



Marktäckande växter på ställverksmark för miljöfördelar och minimering av skötselkostnader

Elforsk rapport 12:19



Abraham Joel, Ingrid Wesström, Mats Linde

Januari 2012

ELFORSK

Marktäckande växter på ställverksmark för miljöfördelar och minimering av skötselkostnader

Elforsk rapport 12:19

Förord

Rapporten 12:19 är ett projektresultat av det samlade ramprogrammet för Underhåll, Diagnostik och Reinvesteringsstrategi som startades under 2010.

Målsättning med ramprogrammet är att:

- *identifiera utvecklingsinsatser för det strategiska reinvesterings- och underhållsarbetet som kan leda till förbättrad nätekonomi, samt att medverka till att dessa genomförs*
- *öka kunskapen om nya möjligheter med diagnostiska metoder för underhåll av elnät*
- *skapa möjligheter till att förbättra underhållets styrning och planering*
- *sprida kunskap med syfte att höja kompetensnivån inom området*
- *vara en brygga mellan högskoleforskningens resultat och branschens möjliga applikationer*

Prioriteringar inom programmet har gjort att måluppfyllelsen är mycket god vad beträffar kortsiktiga och handgripliga projekt, men svagare vad beträffar långsiktiga frågor och managementfrågor. Reinvesteringsstrategier liksom reservdelshållning saknas i projektportföljen.

De finansierande företagen i ramprogrammet är följande:

Svenska Kraftnät
Vattenfall Eldistribution AB
E.ON Elnät Sverige AB
Fortum Distribution
ABB AB
Göteborg Energi AB
Skellefteå Kraft Elnät AB
Jämtkraft Elnät AB
Umeå Energi Elnät AB
Jönköping Energi Nät AB
Gävle Energi AB
Eskilstuna Energi & Miljö AB
Sundsvall Elnät AB
Borås Elnät AB
Växjö Energi Elnät AB
Borlänge Energi AB
Pite Energi AB

Ramprogrammets styrgrupp består av följande personer:

- Hans-Erik Carlsson E.ON Elnät Sverige AB, ordförande
- Rikard Persson Svenska Kraftnät
- David Håkansson Borås Elnät AB
- Mats—Erik Jansson, Jämtkraft Elnät AB
- Torbjörn Jernström Vattenfall Eldistribution AB
- Henrik Karlsson Fortum Distribution
- Ferruccio Vuinovich, Göteborg Energi Nät AB
- Örjan Kvist, Växjö Energi Elnät AB

- Thomas Fogelberg ABB Power Transformers
- Reyna Lind, Sundsvall Elnät AB
- Sven Jansson Elforsk AB, programansvarig

Vi vill tacka följande organisationer och personer som på olika sätt har bidragit till genomförandet av denna studie:

- Bidrag från ELFORSK har gjort det möjligt att genomföra projektet inom detta speciella område
- Sven Jansson och Stig Ledin som introducerade oss till problematiken, vi är vana att skapa bra förutsättning för tillväxt, men nu skulle vi göra tvärtom. Vi är också tacksamma för hjälpen vi fick med kontakter på elkraftsföretagen i början av projektet
- Vattenfall och EON för att de erbjöd oss möjligheten att driva fältstudierna inom deras ställverk
- Anders Gustafsson driftansvarigt i Notviken, Torbjörn Karlsson driftansvarigt i Bäcklösa och Mats Arendt driftansvarigt i Segedal för deras kloka råd vid val av platserna och underlättandet av installation av försöken
- Pär Wennman, Nathalie Joel och Liselott Evasdotter för hjälp med inventering och artbestämning på olika försöksplatser

Uppsala den 31 januari 2012

Abraham Joel, Ingrid Wesström, Mats Linde

Sammanfattning

Det finns cirka 3000 utomhusställverk i Sverige idag. Omkring en tredjedel av dessa ingår i Vattenfall Eldistribution. Medelarealen som tillhör ett ställverk har uppskattats till 0,2 ha. Detta innebär att det finns runt 600 ha ställverksmark i Sverige som är i behov av tillsyn och skötsel. Icke önskvärd vegetation etablerar sig spontant på ställverksmark, trots att denna mark oftast består av grovt grus, som normalt inte är en bra växtplats. För att undvika dyrbara skador på utrustning och driftsavbrott måste denna vegetation bekämpas mekaniskt eller kemiskt, ibland flera gånger per år.

