3 Problemvegetasjon

Kondisjon: Maksimal virkning oppnås når problemvegetasjonen er i god vekst på sprøytetidspunktet. Sprøyting i lengre tørkeperioder kan derfor gi redusert virkning. For å sikre god virkning også på flerårig ugras, er det viktig at sprøyting legges til et tidspunkt med maksimal nedadgående transport av bladmidlet. Av den grunn bør sprøytingen ikke starte for tidlig. Midten av juni vil sannsynligvis være et brukbart utgangspunkt sør for Trøndelagfylkene og noe senere lengre nord. Etter midten av august vil virkningen avta raskt.

Avsetninger på bladene som fett, støv, blomsterstøv og lignende, vil redusere opptaket av midlet og derved også virkningen. Dette forsterker den negative virkningen av tørkeperioder og tilsier at en bør unngå sprøyting i slike perioder.

Ved sprøyting av vegetasjon i blomst, vil relativt mer av bladmidlet akkumuleres i blomsten enn ved sprøyting før eller etter dette stadiet. Spesielt får dette negative konsekvenser for virkningen på flerårig vegetasjon. Det kan være vanskelig å ta hensyn til dette i praksis, men en bør være oppmerksom på problemet.

Ved å sprøyte på et optimalt tidspunkt vil en spare ugrasmiddel og redusere faren for avrenning til miljøet.

På høyfrekventerte strekninger må sprøytingen av praktiske grunner oftest foregå om natten når trafikken er mer redusert. Dette kan enkelte ganger redusere den biologiske effekten. Sprøyteteknisk er dette derimot ofte fordelaktig fordi fordampingen avtar og vindforholdene er mer gunstige. Dette reduserer risikoen for avdrift.

5.4 Karakteristikk av problemstillingen

Innenfor det aktuelle sprøyteområdet, fra ca 1 m utenfor ballastkant og inn mot spormidtd, endrer vegetasjonsbildet seg betydelig. Utenfor ballastkant består vegetasjonen overveiende av flerårige, høyvokste grasarter og urter. Gjennomsnittlig høyde synes å ligge innenfor 0,5 – 1,0 m. Bringebær er vanlig til stede. I ballastskråningen finner vi en dominans av flerårige arter pluss en mindre andel av ett-/toårige arter utviklet fra frø. Høyden er stort sett lavere enn ca 0,5 m. På begge de nevnte områder har ugrasdekningen et slikt omfang at sprøytingen bør utføres kontinuerlig som totalsprøyting. Intervallet mellom hver sprøyting kan varieres med for eksempel årlig sprøyting to år på rad, deretter sprøyting med to-års intervall for deretter å fortsette med årlig sprøyting igjen. Alternativt og på sikt kan behovsprøyting være en løsning basert på sensorteknikk og bildeanalyse.

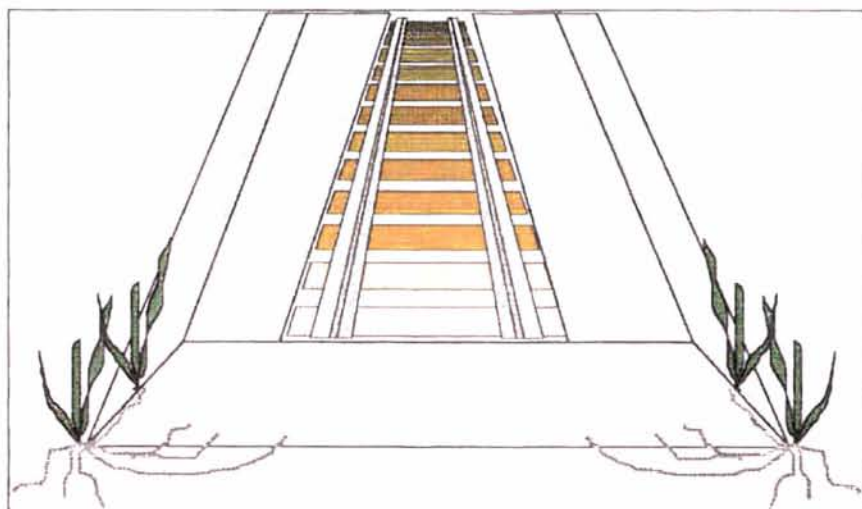


Fig 1. Skisse som viser hvordan uønsket vegetasjon fra side-terrenget vokser inn i ballasten

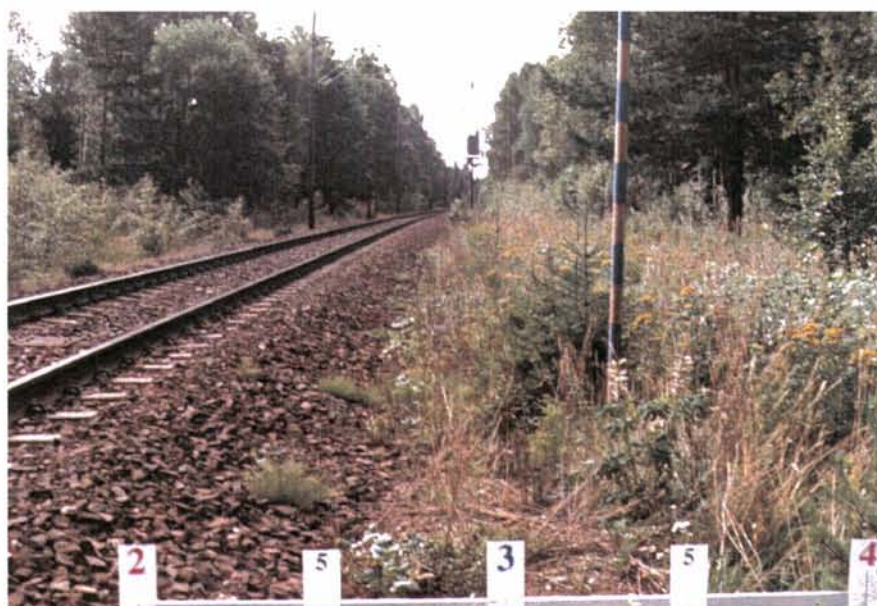


Fig 2. Eksempel på uønsket vegetasjon utenfor og i kanten på ballasten. Målestokken viser meter fra spormidtd



Fig. 3. Uønsket vegetasjon på vei inn i ballasten

På den horisontale del av ballasten inn mot spormidte finner vi mindre ett-toårige arter utviklet fra frø. Forekomsten eller ugrasdekningen er betydelig mindre enn i ballastskråningen og forekommer ofte flekkvis. Flekksprøyting kan derfor være aktuelt, men med betydelig lengre tidsintervall enn ved kant- og skråningssprøyting.

