



Reglering av vedartad vegetation utmed järnvägar och vägar -en litteraturstudie över kunskapsläget

Control of brush and trees in Rights-of-Way – a literature study

Mark Huisman



**Institutionen för lantbruksteknik
Avdelningen för park- och trädgårdsteknik**

**Swedish University of Agricultural Sciences
Department of Agricultural Engineering**

**Rapport 247
Report 247**

**Alnarp 2001
ISSN 00283-0086
ISRN SLU-LT-R-247-SE**

FÖRORD

Föreliggande rapport är en del i slutredovisningen av Banverkets FoU-projekt 'Skötsel av vegetation inom banområde' med projektbeteckningen S98-1367/08. Vägverket är medfinansierare i projektet som startade hösten 1998 och slutredovisas vid årsskiftet 2001/2002. I avrapporteringen ingår flera delrapporter.

Rapporten är en kunskapsöversikt över reglering av vedartad vegetation inom järnvägens- och vägens sidoområden. Rapporten är indelad i sex fristående kapitel, alla med avslutande diskussion och slutsatser.

Arbetet är utfört vid Avdelningen för park- och trädgårdsteknik, (Institutionen för lantbruksteknik, SLU) med Mark Huisman som ansvarig för informationssökning, bearbetning och rapportskrivande. Projektledare har varit Håkan Schroeder (SLU). Under hela projekttiden har en referensgrupp funnits med representanter från Banverket och Vägverket. I referensgruppen har Anne-Catherine Berggren och Jan Skoog (Banverket) samt Ove Eriksson och Anders Sjölund (Vägverket) ingått.

Omslagfotot och bilden på sidan elva är tagna av Lars-Erik Axelsson, Banverket. I övrigt är rapportförfattaren upphovsman till de bilder där inget annat framgår av bildtexten.

Ambitionen med kunskapsöversikten har framförallt varit att fånga kunskapsläget inom området idag. Den kan ge vägledning för det praktiska arbetet med vegetationsreglering, i synnerhet i ett mer långsiktigt perspektiv. Arbetet kan också fungera som ett bra avstamp för framtida forskning.

Jag vill tacka alla som på olika sätt bidragit till rapportens tillblivelse, men två förtjänar att nämnas särskilt: Lars-Erik Axelsson, Banverket, som under hela projekttiden visat stort intresse, samt Anna-Mia Eriksson som upprättat litteraturförteckningen och korrekturläst rapporten.

Alnarp i november 2001

Håkan Schroeder

SUMMARY

The main source of finance for this report was the Swedish Rail Authority (Banverket), with the Swedish Roads Authority (Vägverket) as co-financier. The report deals with the control of woody vegetation on railway embankments and road verges.

The report is a literature review, based primarily on sources from research databases within the areas of agriculture and forestry. Literature searches were carried out between 1998 and 2001. The main issues studied were:

- Overall maintenance strategies for railway embankments and road verges.
- Technology and methods for clearing railway embankments and road verges.
- Development of existing vegetation with the aim of optimising maintenance inputs.

Maintenance planning, clearing of trees and brush and development of existing vegetation are the themes that have received the greatest attention in this report. However, soil covering using succulent plant species (*Sedum*) on dry plant beds, chemical control measures and biological control using the fungus *Chondrostereum purpureum* are also discussed.

The most important findings as regards maintenance planning were that case-specific inventory and classification are essential and that long-term maintenance targets must be established.

With regard to clearing of trees and bushes, the conclusions were that the clearing to a low stump height tends to be the most effective control measure and that selective clearing has a number of advantages but requires smaller machines than conventional clearing.

Development of existing vegetation often involves very complex processes that are hard to control using short-term maintenance regimes. If grass seed is to be sown in and along railways, dwarf slow-growing species should be used to eliminate the need for mowing. In embankments and verges dominated by heather and crowberry species, selective manual-motor clearing should be used to protect these shrubs since they can almost certainly inhibit the growth of other woody plants.

Prefabricated or site-constructed sedum vegetation is suitable for dry, gravelly areas such as embankment areas and dry road verges. A certain noise-dampening effect has also been reported from trials using sedum matting within the actual track.

Selective chemical control in combination with mechanical control is well documented in a number of surveys in rights of-way in North America.

Biological control of stumps using *Chondrostereum purpureum* has proven very effective on certain tree species. The establishment of safety zones around fruit growing areas will probably be required if the fungus is to have a future as a biological control organism in conventional control procedures.

Maintenance planning and biological control, as well as chemical and mechanical treatments, are areas which would appear to be of particular interest for future studies.

SAMMANFATTNING

Föreliggande rapport är till största delen finansierad av Banverket. Vägverket har också varit medfinansier. Studien koncentreras till reglering av vedartad vegetation vid järnvägens- och vägens sidoområden.

Rapporten är en litteraturstudie baserad främst på källor från forskningsdatabaser inom skogs- och lantbruksområdet. Litteraturbevakning har skett från 1998 till 2001.

Huvudfrågorna som studerats är:

- Övergripande skötselstrategier för järnvägens och vägens sidoområden.
- Teknik och metoder för röjningsinsatser för järnvägens och vägens sidoområden.
- Utveckling av befintligt växtsamhälle i syfte att optimera skötselinsatserna.

Skötselplanering, röjning av träd och buskar och utveckling av befintligt växtsamhälle är de teman som fått störst utrymme i studien, men även växttäckning av fetbladsväxter (*sedum*) på torra växtbäddar, kemisk bekämpning och biologisk bekämpning med *Chondrostereum purpureum* (purpurskinn) har fått visst utrymme.

De viktigaste resultaten gällande skötselplanering är att åtgärdsinriktad inventering och klassificering är angelägen samt att långsiktiga skötselmål behöver upprättas.

När det gäller röjning av träd och buskar pekar slutsatserna mot att låg stubb höjd vid röjning tenderar att vara effektivast och att selektiv röjning har många fördelar, men selektiv röjning kräver mindre aggregat än maskinell röjning.

Utveckling av befintliga växtsamhällen är ofta mycket komplexa processer, som är svåra att styra med kortsiktiga skötselregimer. Om grässådd i och invid järnvägsspår provas, bör detta ske med lågvuxna, långsamväxande arter som i princip inte kräver slätter. I ljun- och kråkbärsdominerade sidoområden bör selektiv, motormanuell röjning provas i syfte att skona risarterna, då dessa med stor sannolikhet bidrar till att hämma uppkomst av vedartade växter.

Prefabricerad eller platsbyggd *sedum*vegetation är användbar i torra, grusiga miljöer som banvallar, banvallars sidoområden och torra vägkanter. En viss bullerdämpande effekt kan avläsas från försök med *sedum*mattor i själva spåret.

Selektiv kemisk bekämpning i kombination med mekanisk bekämpning är väl dokumenterad från många försök i ledningsgator i Nordamerika.

Biologisk bekämpning av skottskjutning med *Chondrostereum purpureum* har visat sig ha goda effekter på vissa lövträdsarter. Säkerhetsavstånd till fruktodlingar kommer nog att krävas, om svampen i en framtid skall kunna användas konventionellt i bekämpningssammanhang.

Skötselplanering och biologisk bekämpning samt kombinationer av kemisk och mekanisk bekämpning är områden som kan framhållas som särskilt intressanta för ytterligare studier.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	INLEDNING	1
1.1	BAKGRUND.....	1
1.2	SYFTE OCH AVGRÄNSNINGAR.....	1
2	PLANERING AV SKÖTSEL	2
2.1	INLEDNING.....	2
2.2	FÖREBYGGANDE ÅTGÄRDER.....	2
2.3	MANAGEMENT.....	2
2.4	INVENTERING OCH KLASSIFICERING AV VEGETATION OCH BANA.....	4
2.5	ÅTGÄRDSPLANERING VID VEGETATIONSREGLERING INTILL BANAN.....	6
2.6	PLANERING AV SKÖTSEL, DISKUSSION.....	7
2.7	PLANERING AV SKÖTSEL, SLUTSATSER.....	8
3	RÖJNING AV BUSKAR OCH TRÄD	9
3.1	INLEDNING OCH HISTORIK.....	9
3.2	METODER OCH MASKINER.....	10
3.3	BJÖRK OCH ASP.....	13
3.4	RÖJNINGSTEKNIKER SOM GYNNAR ETT FÅLT SKIKT AV ÖRTER OCH GRÄS.....	15
3.5	SELEKTIV RÖJNING.....	17
3.6	ÖVRIGT.....	18
3.7	REGLERING AV BUSKAR OCH TRÄD, DISKUSSION.....	18
3.8	REGLERING AV BUSKAR OCH TRÄD, SLUTSATSER.....	21
4	UTVECKLING AV BEFINTLIGT VÄXTSAMHÄLLE	22
4.1	INLEDNING.....	22
4.2	BUSKAR SOM MARKTÄCKARE HINDRAR TRÄDSKIKT.....	22
4.3	FRÖBANKEN.....	22
4.4	KVÄVEGÖDSLING KAN PÅVERKA ARTSAMMANSÄTTNING.....	23
4.5	ARTRIKEDOM.....	23
4.6	MARKTÄCKANDE ÖRTER.....	24
4.7	ÖRNBRÅKEN.....	26
4.8	RISARTER (LJUNGVÄXTER OCH NORDKRÅKBÄR).....	27
4.9	UTVECKLING AV BEFINTLIGT VÄXTSAMHÄLLE, DISKUSSION.....	28
4.10	UTVECKLING AV BEFINTLIGT VÄXTSAMHÄLLE, SLUTSATSER.....	30
5	FETBLADSVÄXTER – MARKTÄCKARE I TORRA MILJÖER	31
5.1	INLEDNING.....	31
5.2	PREFABRICERADE SEDUMMATTOR.....	31
5.3	PLATSBYGGDA SEDUMVÄXTBÄDDAR.....	32
5.4	FETBLADSVÄXTER – MARKTÄCKARE I TORRA MILJÖER – DISKUSSION.....	32
5.5	FETBLADSVÄXTER – MARKTÄCKARE I TORRA MILJÖER, SLUTSATSER.....	32
6	KEMISK BEKÄMPNING OCH ICKEKEMISK BEKÄMPNING, NÅGRA JÄMFÖRELSE	33
6.1	INLEDNING.....	33
6.2	JÄMFÖRELSE MELLAN KEMISKA OCH ICKEKEMISKA BEKÄMPNINGSMETODER.....	33
6.3	JÄMFÖRELSE MELLAN NÅGRA KEMISKA OCH ICKEKEMISKA BEKÄMPNINGSMETODER, DISKUSSION.....	34
6.4	JÄMFÖRELSE MELLAN NÅGRA KEMISKA OCH ICKEKEMISKA BEKÄMPNINGSMETODER, SLUTSATSER.....	35
7	BIOLOGISK BEKÄMPNING MED CHONDROSTEREUM PURPUREUM	36
7.1	INLEDNING.....	36
7.2	NÅGRA STEG I UTVECKLINGEN AV <i>CHONDROSTEREUM PURPUREUM</i> SOM ETT TÄNKBART BIOLOGISKT BIOLOGISK BEKÄMPNINGSMEDEL.....	36
7.3	FÖRSÖK MED <i>CHONDROSTEREUM PURPUREUM</i> PÅ LÖVTRÄDSSTUBBAR.....	36
7.4	BIOLOGISK BEKÄMPNING MED <i>CHONDROSTEREUM PURPUREUM</i> , DISKUSSION.....	37
7.4	BIOLOGISK BEKÄMPNING MED <i>CHONDROSTEREUM PURPUREUM</i> , SLUTSATSER.....	38
8	KÄLLFÖRTECKNING	39

1 INLEDNING

1.1 Bakgrund

Vegetationsreglering sker sedan många år i järnvägens sidoområden och utmed våra vägkanter. Huvudsyftet är att vidmakthålla den tekniska konstruktionen samt att befrämja säkerheten genom att skapa goda siktförhållanden för tåg och bilar. Rent praktiskt består åtgärderna ofta i buskröjning eller slåtter med skiftande intervall.

Likartad problematik där vegetation måste regleras för att skydda teknisk infrastruktur finns i våra kraftledningsgator. Många paralleller kan dras gällande förvaltning och skötsel av kraftledningsgator, järnvägars sidoområden och vägkanter även om allt inte är direkt jämförbart.

Vegetationsreglering kan grovt indelas i tre faser: Förebyggande åtgärder i sambands med ny- eller ombyggnation, direkta ingrepp i befintliga växtsamhällen genom inplantering eller borttagande av växter samt direkta skötselåtgärder med varierande frekvens. Exempel på skötselåtgärder är mekanisk bekämpning, kemisk bekämpning eller biologisk bekämpning.

1.2 Syfte och avgränsningar

Föreliggande rapport är en litteraturstudie, tänkt att spegla kunskapsläget idag inom ovan nämnda problemområden. Mer konkret syftar rapporten framförallt till att redovisa nuläget inom:

- Övergripande skötselstrategier för vägens och järnvägens sidoområden.
- Teknik och metoder för röjningsinsatser.
- Utveckling av befintligt växtsamhälle i syfte att optimera skötselinsatserna.

Uppdragsgivarna är i förlängningen intresserade av att få fram fakta som kan omsättas till att sänka kostnaderna för den vegetationsreglering som sker idag. Ekonomiska konsekvenser liksom planering av skötsel berörs i studien, men ges ingen fullständig belysning.

Informationssökning har skett med start hösten 1998 fram till våren 2001 i de skogs- och lantbruksvetenskapliga databaserna AGRIS, AGRICOLA, CAB och TREECD. Vidare har den tyska järnvägstidskriften *Der Eisenbahningenieur* bevakats. Viktiga källor har också material från de senaste symposierna i USA och Kanada på temat miljöinriktad skötsel av kraftledningsgator/vägar/järnvägar (Environmental Concerns in Rights-of-Way Management). Slutligen har internationella kontakter på järnvägssidan också bidragit med värdefullt material.

Föreliggande rapport tar delvis avstamp i en förstudie med titeln 'Ogräskonkurrerande vegetation' (Huisman et al 1998). Förutom enstaka källor av äldre datum, syftande till att ge historisk bakgrund, är flertalet referenser färskare.

Sammantaget utgör de i rapporten medtagna referenserna ett omfattande material, som komprimerats för att ge en överblickbar kunskapsmanställning. Varje delkapitel avslutas med en diskussion och några korta slutsatser.

2 PLANERING AV SKÖTSEL

2.1 Inledning

Skötselplanering kan omfatta ett mycket stort område, men är sällan refererat inom ban- och vägsidan. I ett försök att strukturera referenserna presenteras de under rubrikerna förebyggande åtgärder, management (här menas relationen individ/privatperson – utförare – beställare), inventering och åtgärdsplanering.

2.2 Förebyggande åtgärder

Förebyggande åtgärder ligger utanför målet med denna studie, men kombineras ofta med konkreta driftsåtgärder. I Mattstetten i Schweiz har horisontella och vertikala ogrässpärar anlagts i syfte att förhindra inväxning i banvallen. Närmast den vertikala ogrässpärren har en mager växtbädd anlagts, syftande till att hämma etablering av vedartad vegetation (SBB 1993).

Erfarenheter från Mattstetten återfinns i en rapport från BUWAL (Schweiziskt ämbetsverk för miljö, skogs- och landskapsfrågor) där kraftig horisontell asfaltspärr under banvallen, kraftiga vertikala spärrar i form av betongelement som hinder för inväxning i banvallen och en mager växtbädd närmast spåret förespråkas. Gestaltning och skötsel bör ge en vegetationssammansättning som ej stör trafik på och underhåll av banan (BUWAL 1999).

2.3 Management

Hett och Baumert (1987) beskriver hur kraftledningsföretaget Seattle City light arbetat för att uppnå sina långsiktiga skötsel mål. Dessa var att vidmakthålla det elektriska systemet, samt att upprätta riktlinjer för integrerad vegetationsskötsel. En inventering av vegetationen i ledningsgatorna gjordes, likaledes en inventering av markanvändningen i ledningsgatorna. Vidare anlades två gräsområden, tillväxthastighet hos viktiga trädarter mättes, ett buskprojekt startade och möjligheten att anlägga våtmarker studerades.