Idag saknas direkt tillämplar kunskap om hur effekten av lågväxande vegetation påverkar utvecklingen över tiden av annan vegetation i den unika miljö som ställverksområden utgör. Det övergripande målet med det här projektet var att ta fram kvantitativ kunskap nödvändig för bedömning av om marktäckande, lågväxt vegetation är ett praktiskt och ekonomiskt hållbart alternativ för att hålla undan icke önskvärd vegetation på ställverksmark över hela Sverige.

Fältförsök har genomförts på tre ställverksområden med helt olika naturgivna förutsättningar med avseende på markförhållanden, klimat, vegetationsperiod och omgivande naturlig vegetation. Fältförsöken låg vid EON'S station i Segedal, Burlöv/Malmö samt vid Vattenfalls stationer i Bäcklösa, Uppsala och Notviken, Luleå. Fältförsök bestående av fyra block med sex olika behandlingar anlades under sommaren 2009. Vegetationsutvecklingen i ett tidigare pilotprojekt visade att torktåliga lågväxande örter och ren sedumvegetation har störst förutsättningar att överleva och konkurrera på den ofta grusiga marken runt ställverk. Utifrån dessa resultat användes följande sex behandlingar i försöken; A. grus; B. Frösådda örter i lite såjord på grus; C. Sedummatta, på grus; D. Geotextil (duk) under grus; E. Frösådda örter i lite såjord på grus med geotextil (duk); F. Sedummatta, grus med geotextil (duk).

Det gamla vegetationsförsöket vid ställverk i Bäcklösa inventerades försommaren 2009 med avseende på förekommande arter och täckningsgrad innan det bröts och ytan gjordes i ordning för det nya försöket. I samtliga nya försök har inventeringar av marktäckning och artsammansättning utförts tre gånger under perioden 2009 till 2011.

Utifrån resultat från försöken kan följande rekommendationer ges:

1. Befintlig vegetation på platser bör bekämpas kraftfullt och noggrant kemisk eller mekanisk innan man utfört andra åtgärder
2. Markduk som placeras 6-7 cm under ett lager med grus och sten (rotspärr) är en förutsättning för att förhindra etablering av växter som

sprider sig på ytan, men också för att hindra etablering av vegetation som kommer underifrån.

3. Djupet som duken kommer att placeras på beror på typen av trafik som ytorna kommer att utsättas för. Duken bör placeras djupare vid hård belastning (10-15 cm) men inte så djupt att det främja etablering av oönskad frösådd vegetation.
4. Strandvegetation/Sedummattor kan etableras på de platser där det finns estetiska krav och där trafik är mycket liten/begränsad. Ovan beskrivna förutsättningar bör dock uppfyllas.
5. Vi rekommendera att samma behandlingar som har gjorts vid ställverken också ska göras i en bufferzon på 2 m omkring ställverken. Detta kan förhindra vandring av vegetation som finns utanför ställverksområdet.

Summary

There are approximately 3000 distribution plants in Sweden today. About one third of these are part of Vattenfall electricity distribution. Average area surrounded a distribution plant has been estimated to 0.2 ha. This means that there are around 600 ha distribution plant land in Sweden who is in need of supervision and management. Undesirable vegetation establish spontaneously despite the fact that this land usually consists of coarse gravel, which are not normally a good plant location. To avoid costly damage to equipment and downtime, this vegetation is controlled mechanically or chemically, sometimes several times a year. Today there is a lack of directly applied knowledge of how the effect of low-growing vegetation influences the development over time of different vegetation in the unique environment that distribution plant land constitutes. The overall objective of this project was to produce quantitative knowledge necessary for the assessment of ground cover; low-growing vegetation is a practical and economical viable alternative to keep away the non-desirable vegetation.

Field studies have been carried out on three distribution plant areas with very different natural conditions with respect to soil conditions, climate, vegetation period and surrounding natural vegetation. Field trials were established at EON's plant in Segedal, Burlöv/Malmö and at Vattenfall's plants in Bäcklösa, Uppsala and at Notviken, Luleå. Field trials consisting of four blocks of six different treatments were laid out in the summer of 2009. Vegetation development in an old study showed that drought resistant, low-growing herbs and pure sedum vegetation are best suited to survive and compete in the often gravelly soil around distribution plants. On the basis of these results the following six treatments were used in the trials; A. gravel; B. Seeding herbs in a little seed compost on gravel; C. Sedum cover, gravel; D. Geotextiles (cloth) under the gravel layer; E. Seeding herbs in a little seed compost on gravel with Geotextiles (cloth); F. Sedum cover, gravel with Geotextiles (cloth).