5.4.1 Biologiske krav til utforming av sprøytebom

Alt sprøyteutstyr fram til i dag har vært basert på en bom med flatspredere plassert 40-50 cm over den horisontale delen av ballasten. Deler av skråningen og 1 m-sonen utenfor ballastkant har overveiende vært dekket av off-senter dyser i enden av bommen. Så lenge en har operert med jordvirkende midler av typen Arsenal, har dette vært en brukbar løsning. Hvis det går mot en overveiende bladvirkende sprøytevæske uten jordvirkning, er den "gamle" løsningen ikke lenger brukbar.

Den fremtidige sprøytebommen bør ideelt sett ha en utforming slik at sprøytedusjen til enhver tid treffer bladmassen fra toppen av vegetasjonen og nedover, og at sprøytefanen til enhver tid er rettet mest mulig vertikalt inn mot sprøyteobjektet. Dette betyr at på den horisontale del av ballasten forblir bomutformingen stort sett som tidligere. Men den ytre delen av bommen burde ideelt gå parallelt med skråningsflaten. Dysene på denne delen sprøyter da vinkelrett inn mot skråningen. Grunnet fysiske hindringer (master, signalanlegg etc) vil dette derimot i praksis være vanskelig, hvis en samtidig skal kunne oppnå en akseptabel hastighet. En god vegetasjonskontroll i skråningen vil redusere smittepresset på den horisontale del av ballasten med redusert sprøytebehov på denne del av ballasten som konsekvens. Derfor blir en effektiv og rasjonell sprøyting av skråningen spesielt viktig.

Dagens sprøytebom med off-senterdyser i enden til å dekke bl.a. 1 m-sonen utenfor ballastkant, kan dekke vegetasjon som er lavere enn ca 0,5 m forutsatt sprøytesonen ikke skal være bredere enn ca 1 m. Høyere vegetasjon som bringebær, bregner m.m. blir ikke dekket med sprøytevæske på bladverket og effekten med glyfosatprodukter uteblir. Dette kan løses ved å tilpasse dyser og dyseposisjon ut fra den vegetasjon og sporprofil som råder.

Videre kan en bruke lufttilførsel til sprøytevæsken. Dette kan være spesielt interessant i forbindelse med bladmidler da lufttilførselen kan innvirke positivt både på dråpetransport, inntrenging i tett bestand og bevegelse og blottlegging av større bladflater. Ved bruk av luft er turbulenseffekten en sterkt medvirkende årsaken til bedre biologisk virkning av slikt utstyr sammenliknet med standardutstyr med hydrauliske dyser. Motsatt må ikke lufttilførsel føre til økt avdrift. Dråpestørrelsen blir langt viktigere med et bladvirkende enn med et jordvirkende middel.

6 Tekniske krav til funksjon av sprøyteutstyret

6.1 Funksjonskrav eller teknisk krav

Det kan være lite hensiktsmessig å sette spesifikke grenser for tekniske krav i en så tidlig fase som nå, før en prototyp av sprøyteutstyret er bygget og utprøvd. Ellers kan lett grenseverdiene enten bli altfor vide eller for strenge. Dette ble også understreket i tidligere utredning på oppdrag av Banverket (Hagenvall et al, 1996). Derimot er det viktig at det stilles entydige funksjonskrav til utstyr og komponenter, slik at mulighetene for å utføre sprøytearbeidet på en sikker og presis måte er til stede. Det er disse funksjonskravene som her er fremsatt i uprioritert rekkefølge. Det er viktig at faktorene vurderes utfra at toget er i bevegelse, det vil si dynamiske forhold, ellers vil konklusjonene kunne bli feil.

6.2 Væskefordeling

Væska må kunne tilføres i:

- Rett mengde (liter pr/daa)
- Jevn dynamisk væskefordeling både i langsgående og tversgående retning
- Tilstrekkelig dekningsgrad/ beleggsdannelse
- Optimal dråpestørrelse, se senere kapittel
- Kunne enkelt tilpasse væskefordeling og dråpebilde etter løpende behov

6.2.1 Områder innenfor minste fysiske frie arbeidsbredde¹

Totalt fritt område er i Norge for enkelte spor helt ned i 4 meter, evt 4,20 m, men nyere spor har en total fri bredde uten hindringer på 2 x 4 meter = 8 meter. Fortsatt er det enkelte signalstolper innefor dette området, men på sikt kan det bli større fribredde enn tidligere. God fordeling innen friområdet lar seg relativt enkelt løse over ballasten, fordi profilet her er ensartet og spredebommen kan ha vanlige flatdyser med god væskefordeling. Ved store hastigheter, lavere væskemengder og store toppvinkler, vil statisk fordeling avvike mer i forhold til dynamisk fordeling.