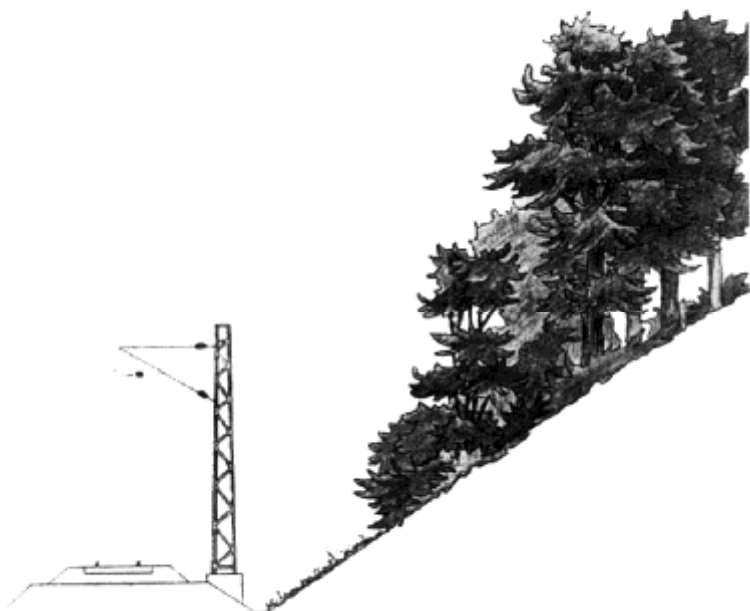
Vid en enkätstudie av Sulak & Kielbaso (2000) där 150 utförare verksamma med röjning av kraftledningsgator svarade, framkom att företagen hade följande prioriteringar vid röjning (i rangordning):

- 1 Säkerhet
- 2 Kundenservice
- 3 Förlänga intervall mellan insatser
- 4 Minska ansvarsskyldighet
- 5 Utseende
- 6 Skapa viltbiotoper
- 7 Minimera kemikalieanvändning
- 8 Öka biodiversiteten

I svaren framgick att såväl motormanuell som maskinell röjning förekom, samt att kantröjning av ledningsgata med helikopter förekom. Såväl mekanisk som kemisk vegetationsreglering var vanlig. Starka argument för mekanisk röjning var hänsyn till allmänhet.

Rickard Johnstone på Delmara Power, USA, (Johnstone 1997) betonar vikten av god kontakt med allmänhet och organisationer vid planering av vegetationsregleringsinsatser i ledningsgator. Bland betydelsefulla grupper nämner han ornitologer. Johnstone är en föreläsare för kemiskt vegetationsreglering, men betonar vikten av att lövträd och buskar bekämpas i avlövad tillstånd av psykologiska skäl.

Kontraktstiden för skötselentreprenader inom vegetationsreglering i ledningsgator kan ha stor betydelse för skötselkvaliteten, konstaterar Crawley (1999). Långa skötselkontrakt gav bättre skötselkvalitet. En privatisering av skötselutförandet ägde rum. Detta ledde till en mer kompetent utförare som också skötte intilliggande skog mer produktionsinriktat och med bättre lönsamhet på sikt.



Figur 1

Figuren visar principiell zonerings av banvallens närområde med utgångspunkt från önskad trädhöjd. Närmast banvallen ses en 2 - 4 meter bred zon utan vedartad vegetation, i mitten en 4 - 6 meter bred zon med maximal trädhöjd på 5 - 7 meter och längst ut den så kallade trädzonen, med ståndortsanpassade, sunda och stormsäkra träd. Källa: Rühle 1995.

Beslutsunderlag för prioritering av insatser vid vidmakthållande av banvall presenteras av Rühle & Salzgeber (1996) vid DB (Deutsche Bahn). Som utgångspunkt finns en indelning av området närmast spår i tre zoner, populärt kallat 'Leitbild' (se figur 1). Närmast spår ligger en zon där endast örter accepteras, utanför den följer en zon med lågväxande buskar

och längst ut ligger en zon där träd accepteras. För zonen närmast spår rekommenderas årlig behandling med sk mulchingaggregat, medan buskzonen förnygras med fem-tio års intervall. I trädzonen fälls riskträd.

Om konflikten mellan säkerhet och natur/landskapsvård skriver Garburg & Kuipers (1998) på Deutsche Bahn (DB). Den tyska järnvägen har den delikata uppgiften att se båda intressena. I synnerhet riskträd innebär ofta konflikter och skribenten rekommenderar i motslänterna till banvallen ståndortsanpassade, sunda och inte alltför gamla träd i trädzonen.

På ÖKO-institutet i Freiburg (Eberle & Bunke 1998) rapporteras att DB i Tyskland stödjer organisationer och privatpersoner som frivilligt sköter känsliga naturområden intill järnvägen (utanför säkerhetszonen).

2.4 Inventering och klassificering av vegetation och bana

Behovet av att klassificera vegetationen utmed banan lyfts fram av DB – med syfte att formulera bekämpningsstrategier (Stark & Rühle 1997). Växterna sorteras i grupperna vedartade, överjordiska, krypande, geofyter och ettåriga.

Torstein Lisland utarbetade 1996 en inventeringsteknik som underlag för röjning och avverkning utmed norska järnvägar (se tabell 1).

Tabell 1

Tabellen visar kriterier och klasser för inventering av banområden i syfte att kunna planera röjningsinsatser. Höjdklass avser höjden på själva vegetationen i ytan som ska bearbetas. Berg motsvarar således berg i dagen, det vill säga ingen vegetation alls. Sten innebär avsaknad av växttäckning eller sparsam, låg vegetation. Terrängklass, trädslag och beståndstäthet är variabler vars betydelse framgår i tabellen.

Efter Lisland 1996

Höjdklass	Terrängklass	Trädslag	Beståndstäthet
1 Berg	Jämnt	Barrträd	Glest, trädavstånd större än trädhöjd
2 Sten/makadam	Något stenigt	Lövträd	Tätt, trädavstånd mindre än trädhöjd
3 Gräs	Ojämnt	Blandskog	Mycket tätt, grenar snuddar varandra
4 Tomtmark			Solitärträd/buske
5 Höjd 0 - 1,5 m			
6 Höjd 1,5 - 3,0 m			
7 Höjd 3,0 - 4,5 m			
8 Högre än 4,5 m			

Michael Below (1997) på DB föreslog en klassificering av banvallarna och deras sidoområden utifrån deras ogrästolerans (se tabell 2). En koppling till olika vegetationsregleringsmetoder görs utifrån de fyra klasserna för täckningsgrad av vegetation. Below trycker

på vikten av att inventera och klassificera järnvägssträckningarna, för att med det som utgångspunkt kunna välja adekvat vegetationsregleringsmetod.

Tabell 2

Tabellen visar föreslagen acceptabel täckningsgrad av vegetation dels intill spår och dels på spår. Efter Below (1998)

Täckgrad	Sidoområde	Spår
Noll	Få eller lågväxande arter	Inga eller någon enstaka planta
Låg	Begynnande vegetationstäckning < 30 % täckning	< 2 % täckning
Mellan	< 50 % täckning	< 10 % täckning
Hög	> 50 % täckning	< 20 % täckning

Ledningsgatan är en möjlig reträttplats för hotade (rödlistade) djur och växter i Sverige, konstateras av Lasse Kyläkorpi och Sture Gärdenäs (1997) i delstudie till en livscykelanalys för distribution av elenergi. Ledningsgatan uppvisar stora likheter med ängs- och hagmarker, vad gäller arter. I Sverige finns c:a 300 000 ha ledningsgator. En jämförelse görs med svenska statens satsningar på ängs- och hagmarker (c:a 350 000 ha). Forskarna har inventerat bland annat ryggradsdjur, ryggradslösa djur, fröväxter, mossor, svampar och lavar.

Danneberg et al (1996) gör en indelning av förutsättningarna för vegetationsreglering (röjning av vedartad vegetation) i tre klasser, som sedan ligger till grund för arbetsplanering och kostnadsanalys (se tabell 3).

Tabell 3

Tabellen visar gradering av förutsättningar för röjning intill spår. Med hinder avses fysiska hinder som fördröjer arbetsfordon (efter Danneberg et al 1996)

	Svårighetsgrad	Elektrifiering	Hinder	Täckningsgrad vegetation
1	Lättarbetade förutsättningar	Öppet, ej elektrifierat	Inga hinder	< 40%
2	Medelsvåra förutsättningar	Övervägande elektrifierat	Få hinder	40 –70 %
3	Svåra förutsättningar	Helt elektrifierat	Många hinder	100 %

På ÖKO-institutet (Eberle & Bunke 1998) har en vegetationsklassning utifrån spridningsstrategi gjorts enligt nedan:

- Växter som sprider sig via över- eller underjordiska utlöpare.
- Växter som är inspridda från moderplantans omedelbara närområde.
- Växter som sprids längre sträckor via exempelvis vind eller fåglar.
- Frösådda växter inspridda via tågtrafiken.

Utifrån denna klassning har sedan olika vegetationsregleringsstrategier utarbetats.

2.5 Åtgärdsplanering vid vegetationsreglering intill banan

I ett koncept för underhåll av grönytor invid banan från SBB (Schweiziska järnvägen) betonas de biologiska värdena och den fackmässiga vegetationsbehandlingen. En zoneringsplanering av området närmast banan görs med olika acceptans på vegetation och vegetationshöjd. I syfte att värna om fauna föreskrivs slåtter höst eller vår dagtid och en slåtterhöjd om lägst tio cm höjd (Winter 1998). Rövning i treårscykler föreslås (se figur 2).



Figur 2

Figuren visar principen för etappindelning vid rövning syftande till att undvika kalavverkning av vegetation. Ett stråk motsvarande en tredjedel av den bredd som skall röjas bearbetas årligen under en treårsperiod (efter Winter, 1998).

I Tyskland är den sk 'Leitbild' (se figur 1) vägledande för vegetationsregleringen och refereras av Salzgeber & Rühle (1994) i vegetationsregleringssammanhang. De förespråkar en årlig inspektion och en årlig rövning/slåtter i zonen närmast spåren. Författarna förespråkar långsamväxande buskarter med hård kärnved.

I Schweiz föreslår BUWAL (1999) att banketten kan vara vegetationstäckt ute på linjerna, men inte i områden där personal behöver förflytta sig. Gräsytor i spårnära lägen bör underhållas för att undvika problemarter. BUWAL:s skötselkoncept går ut på att eliminera vedartad vegetation till fem meter från spår, eliminering av riskträd, slåtter en eller två gånger per år på banvall och/eller bankett samt sådd och utplantering av lämpliga arter. Vidare trycks på att utbildad personal krävs för anläggning och skötsel av områden intill spår. BUWAL förespråkar selektiv buskrövning. Vid anläggande av ny banvall kan ingenjörbiologiska insatser i form av vegetering av banvall öka stadgan i byggd infrastruktur.

BUWAL lyfter fram betydelsen av kopplingen mellan inventering som instrument att planera skötseln, själva skötselgenomförandet och uppföljningen av skötseln.

Klaus Blöchle (1999) rapporterar att i Stuttgart har en gräsbevuxen snabbspårvägssträcka anlagts, med ansats utifrån såväl miljömässiga som pedagogiska argument. Spåren löper till stora delar parallellt med en trafikerad väg, där snabbspårvagnen susar förbi köande bilister. Motormanuell slätter genomfördes fem gånger första året. En utveckling av en maskin anpassad för slätter i spårmiljö efterlystes.

2.6 Planering av skötsel, diskussion

Förebyggande åtgärder i samband med byggande av banvallar och vägar är kanske den allra viktigaste insatsen i syfte att nedbringa driftsinsatser och därmed betingade kostnader. Intresseområdet 'förebyggande åtgärder' ligger utanför ramen för denna studie, men såsom BUWAL (1999) hävdar, gestaltningen har ett klart samband med den kommande driften.

Skötsel kan läggas upp utifrån kortsiktiga eller långsiktiga mål. I likhet med skötsel av andra, likartade områden som park- och naturmarksskötsel, så ökar ofta de kvalitativa värdena på ett område om långsiktiga mål formuleras. Att säkerheten står högst i rangordning på kraftledningsföretagens utförarens prioriteringslista (Sulak & Kielbaso 2000), torde vara självskrivet och rimmar väl med såväl Banverkets som Vägverkets policy. Att kostnadsbesparande motiv alltid prioriteras högt är logiskt, och en eftersträvd förlängning av intervallet mellan insatserna är en säker väg dit. Enligt Huisman & Lundh (pers. medd. 2001) bör röjningsintervallerna kunna förlängas inom betydande delar av järnvägens sidoområden jämfört med idag. Var detta kan göras kräver ytterligare undersökningar. Samtidigt finns säkerhetsaspekter kopplade till faktorer som exempelvis tåghastighet och plankorsningar som gör att en diversifiering av röjningsintervaller kan behöva göras, vilket i sin tur kräver god lokalkännedom avseende trafik, markförhållanden och vegetation.

Johnstone (1997) lyfter fram betydelsen av bra kommunikation med allmänhet och organisationer vid planering av vegetationsregleringsinsatser i kraftledningsgator. Då ledningsgator har en hög tillgänglighet för allmänheten, är de inte helt jämförbara med järnvägens sidoområden (där allmänheten av säkerhetsskäl ej bör befinna sig), men är något mer jämförbart med vägkanter i sammanhanget. Det finns naturligtvis alltid ett intresse av att stå på god fot med allmänheten hos de organisationer som bedriver verksamhet i direkt anslutning till människors fastigheter och det landskap folk vistas i. Säkerhetsaspekterna vad gäller skötseln av järnvägens sidoområden möjliggör dock sannolikt att annan än av Banverket utbildad och godkänd utförare sköter dessa områden. I vägsammanhang kan det vara realistiskt att närma sig den brukarmedverkan som förekommer inom skötseln av offentlig utemiljö (såväl planering som genomförande av skötsel), särskilt då det handlar om mindre ytor med krav på speciella insatser.

Att kontraktstidens längd har betydelse för skötselkvalitén som Crawley (1999) hävdar, stämmer bra med erfarenheter från skötsel av offentlig utemiljö. En längre kontraktstid med överblickbar ekonomi ger utföraren möjlighet att satsa på kompetent personal.

Att säkerhet och naturvård inte alltid går hand i hand, som Garburg & Kuipers (1998) skriver, finns erfarenhet av även i Sverige. Konflikter gällande trädnedtagning är vanliga inom skötsel av den offentliga miljön. Här finns också goda erfarenheter av att kommunikation med allmänheten kan ge större förståelse när ett träd måste tas ner.

Terrängklass som Lisland (1997) talar om har stor betydelse vid val av utförandekoncept vid röjning. Ju ojämna terräng, desto mindre möjlighet för maskiner att ta sig fram utmed spår /väg utan att gå på själva spåret eller vägen. En indelning i tre klasser som Lisland föreslår är hanterbar och sannolikt tillräcklig. En översiktlig bedömning av terrängklassen är således angelägen för skötselplaneringen. En klassificering av vegetationshöjden och vegetationstätheten kan vara av intresse, men blir kanske verkligt intressant först när det handlar om att planera utförarens arbetsinsats eller att ta vara på röjt material och beräkna dess volymer. Så länge materialet får ligga kvar helt eller i nedmald form är vegetationshöjden av mindre intresse ur planeringssynpunkt. Tilläggas skall dock att säkerhetsaspekter alltid finns på vegetationens höjd när det handlar om avstånd till elförande ledningar.

Den klassificering som Below (1997) redovisar, syftar kanske framförallt till att finna vägar till icke-kemisk bekämpning av spårområde och är inte lika aktuell för klassificering av sidoområden.

Kyläkorpi & Gärdenäs (1997) uppgift att ytmässigt lika mycket ledningsgator som subventionerad ängs- och hagmark finns i Sverige är tankeväckande. En direkt koppling kan göras till vägkanters- och järnvägars sidoområden, vars utbredning torde ligga i liknande storleksklass. Vägkanterna är i hög utsträckning redan inventerade genom projektet artrika vägkanter (Vägverket 1999), medan publicerade rapporter om artrikedom utmed järnvägen saknas. Järnvägens sidoområden utgör ofta en övergång mellan den extremt torra ballastytan och omgivande växtsamhälle, en övergång som mycket väl kan innehålla intressanta arter. Att järnvägen, liksom vägarna, hyser delsträckor som är artrika och kan kräva särskilda skötselinsatser torde vara rimligt och värt att undersöka.

Klassificering av växternas spridningsstrategier, som Eberle & Bunke (1998) tar upp, är intressanta i första hand för skötseln av själva banvallen, men mindre intressanta för sidoområdena. Rent botaniskt kan spridningsstrategier vara intressanta.

Angivande av tidpunkter och frekvenser för skötselinsatser, som BUWAL (1999), Salzgeber & Rühle (1994) och Winter (1998) skriver om, är en bra metod syftande till att uppnå skötselkvalitet och skötsel mål. Utbildad personal torde också vara en kvalitetssäkring. Att fordra skötselinsatser mer än en eller två gånger årligen är sannolikt inte rimligt inom de sidoområden som Banverket förvaltar. Fem slättertillfällen, som Blöche (1999) beskriver, torde vara förbehållet mycket publika områden.

2.7 Planering av skötsel, slutsatser

- Åtgärdsinriktad inventering och klassificering av järnvägens sidoområden är angelägen.
- Långsiktiga skötsel mål för järnvägens sidoområden bör finnas.
- Järnvägens sidoområden som möjlig värdefull biotop bör uppmärksammas.
- Skötselkvaliteten kan styras upp genom angivande av tidpunkter för insatser och insatsfrekvens.

3 RÖJNING AV BUSKAR OCH TRÄD

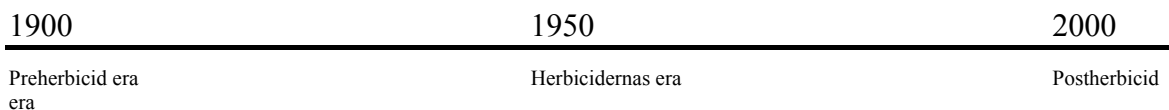
3.1 Inledning och historik

Reglering av buskar och träd utmed järnväg-, väg-, och annan teknisk infrastruktur torde ha förekommit lika länge som dessa anläggningar funnits. De första avtrycken inom forskningen härstammar från försök i ledningsgator i Nordamerika från 1950-talet.