An inventory was made in the old vegetation study at the distribution plant in Bäcklösa early summer 2009 with respect to species and coverage before it was broken and the soil was prepared for the new trial. In all field trials inventories of land-cover and species composition have been performed three times in the period of 2009 to 2011. Based on the results of the trials, the following recommendations are made:

1. Existing vegetation at sites should be combated vigorously and thoroughly chemical or mechanical before performing other actions
2. Geotextile placed 6-7 cm below a layer of gravel and stone (root barrier) is a prerequisite to prevent the establishment of plants spreading on the soil surface, but also to prevent the establishment of vegetation that emerge from the subsoil.
3. The depth that the geotextile will be placed at depends on the type of traffic that the soil surfaces will be subjected to. The cloth should be

placed deeper when hard traffic load exists (10-15 cm) but not so deep that it promotes the emergence of unwanted herb vegetation.

4. Herb vegetation/Sedum cover can be established on sites where there are aesthetic requirements and where the traffic load is low/limited. The above mentioned conditions must be met.
5. We recommend that the same land preparation actions that have been made at the distribution plant also to be made in a buffer zone of 2 m around plant. This can prevent spreading of vegetation that exists outside in to the distribution plant area.

Innehåll

1	Inledning	10
2	Målsättning	11
3	Tidigare försök på ställverksmark	12
4	Material och metoder	14
4.1	Försöksplatser	14
4.2	Försöksupplägg.....	16
4.3	Inventering av marktäckning och artsammansättning	20
4.4	Jordprovtagning.....	20
4.5	Statistiska metoder	20
5	Resultat	21
5.1	Gamla vegetationsförsöket	21
5.2	Vegetationsetablering 2009	21
5.2.1	Segedal.....	21
5.2.1	Bäcklösa.....	21
5.2.2	Notviken.....	23
5.3	Vegetationsetablering 2010	25
5.3.1	Segedal.....	25
5.3.2	Bäcklösa.....	26
5.3.3	Notviken.....	27
5.4	Vegetationsetablering 2011	29
5.4.1	Segedal.....	29
5.4.2	Bäcklösa.....	29
5.4.3	Notviken.....	30
5.5	Artinventering under 2009 och 2010	30
5.6	Artinventering under 2011	32
5.7	Jordanalyser.....	35
6	Slutsatser och rekommendationer	36
7	Referenser	37

1 Inledning

Det finns cirka 3000 utomhusställverk i Sverige idag. Omkring en tredjedel av dessa ingår i Vattenfall Eldistribution. Medelarealen som tillhör ett ställverk har uppskattats till 0,2 ha. Detta innebär att det finns 600 ha ställverksmark runt om i Sverige som är i behov av tillsyn och skötsel. Icke önskvärd vegetation etablerar sig spontant på ställverksmark, trots att denna mark oftast består av grovt grus, som normalt inte är en bra växtplats. För att undvika dyrbara skador på utrustning och driftsavbrott måste denna vegetation bekämpas mekaniskt eller kemiskt, ibland flera gånger per år. Kan etablering av icke önskvärd högväxande vegetation motverkas eller begränsas genom etablering av en lågväxande vegetation på marken så skulle det ge en rad positiva effekter. Avrinningen skulle minska genom att vegetationen tar upp vatten och om användning av kemiska bekämpningsmedel kan minska gör det att risken för att föroreningar sprider sig till omgivningarna också minskar. Underhållskostnaden minskar p.g.a. att anläggningarna inte behöver tillsyn lika ofta och personal inte behöver utbildas i hantering av kemiska bekämpningsmedel.