6.3 Områder utenfor fysisk fritt område

Dette innebærer områdene ut til sidene utenfor master og andre begrensede hindringer. Dette er vanskelige å behandle fordi:

- det fysisk ikke er mulig å føre dysene over vegetasjonen i ønsket hastighet
- krever spesielle løsninger, se senere kapitler
- profilet varierer mer og krever større fleksibilitet
- ugrasfloraen må antas å variere sterkere både i artsammensetning og størrelse

¹ Med "minste frie fysisk bredde" forstås her minste frie bredde på tvers av sporet fritt for fysiske hindringer som kan være til fysisk hinder for spredebom inkludert alle komponenter. Slike hindre vil være forhøyninger med høyde over 30-40 cm, eksempelvis master, signalanlegg etc.

- mer kontaktflate mot ømfintlige områder, eks. bebyggelse, parker, veier, stasjoner, vannkilder
- dusjen vil bli mer påvirket av motluften som dannes grunnet kjørehastigheten, fordi toget fysisk ikke kan avskjermes ut til sidene

Her må det likevel også legges vekt på løsninger som gir en rektangulær fordeling ut til sidene, eller sågar litt mer i endene for å redusere innslag av høyt ugras. Videre kan en tenke seg løsninger som utnytter "luft"skjermer som bevisst kan skapes grunnet toget hastighet.

6.4 Ønsket dråpestørrelse

Det som først og fremst avgjør om dråpene avsettes eller ikke, er dråpestørrelse og dråpenes hastighet, eller dråpene energi ($1/2mv^2$). I tillegg kommer objektflate og utforming. Små bladhaar har stor oppfangingssevne, mens store bladflater lettere kan føre til at dråpene reflekteres bort fra bladene eller at små dråper følger med svake luftstrømmer forbi objektet. Uansett er bladmassen så variert (ulik størrelse, ulik overflate, ulike vinkler, ulik plantetetthet, ulik vekst, vokslag etc) at vi generelt anbefaler et variert spekter i dråpestørrelse. For systemiske midler som eksempelvis glyfosat kan det brukes større dråper enn for kontaktvirkende midler der en bør dekke så stor andel av bladflatene som mulig. Ved å bruke større dråper er sprøytingen mer robust mot avdrift. Spesielt ut til sidene er dette viktig, fordi avstanden fra dyse til plante blir større enn eksempelvis over skinnegangen. Det er viktig at dråpediameteren ikke blir særlig mindre enn 100 μm , fordi mindre dråper er svært utsatt for avdrift. Hvis dråpene blir avsatt, vil derimot både dråpeantallet og dekningsgrad øke betydelig når dråpediameteren reduseres. Faktisk kan dråpeantallet øke flere hundrede ganger selv om væskeforbruk og dose er det samme. Effektiv bruk av lufttilsats kan muliggjøre bruk av slike mindre dråper. Motsatt kan en si at bruk av store dråper er mer robust for variasjoner i vindforhold, høye temperaturer og lav luftfuktighet (høy fordamping). Der det er betydelig bladmasse vil store dråper skape bevegelse i bladverket og øke gjennomtrengningen. Mange dråper som reflekteres kan også fanges opp av annen bladmasse. Videre påvirkes dråpestørrelsen både av dysestørrelse, toppvinkel, arbeidstrykk og det mangfoldige utvalg av dysetyper som i dag finnes. En må også skille mellom dråpestørrelse ved dysen og dråpestørrelsen like før anslag på bladverk. Her vil massestrømmen, det vil si kombinasjonen væskemengde i liter/min, dyseoppsetning og arbeidsbredde kombinert med kjørehastighet ha stor betydning. Desto mindre væskemengde, høyere hastighet og større arbeidsbredde, jo mer påvirkning av møtet med tørr stasjonær luft med innvirkning på dråpenes størrelse og transportbane.

Som et utgangspunkt bør dråpene ha en størrelse innen 100 – 400 μm , men dette må antakelig økes noe, spesielt der risikoen for avdrift tiltar.

Sprøyteteknisk er det positivt å sprøyte om natten eller når temperaturen er lav (under 25 °C) og luftfuktigheten er høy, slik at dråpestørrelsen beholdes og når fram til målet. Det finnes mange forsøksresultater som klart viser hvordan levetiden til dråpene reduseres under ugunstige klimatiske forhold. Det er viktig å være klar over at oppgitte temperaturer er skyggetemperaturer. Temperatur i sola, der mange av plantene finnes på dagtid, vil dermed ofte være langt høyere enn skyggetemperaturen og fordampingen tiltar.

6.5 Seksjonsinndeling

Bommen må være delt inn i minst 5 seksjoner, slik at ulike seksjoner kan behandles individuelt. I første omgang vil det dreie seg om AV/PÅ, men på sikt kan en tenke seg ulike

doseringer for ulike seksjoner. Det må minimum være en seksjon mellom skinnene, en ut til hver side innenfor fritt område, og en dysekombinasjon ut til ytterste sone.

6.6 Avsetning

Variasjoner i dråpestørrelse, dråpebane, bladvinkel, bladoverflate og tilsetningsstoffer er avgjørende for bladenes oppfangingssevne (retensjon). Selv om væska fordeles noenlunde godt, så må dråpene ha den ønskede energien for å kunne avsettes. For store dråper vil kunne treffe utenom målet eller prelle av målet (plantene). For små vil motsatt kunne drive bort. Dråpestørrelsen må blant annet vurderes utfra vegetasjon, dekkevne, klimaforhold og kjørehastighet. Dråpestørrelsen er avhengig av mange forhold, slik som dysetype, toppvinkel, arbeidstrykk og eventuelle tilsetningsstoffer (additiver). Dråpestørrelsen ved anslag avhenger videre av dyseposisjon, kjørehastighet, dråpehastighet, dråperetning, klimaforhold og avstand fra dyse til objekt, se tidligere kapittel.