Pound och Egler (1953) rapporterar om stabila växtsamhällen som hindrar etablering av vedartad vegetation i ledningsgator. Förutsättningarna vid byggandet av kraftledningen där försöken låg bedömdes vara ogynnsamma för etablering av trädfroer och rotskottsskjutande arter förekom inte i ledningsgatans närhet. Någon reglering av träd- eller buskar skedde ej de första 15 åren efter byggandet av kraftledningen.

Nowak et al (1993) redovisar utvecklingen av bekämpningsmetod under 1900-talet i ledningsgator. Under första halvan av 1900-talet förekom endast mekanisk reglering, medan herbiciderna kom på 1950-talet. Från början dominerade säkerhets- och driftsaspekter motiven för vegetationsreglering, men från och med 1950-talet har även estetik, påverkan på flora- och fauna, rekreation och kulturmiljö kommit in som faktorer som påverkar driftsfrågorna.

Finch & Shupe (1997) gör en historisk tillbakablick på de i kraftföretaget Niagara Mohawks förekommande bekämpningsmetoder i ledningsgator under 1900-talets andra hälft (se figur 3). Beskrivningen är koncentrerad till olika kemikaliers debut i tiden, men här beskrivs också den första helikopterinsatsen 1977 (sidobeskärning av trädkronor från luften). Noterbart är att företaget 1962 anställde sin första person med skoglig kompetens.



Figur 3

Tidsaxeln är ett försök att illustrera utvecklingen av vegetationsregleringsmetoder i kraftledningsgator över tiden. Efter Finch & Shupe (1997).

I Tyskland rapporterade Garburg (1978) om plantering av träd- och buskar utmed järnvägen i Rhurområdet. I syfte att förbättra den yttre miljön och höja kvalitén på tågresenärernas upplevelse satsades flera miljoner D-mark på plantering av järnvägens sidoområden (eventuellt skulle vegetationen dölja mindre uppmuntrande vyer som industriella komplex, kolhögar mm). Noggrant utarbetade planteringsplaner relaterade till själva spårområdet med lägre arter närmast rälsen och högre arter längre bak i slänten presenterades. Skötseplanvisningar gavs också, där en medvetenhet om järnvägens specifika säkerhetskrav fanns.

Bramble och Byrnes (1972) skriver om herbiciders möjligheter att skapa lågväxande växtsamhällen i ledningsgator. Uppgifterna bygger här på en 19-årig studie i en ledningsgata,

där det efter herbicidbehandling utvecklats lågväxande växtsamhällen. En koppling görs också till dessa växtsamhällens nyttoeffekt för djurlivet, mer specifikt som föda för rådjur.

3.2 Metoder och maskiner

Avsnittet speglar främst olika metoder för röjning av vedartad vegetation. Många av exemplen är från ledningsgator i USA och Canada, där jämförelser mellan kemiska och icke-kemiska röjningsmetoder gjorts.

Swartz (1997) påtalar vikten av att markägare, förvaltare och myndighetsansvariga ser effekten av olika bekämpningsmetoder. För att underlätta detta har demonstrationsytor anlagts i ledningsgata i norra USA där effekterna av mekanisk bekämpning (röjning, toppning av träd, barkning, grovplanering för gräs), kemiska metoder och bränningsmetoder demonstreras.

Om effekterna av träd- och buskborttagning på artsammansättning i skogsbryn rapporterar Buckley et al (1997) från ett antal försöksytor i södra England. Författarna konstaterar att fältskiktet (örterna) expanderar på bekostnad av trädarterna. Betning från rådjur bidrar starkt till att hålla tillbaka träd- och buskarter.

Spridning genom avläggare (vegetativ spridning) och tillbakaskärning undersöktes av Seguin (1997) syftande till att gynna buskars horisontella tillväxt. De undersökta buskarterna (bl. a. *Cornus stolonifera*, *Salix petiolaris*, *Rhus typhina*), förekommer i ledningsgator i USA och Canada. Seguin konstaterade att tillbakaskärning stimulerade höjdtillväxten.

Luken et al (1991) hävdar att upprepad röjning i ledningsgata leder till minskad artrikedom, då flertalet röjda träd- och buskarter återkommer med större täthet än innan. Många av träden i intilliggande skogspartier finns i ledningsgatan, och återkommer, som frösådda individer eller som rotskott efter röjning av ledningsgatan. Där herbicider av olika anledningar inte kan användas, föreslår författarna istället en kombination av röjning och betesdrift.

Rühle (1995) skriver om förverkligandet av de införda riktlinjerna för behandlingen av vegetation utmed spåret (den så kallade Leitbild, se figur 1) att det efter en första grovröjning i zonen intill spåret görs en årlig sönderdelning (mulchning) av det vedartade materialet. Förberedelser för mulchningen sker genom att buskar- och träd sågades ner manuellt och sågades i korta längder, vilka mulchingaggregatet sedan krossade till mindre delar.

Rowell et al (1997) redovisar försök i ledningsgata syftande till att hämma trädarter. Plöjning provades. Försöken spänner över två år. Röjning av ledningsgatan hade skett innan plöjning skedde till ett djup av ungefär 20 cm. En störning av trädens rotsystem åstadkoms, samtidigt som mindre trädplantor överlevde. Resterande trädplantor framhölls som en estetisk kvalitet. Kostnaden för denna typ av trädreglering bedömdes som hög.

Robert Jobidon (1997) rapporterar om röjningshöjdens, dvs stubbhöjdens, betydelse i tre fall, nämligen svampars- och mikroorganismers möjligheter att etablera sig och starta nedbrytningen, skottskjutningens omfattning och röjningsstrategi i relation till viltets födosök. Fyra fasta röjningshöjder ingick i försöken; 0, 15, 45 och 75 cm. Trädarterna som ingick i undersökningen var amerikanska arter av lönn (*Acer spicatum*), björk (*Betula papyrifera*) och körsbär (*Prunus pennsylvanica*). Resultatet blev att totalt sett var en röjningshöjd på 15 cm effektivast. När det gällde viltets föda kunde en högre röjningshöjd vara fördelaktig.

Maskinell röjning bör undvikas när snödjupet är så stort att man riskerar att lämna gröna kvistar (Skogforsk 1993).

I en undersökning av Tord Johansson (1991a) jämfördes skadan av motormanuell och maskinell röjning i barrskogsbestånd. De röjda arterna var asp (*Populus tremula*), glasbjörk (*Betula pubescens*) och vårtbjörk (*Betula pendula*). Johansson konstaterade att röjningshöjden blir högre när röjning sker maskinellt, i synnerhet om röjningen sker när marken täcks av snö. Vidare konstaterades att maskinell röjning resulterar i fler nya skott från stubbarna (se figur 4).



Figur 4

Bilden visar maskinell röjning utmed järnväg. Notera att åtkomligheten vid röjning i medlut är bra, vilket möjliggör låg röjningshöjd. Åtkomligheten vid diket strax till höger om aggregatet blir betydligt sämre. Foto: Lars-Erik Axelsson, Banverket.

Lisland (1997) jämför motormanuell och maskinell röjning utmed spåret (se tabell 4). Lisland kommer till slutsatsen att motormanuell röjning ofta är billigare än maskinell röjning, förutsatt att träd- och buskar som skall röjas inte står alltför tätt.

Tabell 4

Tabellen visar för- och nackdelar med manuell respektive maskinell röjning. Efter Lisland (1997)

Motormanuell röjning, fördelar	Maskinell röjning, fördelar
Låg känslighet för typ av vegetation	Stor kapacitet vid rätt förutsättningar
Låg känslighet för terrängförhållanden	Krossning kan ske i direkt anslutning
Flexibel i förhållande till röjningsarealen	Kan åstadkomma schematisk (jämn) behandling av långa sträckor
Flexibel med avseende på röjningsbredd	
Lätt att organisera	
Låga investeringskostnader	
Lätt att kvalitetssäkra	
Blygsamma säkerhetsarrangemang krävs	
Relativt okänslig för tågpassager	
Motormanuell röjning, nackdelar	Maskinell röjning, nackdelar
Personalkrävande	Känslig för trafik på spåret
Utbildning erfordras	Känslig för hinder
	Höga investeringskostnader
	Svårt att kvalitetssäkra
	Begränsad räckvidd
	Höga krav på förare
	Måste kompletteras med manuell röjning

I en studie av Dale et al (1987) jämförs bränning, slåtter och selektiv kemisk bekämpning under en tio årsperiod i en ledningsgata Mississippi, USA. Bränning skedde i tvåårsintervaller, kemisk bekämpning år ett och år fyra i försöksperioden (med olika preparat) och röjning i treårsintervaller. Syftet var att få fram ett lågväxande, stabilt växtsamhälle. Resultatet blev i samtliga försök att trädarterna (tre dominerande, i Sverige ej förekommande arter nämns) ökade kraftigt medan det önskade busk-örtskiktet gick tillbaka.

Garant et al (1997) redovisar en jämförande studie mellan tre vegetationsregleringsmetoder. De tre metoderna var kemisk bekämpning med Tordon 101 från helikopter, kemisk bekämpning i kombination med mekanisk röjning och enbart mekanisk röjning. Röjningshöjden var 15 cm. Resultatet utmynnade i rekommenderade behandlingsintervall på fem år

för röjning, sju år för kombination av röjning och kemisk bekämpning samt nio år för kemisk bekämpning.

I en studie av Kays och Kanham (1991) redovisas effekter av tidpunkt för trädnedtagning /röjning och frekvens av röjning. Författarna fastslår att ett samband finns mellan energiinnehållet i rötterna och skottskjutningen. Denna effekt är kopplad till artens tillväxtcykel. Hos vissa arter finns en tydlig tidpunkt där stärkelseinnehållet i rötterna är som lägst, medan stärkelseinnehållet hos andra arter fluktuerar över hela vegetationsperioden. Upprepad röjning samma växtsäsong är beroende av samma mekanismer, och kan vara kostnadseffektiv endast hos vissa arter.

Tord Johansson (1998) har undersökt stärkelseinnehållet i rötterna hos gråal (*Alnus incana*) och klibbal (*Alnus glutinosa*) vid olika tidpunkter på året. Slutsatsen blev att alen har två tydliga tillväxttoppar, och för minimering av skottskjutning rekommenderas röjning av al under sommaren (maj-juni).

Winter (1998) föreskriver i skötselkoncept för de schweiziska järnvägarna slätter på lägst tio cm höjd för att skona djurlivet. Vidare föreskrivs slätter dagtid och under den del av året då växterna vilar. Röjning skall ske enligt en treårscykel där en tredjedel röjs årligen. Bortförel av röjningsrester rekommenderas.

Det Schweiziska ämbetsverket för miljö-, skogs- och landskapsfrågor BUWAL's (1999) skötselkoncept kan sammanfattas i följande punkter:

- Inga träd eller buskar inom fem meter från spårkant.
- Riskträd vid banan elimineras kontinuerligt.
- Slätter av banvall och bankett en - två gånger årligen.
- Lämpliga arter planteras vid banan.
- Driftspersonal med 'grön' kompetens behövs.
- Selektiv buskröjning rekommenderas.

3.3 Björk och asp

I en rapport av Lundh och Josefsson (1989) kan vi läsa att en friställd björk är en mycket effektiv fröproducent och att björkfrön från ett träd sprider sig i en radie om 200 meter från trädet.

När det gäller bekämpning av asp föreslår Lundh och Josefsson att man låter får gå in och beta aspskotten (gällde i uppväxande barrskogsbestånd). Ett annat sätt de föreslår gällande aspbekämpning är ringbarkning. Praktiskt sker den genom att barken runt hela trädet skärs bort i ett 10-30 cm brett snitt. Detta eliminerar ej helt rotskottsskjutning, men minskar den kraftigt.

Bell et al (1999) har studerat effekten av olika röjningshöjder och röjningstidpunkter vid röjning av hybridasp (*Populus tremuloides*). Följande röjningshöjder ingick i försöket: 10, 25, 50, 75 och 100 cm. Höst, vinter och sommarröjning jämfördes. Den bästa tidpunkten för att hämma aspens rot- och stubbskottsskjutning var enligt Bell et al sommaren, då energinivån i rötterna var som lägst. Indikationer fanns också på att röjningshöjderna 50 och 75 cm minskade aspens rot- och stubbskottsskjutning.

Johansson (1991b) undersökte ljusberoendet hos stubbskott från unga vårtbjörkar (*Betula pendula*) och konstaterade att skott med tillgång till 10% eller mindre av ljusinstrålningen dog ut. Flertalet skott med tillgång till 25 % eller mer av ljusinstrålningen klarade sig.

En undersökning av glasbjörkens (*Betula pubescens*) stubbskottsskjutning i relation till tillgänglig ljusmängd av Johansson (1987) ledde till slutsatsen att glasbjörkens skottskjutningsfrekvens och skottlängd minskade med avtagande ljustillgång.

I studier av skottskjutning från äldre (10-50 år), fällda glasbjörkar (*Betula pubescens*) rapporterar Tord Johansson (1992a) att antalet levande stubbar minskar med ökande diameter på björkstubben. Flera klenta stubbskott (mindre än 10 mm i diameter) levde fem år efter trädens nedtagning. Johansson konstaterar också att älg och ren betar stubbskotten på en höjd av c:a 50 cm eller högre.

I en annan studie av Tord Johansson (1992b), där unga (2–5åriga) glas- och vårtbjörkar (*Betula pubescens* och *Betula pendula*) studerats, konstateras att unga exemplar skjuter fler skott än äldre (se figur 5).



Figur 5

Björken är en mycket effektiv stubbskottsskjutare. Trots röjning på försommaren så har denna björkindivid redan i september åter blivit meterhög.

I en undersökning av Johansson (1993) rörande vårtbjörkens (*Betula pendula*) och aspens (*Populus tremula*) energiinnehåll i rötterna konstateras att det finns tydliga säsongsvariationer vad gäller björken, medan aspen har en tydligt avläsbar minimienerginivå.

3.4 Röjningstekniker som gynnar ett fältskikt av örter och gräs

Seguin (1997) undersökte ört-gräsblandningars förmåga att täcka marken och hämma etablering av trädarter. En vildfröblandning samt tre kommersiellt framtagna gräsbaserade blandningar testades. Vildfröblandningen bestod av 20 % kråkvicker (*Vicia cracca*), solidago (*Solidago ssp*), aster (*Aster ssp*), johannesört (*Hypericum perforatum*), kvickrot (*Elymus repens*) och svartklint (*Centaurea nigra*). De gräsbaserade fröblandningarna bestod av vanligt förekommande gräsarter som rajgräs (*Lolium perenne*), rödsvingel (*Festuca rubra*) och timotej (*Phleum pratense*). Vildfröblandningen hade den bästa förmågan att täcka marken, men samtliga fröblandningar resulterade i en hämning av icke-önskade trädarter.

Brown (1994) studerade i sex år vilka arter som etablerar sig och dominerar efter röjning i samband med anläggande av en ledningsgata. Brown konstaterar att de vedartade växterna tar kommandot, tack vare rot- och stubbskottsskjutning från stubbar av röjda individer. Brown fastslår att om träd- och buskar ej önskas måste skötseln inriktas mot att gynna örtartade växter, som kan konkurrera ut träd- och buskarter.



Figur 6

Bilden är från ett röjningsförsök i Långsele där grov asp (rester av den skyntar i bakgrunden) röjdes bort på våren. Redan på hösten samma år har gräset nästan helt konkurrerat ut aspen, bara enstaka aspskott har orkat upp.

Geyer et al (1994) rapporterar från försök i ett sju-årigt buskbestånd i en ledningsgata i Kansas, USA, som skall omvandlas till ett stabilt lågväxande fältskikt. En kombination av mekanisk och kemisk bekämpning provas. Författarnas slutsatser är att det sannolikt krävs

tre cykler med en kombination av röjning och herbicider, innan det önskade fältskiktet är etablerat och stabilt (se figur 6).

I en ledningsgata i Spanien jämför Magadlela et al (1995) effektiviteten hos får och getter i syfte att hålla tillbaka buskar och träd. Getterna visade sig mer effektiva såväl när det gällde att eliminera buskarna utan annan hjälp, som när det gällde att komplettera konventionell mekanisk röjning eller herbicidbehandling. Såväl get- som fårbetning gynnade utvecklingen av de örtartade växterna. En kostnadsjämförelse mellan sex metoder att eliminera buskar (i syfte att få bättre bete) gjordes (se tabell 5).

Tabell 5

Tabellen visar tidsåtgång och kostnader per hektar för olika metoder att eliminera buskar i mark som tidigare varit betesmark. Efter Magadlela et al 1995

Metod	Tidsåtgång i år	Kostnad i dollar/ha
Getter	1	33
Röjning följt av getter	1	133
Herbicider följt av getter	1	593
Får	3	262
Röjning följt av får	1	133
Herbicider följt av får	1	593

Bramble et al (1990a) rapporterar från en undersökning där fyra olika kemiska behandlingar och en mekanisk behandling jämförs i syfte att åstadkomma ett stabilt fält- och buskskikt i ledningsgata i Pennsylvania, USA. Målsättningen var att träd som går upp och stör ledningarna i stort sett ej skulle förekomma. De kemiska behandlingarna var framgångsrika medan den mekaniska behandlingen resulterade i ett tätt träd- och buskskikt.