Hur skulle då en lågväxande vegetation som etableras med avsikt kunna växa och hålla tillbaka icke önskvärd vegetation? Den idé som ligger som grund för konceptet är att den etablerade lågväxande vegetationen tar hand om vatten, växtnäring och ljus, så att den icke önskvärda vegetationen aldrig kan etablera sig, eller kan konkurreras ut. Ett övre lager av grovt grus håller mycket lite vatten och växtnäring i förråd för växterna så mycket talar för att en etablerad gröda kan ta hand om det mesta vattnet som kommer i form av regn och det mesta av den växtnäring som finns. Ett av de näringsämnen som kommer i form av nedfall från atmosfären är kväve. Kvävenedfallet varierar beroende på var i landet marken ligger. Det rör sig om cirka 20 kg kväve per hektar i genomsnitt och kan vara något mer i sydvästra Sverige, omkring 12 kg per hektar i Uppsalatrakten och endast 2 kg i Kirunatrakten, (Bernes, 1993). Även svavel, som är ett växtnäringsämne, kommer som atmosfäriskt nedfall. De övriga växtnäringsämnena såsom fosfor och kalium samt mikronäringsämnena finns i gruset om än i mycket små mängder. Detta innebär att det finns goda chanser för kvävefixerande arter att etablera sig. Den långsiktiga effekten av kvävefixerande växter på ställverksmark är dock inte självklar. Hålls den icke önskvärd vegetation tillbaka genom konkurrens från livskraftiga lågväxande arterna eller får den bättre möjlighet att etablera sig och utvecklas?

2 Målsättning

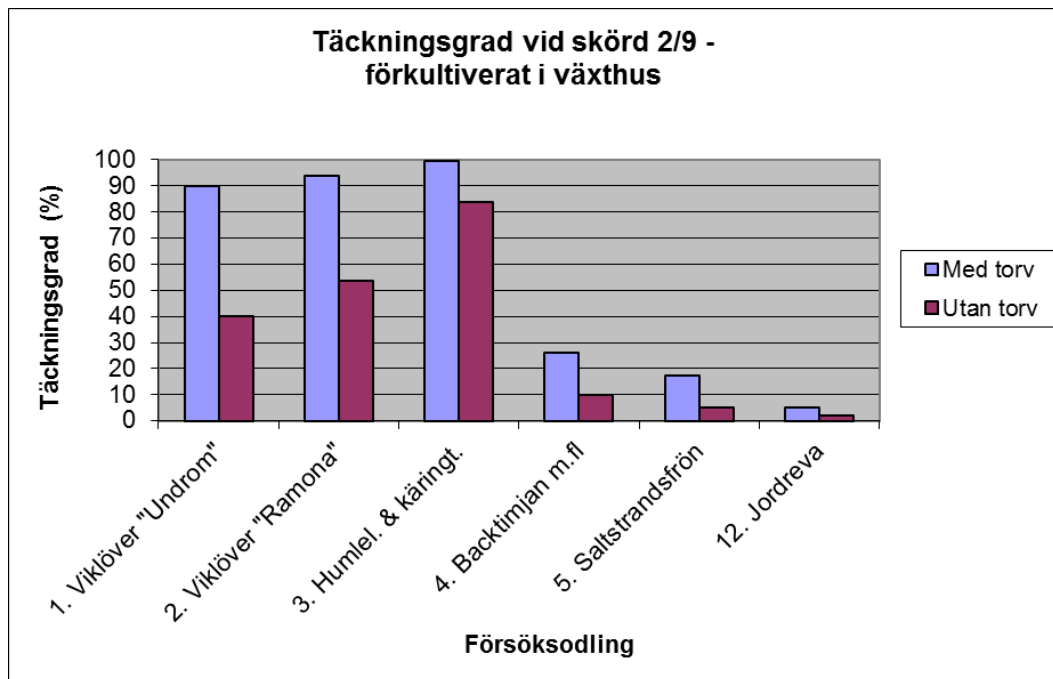
Det övergripande målet var som nämns ovan att ta fram underlag för bedömning av om marktäckande, lågväxt vegetation är ett praktiskt och ekonomiskt gångbart alternativ för att hålla undan icke önskvärd vegetation på ställverksmark. Försöken har utvärderats med avseende på följande frågeställningar;

- om uppkomst av oönskad vegetation förändras eller förhindras
- om behovet av mekanisk och kemisk bekämpning avsevärt minskar (helst försvinner)
- om underhållskostnaderna påverkas.