6.7 Minimal avdrift

Samtidig med god avsetning, må avdriften holdes på et minimum. Når kjørehastigheten er 20-25 km/h, vil ofte negativ innvirkning fra hastigheten (turbulens etc) bety mer for avdriften enn moderat vindhastighet. Dog må vindhastigheten være under 5 m/s. Avdriften kan holdes på et minimum ved at sprøyteutstyret i sin utforming har dette som et viktig hovedmål ("luftskjold" etc). Videre vil den til enhver tid tekniske innstilling være viktig. På et nytt tog, bør en slik overvåking og regulering kunne skje mest mulig automatisk.

Nye forsøk har også vist at tilsetning av visse additiver virker sterkt reduserende på avdriften (Hewitt et al, 2001) . Derfor kan en tenke seg at dette tilføres i sprøytevæska for spesielt sensitive områder.

6.8 Liketrykk

Liketrykk betyr at det er sikret at trykket forblir konstant om en eller flere seksjoner åpnes eller stenges, uten at det trengs spesiell manuell regulering. Dermed påvirkes ikke dråpebildet ved inn/ut-skjalting av seksjoner.

6.9 Dryppvern

Dryppvern av membrantype eller tilsvarende skal finnes på alle dyser for å hindre etterdrypp.

6.10 Annen lekkasje

Det skal ikke forekomme noen form for uønsket lekkasje.

6.11 Sikkerhetsventil

Det skal være plassert sikkerhetsventiler på trykksiden for å sikre systemet. Overløpet skal samles opp (eksempelvis ledes tilbake til væsketanken).

6.12 Omrøring

Det skal være tilfredsstillende omrøring i tanken for å sikre jevn blanding til enhver tid. Omrøringsgraden skal kunne reguleres.

6.13 Tilmål, blande, fylle

Dette skal skje på en sikker måte, helst automatisk uten menneskelig kontakt, men med manuell og sikker overvåking.

6.14 Sikkerhet

Det skal forefinnes utvendig dusjmulighet eller tilsvarende, samt løs kanne med vann som kan tas med til et eventuelt eksponeringspunkt.

6.15 Fjernkontroll

Systemet skal være utrustet med fjernkontroll for enkel regulering. Det skal i tillegg være "dødmannsknapp" og mulighet for manuell styring fra alle praktiske arbeidssteder.

6.16 Manuell og automatisk styring

Det legges opp til mest mulig automatisk og forenklet styring, eksempelvis for å observere vegetasjon og omfang ved hjelp av stillbilder på skjerm eller heltautomatiserte løsninger.

6.17 Sikring mot brekkasje

Alle ytterledd og utstikkende komponenter må sikres mot brekkasje.

6.18 Sikring mot lekkasje

Systemet må sikres mot lekkasje. Dette kan blant annet skje med dobbelt bunn, slik som i Sverige, samt utenpåliggende slanger og oppsamlingskar der det skulle være nødvendig. Videre skal lekkasje varsles ved væskefølere og trykktapfølere etc.

6.19 Dokumentasjon

Det må automatisk kunne innsamles opplysninger online på hva som er gjort. En kan også tenke seg adaptive systemer som forhåndsberegner innstillinger og kapasiteter og gir varsel om det er nok vann og middel etc. Videre vil strekningene bli tidsestimerte utfra tidtabeller og målestrekninger, slik at en alltid er sikret god nok kapasitet.

6.20 Moduloppbygging

Det vektlegges å bygge systemet omkring moduler. Det forenkler og sikrer rask ombygging, se neste punkt. Videre vil det alltid finnes ekstra moduler i reserve. Disse kan raskt kobles inn, hvis feil skulle oppstå, slik at minimal tid går til spille. Modulene kan brukes på ulike togsett.

6.21 Rask ombygging

Det er viktig at utstyret er smidig og enkelt å sette opp uten krav av spesialverktøy. Det er videre viktig at utstyret står ferdig fra år til år og er konstruert slik at ombygging og modernisering kan skje raskt.

6.22 Lett å oppdatere

Systemet skal være lett å oppdatere. Det betyr at når en nyvinning skjer, kan eksempelvis en modul oppdateres og settes inn, uten at alt det andre må skiftes.

6.23 Valg av komponenter

Komponentene skal i størst mulig grad velges blant allerede eksisterende materiale av god kvalitet. Det gjør at en sikrer rask levering og gjennomprøvd kvalitet, og at utstyret er lettere tilgjengelig og enklere å reparere. Hvis flere enheter skal bygges, er det viktig at disse bygges opp om mest mulig like komponenter.

6.24 Kunne kjøre begge veier

Det må legges opp til at en kan kjøre begge veier. Dermed brukes ikke unødig tid på å snu trekkenheten. Dette må sees i sammenheng med hele togsettet.

6.25 Raskt dyseskift

Det skal hvis mulig brukes fargekodede ISO-dyser med bajonettfatning og dryppvern. Det sikrer at dysene lett kan endres manuelt. Videre bør enheten bestå av flere dysebommer med ulike dyser til ulike behov. Dermed kan en ved å trykke på en knapp velge det dyseoppsett som er mest egnet til den aktuelle sprøyteoppgaven. Det finnes nå serieproduserte dysehoder, der ulike dyser kan åpnes/stenges fjernbetjent.

6.26 Automatisk skylling ved avslutning

Ved å trykke på en knapp skylles hele eller om ønskelige deler av anlegget i logisk rekkefølge for å oppnå best vaskekapasitet. Skyllevannet kan oppsamles og brukes senere som fyllevann.

6.27 Overvåkning og registrering av feil

Hele systemet overvåkes kontinuerlig med ulike typer sensorer som eksempelvis vises i display. Ved feil kommer både lyd- og lysalarm. Hvis feilen ikke umiddelbart opprettes, kuttes utsprøytingen automatisk.

6.28 Bruk av sensorer

Det må kontinuerlig vurderes hva slags sensorer som er mest gunstig, da både nøyaktighet og pris over tid er til fordel for kunden.