Effekten av konkurrens från fältskiktsarter och djur på etablering av trädförplantor i en ledningsgata i Pennsylvania, USA, undersöktes av Bramble et al (1996). Resultatet var, att djurpåverkan hade störst hämmande effekt på trädförplantorna (85 % av trädförplantorna försvann innan de hann etablera sig). Av de kvarvarande, etablerade trädförplantorna var 80 % (eller 13 % av de ursprungliga) ej livsdugliga eller konkurrerades ut av befintlig fältskiktsvegetation. Av 1000 frön kvarstod endast 20 som fortlevde.

Bramble & Byrnes (1982) delger resultat från en långtidsstudie rörande olika kemiska behandlingar under 30 år i en ledningsgata i Pennsylvania, USA. Behandlingarnas påverkan på föda för djurlivet, samt utvecklingen av önskat lågväxande busk- och fältskikt redovisas. Resultatet visar att en diversifierad, artrik vegetation erhöles med ett lågväxande ört- och buskskikt. En positiv utveckling av vegetation tillgänglig för klövvilt och andra djurarter uppstod. Antalet ickeönskade trädindivider ökade något med åren.

3.5 Selektiv röjning

Mc Nab (1986) rapporterar om upprättande av skötselplan för del av sträckan London – Southampton i Storbritannien (se figur 7). En inventering delade in vegetationen i fyra klasser, varav två klasser buskage, nämligen buskage och buskage med överståndare. För buskage gjordes ytterligare en uppdelning i långsamväxande och snabbväxande buskage. För de långsamväxande föreslogs enstaka röjningar vid behov och för de mer snabbväxande stubbskottsbruk med en rotationstid på 15 till 20 år.



Figur 7

Att spara enstaka träd och buskar vid röjning, som här vid den nedlagda bandelen i Långsele är inte bara vackert. En bättre livsmiljö för mindre djur skapas och dessutom konkurrerar dessa kvarlämnade individer ofta framgångsrikt ut vedartade växter som försöker etablera sig.

Dan Rydberg (2000) rapporterar om en jämförelse mellan traditionell röjning och selektiv röjning (stubbskottsbruk). Estetik, skydd (lä), biologisk mångfald och barns lek är några av argumenten för selektiv röjning, enligt Rydberg. I försöket skedde den traditionella röjningen i tioårscykler medan den selektiva planerades ske i femårscykler. I försökets utgångsläge var höjden på trädindividerna styrande för beslut om nedtagning (två block, 5,5 m, resp 4 m). Alla högre träd- och buskar togs ner vilket ledde till att mellan 56 och 86 % av grundytan avverkades. Avläsning gjordes årligen under tre år. Resultatet blev att såväl vartbjörk (*Betula pendula*) som glashbjörk (*Betula pubescens*) hämmades av den selektiva röjningen. Även asp (*Populus tremula*) gick tillbaka avseende såväl stubbskotts- som rotskottsskjutning. Aspen hämmades också ut i viss utsträckning av ljuskonkurrens från fältskiktet. Selektiv röjning kan gynna skuggtåliga träddarter vilket torde gynna artrikedomen, menar Rydberg.

3.6 Övrigt

Bramble et al(1999) jämför tre olika kemiska behandlingar och en manuell behandling av vedartad vegetation i ledningsgata, i syfte att undersöka konsekvensen för antalet fjärilsarter och fjärilsindivider. Resultatet blev att herbicidbehandlade arealer resulterade i flest fjärilsarter och individer.

Lund-Höje (1998a) rapporterar om bekämpning av gran och tall längs järnvägen. Kombinerad röjning och besprutning rekommenderas. Svårigheter med röjning nämns, bland annat att granens nedersta grenkrans (se figur 8) ofta är mycket lågt placerad, ibland under ballastyta. Mekanisk uppryckning av hela plantor nämns som tänkbar regleringsmetod, men förkastas då den kräver betydande efterjustering av banvallens överbyggnad.



Figur 8

Granen på bilden har inte sågats av tillräckligt långt ner. En kvarsittande gren överlevde och den blir på sikt ett problem.

Resultaten presenterade av Lund-Höje (1998a) var mycket goda för röjning kombinerat med kemiska metoder, med i det närmaste 100 % effekt under provtiden (två års uppföljning). Enbart mekanisk röjning resulterade i kraftigt uppslag av skott redan följande växtsäsong.

3.7 Reglering av buskar och träd, diskussion

Johansson (1993 och 1998) konstaterar att björk (*Betula sp*) fluktuerar i sitt energiinnehåll i rötterna, medan al (*Alnus sp*) och asp (*Populus tremula*) har mer fixerade energiminimivåer vid en viss tidpunkt. Alen har enligt Johansson två tydliga tillväxttoppar, tillika

minimienergini våer, vilka infaller i juni-juli. Denna tillväxttopp finns också hos hybridasp (*Populus tremuloides*) och infaller under sommaren, menar Bell et al (1999).

Den optimala tidpunkten för röjning torde vara sommartid, då energiinnehållet i rötterna vid en bestämd tidpunkt är som lägst under växtsäsongen. Bell et al:s (1999) resultat rörande hybridaspens optimala röjningstidpunkt sommartid är också logisk. Det bör beaktas, att säkra resultat rörande asp (*Populus sp.*) kräver längre undersökningstider än de refererade försöken, då aspen fortlever med såväl rotskott som stubbskott. Den av Bell (1999) rekommenderade tidpunkten kan vara en fingervisning, men kräver ytterligare belysning i längre studier. Sommaren som optimal röjningstid stämmer dock väl överens med den uppfattning som finns hos många praktiker med längre erfarenhet. Förutom de artspecifika aspekterna på röjningstidpunkt kan också röjningsfrekvens, det vill säga eventuella upprepade röjningar under samma växtsäsong, ha betydelse för insatstidpunkten.

Röjningshöjden förefaller att ha stor betydelse vid metod- och maskinval för själva genomförandet och i förlängningen för arbetskostnaden. Jobidons (1997) försök med olika röjhöjder mellan 0 och 75 cm syftade framförallt till att se vilken höjd som var mest gynnsam för att gynna etableringen av nedbrytande svampar, särskilt *Chondrostereum purpureum*, (se kapitel 6). Intressant är att den genomförandetekniskt rimliga stubbhöjden 15 cm var den mest optimala. Bell (1999) rapporterar om försök på hybridasp (*Populus tremuloides*) med röjhöjder på mellan 0 och 100 cm. Bells försök utmynnar i en rekommenderad röjningshöjd på 50 – 75 cm. En eventuell jämförelse av Bells och Jobidons studier försvåras av att Jobidon undersökte andra träarter (*Acer spicatum*, *Betula papyrifera* och *Prunus pensylvanica*) än Bell. Winters (1998) rekommendation om en slätterhöjd på lägst tio cm motiveras av hänsyn till marklevande djur. Röjningshöjden kan ses utifrån olika perspektiv. En högre röjningshöjd gynnar sannolikt klövviltet. Högre röjningshöjd för viltets föda måste å andra sidan troligen förkastas av säkerhetsskäl då viltet är en allvarlig olycksrisk utmed järnväg och väg. Den optimala röjningshöjden torde, liksom den optimala tidpunkten för röjning, ha en direkt koppling till trädet/busken som biologisk organism och därmed vara artspecifik. När det gäller maskinell röjning finns också praktisk-metodiska aspekter, där en röjhöjd på under tio cm är svår att genomföra, i synnerhet vid lutningar.

I jämförelsen mellan maskinell och motormanuell röjning konstaterar Lisland (1997) många fördelar med motormanuell röjning. Motormanuell röjning är mer flexibel i förhållande till areal och ger möjlighet att röja selektivt, medan den maskinella röjningen är mer effektiv kapacitetsmässigt, i synnerhet om slyet är tätt. Utifrån arbetsmiljösynpunkt är den maskinella röjningen oftast att föredra. Lisland påpekar att maskinell röjning kräver komplettering med motormanuella insatser. Johansson (1991a) menar att stubbhöjden blir högre vid maskinell än vid motormanuell röjning. I sammanhanget skall nämnas, att Johanssons försök genomfördes i växande barrskog, vilket i viss utsträckning kan ha påverkat resultatet. I Lislands studier, som genomfördes utmed norska järnvägar, erhöles en del gagnvirke, vilket sällan är fallet vid röjning utmed väg- och järnväg i Sverige. Den maskinella röjningens trubbighet kontra den motormanuella torde också behöva relateras till aggregatstorlek.

Att vilt, i synnerhet klövvilt som älg, kan bidra till att hålla ner buskar- och träd genom betning som Lundh & Josefsson (1989), Johansson (1992a) och Bramble (1996) anser, är uppenbart på vissa växtplatser. Johansson anger en lägsta höjd för älgens betning på ungefär en halvmeter. Samtidigt som älgen bidrar till att hålla slyet nere, är den en säkerhetsrisk, i synnerhet utmed vägar. Den optimala platsen för älg utifrån röjningssynpunkt vore sannolikt intill men inte på spåret/vägen.

Organiserad betning, som den Magadlela (1995) föreslår, torde kräva stora investeringar i stängsel, men skulle eventuellt kunna fungera på någon enstaka plats, där Banverket eller Vägverket har tillgång till en större, sammanhängande inte alltför långsmal yta. Viktigt för Banverkets del är att sådan yta aldrig har kontakt med ytor som herbicidbehandlas.

Försök att med en eller flera herbicidbehandlingar generera ett stabilt, lågväxande fält- och buskskikt beskrivs av bland andra Bramble et al (1990a), Bramble & Byrnes (1982) och Dale (1987). Noteras bör, att Dales försök är genomförda i Mississippi, USA, och att Bramble et al genomfört merparten av sina försök i en kraftledningsgata i Pennsylvania, USA. De kemiska behandlingarna jämfördes med bland annat bränning och mekanisk bekämpning, men i samtliga fall var det den kemiska behandlingen eller kombinationer med kemisk behandling som gav de bästa resultaten avseende hämning av trädetablering. Kemisk bekämpning förekommer inte utmed järnvägar eller vägars sidoområden i Sverige och jämförande försök saknas (det är sannolikt heller inte aktuellt inom de närmaste åren med sådana försök).

Selektiv röjning rekommenderas av BUWAL (1999) och beskrivs av McNab (1986) och Rydberg (2000). Rydberg lyfter fram estetik och biologisk mångfald som argument för röjning. McNab (1986) talar om en medveten planering av röjningsinsatserna, vilken med stor säkerhet leder till längre röjningsintervall, förorsakat av bland annat konkurrens från kvarvarande buskar. I synnerhet ljusälskande arter torde ha svårt att utvecklas, vilket stöds av Rydberg (2000).

Selektiv röjning är närbesläktat med stubbskottsbruk och således ingen ny företeelse. Detta var en brukningsform i skogsbruket som var relativt vanlig före maskinerna och det moderna skogsbrukets intåg. I välplanerade cykler röjdes en del träd- eller buskarter med kortare eller längre intervall, i syfte att ta tillvara hela eller delar av träden och buskarna. Den selektiva röjning som Rydberg talar om skulle mycket väl kunna klassas som stubbskottsbruk.

BUWAL:s (1999) rekommenderar selektiv röjning, en rekommendation som gäller järnvägens sidoområden i hela Schweiz. Även om rekommendationer inte är styrande, kanske inte ens normgivande, får det ändå betraktas som en viktig markering från myndigheterna.

Johanssons (1992 a och b) pekar på att äldre björkar är sämre skottproducenter än yngre. Detta pekar i sin tur på att en förlängning av röjningsintervallerna inte bara är lönsam i den aktuella generationen, utan även i den kommande. Denna möjliga förlängning av röjningsintervallet åstadkoms med mekaniska metoder, till skillnad från de metoder som Geyer et al (1994) och Garant et al (1997) talar om, vilka bygger på en kombination av mekaniska och kemisk insatser. Dessa arbetar dessutom med andra trädslag, vilket också försvårar jämförelse, även om principiella slutsatser nog kunde dras i viss utsträckning. En förlängning av röjningsintervallen i björkbestånd borde inte vara så kontroversiell ur säkerhetssynpunkt för järnvägsförvaltare, så björkens relativt pyramidala kronform medför att den inte expanderar så kraftigt på bredden ut mot spår.

Både Luken (1991) och Bramble (1999) menar att kemisk vegetationsreglering bidrar till större artrikedom än mekanisk reglering i kraftledningsgata. Mekanisk röjning ger snabbt täta slyuppslag, vilka snabbt kväver många andra växter. En reflexion här är att ledningsgatan i skogsbygd sannolikt oftast ansluter till intilliggande skog, vilket gör att slyuppslagen några år efter mekanisk röjning ansluter till intilliggande skog. Järnvägen med dess spårområde och vägen med dess hårdgjorda yta utgör emellertid alltid en ljusbrunn, så den röjda järnvägs-kanten eller vägkanten möter alltid ett ljusare område åtminstone åt ett håll. Övergångsytan mellan det mer förslyade och den ljusöppna ytan har ett mikroklimat som hyser fler arter än vad som torde var fallet i kraftledningsgatorna.

Brown (1994) rekommenderar ett gynnande av fältskiktet med skötseleconomiska motiv. Brown ger inga mer långtgående råd om hur detta skall förverkligas, men mest kostnadseffektivt torde nog vara att planera för ett örtskikt i samband med ny- eller ombyggnad av järnväg- och väg samt därefter anpassa skötselregimen till detta. Ett örtartat fältskikt fördrar som regel årlig slätter.

3.8 Reglering av buskar och träd, slutsatser

- Den optimala röjningstidpunkten över året är osäker.
- Låg stubbhöjd vid röjning är effektivast.
- Röj björk med så långa intervaller som möjligt.
- Selektiv röjning har många fördelar, men röjningsmetoden kräver små aggregat.
- Betande djur som slybekämpare är bra, men passar sannolikt ej i järnvägars och vägars sidoområden.

4 UTVECKLING AV BEFINTLIGT VÄXTSAMHÄLLE

4.1 Inledning

Att försöka utveckla det ofta störda eller anlagda växtsamhälle som ansluter till väg eller bana mot ett mer stabilt, skötselintensivt tillstånd förekommer, men är inte så vanligt i driftssammanhang. Försök har gjorts i Nordamerika i framförallt kraftledningsgator. Ofta har det handlat om att gynna ett buskskikt som hämmar uppkomsten av träd eller att gynna gräs- och örter. Genom aktivering av frön i fröbank eller genom kvävegödsling har ibland mer önskade artsammansättningar erhållits.

4.2 Buskar som marktäckare hindrar trädskikt

Meilleur et al (1994) tar upp möjligheten att selektera fram buskarter och plantera in dem i syfte att fördröja succession till skogsstadium. En viktig egenskap hos dessa buskarter är god vegetativ reproduktionsförmåga. Några arter som är förekommande i Sverige nämns. Till dem som går på friska marker hör kornell (*Cornus stolonifera*) och till dem som går på torrare marker hör vit spirea (*Spirea alba*) och hallon (*Rubus idaeus*). Meilleur framhåller också vikten av att studera brynen invid ledningsgatan, då buskarterna i brynen ofta är de samma som i själva ledningsgatan.

Också Louis Varfalvy (1997) nämner vit spirea (*Spirea alba*) och kornell (*Cornus stolonifera*) som buskarter med god förmåga att bilda ett täckande buskskikt.

Landhäusser & Lieffers (1997) undersökte konkurrens av kornell (*Cornus stolonifera*) och finnros (*Rosa aciculáris*) i etableringsfas av vitgran (*Picea glauca*). Ett klart samband fanns mellan dessa buskars kolhydratförråd och deras optimala skottskjutning, vilket ger en indikation om den optimala planteringstidpunkten. Försök gjordes också med rhizomer (överjordiska utlöpare som genererar nya plantor) av olika längd från dessa buskar men rhizomens längd hade ingen betydelse för skottskjutningen.

Ett buskskikt som lämnas intakt kan gynna vissa däggdjur, exempelvis åkersorkar, som äter trädfröplantor från skuggtåliga träd under buskskiktet. Vissa trädarter kan ta lång tid på sig innan de växer igenom ett buskskikt, upp till 20 år (Berkowitz et al 1995).

Farrish et al (1997) gjorde ett försök med inplantering av örter, buskar och träd i en 30 meter bred ledningsgata i Louisiana, USA. Forskarna undersökte också om plöjning av marken före plantering skulle hämma befintliga trädarters frön att gro och gynna de inplanterade växterna. Resultatet var att konkurrensen från intilliggande skog försvårade etableringen av de nyplanterade arterna, med undantag av några (ej i Sverige förekommande) örtartade växter.

4.3 Fröbanken

Artrikedom och frömängd i fröbank minskar normalt när successionen framskrider, konstaterar Dutoit & Alard (1995). Vid restaurering av artrika, torra kalkgräsmarker är sådd i kombination med inplantering en mer gångbar metod för att återetablera floran.

Möjligheten att återetablera vissa arter i torr öländsk alvarmark med hjälp av i fröbanken vilande frön beskrivs av Bakker et al (1996). I en sedan 80 år övergiven betesmark

återfanns i fröbanken fortfarande arter som hönsarv (*Cerastium fontanum*), sandnarv (*Arenaria serpyllifolia*), vitklöver (*Trifolium repens*), bergven (*Agrostis vienalis*), vildlin (*Linum catharticum*), småfingerört (*Potentilla tabernaemontana*) och röllika (*Achillea millefolium*). Bakker et al drar slutsatsen att fröbank inte räcker för god återetablering, utan måste kompletteras med sådd och inplantering.

Surt regn (pH 3) har inte nämnvärt påverkat livsdugligheten hos fröer i fröbank i norra Sverige (Vieno et al 1993). Arter som fanns i fröbanken var bland annat björk (*Betula sp.*), nordkråkbär (*Empetrum hermaphroditum*) och fårsvingel (*Festuca ovina*).

4.4 Kvävegödsling kan påverka artsammansättning

Whitney et al (1987) rapporterar om effekter av kvävegödsling i syfte att hämma groning och utveckling av trädplantor i ledningsgata. Tre typer av försöksytor anlades. På den första avlägsnades hela växttäcket varefter den gräsbesåddes och 200 kg kväve (i form av urea, omräknad mängd) per ha påfördes. Den andra behandlas med trädherbicer och gödslades med 200 kg kväve/ha påföljande vår. På den tredje påfördes över hela ytan ett lager med fem cm avvattnat slam. Även denna tredje yta gräsbesåddes. Resultatet var att gräsväxten ökade markant och att antalet ickeönskade trädfröplantor minskade kraftigt på de två förstnämnda ytorna. Författarna garderar sig dock då ett antal störningar förekom i försöksytorna.

Kvävegödsling gynnar vissa (vilda) arter och missgynnar andra, fastslår Prescott et al (1995). Växter med litet kvävebehov slås ut av arter med större kvävebehov. Ericaceae-arter (exempelvis ljung, blåbär, lingon) missgynnas starkt av kväve.

Nitrat kan bryta gröningsvila hos många arter, antingen av egen kraft eller i kombination med andra växtfysiologiska faktorer som ljus och temperaturvariation (Pons 1989).

Spridning av urea (hög kvävehalt) studeras av West (1987) i röjt och därefter gräsbesätt område i syfte att hämma uppkomst av vedartad vegetation. Studien pågick i fem år och resultatet var att givor på i intervallet 224 och 449 kg urea per hektar hade den bästa effekten på etableringshämning av vedartade växter.

4.5 Artrikedom

Att teknisk infrastruktur ibland, trots intrånget i naturen kan bidra till den biologiska mångfalden tar Smallidge et al (1997) upp i en artikel. Sambandet mellan den goda förekomsten av blå lupin och därmed möjligheten att slå vakt om den av lupinen beroende fjärilen "Karner Blue" tillskrivs det ljusinsläpp kraftledningsgatan skapat i skogen.

Banvallar kan vara artrika inslag i stadsbilden, om vilket Andreas Grundmann (1993) vittnar när han rapporterar om 270 arter på banvallar i Zürich. Växterna kan grupperas i ståndorterna fuktiga, parkliknande och torra ruderatmarker. För att upprätthålla artrikedomen på en del av dem krävs årlig slätter med bortförsl av materialet.

I en studie av röjning i en kraftledningsgata i Pennsylvania, USA, jämförs kemisk och mekanisk bekämpning av sly med syfte att studera effekten på fjärilar (Bramble et al 1997). Slutsatsen var att varken kemisk eller mekanisk bekämpning gav väsentligt färre fjärilsarter, men att den kemiska bekämpningen resulterade i fler individer totalt. Den mekaniska

bekämpningen gav snabbt ett stort antal stubbskott från vedartade växter, vilket begränsade fjärilarnas livsutrymme.

4.6 Marktäckande örter

Vid studium av samband mellan ståndorts- och skötsel faktorer i kraftledningsgata gällande den amerikanska blå lupinen (*Lupinus perennis*) framkom att lupinen expanderade efter röjning av konkurrerande busksly. Viktigast för lupinens utbredning var ljusinstrålningen. En ljusinstrålning på mer än 65% var önskvärd för att lupinbestånden skulle bli täta och täckande (Smallidge et al 1997).

I en jämförande studie mellan kemisk och mekanisk bekämpning i ledningsgata (Bramble et al 1997) med koppling till förekomst av fjärilsarter, framkommer att samma örter finns kvar och blommar oavsett bekämpningsmetod. Kemisk bekämpning, motormanuell röjning eller manuell röjning i syfte att få bort busksly hade ungefär samma effekt på örtskiktet.

Vid kolonisering och täckning av torra, kalkhaltiga marker kan svartkämpar (*Plantago lanceolata*) vara en art som finns i fröbank och aktiveras till groningen genom nitrattillförsel (Pons 1989).

I USA finns rekommendationer om arter som kan vara lämpliga att plantera i så kallade ROW (en förkortning för Rights-of-Way, en beteckning som används för linjära stråk som bryter fram genom landskapet som kraftledningsgata, väg eller järnväg). Rekommendationerna kommer från U.S: conservation service (Brown (1995). Brown testade i ett femårigt försök hundäxing (*Dactylis glomerata*), käringtand (*Lotus corniculatus*), rödsvingel (*Festuca rubra*) och kronill (*Coronilla varia*) i syfte att se hur bra dessa konkurrerade ut vedartade växter. Hundäxingen var mest framgångsrik i att hämma träduppkomst och trädplantors utveckling.

I en äldre studie av Bramble & Byrnes (1976) i en kraftledningsgata i Pennsylvania, USA, studerades olika ört/gräs/busk- kombinationers förmåga att hämma etablering och utveckling av trädplantor. Resultatet varierade kraftigt och författarna drog slutsatsen att generaliseringar var svåra att göra (se figur 9).

Marktäckande och jordbindande förmåga studerades i ett försök i Spanien av Andreu et al (1998) med tre inplanterade buskarter (arterna ej förekommande i Sverige, men väl två av släktena). Ingen av de inplanterade buskarterna kunde konkurrera med den befintliga vegetationen vad gällde marktäckning och spridningsförmåga.

I en miljörapport från Deutsche Bahn (DB 1997) visas ett gräsbeklätt spåravsnitt. Torktåliga gräs på denna typ av ballast dämpar buller, hävdar DB.



Figur 9

Nävorna på bilden (Geranium sp) är effektiva marktäckare och har sannolikt bidragit till att hålla tillbaka vedartad vegetation. Från Hässleholms kommun, bandel vid Tockarp.

Cain (1997) redovisar försök med släktena Aster och Solidago (perenner) i USA. Försöken visar att dessa örter har god förmåga att konkurrera med andra icke önskade örter och vedartad vegetation. Allelopati (utsöndring av gröningshämmande kemikalier från en växt) nämns som tänkbar orsak. I tabell 6 nedan listas de arter i försöken som förekommer i Sverige. Flera av arterna Cain refererar förökar sig vegetativt och är känsliga för upprepad slåtter.

Tabell 6

Aster- och Solidagoarter, från Cain (1997) som förekommer odlade i Sverige. Flera av arterna saknar vedertaget svenskt namn.

Svenskt namn	Vetenskapligt namn	Maxhöjd cm	Anmärkning
-	Aster cordifolius	100	
Ljungaster	Aster ericoides	60-100	
-	Aster laevis	120-150	
-	Aster macrophyllus	60	
Luktaster	Aster novae-angliae	100-140	
-	Aster umbellatus	120	
Kanadensiskt gullris	Solidago canadensis	40-70	Odlad men också förvildad, stadd i spridning
Plymgullris	Solidago rugosa	125	

Ahern (1987) propagerar i en artikel för att mer använda sig av den naturligt förekommande vegetationen vid väggkanten. Här kan såväl ekonomiska som estetiska vinster göras, menar Ahern. Istället för att anlägga grässlånter som kräver upprepade slåtterinsatser varje växtsäsong kan befintlig och lämplig inplanterad ängsvegetation användas.

Vid anläggandet av en gräs- och örtbevuxen spårväg i Stuttgart (Blöchle 1999) styrdes fröblandningens sammansättning av den lagstiftning som reglerar naturskyddet i den tyska delstaten Baden-Württemberg (§ 29a). Frömaterialet skulle vara av sydtysk proveniens. I fröblandningen användes förutom ett antal torktåliga gräsarter och några blommande örter, bland annat käringtand (*Lotus corniculatus*), prästkrage (*Leucántemum vulgare*), kornvallmo (*Papaver rhoeas*), blåklint (*Centaurea cýanus*) och röllika (*Achillea millefolium*). Sådden genomfördes som sprutsådd med en frömängd på sex gram per m², vilket visade sig tillräckligt vid utvärdering. En 95% täckningsgrad erhöles redan första säsongen, då blåklint och vallmo blommade ymnigt. Skötseltekniskt uppstod problem vid den motormanuella slåttern (röjsåg med nylonlina) eftersom det avslagna växtmaterialet fastnade i räl-fästena och fick avlägsnas för hand för att inte åstadkomma oönskade krypsströmmar.

Lögler et al (1996) rapporterar från ett femårigt försök där slåtterns effekt på vegetatins-sammansättning studeras. Försöken genomfördes på banvall i närheten av Bodensjön i sydligaste Tyskland. Resultaten pekar redan efter tre år på en minskning av oönskade arter som björnbär (*Rubus fruticosus*), åkerfräken (*Equisetum arvense*), vass (*Phragmites australis*) och brännässla (*Urtica dioica*) på slåtrade avsnitt i jämförelse med obehandlade avsnitt. Gräsarterna utvecklas däremot bra och bildar en tätare svål.

4.7 Örnbräken

Örnbräken (*Pteridium aquilinum*) förekommer i hela Sverige i skogs- och hedmarker (figur sid 9). Den sprider sig främst genom rhizomer (underjordiska utlöpare) men även genom sporer. Örnbräken kan ofta finnas undertryckt i skog, men expandera kraftigt vid det ljusinsläpp som blir när skogen avverkas. Den växer bäst på väl-dränerade, ej blöta marker. Örnbräken har en tydlig gröningshämmande inverkan på tall (*Pinus silvestris*) och påverkar tall negativt i ungplantstadiet (Dolling 1996).

Örnbräken har hämmande effekt på etablering och utveckling av ekbestånd (*Quercus petrea* och *Quercus robur*), enligt Humphrey & Swaine (1997). Som direkt orsak till störningen nämns skuggningen av örnbräkenets stora blad sommartid och kvävningen vintertid orsakad av de vissnande bladen. Författarna garderar sig dock med att studien endast pågick två växtsäsonger.

Whitehead & Digby (1997) fastslår i en artikel att örnbräkenbestånd är mest vitala i ytterkanterna, där de expanderar. I syfte att bekämpa örnbräken bör insatser därför sättas in i ytterkanterna på beståndet

I en av sina många artiklar beskrivande olika försök i en ledningsgata i Pennsylvania (se källförteckning) USA, skriver Bramble & Byrnes (1983) om ett ris/gräs/ört-skikt med inslag av örnbräken som etablerat sig efter kemisk bekämpning 25 år tidigare. Detta lägre vegetationsskikt hämmar delvis men inte helt träd att komma upp. Bland de ris/gräs/örter som tillsammans med örnbräken etablerat sig i ledningsgatan spred sig många vegetativt, vilket författarna ansåg vara en viktig orsak till förmågan att täcka och hämma uppkomst av trädarter.

4.8 Risarter (ljungväxter och nordkråkbär)

Lannér (2000), redogör för uppföljning av risåteretablering (ett år efter anläggning) med två olika tekniker på två olika platser i norra Sverige. Rapporten talar för att få moment vid hantering samt att väl sammanhållna torvsjok med rejält mineraljordslager bidrar till bättre etablering jämfört med mindre torvsjok och fler moment. Ristaget (platsen där riset hämtas) bedöms ha betydelse för etableringsresultatet. En mer likartad solexponering- och fuktighetsgrad mellan ristag och anläggningsplats borgar för bättre etablering. Lannér vill dock gärna se en uppföljning över en längre tid för att säkerställa resultaten.

Blåbär (*Vaccinium myrtillus*), lingon (*Vaccinium vitis-idea*), odon (*Vaccinium uliginosum*) och kråkbärs (*Empetrum sp.*) inbördes påverkan på varandras tillväxt, överlevnad, grensättning och bärproduktion undersöktes av Shevtsova et al (1995). Kråkbärets tillväxt var positiv vid närvaron av andra risarter, medan lingon förlorar i inbördes konkurrens med andra risarter.

Ljung (*Calluna vulgaris*), trivs enligt Whitehead et al. (1996) bäst på näringsfattiga, sura jordar. CO₂-gödsling ökar tillväxten hos ljung, i synnerhet om ljungen står i sur, näringsfattig jord (se figur 10).



Figur 10

Ljung (Calluna vulgaris) etablerar sig med bra resultat i den sandig-grusiga växtbädden där banvallens makadambädd slutar.

Vid försök med etablering av ljung konstaterades att avbaning av matjorden ner till ett djup av c:a 40 cm hade god effekt på utmagring och ogräskontroll. Bra effekt hade också sva-velgödsling i syfte att försura jorden (Chambers et al 1996).

Prins et al (1991) konstaterar att kvävegödning inte direkt slår ut ljung och gynnar gräsarter, men ljungens stressas med minskad tillväxt och sämre reproduktion som följd. Ljungens frostkänslighet ökar också av kvävetillskott.

Nordkråkbär (*Empetrum hermaphroditum*) hämmar etablering av tall (*Pinus silvestris*). I syfte att bekämpa kråkbär har försök med ångning av marken gjorts. Resultatet var lyckat, men konstaterades vara ett dyrbart alternativ till konventionell markberedning (Zackrisson et al 1997a).

Nilsson (1994) konstaterar att nordkråkbär finns i den boreala zonen (ungefär Norrland och Värmland) och att den vid förekomst ofta dominerar i sena successionsfaser. Nordkråkbär har högst relationstal mellan överjordiska skott och underjordiskt rotsystem av Ericacéeväxterna (Ljungväxterna). De överjordiska delarna överväger starkt i relation till rotsystemet, vilket tros ha samband med bladen och allelokemikalierna (den 'giftiga' kemiska substansen) i dessa. Om brand ej inträffar har ett kråkbärsväxtsamhälle en mycket lång livslängd, och ersätts ej av grässamhälle vid skogsförnyring utan består.

Undersökning av de phytotoxiska kemikalierna hos kråkbäret över en åtta år lång period har visat att det är stora variationer i produktionen av de allelopatiska ämnena över åren och mellan skott av olika ålder. Produktionen av allelopatiska ämnen är viktig i den orege bundna regleringen av samspelet mellan kråkbäret och dess omgivning (Nilsson et al 1998).

Zackrisson et al (1997b) menar att en kombination av mossor (*Pleurozium schreiberi*), ericacéaemykorrhiza och risarter (Ljung, blåbär, lingon m. fl.) hindrar trädetablering och försvårar näringsämnens rörlighet. Detta leder till långtidseffekter som exempelvis sjunkande biomassaproduktion i trädsiktet.

Blad från blåbär (*Vaccinium myrtillus*) kan ha viss negativ inverkan på etablering av träddarter, i synnerhet lövträdsarter, menar Jäderlund et al (1996). Barrträden var mindre känsliga, i synnerhet gran (*Picea abies*) som inte visar någon nämnvärd effekt.

4.9 Utveckling av befintligt växtsamhälle, diskussion

Berkowitz et al (1995) pläderar för att lämna kvar buskar i kraftledningsgata i syfte att etablera ett tätt buskskikt, som hindrar träduppkomst och utveckling. Hämmande av träd kan ske på olika sätt, bland annat genom ljuskonkurrens från kvarvarande arter (Varfalvy 1997) och genom gynnande av trädfröätande däggdjur (Berkowitz et al 1995). Ett gynnande av ett täckande buskskikt torde vara mer kontroversiellt i järnvägars och vägars sidoområden. Här har buskarnas höjd, form och tillväxthastighet stor betydelse utifrån trafiksäkerhetsperspektiv. En växt som hallon (*Rubus idaeus*), med en maximihöjd på 1,5 meter, är ofta lämpligare än kornell (*Cornus stolonifera*) som kan få en sluthöjd på uppemot tre meter och är ganska rund i sitt växtsätt. En kombination av (låga) buskar och örter, som Farrish (1997) skriver om, torde vara det mest lämpliga i järnvägs- och vägsammanhang.

Kvävegödsling gynnar vissa arter och missgynnar andra (West 1987, Prescott 1995). Kvävegödsling i syfte att hämma vedartade växter är en åtgärd som kan vara rimlig på vissa platser, medan den på andra platser har övervägande negativa effekter. Förutsatt att det är policymässigt acceptabelt, torde kvävegödsling i syfte att stimulera gräsväxt och konkurrera ut buskar och träd kunna prövas i mindre skala.

Bland de gräs och örter som Brown (1995) undersökte, framkom att gräset hundäxing (*Dactylis glomerata*) var den art som hade bäst förmåga att konkurrera ut vedartade växter. Cain (1997) rekommenderar Aster- och Solidagoarter vid väggkanten. Växter som införs vid järnväg- eller vägsidoområde måste alltid anpassas till den tänkta växtplatsens ståndortsförhållanden, vilket gör att Browns och Cains växtförslag inte automatiskt kan tillämpas. Aster- och Solidagoarternas storlek och konkurrenskraft, samt dessa perenners robusthet, gör dem ändå intressanta för svenska förhållanden, särskilt i mer publika lägen.