6.28.1 Bildeanalyse

Hvor mye grønn masse finnes og hvor er den lokalisert? Ved hjelp av digitale kamera/ stillbilde og video) og egnet software, kan mengde grønnmasse og plassering avdekkes. Empirisk kan dette brukes for å optimalisere bruken av sprøytemidler. Det vil kreves flere kameraer, minst ett pr seksjon, for å kunne få en effektiv styring. Det må vurderes hvordan fuktighet og andre forstyrrende forhold kommer inn. Det bør være mulig å bruke et enkelt bildeanalyse-system der grønn masse distinkt fremgår. Utfra dette styres av og på samt mengde væske og plantevernmiddel. Forbrukt væskemengde og dose i liter/daa registreres og sammenlignes opp mot ønsket forbruk. For å kartlegge forbruket kreves en nøyaktig

posisjonsangivelse. Det kan oppnås ved bruk av dGPS og/eller lokal posisjonsmåling langs skinnene.

De ytre delene i profilet må i tillegg overvåkes manuelt. Her vil det alltid være så mye grønn bakgrunnsmasse at det blir vanskelig å vurdere dette på kun bildeanalyse. I tillegg kommer grenseområder mot sensitive områder, hvor mer manuell overvåking kreves.

6.28.2 IR-sensorer

Det finnes IR sensorer og andre sensorer hvor objektets refleksjon (mengde reflektert lys og ved hvilken bølgelengde) kan måles. Ulempen med slikt utstyr er at det pr i dag ikke er egnet til å måle større flater på tvers. Derimot kan verdier lagres fra målinger langs med toget. Slike sensorer kan være aktuelt som tilleggsutstyr for å vurdere vegetasjonen ut mot sidene. Måleverdiene krever ikke så stor lagringsplass som bildeanalyse, men har sine begrensninger. Bruk av IR-sensor i kombinasjon med bildeanalyse kan være aktuelt.

6.29 Arbeidsmiljø, fysisk og kjemisk

Arbeidsmiljøet skal være optimalt både fysisk og kjemisk. Fysisk må en unngå tunge løft, rutineoppdrag, uheldige arbeidsstillinger, stressituasjoner, dårlige lys og lyd forhold etc. Kjemisk må en legge opp til gode hygieniske løsninger, tilgang på reint vann, unngå mest mulig kontakt med kontaminert utstyr, mest mulig automatisk skylling, godt egnet verneutstyr, uttrekkbare bomber for dysesjekk etc.

6.30 Enkel og reell funksjonskontroll (eks. foreta mengdemåling i aktuell hastighet)

Det må legges opp til enkel funksjonskontroll, som kan skje ved at væskemengden som går ut, oppsamles eksempelvis i en buffertank med målbar skala, som senere tømmes tilbake i tank automatisk. Verdiene på kalibreringen kan komme automatisk opp på et display og sammenlignes mot den egentlige verdien. Dette bør kunne gjennomføres både stående i ro og i bevegelse.

6.31 Kunne behovsdosere både flytende og pulver

Systemet bør kunne bruke både pulverpreparat og flytende preparat. Videre bør flere midler kunne brukes samtidig og gis i variable dosering hver for seg. En løsning her kan være to eller flere atskilte systemer.

6.32 Kapasitet

Både tanker, pumper og dyser må sikres at de har den nødvendige kapasitet inkludert redusert virkningsgrad etter noe tids bruk. I tillegg må pumpa yte ytterligere mer væske hvis den også skal gi hydraulisk omrøring.

6.33 Fleksibilitet

Alt etter behovet i Jernbaneverket, bygges utstyr som med enkle midler kan bygges om eller omstilles til å dekke ulike behov. Mest ønskelig, spesielt ved hyppig skifte, er at slik regulering kan skje automatisk i fart.

6.34 Sikkerhetssystemer

Det kan bygges inn ulike sikkerhetssystemer, eksempelvis at væskestrømmen og systemet stopper hvis;

- Trykket faller (tyder på lekkasje)
- Lekkasje registreres i dobbeltgulv
- Registrerte verdier avviker mer enn x % av innstilt verdi
- Hurtigknapp ved feil (ømfintlig sone etc).

7 Vurdering av det svenske sprøyteutstyret AWI-VRT-2000

Den 10.09.01 besøkte Jernbaneverket, Planteforsk og ITF Uddevalla der det nye svenske sprøyteutstyret AWI-VRT-2000 til Banverket ble demonstrert. Svenskene var svært imøtekommende og åpne, men vi fikk ikke sett utstyret i bevegelse. Dette gjør det noe vanskelig å bedømme hvordan de endelige sprøyteresultatene egentlig ble.

Sprøytejevnheth: De testresultater som foreligger tyder på tilfredsstillende jevnhet av sprøytevæske på ballasten forutsatt hastigheten ikke overskrider 20-25 km/t og at en ikke opererer med for lavt væskeforbruk pr arealenhet. Optimalt forbruk synes å ligge mellom 30-50 l/daa.

Det er vanskelig ut fra de foreliggende testresultater å vurdere avsetningen i ballastskråningen. Ved hastigheter utover 20-25 km/t og væskeforbruk utover ca 30 l/daa, indikerer testresultatene utilstrekkelig kapasitet på dysene eller tilførsel av sprøytevæske til dysekamrene.

Generelt må en anta at utstyret gir akseptabel væskedekning på overbygningen (ballasten), men biologiske tester vil vise om dette er tilfellet. Imidlertid foreligger ennå ikke resultater fra slike tester.