Fördelen med återetablering av befintlig vegetation efter markarbeten som vägbyggen mm kontra inplantering av växtkompositioner med för platsen främmande arter (men kanske ståndortsmässigt korrekt) framhålls av Ahern (1987) och Andreau (1998). Att, med lagen som stöd, kunna föreskriva sådd med fröer av lokal/regional proveniens, som Blöchle (1999) rapporterar om, ger också det åtminstone devis lokalanpassad flora. Skapandet av gräsbesådda, parkliknande sidoområden vid väggkanten förkastas av Ahern (1987). Samtidigt är kanske gräs ofta ett skötseltekniskt ideal, som känns säkert i förvaltningsskedet. Påförsl av nedmald förna från intilliggande skog som ytskikt efter vägbygge förekommer i Finland (anonym 1999). Användande av jord- eller frömaterial från byggområdets omedelbara närhet torde kunna prövas i större utsträckning vid återställande av ban- och vägområden.

Blöchle (1999) rapporterar om problem med grässlätter i spår, något som stöds av Henze (pers. medd 1999). Förutom problem av elteknisk natur så saknas effektiva maskiner för denna typ av skötselarbete. Grässådd i spår bör av skötsel ekonomiska skäl ske med långsamväxande arter som kräver minimalt antal slättertillfällen per säsong (vegetation i spår områden ligger utanför denna studie, men tas ändå upp något då samma vegetation ofta följer med ut i sidoområdet).

Lögler (1996) rapporterar om bland annat utmattningseffekter av slätter på åkerfräken (*Equisetum arvense*) och vass (*Pragmites australis*). Att dessa två i järnvägssammanhang fruktade arter mattas genom slätter är lovvärt och torde kanske vara intressant att följa upp i Sverige.

Örnbräken (*Pteridium aquilinum*) har en gronings- och utvecklingshämmande effekt på tall (*Pinus sp*) och ek (*Quercus sp*) enligt Dolling (1996) och Humphrey & Swaine (1997). Om denna hämmande effekt talar också Bramble & Byrnes (1983). Ingen av källorna talar om någon total effekt, vilket får tolkas som att visst uppslag av träd och buskar ändå kan förekomma i örnbräkenbestånd. En viss effekt kan således erhållas. En reflexion är att selektiv, motormanuell röjning av de enstaka träduppslag som kommer i ett örnbräkenbestånd kan löna sig, jämfört med totalröjning som ger stora ljusluckor.

Bland ljungväxter (*Ericaceae-familjen*) och kråkbär (*Empetrum sp*) finns ett flertal arter som anses ha groningshämmande effekter på andra växter (Zackrisson et al 1997a m. fl.). Till dessa groningshämmande växter hör bland annat ljung (*Calluna vulgaris*), nordkråkbär (*Empetrum hermaphroditum*) och blåbär (*Vaccinium myrtillus*). Nordkråkbär kan bilda stabila, långlivade växtsamhällen. Områden dominerade av ljungväxter eller kråkbär förtjänar särskild uppmärksamhet vad gäller skötselinsatser.

Skador i ett ljung- eller kråkbärsristäcke kan repareras genom att hela sjok påförs från lämpligt tag i närheten (Lannér 2000). Denna teknik kan också tillämpas för längre sträckor, förutsatt att ristag ordnas på genomtänkt sätt.

4.10 Utveckling av befintligt växtsamhälle, slutsatser

- Träd- och buskarter med lämpligt växtsätt och storlek kan lämnas vid röjning.
- Selektiv röjning bör tillämpas i örnbräkenbestånd.
- Grässådd i och invid spår bör ske med långsamväxande arter som kräver låg slåtterfrekvens.
- Selektiv röjning bör provas där ljung- och kråkbärsarter dominerar, i syfte att skona det befintliga växttäcket.

5 FETBLADSVÄXTER – MARKTÄCKARE I TORRA MILJÖER

5.1 Inledning

Fetbladsväxter, ofta i kombination med mossor, örter och gräs är användbara som marktäckare i extremt torra miljöer (Huisman 2000). Sedumvegetation finns idag i vägmiljö på ett antal platser i Sverige, exempelvis i Jönköping, Stockholm och Helsingborg. En av de första som skriver om fetbladsväxter i vägmiljö (Sedumarter, ofta i kombination med mossor och torktåliga gräs) är Ton Stolk (1991). Försök med prefabricerade vegetationsmattor hade då pågått i några år i Nederländerna, och ansågs vara ett alternativ på platser där skötselfritt efterstävades.

Ambitionen i detta kapitel är att fokusera på frågan om riktlinjer för implementering av svagväxande vegetation på restriktionsytor i anslutning till järnvägar i tätortsmiljö.

5.2 Prefabricerade sedummattor

Henze et al (1997) framhåller den prefabricerade sedummattans bullerdämpande funktion. En bullerdämpning på fem dB(A) i spårvägsspår har uppmätts i försök, om växtbädden får löpa fram till rälskant. Författarna framhåller också vegetationsbeklädda spår som en attraktiv metod att gröngöra en större stad. Vegetationsmattors fördel ur skötselsynpunkt framhålls.

Gröngöring av spår (på tyska Gleisbettnaturierung) diskuteras av Kramer et al (1998). Moss/sedumväxtbäddar i Berlin beskrivs. En bullerdämpande effekt på 3-5 dB(A) jämfört med räls i hårdgjorda ytor (dvs asfalt) erhålls. Problem med korrosion förorsakad av likström refereras, men detta löses med hjälp av en isolerande, rotogenomtränglig folie. Författarna påpekar ett utvecklingsbehov för spårsträckor med hastigheter över 85 km/h.

Prefabricerade spårsektioner för spårvägar, där växtbädd kan byggas in har utvecklats i Tyskland, skriver Franz et al (1998). Dessa spårsektioner klarar en hastighet av maximalt 80 km i timmen (se figur 11).



Figur 11

Fetbladsväxter (Sedum sp.) koloniserar ofta karga, utsatta miljöer där andra växter inte härdat ut. Bilden är från en klippskreva på Kullaberg i Skåne.

5.3 Platsbyggda sedumväxtbäddar

Moss/sedum/gräs/ört- fröblandningar kan med fördel sprutsås med lyckat etableringsresultat (Bauder odaterad).

Eisenmann (1996) talar om en möjlig ljuddämpning på 2-4 dB(A) i spårvägsspår med gräsbesått vegetationsskikt i jämförelse med enbart makadamballast.

Ewerling (1997) har provat direktsådd av sedum på ett industrispår i utkanten av Frankfurt. Etableringen av sedumvegetationen var relativt framgångsrik. Samtidigt konstaterar författaren att skötselinsatserna för att hålla ogräset i schack blir ganska omfattande.

5.4 Fetbladsväxter – marktäckare i torra miljöer – diskussion

Direktsådd av sedumarter på plats, som Ewerling (1997) meddelar, kan vara skötselkrävande i ett etableringsstadium. Prefabricerade sedummattor (Henze et al 1997) skall i princip vara skötsel fria. Anläggningskostnaden för platsbyggd sedumvegetation är dock oftast betydligt lägre än för prefabricerat material enligt Nyström (pers. medd 2000). I spårmiljö är behovet av att avlägsna vegetationen också styrande, vilket talar för prefabricerade mattor i denna miljö. Oavsett om sedumvegetation skall platsbyggas eller prefabriceras, är uppbyggnaden av växtbädden mycket viktig att beakta.

Hastighetsuppgifterna på etableringsmöjligheter för sedum (Kramer et al 1998, Henze et al 1997) gäller etablering av vegetation i spåret eller i spårets omedelbara närområde. Någon uppgift om exakt avstånd ges ej av författarna.

Bullerdämpningseffekten av ett moss/sedum- eller grässkikt meddelas av Henze et al (1997), Kramer et al (1998) och Eisenmann (1996). En dämpningseffekt på mellan två och fem dBA anges i jämförelse med hårdgjord yta. Att vegetation har en bullerdämpande effekt i horisontalplanet synes belagt, då uppgifter om motsatsen saknas. Växtbädden i sin helhet bidrar förvisso till den bullerdämpande effekten men noteras bör att de citerade författarna här endast tar upp moss-sedum och gräsfältskikt, ej växtbädden i sin helhet.

Skötseltekniskt är prefabricerad sedummatta överlägsen den platsbyggda. Platsbyggd sedumvegetation är i sin tur överlägsen gräs, då gräs kräver slätter. Teknik saknas idag för effektiv slätter i spårmiljö.

5.5 Fetbladsväxter – marktäckare i torra miljöer, slutsatser

- Vegetation på banvallen dämpar buller i spårmiljö.
- Prefabricerade sedummattor är överlägsna platsbyggt material i spårmiljö
- Prefabricerade sedummattor kan med idag känd etableringsteknik ej användas där tåghastigheten överskrider 80 km/h.

6 KEMISK BEKÄMPNING OCH ICKEKEMISK BEKÄMPNING, NÅGRA JÄMFÖRELSE

6.1 Inledning

Detta kapitel kan synas irrelevant då det till stor del handlar om kemiska bekämpningsmetoder, vilka ju inte är aktuella utmed järnväg- och väg i Sverige. De kemiska bekämpningsmetoderna jämförs i litteraturen ofta med de mekaniska metoderna, varför dessa artiklar ändå ger viss värdefull information. Ett fullständigt utelämnande av all rapportering om kemisk bekämpning skulle inte ge rättvisa åt ämnesområdet.

Torstensson (1987) redogör i ett frågesvar till UIC för de vanligaste växterna och deras förekomst i banvallar. Åkerfräken (*Equisetum arvense*), vitmåra (*Galium boreale*) och gulmåra (*Galium verum*) utpekas som särskilt svåra, då dessa örter är relativt okänsliga för herbicider.

6.2 Jämförelser mellan kemiska och ickekemiska bekämpningsmetoder

Miller et al (1999) redovisar en undersökning där effekten av herbicidbehandling elva år efter behandlingen utvärderades med avseende artsammansättning, artrikedom och frekvens av örter. Försöksplatsen var en tallskog (*Pinus sp.*) i Georgia, USA. Herbicidbehandlingen påverkade inte artrikedomen eller diversiteten i någon större utsträckning, men kunde, beroende på val av herbicid (sex olika herbicider testades) ändra själva artammansättningen.

Wagner & Rogozynski (1994) rapporterar om en jämförelse mellan diverse olika kemiska bekämpningsmetoder och manuell röjning, samt manuell röjning i kombination med påstrykning av herbicid på stubbe. Studien var skogsbruksinriktad och försöksväxt var en amerikansk lönnart (*Acer macrophyllum*) som bekämpades i ett skogsbestånd. I studien ingick även manuell röjning kombinerad med påstrykning på stubben. Den kemiska bekämpningen i kombination med påstrykning var den effektivaste metoden.

En undersökning gjordes av Nickerson (1992), för att påvisa skillnad i påverkan på en våtmark vid mekanisk röjning kontra herbicidbehandling (Massachusetts, USA). Målen med undersökningen var dels att se vilken teknik som hade lägsta miljöpåverkan och dels vilken teknik som bäst slog ut den oönskade vegetationen. Ingen tydlig påverkan på våtmarksmiljön konstaterades med någon av teknikerna. Rester av oljor återfanns i förnan medan inga rester efter herbicider kunde spåras. Påverkan på djurlivet var något högre med herbicidspridning.

Johnstone (1990) rapporterar från en jämförelse mellan glyfosfatbehandling (Roundup) och konventionell röjning relaterat till olika miljöfaktorer. Johnstone konstaterar att glyfosfaten är säkrare för arbetaren, då utföraren är välutbildad samt att det är det mindre slitsamt att spruta (från ryggspruta) än att köra motorsåg och röjsåg. Glyfosfatbehandlingen skapar enligt Johnstone ett mer diversifierat växtsamhälle i förhållande till röjningen, då röjningen snabbt resulterar i nya uppslag av stubb- och rotskott från befintliga träd- och buskar. Upprepade glyfosfatbehandlingar bidrog till etablering av gräs, örter och buskar, som producerar bär och annan föda som i sin tur gynnar djurlivet. Kostnaderna för glyfosfatbehandling är sammantaget lägre än de för mekanisk röjning.

Breedlove et al (1991) jämför kostnaden för kemisk och mekanisk bekämpning av träd- och buskar. Försöket genomfördes på en järnvägssträcka i Indiana, USA. Resultatet blev att den kemiska bekämpningen var kostnadseffektivare. En längre cykel för bekämpningsinsatser erhöles vid kemisk bekämpning.

Porteck et al (1995) rapporterar om en jämförelse mellan kemisk och manuell reglering av ickeönskade (träd) arter i ledningsgata. Träden i ledningsgatan delades in två klasser, önskade (långsamväxande, maximalt tio meter sluthöjd, önskad kronform) och snabbväxande, potentiellt höga arter. Kemisk bekämpning med selektiva herbicider gav bäst resultat.

Lund-Höje (1998b) rapporterar också om försök med röjning kombinerat med kemisk bekämpning, i syfte att reglera lövträd utmed banan. I försöksserien ingick fyra olika försökskoncept:

- Enbart röjning utan stubbehandling.
- Röjning omedelbart följt av kemisk stubbehandling (medan snötäcket låg kvar).
- Röjning med stubbehandling sedan snön smält undan.
- Stambehandling med yxa som applicerade sprutvätskan direkt i träden.

Lund-Höje konstaterar, att enbart manuell röjning hade mycket liten effekt, då nya skott i stor mängd bröt fram efter kort tid. De kemiska metoderna hade allesammans ett bra utfall. Valet av metod beror bland annat på faktorer som röjningstidpunkt och dimension på det behandlade trädet.

6.3 Jämförelser mellan några kemiska och ickekemiska bekämpningsmetoder, diskussion

Nickerson (1992) och Miller (1999) rapporterar båda om biologiska effekter på biotop- respektive artsammansättning, och finner båda att någon negativ påverkan ej skett. I Millers fall hade elva år förflutit efter den kemiska behandlingen, vilket nog måste betecknas som en relativt lång tid. Nickerson kommer till slutsatsen att våtmarksmiljön inte påverkats tydligt av RoundUp, men medger att djurlivet påverkats i negativ riktning. I Nickersons försök hittades oljerester i miljön, något som dock kan härledas till arbetsmetodik och hantering av maskiner. En viktig poäng är, att även mekaniska metoder kan ha sina negativa miljökonsekvenser.

I flera av de refererade försöken (Porteck et al 1995, Lund-Höje 1998b, Wagner et al 1994 mfl) blir slutsatsen att kemisk bekämpning är effektivast. Breedlove (1991) kommer fram till att kemisk bekämpning är billigare än mekanisk och ger längre röjningscykler. Slutsatserna om de kemiska metodernas effektivitet och kostnad är säkert oklanderliga, och lönar sig först att diskutera om andra parametrar än de i undersökningarna förekommande förs in i diskussionen. Den dag kemisk bekämpning skulle aktualiseras inom järnvägars och vägars sidoområden, finns all anledning att studera resultaten från olika jämförelser mellan kemisk och mekanisk röjning.

6.4 Jämförelser mellan några kemiska och ickekemiska bekämpningsmetoder, slutsatser

- Om kemisk bekämpning aktualiseras finns mycket kunskap att hämta från jämförande studier i kraftledningsgator.
- Kemisk bekämpning är effektivare än mekanisk bekämpning.

7 BIOLOGISK BEKÄMPNING MED *CHONDROSTEREUM PURPUREUM*

7.1 Inledning

Chondrostereum purpureum är en svamp, som på svenska heter purpurskinn. Den kan ge upphov till silverglans, en svampsjukdom som gör att bladen på vissa plommon, äpple och körsbär får en mattgrön bly- eller silverfärg (Nilsson et al 1985).

Svampen har på senare år uppmärksammats på flera håll ute i världen, som tänkbar biologisk bekämpare syftande till att begränsa skottskjutning hos lövträd.

7.2 Några steg i utvecklingen av *Chondrostereum purpureum* som ett tänkbart biologiskt biologisk bekämpningsmedel

De Jong (2000) berättar om utvecklingen av *C. purpureum* som bakgrund till lanseringen av Biochon, ett biologiskt bekämpningsmedel baserat på isolat av svampen. Biochon skall användas till att bekämpa stubbskottsskjutning i lövskog. De Jong refererar till test gjorda i Nederländerna och Schweiz, som säger att svampen infekterar endast via öppna sår. Biochon är inte registrerat ännu. Registreringen väntas bli en kostsam och utdragen process. Biochon planeras att lanseras över hela världen.

Gosselin et al (1999) rapporterar från en undersökning syftande till att se *C. purpureum*'s spridning utanför tänkta mål. Något samband med silverglans på träd nära försöksområdet, och behandlingen av stubbar med *C. purpureum* kunde inte fastställas. Sjukdomen var sannolikt naturligt förekommande i området där den angripit träd utanför målområdet. Kontrollen genomfördes med hjälp av molekylära markörer, som kunde spåra isolatet vilket användes i försöket.