Avdrift: Testresultatene viser økende avdrift ved avtagende væskeforbruk. Innenfor rammen av en hastighet inntil 20-25 km/t og 30-50 l væskeforbruk pr daa, synes avdriften å ligge innenfor en akseptabel ramme ved vindhastigheter inntil ca 5 m/sek. Det foreligger imidlertid ingen opplysninger ved hvilket trykk testene ble gjennomført. Testene ble gjennomført med henholdsvis luftskjerm og gardinskjerm. Det er ikke dokumentert at noen av disse hjelpemidlene hadde noen innvirkning på avdriften. I denne sammenheng kan det være av interesse å nevne at for ca 30 år siden utførte S48 i samarbeid med NSB også undersøkelser med gardin under sprøytetoget. Resultatene fra denne undersøkelsen viste at gardinen økte avdriften.

Regulering av væskemengde: Muntlig informasjon tyder på at en for å opprettholde væskemengde i liter/daa når kjørehastigheten endres, delvis må regulere væskemengde (liter/min) ved å variere trykket. Erfaring fra det "gamle" sprøytetoget tyder på at ved kjørehastighet opp mot 20-25 km/t, kunne trykket komme opp mot 8 bar². Skal utstyret brukes i Norge bør en finne en mer "avdriftsvennlig" måte å regulere væskeforbruket på. Dette kan

² Væskemengden øker med kvadratrotten av trykkendringen. Det er derfor uheldig å regulere væskemengden vesentlig med trykket da det i neste omgang innvirker sterkt på dråpestørrelse (avsetning/avdrift). Store væskemengdeendringer bør skje ved å bytte til andre dysestørrelser/ dyseantall eller ved bruk av ulike konsentrasjoner.

praktisk og enkelt gjøres ved å endre dysestørrelse fjernbetjent eller/og automatisk når et annet hastighetsintervall krever det.

Formålstjenlighet: Utstyret vil sannsynligvis gi brukbart resultat på mesteparten av ballasten. Men på grunn av off-senterdysene i enden av sprøytebommen er det grunn til å vente varierende resultat i en sone av ballastskråningen nær ballastkant. Med bladvirkende midler (glyfosat) er utstyret ikke tilpasset vegetasjonsbekjempelse utenfor ballastkant. Høy vegetasjon (opptil 1,0 m) gjør det vanskelig for ikke å si umulig å oppnå tilfredsstillende bladdekning i denne sonen med off-senter dyser koplet til enden av en lavtsittende sprøytebom.

I Sverige hvor en fortsatt baserer jernbanesprøytingen på blandingen glyfosat + imazapyr, vil det nevnte utstyr utvilsomt dekke behovet forutsatt behovet for vegetasjonsbekjempelse ikke strekker seg utover ballastkant. Innenfor denne sprøyterammen vil utstyret utvilsomt fungere bra også under norske forhold selv med bare glyfosat i sprøytevæsken. Men en klar forutsetning må være at utstyret er tilgjengelig til enhver tid med optimale forhold for sprøytingen, dvs. praktisk talt hele vekstsesongen.

Følgende **ulemp**er kan oppsummeres i uprioritert rekkefølge:

- det var ingen trykkmåler i systemet. Dermed mistet de mye av nødvendig overvåkning, hva som var reelt trykktap, utgangspunkt for dråpestørrelse etc. Det må være avlesbart trykk både ved spredeutstyret og elektronisk giver som gjør at verdiene kan vises elektrisk i ulike operatørrom.
- kameraovervåkingen var dårlig (kun for å overvåke funksjon). Svart/hvitt og uheldig vinkel etc.
- endedysene var for dårlig innstillbare til ballastskråningen og varierende sideterreng
- bombredden var kun totalt 3 meter. Dette kan økes i Norge, da det frie området er større
- fordelingen var ikke god nok, spesielt ikke god ut til sidene. Det er viktig at den blir jevnere og at den måles dynamisk. For bladherbicid er det viktig med bedre fordeling enn for jordherbicid.
- vindprofilet kunne vært bedre utformet
- uheldig arbeidsstilling for operatør
 - foran i loket måtte en person sikte etter en bjelke som er anstrengende og egentlig uholdbart arbeidsmessig
 - overvåkingen av dosering etc, burde være grafisk, slik at en lettere så om noe var feil. Digitale verdier er umulig å kontrollere manuelt. Grafisk display med alarmgrenseverdier kunne legges inn.
- utstyret baserer seg på en blanding av bladherbicid og jordherbicid
- mye "støy", problem med kommunikasjonen lokfører, operatør.
- hadde ikke god biologisk, teknisk software, eks. relativ luftfuktighet (RH-relative humidity)
- ikke aktiv lufttilføring

Positivt:

- gunstig utformet tankvogn, der en kunne gå gjennom vognen
- fine personalvogner
- automatisk handteringslinje av preparat og fylling
- mulighet for bruk av mange midler
- de hadde oppnådd gode effekter på tilsatsluft, selv om utstyret var enkelt

-avdriften var under grenseverdiene? I praksis skal en i slike forsøk kjøre forbi objektene 4-5 ganger for å få sikre målinger. Usikker på om det kun ble kjørt en gang eller flere passeringer.

Det ble også gjennomgått en type avstrykeraggregat for linjestrekninger, men det er for tiden ikke aktuelt for oss, dels skyldes dette lav kapasitet (5 km/h) og større kostnader.

Dansk tog

Det danske toget har bildeanalyse og WeedEye, men er pr i dag fortsatt ikke fullstendig utviklet, noe mer komplisert og laget for hastigheter opp til 45 km/h. Danskene har heller ikke vært så imøtekommende med opplysninger som svenskene. Foreløpig er dette utstyret derfor ikke tatt med i vurderingen.