Wall et al (1996) har jämfört olika naturligt förekommande isolat av *C. purpureum* med avseende på giftighet i förhållande till värdväxt och variationer av giftighet inom familjer. I länder där *C. purpureum* är naturligt förekommande bedöms det ofarligt att introducera andra giftiga isolat av svampen från samma kontinent.

7.3 Försök med *Chondrostereum purpureum* på lövträdsstubbar

Spaeth (1994) rapporterar om möjligheten att bedriva biologisk bekämpning av glanshagg (*Prunus serotina*) i Berlin med svampen *C. purpureum*. Mycel från svampen applicerades på framröjd stubbe med gott resultat. Ett rejält säkerhetsavstånd till plantskolor där träd- eller fruktodling förekommer rekommenderas, sannolikt minst fem kilometer. Spaeth nämner också att svampen redan tidigare prövats i Nederländerna.

Jobidon (1998) rapporterar från försök där glyfosat applicerat på stubbar jämförs med applicering av *C. Purpureum*, i syfte att se effekten på skottskjutning från stubben. Resultatet visar att svampen inte har samma förmåga att förhindra stubbskottsskjutning som glyfosat, men att den långsamt dödar de utvecklade skotten. Försöken genomfördes på två trädslag, pappersbjörk (*Betula papyrifera*) och amerikansk körsbärshagg (*Prunus pensylvanica*). En tydlig skillnad kunde avläsas i verkningsgraden på de båda trädslagen, vilket tolkas som att svampinfektionen behöver designas efter art. Jobidon noterar att svampen är naturligt förekommande i Quebec, där försöken genomfördes.

Dumas et al (1997) rapporterar från en jämförande studie mellan herbicidbehandling och infektion med svampen *C. purpureum* på hybridasp (*Populus tremuloides*) och två amerikanska poppelarter. Svampen applicerades inom 15 minuter efter det att stubben sågats av och röjningshöjden var 15 cm. Fyra olika tidpunkter för behandling testades, men tiden på året visade sig sakna betydelse avseende skottskjutning, antal skott per stam, antal döda skott och maximal skotthöjd. Svampbehandlingen hade viss effekt, nämligen minskad skottskjutning, ökad dödlighet av skott, men var ej övertygande, enligt Dumas et al.

Harper et al (1999) rapporterar om biologisk bekämpning av stubbskott och rotskott på hybridasp (*Populus tremuloides*) och al (*Alnus viridis ssp sinuata*) med *C. purpureum*. Biologisk bekämpning med svamp gav bättre resultat än enbart röjning, men hade långt ifrån full effekt. Ytterligare minskning av stubb- och rotskott förväntas när svampen fortsätter att infektera slyet kommande år. Resultatet var väsentligt bättre på al än asp, vilket stärker teorierna att *C. purpureum* har varierande påverkan på olika arter.

Pitt et al (1999) rapporterar om *C. purpureum*'s effekt på hasselal (*Alnus rugosa*), rödlönn (*Acer rubrum*) och hybridasp (*Populus tremuloides*). Två isolat (samma svamp, men från olika platser) provades. Svampen hade effekt på samtliga trädslags stubb- och rotskottsskjutning. Det ena isolatet av svampen reducerade aspens rotskottsskjutning med 88% jämfört med kontroll. Svampen applicerades inom 5 min efter röjning.

En kommersialisering av *C. purpureum* har varit på gång i USA och Canada. Förbättring av giftigheten, framställningsproceduren och integrationen med andra metoder talar för *C. purpureum* där kemisk bekämpning ej är tillåten, menar Pitt et al.

Becker et al (1999) rapporterar från en studie av infektionsgraden av *C. purpureum* på två nordamerikanska växtplatser. Infektionsgraden mättes fyra månader efter applicering. Såväl värdering genom genetisk analys som morfologiska (det vill säga fysisk påverkan på växten) bedömningar gjordes. Behandlingen minskade stubbskottsskjutningen hos de undersökta träden. Slutsatsen i studien var, att för en lyckad biologisk kontroll fordras att infektionens omfattning måste maximeras gentemot varje art som skall bekämpas, vilket fordrar mer forskning på appliceringsteknik och val av isolat av *C. purpureum*.

Conlin et al (2000) rapporterar om utveckling av *C. purpureum* och effekter av svampen på stubb- och rotskottsskjutning på hybridasp (*Populus tremuloides*). Åtta olika isolat av svampen provades. Tre år efter infektion med svampen på röjda stubbar konstateras att aspen hämtar sig starkt via rotskott och stubbskott och ingen signifikant effekt uppnås jämfört med kontrollrutor. De behandlade individerna visar kraftigt ökad dödlighet vid moderstubbarna, men skotttätheten minskar inte p.g.a. ökad rotskottsskjutning.

Gosselin & Jobidon (1995) rapporterar från en undersökning om svampen *C. purpureum*'s effekt att hämma stubbskottsskjutning hos lövträd vanliga i ledningsgator i Nordamerika. Resultatet var att svampens stubbskottshämmande effekt var god, ibland upp emot 100 %.

7.4 Biologisk bekämpning med *Chondrostereum purpureum*, diskussion

Resultaten rörande *C. purpureum*'s effekt att hämma stubbskottsskjutning hos lövträd varierar. Emedan Jobidon & Gosselin (1995) talar om nästan total effekt, så finns andra rapportörer (Dumas et al 1997, Jobidon 1998, Harper et al 1999) som hävdar att effekten är långt ifrån hundra procentig. Resultaten från bland annat Jobidon (1998) och Pitt et al (1999) visar också tydligt att svampens förmåga att hämma stubbskottsskjutning varierar mellan olika trädarter. Conlin et al (2000) rapporterar att effekterna på hybridasp är

nedslående, vilket tillsammans med de övriga resultaten tydligt talar för att *C. purpureum*s verkan är artspecifik relaterat till behandlad stubbe. En reflexion är att hybridasp (*Populus tremuloides*), liksom vanlig asp (*Populus tremula*) är oerhört svårbekämpade på grund av sin rotskottsskjutningsförmåga. Möjligen kan en kombination mellan svampbehandling och andra mekaniska metoder vara värd att pröva vid bekämpning av asp.

De Jong (2000) rapporterar att *C. purpureum* testats också i Europa. En lansering av svampen som biologiskt bekämpningsmedel är förestående. Att detta inte utgör stor fara för andra växter stöds av Gosselin et al (1999) och Wall et al (1996). Att svampen i något isolat är naturligt förekommande på den kontinent där den används, sägs vara legitimerande för dess användning inom biologisk bekämpning. Samtidigt bidrar varningar som de av Spaeth (1994) till eftertanke. Säkerligen måste säkerhetsavstånd hållas till kommersiella fruktodlingar och kanske även till privatträdgårdar. Det avstånd som Spaeth förebådar bör dock kunna minskas åtminstone gällande privatträdgårdar, om biologisk bekämpning med *C. purpureum* skall vara meningsfull att pröva.

7.4 Biologisk bekämpning med *Chondrostereum purpureum*, slutsatser

- Biologisk bekämpning med *C. purpureum* har viss effekt på lövträd.
- *C. purpureum*s effekt kan variera beroende av vilken (träd)art som infekteras.
- Säkerhetsavstånd till fruktodlingar måste finnas vid biologisk bekämpning med *C. purpureum*.

8 KÄLLFÖRTECKNING

Skriftliga källor

Ahern, J. F. 1987. The establishment and maintenance of wildflowers and native woody plants in highway landscape. In: Fourth Symposium on Environmental Concerns in Rights-of Way Management. Ed: Byrnes, W. R. & Holt, H. A. Indianapolis.

Andreu, V., Rubio, J. L., Gimeno-García, E. & Llinares, J. V. 1998. Testing three Mediterranean shrub species in runoff reduction and sediment transport. Soil and Tillage Research, 45:441-454.

Arner, D.H., Glover, J.D., Hartley, D.R., & Huntley, J.C. 1987. Vegetation changes on a Rights-of-Way after repetitions of different management treatments. In: Fourth Symposium on Environmental Concerns in Rights-of Way Management. Ed: Byrnes, W. R. & Holt, H. A. Indianapolis.

Bakker, J. P., Bakker, E. S., Rosén, E., Verweij, G. L. & Bekker, R. M. 1996. Soil seed bank composition along a gradient from dry alvar grassland to *Juniperus* schrubland. Journal of Vegetation Science, 7:165-176.

Bauder. Odaterad. Bauder Anspritzbegrünung – wir begrünen und pflegen für Sie. Företagspresentation/reklamblad.

Becker, E. M., Ball, L. A., Dumas, M. T., Pitt, D. G., Wall, R. E. & Hintz, W. E. 1999. *Chondrostereum purpureum* as a biological control agent in forest vegetation management. III. Infection survey of a national field trial. Canadian Journal of Forest Research, 29:859-865.

Bell, F. W., Pitt, D. G., Morneault, A. E. & Pickering, S. M. 1999. Response of Immature Trembling Aspen to Season and Hight of Cut. Northern Journal of Applied Forestry, 16 (2):108-114.

Berkowitz, A. R., Canham, C. D. & Kelly, V. R. 1995. Competition vs. facilitation of tree seedling growth and survival in early successional communities. Ecology, 76 (4):1156-1168.

Below, M. 1998. Weed Control Strategy of DB AG – Changes since 1997. Berlin. Stencil.

Blöchle, K. 1999. Begrünung einer Gleistrasse. Neue Landschaft, 3:153-162.

Bramble, W. C. & Byrnes, W. R. 1972. A Long-term Ecological Study Of Game Food and Cover On a Sprayed Utility Right-of-Way. Research bulletin, 885:1-20.

- Bramble, W. C. & Byrnes, W. R.** 1976. Development of stable, low plant cover on a utility right-of-way. In: Symposium on Environmental Concerns in Rights-of-Way Management. Mississippi State University, USA.
- Bramble, W. C. & Byrnes, W. R.** 1982. Development of Wildlife Food and Cover on an Electric Transmission Rights-of-Way Maintained by Herbicides: A 30-Year Report. Department of Forestry and natural Resources. Purdue university. Indiana.
- Bramble, W. C. & Byrnes, W. R.** 1983. Thirty years of research on development of plant cover on an electric transmission right-of-way. *Journal of Arboriculture*, 9 (3):67-74.
- Bramble, W. C., Byrnes, W. R. & Hutnik, R. J.** 1990. Resistance of plant cover types to tree seedling invasion on an electric transmission right-of-way. *Journal of Arboriculture*, 16 (5):130-135.
- Bramble, W. C., Byrnes, W. R., Hutnik, R. J. & Liscinsky, S. A.** 1996. Interference factors responsible for resistance of forb-grass cover types to tree invasion on an electric utility right-of-way. *Journal of Arboriculture*, 22 (2):99-105.
- Bramble, W. C., Yahner, R. H. & Byrnes, W. R.** 1997. Effect of herbicides on butterfly populations of an electric transmission right-of-way. *Journal of Arboriculture*, 23 (5):196-206.
- Bramble, W. C., Yahner, R. H. & Byrnes, W. R.** 1999. Effect of herbicide maintenance of an electric transmission line right-of-way on butterfly populations. *Journal of Arboriculture*, 25 (6):302-310.
- Breedlove, D. A., Holt, H. A., Parker, G. R. & Sheahan, T. F.** 1991. Comparing the Long Term Effects of Chemical and Mechanical Brush Control. *American Railway Engineering Association Bulletin*, 733 (92):368-370.
- Brown, D.** 1994. The development of woody vegetation in the first 6 years following clear-cutting of a hardwood forest for a utility right-of-way. *Forest Ecology and Management*, 65:171-181.
- Brown, D.** 1995. The impact of species introduced to control tree invasion on the vegetation of an electrical utility right-of-way. *Canadian Journal of Botany*, 73:1217-1228.
- Buckley, G. P., Howell, R., Watt, T. A., Ferris-Kaan, R. & Anderson, M. A.** 1997. Vegetation succession following ride edge management in lowland plantations and woods. 1. The influence of site factors and management practices. *Biological Conservation*, 82:289-304.
- BUWAL.** 1999. Ausgewählte Verfahren zur Vegetationskontrolle auf Bahnanlagen. *Umwelt-Materialien*, 108. Umweltgefährdende Stoffe / Gewässerschutz. Bern.

- Cain, N. P.** 1997. Old Field Vegetation for Low Maintenance Highway Rights-of-Way. The Sixth Symposium on Environmental Concerns in Rights-of Way Management. Ed: Williams, J. R., Goodrich-Mahoney, J. W., Wisniewski, J. R. & Wisniewski, J. New Orleans.
- Chambers, B. J., Cross, R. B. & Pakeman, R. J.** 1996. Recreating lowland heath on ex-arable land in the Breckland Environmentally Sensitive Area. *Aspects of Applied Biology*, 44:393-400.
- Conlin, T., Harper, G. J. & Comeau, P. G.** 2000. Evaluation of the Effectiveness of *Chondrostereum purpureum* for the Control of Mechanically Brushed Trembling Aspen (*Populus tremuloides* Michx.) Suckers in a 2-year-old Conifer Plantation: Third-year Results (MOF EP 1135.05). Extension Note. 49. Ministry of Forests Research Program. British Columbia, Canada.
- Crawley, J.** 1999. Vegetation Control in Eastern Electricity. *Arboricultural Journal*, 23:177-184.
- Dannenber, H., Levkow, I. & Schilling, R.** 1996. Vegetationsschnitt an Eisenbahnstrecken. *Eisenbahningenieur*, (47) 2: 60-64.
- DB.** 1997. Environmental Report 1997. Deutsche Bahn AG. Berlin.
- De Jong, M.** 2000. The BioChon story: deployment of *Chondrostereum purpureum* to suppress stump sprouting in hardwoods. *Mycologist*, 14 (2):58-62.
- Dolling, A.** 1996. *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn. Ecology and Interference Effects on Regeneration of Hemiboreal Forests in Southern Sweden. *Acta Universitatis Agriculturae Sueciae. Silvestria* 13. ISSN 1401-6230. SLU. Umeå.
- Dumas, M. T., Wood, J. E., Mitchell, E. G. & Boyonoski, N. W.** 1997. Control of Stump Sprouting of *Populus tremuloides* and *P. grandidentata* by Inoculation with *Chondrostereum purpureum*. *Biological Control*, 10:37-41.
- Dutoit, T. & Alard, D.** 1995. Permanent seed banks in chalk grassland under various management regimes: their role in the restoration of species-rich plant communities. *Biodiversity and Conservation*, 4:939-950.
- Eberle, & Bunke, .** 1998. Bewertung und Entwicklung von Methoden zur Vegetationskontrolle im Gleisbereich – Projektbegleitung mit Akteurskonferenzen. Öko-Institut e. V. Freiburg, Tyskland. Stencil.
- Eisenmann, J., Mattner, L. & Stahl, W.** 1996. Das Rasengleis für Stadtbahnen. *Eisenbahningenieur*, 47:48-56.
- Farrish, K. W., Rowell, C. E. & Dyer, J. M.** 1997. Trial Plantings of Perennial Plants on Electric Transmission Line ROWS in North Louisiana. In: The Sixth Symposium on

Environmental Concerns in Rights-of Way Management. Ed: Williams, J. R., Goodrich-Mahoney, J. W., Wisniewski, J. R. & Wisniewski, J. New Orleans.

Franz, J., Schiering, G., Genrich, W. & Worf, W. 1998. Stahlbeton-Fertigteile-Gleisroste für Strassenbahnen. *Eisenbahningenieur*, 49:68-69.

Finch, K. E. & Shupe, S. D. 1997. Nearly Two Decades of Integrated Vegetation Management on Electric Transmission Rights-of-Ways. In: The Sixth Symposium on Environmental Concerns in Rights-of Way Management. Ed: Williams, J. R., Goodrich-Mahoney, J. W., Wisniewski, J. R. & Wisniewski, J. New Orleans.

Garant, Y., Domingue, J. & Gauthier, F. 1997. Effectiveness of Tree Vegetation Control Methods in Establishing Compatible Plant Species in Powerline Rights-of-Way in Northeastern Québec. In: The Sixth Symposium on Environmental Concerns in Rights-of Way Management. Ed: Williams, J. R., Goodrich-Mahoney, J. W., Wisniewski, J. R. & Wisniewski, J. New Orleans.

Garburg, E. 1978. Begrünungsmassnahmen der Deutschen Bundesbahn mit dem Siedlungsverband Ruhrkohlenbezirk an den Eisenbahnstrecken im Ruhrgebiet. *Allgemeine Forstzeitschrift*, 30:844-848.

Garburg, E. & Kuipers, R. 1998. Verkehrssicherungspflicht und Grün an der Bahn. *Eisenbahningenieur*, (49) 5.

Gosselin, L. & Jobidon, R. 1995. Biological control of deciduous tree species rights-of-way by the fungus *Chondrosterium purpureum* (Pers. ex Fr.) Pouz. *FRI Bulletin*, 192:243-245.

Gosselin, L., Jobidon, R. & Bernier, L. 1999. Biological Control of Stump Sprouting of Broadleaf Species in Rights-of-Way with *Chondrosterium purpureum*: Incidence of the Disease on Nontarget Hosts. *Biological Control*, 16:60-67.

Grundmann, A. 1993. Vegetation der Wiesen Bahnböschungen in der Stadt Zürich. *Berichte des Geobotanischen Institutes der ETH, Stiftung Rübel*, 59:79-105.