8 Drøfting

Etter å ha vurdert ulike løsninger, har Planteforsk og ITF satt opp følgende begrunnelser for at Jernbaneverket er best tjent med å bygge eget/ egne sprøyteutstyr:

- Det svenske sprøytetoget hadde en del tekniske ulemper
- Pr dato er det ikke godt nok for bruk i Norge dersom en ønsker et optimalt sprøyteutstyr der den tekniske utformingen kan legge grunnlag for behovsprøyting utfra biologiske forhold.
- I Norge er det behov for flere enn ett sprøyteutstyr grunnet store geografiske avstander og stedvise variasjoner i biologisk vekst. Det kan være vanskeligere å sikre at en sprøyter ved rett sprøytetidspunkt hvis en skal leie inn utstyret fra Sverige .
- Service og reparasjoner kan ta mer tid. Dette er avhengig av hvilke serviceavtaler Jernbaneverket kan oppnå for eget utstyr. Service på Banverket's utstyr vil høyst sannsynlig foregå fra Åmål, 200 km / 3 1/2 time fra Oslo.
- En vil ikke i så stor grad kunne påvirke videreutvikling og tilpassing av utstyret til norske forhold.

Dette gjør det vanskelig å basere den fremtidige sprøytingen opplegget til det svenske Banverket. Løsningen ligger i eget utstyr med stor kapasitet som tilpasses den forventede utvikling på middelområdet.

Motsatt vil egne tog medføre:

- Større fleksibilitet med tanke på optimal bruk og sprøytetidspunkt for herbicidene og lettere tilpasse endringer som optimaliserer resultatet
- Bedre dokumentasjon og koordinering til norske systemer, stasjoner og geografi
- Kunne være koblet online til ulike norske instanser
- Kunne oppgradere og tilpasse sprøyteutstyret til bedre innsats utenom sprøytesesongen
- Være mer uavhengig av andre
- På lengre sikt blir det vanskeligere å vurdere kostnadene ved innleie av tog, selv om det på kort sikt vil være mer lønnsomt med innleie.
- Selv om det svenske toget videreutvikles noe, vil det fortsatt måtte sette svenske forhold og sprøytesituasjoner i høysete, blant annet med omsyn til bruk av jordherbicer og glyfosat.

9 Anbefalt framtidig sprøyteutstyr

På grunnlag av dette kan Planteforsk og ITF konkludere med at det bør bygges egne sprøyteutstyr i Norge så raskt som mulig.

Det fremtidige sprøyteutstyret må bygge på den antagelse at bladvirkende midler uten jordvirkning vil dominere denne type vegetasjonskontroll i uoverskuelig fremtid. Utviklingen tyder på at tilgangen på effektive jordvirkende midler vil bli sterkt begrenset eller helt utebli. Dette bør helt klart få konsekvenser for hva slags sprøyteutstyr en vil satse på i fremtiden. Kravet til slikt utstyr bør være at det dekker ikke bare ballasten, men også en ca 1 m bred sone utenfor ballastkant. Sprøyteteknisk sett bør en fokusere spesielt på ballastskrånningen og kantsonen. Et spesielt viktig krav til det fremtidige utstyret vil være stor kapasitet og tilgjengelighet til alle tider i vekstsesongen. Som tidligere nevnt vil en viktig del av opplegget være en grundig skolering av et fast sprøytemannskap som gis anledning til å bygge opp en omfattende kompetanse både teknisk og biologisk.

Antall enheter

Bruk av bladherbicer betinger at en må gå over togsporene hvert år, i enkelte tilfeller sågar flere ganger pr år. Videre er vårt land særegent med stor variasjon i breddegrad og høydenivå. Klima kan også være vekslende i ulike landsdeler fra år til år. For bladherbicid er sprøyte-tidspunktet ekstra viktig. Dette gjør det vanskelig med et sentralt sprøyteutstyr. Det ideelle vil sannsynligvis være et regionalt opplegg med en sprøyteenhet i hver region. Derfor bør en ha minst to (behovet må vurderes nærmere) mot kun ett som var innleid for sprøyting av jordherbicer tidligere.

Moduloppbygging

Da det vil bli flere enheter, og også med tanke på rask service, vedlikehold, reparasjon, må en i størst mulig grad bygge utstyret omkring "hendige" moduler som raskt kan skiftes ut. Hvis det er flere enheter, bør de være likt oppbygd, slik at moduler kan byttes omhverandre. Viktige moduler må alltid ligge i reserve og være fullt utstyrt og funksjonsprøvet.

Bruk av bildeanalyse og databehandling

Spesielt når det gjelder bildeanalyse, anbefaler ITF at en vurderer utstyr som er under produksjon i andre land, eksempelvis Thoustrup & Overgaard AS som det danske sprøytetoget bruker. Så kan heller alle involverte norske prosjektpartnere være med å stille krav til utstyret og utprøve dets funksjon og tilpassing til norske forhold. Det bør legges til rette for å implementere slikt utstyr, men av tidmessige årsaker bør en starte uten bildeanalysesystemet. Slikt utstyr blir også som regel både bedre og billigere ettersom tiden går.

Optimalisering av sprøyteresultatet (et viktig hovedområde)

ITF og Planteforsk kan bistå i arbeidet med å optimalisere sprøyteresultatet hva angår god fordeling, avsetning og dekkevne av dråper, kombinert med minimal avrenning og minimal risiko for avdrift og å utnytte disse mulighetene til oppnå en kvalitetsikret miljøvennlig vegetasjonskontroll.

En viktig forutsetning er at profilers ensartethet og variasjon er godt kartlagt (kan utføres av Jernbaneverket). Herunder ligger variasjoner i fysisk frie arbeidsbredde og variasjoner i tverrsnittsprofil. Samtidig bør også alle ømfintlige soner kartlegges, slik som langs vann, elver, boligstrøk m.m. Hva er disse begrensningene i profilstørrelse og hvordan kan disse reduseres?

Noen tanker om løsninger ved utvikling av nytt utstyr

Å oppnå en god fordeling og avsetning i det fysiske frie rom (rommet der en uhindret kan føre en bom over lengre strekninger, eksempelvis over skinnegangen) skulle være relativt raskt å utvikle. Utfordringen ligger i å optimalisere avsetningen ut til sidene utenfor master etc. med ønsket markert avslutning og uten avdrift. Her kunne en tenke seg å dele inn profilvariasjonene i 4 klasser (eller færre/flere). Ut fra disse klassene kunne en bygge opp 4 tilsvarende gjennomsnittprofiler. 3 - 5 faste profilvariasjoner på den ytterste seksjonen kunne være aktuelt, slik som:

- A: Sterkt fallende terreng,
- B: Moderat fallende terreng,
- C: flatt terreng,
- D: Moderat stigende terreng,
- E: Sterkt stigende terreng.

Deretter kjøres forsøk med ulike dysekombinasjoner og dyseposisjoner. Kombinert med dette sees på bruk av passiv og aktiv lufttilføring for å skjerme dusjen mot påvirkning av kjørehastigheten. Dette går på å tilføre like mye eller litt mer luft enn den motlufthastigheten som skapes langs med toget, slik at dråpene tilnærmet ikke påvirkes av luften. Eventuelt kan det legges på litt transportluft, men den må ikke være særlig stor, da den lett kan føre til økt avdrift. En kan tenke seg både å bruket et "luftskjold" lenger foran bommen/eventuelt også etter dysene og i tillegg transportluft for å hjelpe fram små dråper. Når avsetningen er mest mulig robust ovenfor aktuelle variasjoner, må systemet utprøves i et variert profil, der biologiske målinger samt avsetningsmålinger gjennomføres.

Det ligger et stort potensial for en effektiv og miljøvennlig vegetasjonskontroll ved å finne:

- Ideelle dysesammensetninger
- Egnede dysestørrelser
- Optimale dyseposisjoner
- Tilpasset lufttilsats (mengde, retning, hastighet til ulike innstillinger, profiler, hastigheter)³
- Finne fram til ulike karakteristiske typeprofiler
- Ulike fysiske frie arbeidsbredder (trekker inn bommen i ulike trinn)
- Ulike kjørehastigheter
- Bruk av ulike additiver for å redusere avdrift

³ Kan lufttilføring bygges på profiler om nødvendig på yttersiden av vognveggen? Denne muligheten må undersøkes nærmere. Bruke aktive lufttilførselenheter, det vil si å bruke vifter, eks. tangentielle vifter.

Dyseoppstilling spesielt ut til sidene. Kunne tenke seg flere dysehoder i ulike posisjoner, eller et dysehode med mange dyser som gikk automatisk i ønskede posisjoner. Kunne tenke seg eksempelvis 4 standard profiler/vegetasjonstyper. Dyseoppsett og posisjon er da på forhånd optimalisert, slik at en kan trykke på A, B, C eller D for å sette til den ene eller den andre innstillingen. Hver av disse gav da en ekstra god fordeling, rektangulær og tydelig avslutning for det bestemte sideprofil.

Arbeidet med å tilpasse dysetype, dyseposisjon, luftmengde, vil kreve ett sett av svært mange dynamiske målinger.

Det viktig å starte med å forbedre avsetning av sprøytevæske utenfor den faste bommen og evt. få på plass et godt registreringsverktøy for planlegging av sprøytingen og for utføringen av den.

Både avsetning og avdrift må kartlegges. For å sikte seg grovt inn, kan en bruke væskefølsomt papir i starten. Underveis må biologiske undersøkelser også foretas.

Oppsettet må være mulig å revidere på en enkel måte, ettersom brukserfaringer kommer inn.

Med reell bom, menes spredebommen som kan eksistere mellom ytterpunktene (noe mindre i henhold til sikkerhetsmargin). Den fiktive bommen blir nødvendig avstand utenfor reell spredebom. Målet er derfor og holde den fiktive sprøytebommen så kort som mulig ved å:

- Vite nøyaktig hva som er minste bredde og programmere inn dette med litt sikring.
- Bygge inn følere som kartlegger maksimal arbeidsbredde og videre styrer sprøyteutstyret, slik at det trekker seg inn (trekker seg kun inn og må manuelt styres ut, dermed fungerer følerne som sikkerhet).

Dysehode med flere dyser og i flere posisjoner som kan dekke flere innstilte dynamiske fordelinger.

Andre viktige deler i utvikling av sprøyteutstyr er:

- Videreutvikle og tilpasse egnede systemer for behovsstyrt dosering basert på å sprøyte under best mulige biologiske forhold og der ugras opptrer.
- Dokumentasjon av arbeidet, ved å overføre viktige data både til datasentral på toget og overføring til andre utenforliggende sentraler (Jernbaneverket, andre offentlige institusjoner etc).
- I størst mulig grad tilpasse utstyret til å oppfylle minimumskravene for funksjonskrav, se omtale i tidligere kapittel.

For å komme raskt igang med utviklingen, bør en satse på de viktigste punktene først, nemlig tilgjengelighet (antall enheter) og forbedret avsetning av sprøytevæska i ballastskråning og sideterreng. Etterhvert kan en utvikle mer avanserte funksjoner som enkelt kan implementeres.

10 Litteratur & Informasjon

Hagenvall H, Bjugstad N, Brynslund T, Johansson U, Klinger G, Lantz J E, 1996: Teknik för säker bekämpning på banvallar, förstudie som underlag för beslut om utvcling av spruttåg, SLU.

Hewlett A, Miller P C H, Bagley, W E, 2001: Interaction of tank mix and nozzle design on spray performancer asnd drift potential, Paper No 01-011081 ASAE Meeting Sacramento, California, July 30-August 1, 2001-12

Informasjonsmateriale fra Banverket utdelt ved demonstrasjon i Uddevalla, 10.09.01.

Bilder av gammelt og nytt utstyr:



Figur 4. Gammelt svensk utstyr som Jernbaneverket leide inn. Bildet under viser bom og endedyse.



Fig. 5. Nytt svensk sprøytetog. Nederste bilde viser bom med endedyse som vi ser stikker utenfor luftskjermen.