Geyer, W. A., Naughton, G. G., Long, C. E., Bruckerhoff, D. N. & Rowland, J. J. 1994. Woody vegetation control on utility rights-of-way in eastern Kansas: 1. Management techniques. *Journal of Arboriculture*, 20 (5):282-286.

Harper, G. J., Comeau, P. G., Hintz, W., Wall, R. E., Prasad, R. & Becker, E. M. 1999. *Chondrosterium purpureum* as a biological control agent in forest vegetation management. II. Efficacy on Sitka alder and aspen in western Canada. *Canadian Journal of Forest Research*, 29:852-858.

Henze, J., Kramer, E., Rudolf, W. & Siemsen, M. 1997. Grüne Gleisbetten. *Bundes Bau Blatt*, 9:652-655.

- Hett, J. & Baumert, J.** 1987. Alternative rights-of way vegetation management comparisons in western Washington, USA. In: Fourth Symposium on Environmental Concerns in Rights-of Way Management. Ed: Byrnes, W. R. & Holt, H. A. Indianapolis.
- Humphrey, J. W. & Swaine, M. D.** 1997. Factors affecting the natural regeneration of *Quercus* in Scottish oakwoods. I: Competition from *Pteridium aquilinum*. *Journal of Applied Ecology*, 34:577-584.
- Huisman, M., Gunnarsson, A. & Schroeder, H.** 1998. Ogräskonkurrerande vegetation. Rapport 234. Institutionen för lantbruksteknik, avdelningen för park- och trädgårdsteknik. Alnarp.
- Huisman, M.** 2000. Örter och gräs i trafikmiljöer. Utemiljö 3/2000. Red: Schmidtbauer, P. Lund.
- Jobidon, R.** 1997. Stump height effects on sprouting of mountain maple, paper birch and pin cherry – 10 year results. *The forestry chronicle*, 73 (5):590-595.
- Jobidon, R.** 1998. Comparative Efficacy of Biological and Chemical Control of the Vegetative Reproduction in *Betula papyrifera* and *Prunus pensylvanica*. *Biological Control*, 11:22-28.
- Johansson, T.** 1987. Development of Stump Suckers by *Betula pubescens* at Different Light Intensities. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 2:77-83.
- Johansson, T.** 1993. Seasonal Changes in Contents of Root Starch and Soluble Carbohydrates in 4-6-year old *Betula Pubescens* and *Populus tremula*. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 8:94-106.
- Johansson, T.** 1991 a. Sprouting of European aspen, pubescent birches, and damage to Norway spruce and Scots pine following mechanical and brush saw cleaning. *Studia Forestalia Suecica*, 186.
- Johansson, T.** 1991 b. Sprouting Ability of Two-year-old *Betula pendula* Stumps Exposed to Different Light Intensities During Five Years. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 6:509-518.
- Johansson, T.** 1992 a. Sprouting of 2- to 5-year-old *Betula pubescens* in relation to felling time. *Forest Ecology and Management*, 53:283-296.
- Johansson, T.** 1992 b. Sprouting of 2- to 5-year-old *Betula pubescens* Ehrh. and *Betula pendula* Roth. in relation to stump height and felling time. *Forest Ecology and Management*, 53:263-281.
- Johansson, T.** 1998. Seasonal changes in contents of root starch and soluble carbohydrates in young *Alnus incana* and *Alnus glutinosa*. Institutionen för skogsproduktion. Rapport 44. ISSN 0348-7639. SLU. Uppsala.

Johnstone, R. A. 1990. Vegetation management: mowing to spraying. *Journal of Arboriculture*, 16 (7):186-189.

Johnstone, R. A. 1997. Vegetation management with environmental stewardship. In: *The Sixth Symposium on Environmental Concerns in Rights-of Way Management*. Ed: Williams, J. R., Goodrich-Mahoney, J. W., Wisniewski, J. R. & Wisniewski, J. New Orleans.

Josefsson, R. & Lundh, J-E. 1989. Björk och asp i barrskog. Skötselråd för alla beståndsdelar. Institutionen för skogsproduktion. Rapport 25. ISSN 0348-7636. SLU. Garpenberg.

Jäderlund, A, Zackrisson, O. & Nilsson, M-C. 1996. Effects of bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.) litter on seed germination and early seedling growth of four boreal tree species. *Journal of Chemical Ecology*, 22 (5):973-986.

Kays, J. S. & Canham, C. D. 1991. Effects of Time and Frequency of Cutting on Hardwood Root Reservers and Sprout Growth. *Forest Science*, 37 (2):524-539.

Kramer, E., Rudolf, W. & Siemsen, M. 1998. Vegetation in Gleisbett. Wege zu einem Paradigmenwechsel. *Gleisbett-Naturierung*. Humboldt Spektrum, 3:56-62.

Kyläkorpi, L. & Gärdenäs, S. 1997. Effects of the Transmission System on Biodiversity in Sweden. In: *The Sixth International Symposium on Environmental Concerns in Rights-of -Way Management*. Ed: Williams, J. R., Goodrich-Mahoney, J. W., Wisniewski, J. R. & Wisniewski, J. New Orleans.

Landhäusser, S. M. & Lieffers, V. J. 1997. Seasonal Changes in Carbohydrate Storage and Regrowth in Rhizomes and Stems of Four Boreal Forest Shrubs: Applications in *Picea glauca* Understorey Regeneration. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 12:27-32.

Lanner, J. 2000. Bedömning av risåteretablering. Institutionen för lantbruksteknik. Avdelningen för park- och trädgårdsteknik. SLU. Alnarp. Stencil.

Lisland, T. 1996. Metoder for hogst og rydding langs sporet. Delrapport 1. NISK. Seksjon 3. Ås.

Lisland, T. 1997. Metoder for hogst og rydding langs sporet. Delrapport 2. NISK. Seksjon 3. Ås.

Luken, J. O., Hinton, A. C. & Baker, D. G. 1991. Assessment of Frequent Cutting as a Plant-Community Management Technique in Power-Line Corridors. *Environmental Management*, 15 (3):381-388.

Lund-Høie, K. 1998a. Ulike tiltak mot nålevegetasjon langs jernbanelinje. Delrapport nr. 4 vedrørende prosjektet *Vegetasjonskontroll langs jernbanen*. Planteforsk. Ås.

- Lund-Høie, K.** 1998b. Stubbehandling kontra atammebehandling av lauvtrær. Sluttrapport fra demonstrasjonsfelt ved pkt. 68800, Tronga, Østre linje. Planteforsk. Ås.
- Lögler, G., Stolper, E. & Röhlig, C.** 1997. Vegetationskontrolle im Gleisbereich. Eisenbahningenieur, 48 (8):16-20.
- Magadlela, A. M., Dabaan, M. E., Bryan, W. B., Prigge, E. C., Skousen, J. G., D'Souza, G. E., Arbogast, B. L. & Flores, G.** 1995. Brush Clearing on Hill Land Pasture with Sheep and Goats. Journal of Agronomy and Crop Science, 174:1-8.
- McNab, A.** 1986. Trees and trains. Arboricultural Journal, 10:331-339.
- Meilleur, A, Véronneau, H. & Bouchard, A.** 1994. Shrub Communities as Inhibitors of Plant Succession in Southern Quebec. Environmental Management, 18 (6):907-921.
- Miller, J. H., Boyd, R. S. & Edwards, M. B.** 1999. Floristic diversity, stand structure, and composition 11 years after herbicide site preparation. Canadian Journal of Forest Research, 29:1073-1083.
- Nickerson, N. H.** 1992. Impacts of vegetation management techniques on wetlands in utility rights-of-way in Massachusetts. Journal of Arboriculture, 18 (2):102-107.
- Nilsson, B., Pettersson, M-I., Tunblad, B. & Åkesson, I.** 1985. Trädgårdens växtskydd, sid:177. LTs förlag. Stockholm.
- Nilsson, M-C.** 1994. Separation of allelopathy and resource competition by the boreal dwarf shrub *Empetrum hermaphroditum* Hagerup. Oecologia, 98:1-7.
- Nilsson, M-C., Gallet, C. & Wallstedt, A.** 1998. Temporal variability of phenolics and batasin-III in *Empetrum hermaphroditum* leaves over an eight-year period: interpretations of ecological funktion. OIKOS, 81:6-16.
- Nowak, C. A., Abrahamson, L. P. & Raynal, D. J.** 1993. Powerline corridor vegetation management trends in New York State: Has a post-herbicide era begun? Journal of Arboriculture, 19(1):20-26.
- Pitt, D. G., Dumas, M. T., Wall, R. E. Thompson, D. G., Lanteigne, L., Hintz, W. E., Sampson, G. & Wagner, R. G.** 1999. *Chondrosterium purpureum* as a biological control agent in forest vegetation management. I. Efficacy on speckled alder, red maple, and aspen in eastern Canada. Canadian Journal of Forest Research, 29:841-851.
- Pons, T. L.** 1989. Breaking of Seed Dormancy by Nitrate as a Gap Detection Mechanism. Annals of Botany, 63:139-143.
- Pound, C. E. & Egler, F. E.** 1953. Brush control in south-eastern New York: Fifteen years of stable tree-less communities. Ecology, 34(1):63-73.

- Porteck, K., G., Miller, A. E. & Ham, D. L.** 1995. Comparison of alternative maintenance treatments for an electric transmission right-of-way on steep mountainous terrain. *Journal of Arboriculture*, 21 (3):168-174.
- Prescott, C. E., Kumi, J. W. & Weetman, G. F.** 1995. Long-term effects of repeated N fertilization and straw application in a jack pine forest. 2. Changes in the ericaceous ground vegetation. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 25:1984-1990.
- Rowell, C. E., Farrish, K. W. & Dyer, J. M.** 1997. Vegetation management alternatives on transmission line rights-of-way in north-central Louisiana. In: *The Sixth Symposium on Environmental Concerns in Rights-of Way Management*. Ed: Williams, J. R., Goodrich-Mahoney, J. W., Wisniewski, J. R. & Wisniewski, J. New Orleans.
- Rühle, G.** 1995. Innovative Prozesse bei der Instandhaltung des Grüns an der Bahn. *Eisenbahningenieur*, 46 (8):588-593.
- Rühle, G. & Salzgeber, J.** 1996. Effizienzsteigerung der Instandhaltung des Grüns an der Bahn. *Eisenbahningenieur*, (47) 6: 40-45.
- Rydberg, D.** 2000. Initial sprouting, growth and mortality of European aspen and birch after selective coppicing in central Sweden. *Forest Ecology and Management*, 130:27-35.
- Salzgeber, J. & Rühle, G.** 1994. Die Instandhaltung des Grüns an der Bahn. *Eisenbahningenieur*, 45 (5):368-374.
- SBB.** 1993. Böschungsgestaltung Anschluss Mattstetten. Oberdiessbach, Schweiz. Stencil.
- Séguin, C.** 1997. Hydro-Québec research program on biological control for rights-of-way vegetation management. In: *The Sixth Symposium on Environmental Concerns in Rights-of Way Management*. Ed: Williams, J. R., Goodrich-Mahoney, J. W., Wisniewski, J. R. & Wisniewski, J. New Orleans.
- Shevtsova, A., Ojala, S., Neuvonen, S, Vieno, M. & Haukioja, E.** 1995. Growth and reproduction of dwarf shrubs in a subarctic plant community: annual variation and above-ground interactions with neighbours. *Journal of Ecology*, 83:263-275.
- Skogforsk.** 1993. Maskinell röjning. ISBN 91 7614 182 2.
- Smallidge, P. J., Leopold, D. J. & Allen, C. M.** 1997. Management concerns for the response of blue lupine communities on rights-of-way in EAST-central New York, USA to environmental factors and vegetation management. In: *The Sixth Symposium on Environmental Concerns in Rights-of Way Management*. Ed: Williams, J. R., Goodrich-Mahoney, J. W., Wisniewski, J. R. & Wisniewski, J. New Orleans.
- Spaeth, V. I., Balder, H. & Kilz, E.** 1994. Das Problem mit der Spätblühenden Traubenkirsche in den Berliner Forsten. *Allgemeine Forstzeitschrift für Waldwirtschaft und Umweltvorsorge* 1994 (5): 234-236.

- Stark, C. & Rühle, G.** 1997. Fahrwegsicherheit durch Vegetationskontrolle und leitbildorientierte Instandhaltung des Grüns an der Bahn. ETR 46, (mars): 123-129.
- Stolk, T.** 1991. Vegetatiedekken niet alleen op daken. Tuin & Landschap, 4:28-29.
- Sulak, J. A. & Kielbaso, J. J.** 2000. Vegetation management along transmission utility lines in the United States and Canada. Journal of Arboriculture. 26 (4):198-205.
- Swartz, R. R.** 1997. Vegetation control methods demonstrated on transmission line rights-of-way. In: The Sixth Symposium on Environmental Concerns in Rights-of Way Management. Ed: Williams, J. R., Goodrich-Mahoney, J. W., Wisniewski, J. R. & Wisniewski, J. New Orleans.
- Torstensson, L.** 1987. Use of herbicides on the Swedish railway network. Institutionen för mikrobiologi. SLU. Uppsala. Stencil.
- Varfalvy, L.** 1997. Biological control of undesirable vegetation in Hydro-Québec electric transmission rights-of-way. Development of a methodology and analytical techniques to study allelopathic compounds. In: The Sixth Symposium on Environmental Concerns in Rights-of Way Management. Ed: Williams, J. R., Goodrich-Mahoney, J. W., Wisniewski, J. R. & Wisniewski, J. New Orleans.
- Vieno, M., Komulainen, M & Neuvonen, S.** 1993. Seed bank composition in a subarctic pine-birch forest in Finnish Lapland: natural variation and the effect of simulated acid rain. Canadian Journal of Botany, 71:379-384.
- Vägverket.** 1999. Artrika vägkanter. Borlänge.
- Wagner, R. G. & Rogozynski, M. W.** 1994. Controlling Sprout Clumps of Bigleaf Maple with Herbicides and Manual Cutting. Western journal of applied forestry, 9 (4):118-124.
- Wall, R. E., Macey, D. E. & Sela, E.** 1996. Virulence and Interfertility of *Chondrostereum purpureum* Isolates. Biological Control, 7:205-211.
- West, S. D.** 1987. Nitrogen fertilization and the suppression of tree establishment on Western Washington rights-of-way. In: Fourth Symposium on Environmental Concerns in Rights-of Way Management. Ed: Byrnes, W. R. & Holt, H. A. Indianapolis.
- Whitehead, S. J. Caporn, S. J. M. & Press, M. C.** 1996. Effects of elevated CO₂, nitrogen and phosphorus on the growth and photosynthesis of two upland perennials: *Calluna vulgaris* and *Pteridium aquilinum*. New Phytologist, 135:201-211.
- Whitehead, S. J. & Digby, J.** 1997. The morphology of bracken (*Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn) in the New York Moors – a comparison of the mature stand and the interface with heather (*Calluna vulgaris* (L.) Hull) 2. The rhizome. Annals of Applied Biology, 131 (1):117-131.

- Whitney, P. H., West, S. D., Vaughn, M., Shon, F., Roppe, J. & Hett, J.** 1987. Comparative aspects of tree experimental vegetation management programs alongrights-of-way in western Washington. In: Fourth Symposium on Environmental Concerns in Rights-of Way Management. Ed: Byrnes, W. R. & Holt, H. A. Indianapolis.
- Winter, P.** 1998. Unterhalt der Grünflächen: Gräser und Gebüsch. W BT 38/97. Stencil.
- Zackrisson, O., Norberg, G., Dolling, A., Nilsson, M-C., & Jäderlund, A.** 1997a. Site preparation by steam treatment: effects on forest vegetation control and establishment, nutrition, and growth of seeded Scots pine. Canadian journal of forest research, 27:315-322.
- Zackrisson, O., Nilsson, M-C., Dahlberg, A & Jäderlund, A.** 1997b. Interference mechanisms in conifer – Ericaceae – feathermoss communities. OIKOS, 78 (2):209-220.
- Personliga meddelanden
- Ewerling, Horst.** 1997. Brevkontakt. Wallstrasse 11, 61462 Königstein.
- Henze, J.** 1999. Humboldtuniversitetet, Berlin.
- Huisman, M & Lundh, J-E.** SLU. Personligt meddelande. 2001.
- Nyström, Per.** 2000. Personligt meddelande. Veg Tech AB. Fagerås, 340 30 Vislanda.

Denna rapportserie som utges av Institutionen för lantbruksteknik inom fakulteten för jordbruk, landskapsplanering och trädgårdsbruk, SLU, innehåller forsknings- och försöksrapporter, examensarbeten av mer allmänt intresse samt övriga uppsatser som anses lämpliga att publicera i denna form. Tidigare nummer redovisas på de sista sidorna och kan i mån av tillgång anskaffas från institutionen.

This series is published by the Department of Agricultural Engineering, Swedish University of Agricultural Sciences. It contains reports on research activities and field trials as well as other reports or papers considered suitable for publication in this form. Earlier issues are listed on the last pages and can be obtained - if still available - upon application to the Department.

PRIS: 80:- exkl. moms

DISTRIBUTION:

Sveriges lantbruksuniversitet
Institutionen för lantbruksteknik
SE-230 53 ALNARP, Sweden
Tel. 040-41 51 40