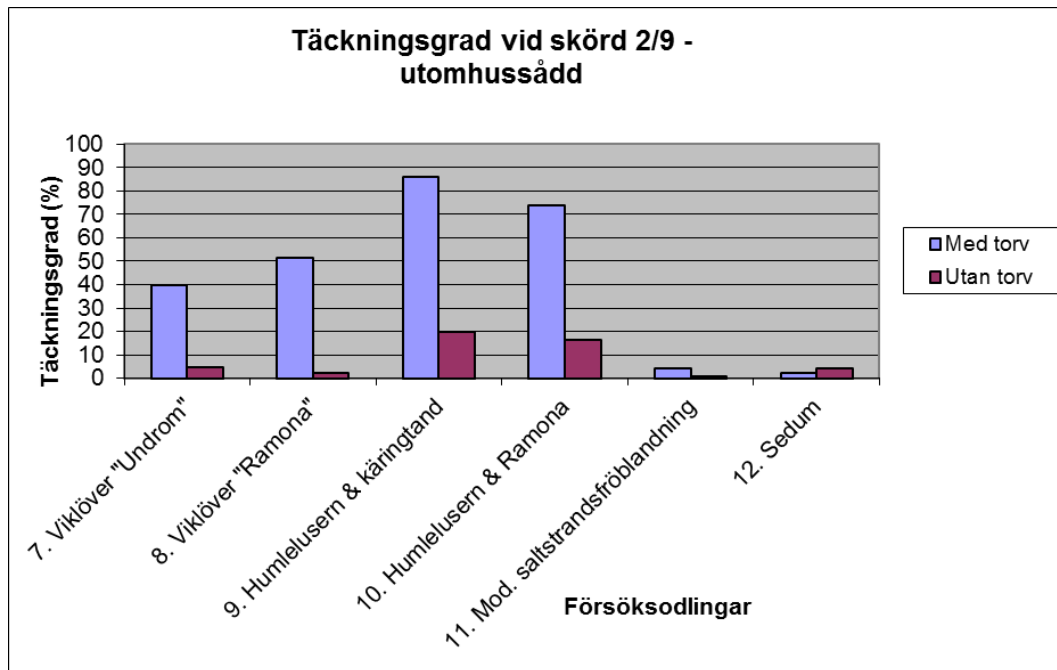
För att kunna utvärdera och förklara skillnaden i utveckling mellan olika vegetationstyper och på olika platser så har växtplatserna karakteriserats genom analys av växtbäddmaterial.

3 Tidigare försök på ställverksmark

Resultaten från ett examensarbete som genomfördes under året 2005 visade att det är möjligt att etablera växter på ställverksmark både efter jordförbättring och direkt i grus, utan jordförbättring (Johanson, 2006). Försöksodlingar utfördes både i växthus och på ställverksmark. Sex arter och artblandningar drevs upp i växthus med och utan torvinblandning i jordmaterial från ställverket i Bäcklösa, Uppsala. Varje försöksled upprepades fyra gånger. Kalkad gödslad torv blandades in till 1 % på viktsbasis. Baserat på resultat i växthus utfördes fältförsök på ställverksmark där försöksleden modifierades genom att välja de arter och artkombinationer som hade lyckats bäst. Under odlingstiden i växthus och utomhus gjordes uppföljningar av grobarhet, täckningsgrad och längd. Vid växtsäsongens slut mättes växternas produktion av biomassa. I figur 1 och 2 redovisas några resultat från den här studien. Skillnaden mellan arter och artblandningar var stora när det gällde etablering och utbredning. Metodiken med förkultivering i växthus användes för att vinna tid men detta förfarande är knappast att aktuellt i praktiken.



Figur 1. Täckningsgraden hos vegetation som förkultiverats i växthus. Torvinblandningen var en viktprocent i krukorna med tillsats (Johansson, 2006).



Figur 2. Täckningsgrad hos vegetation som etablerats i fält med sådd i maj och spridning av sedumbitar i maj. Torvinblandningen var en viktprocent till cirka 20 cm djup (Johansson, 2006).

Försöken visade att de kvävefixerande växterna gav bäst grönings- och täckningsresultat samt att det behövdes någon form av jordförbättring vid anläggningen. Tillförsel av jordförbättring i form av torv bidrog med att öka jordens förmåga att lagra vatten och näring till växterna. De grödor som hade producerat mest biomassa under säsongen var hummelusern och vitklöver.

4 Material och metoder

Fältförsök har genomförts på tre ställverksområden med helt olika naturgivna förutsättningar med avseende på markförhållanden, klimat, vegetationsperiod och omgivande naturlig vegetation. Fältförsöken låg vid EON'S station i Segedal, Burlöv/Malmö samt vid Vattenfalls stationer i Bäcklösa, Uppsala och Notviken, Luleå. Fältförsöken bestående av fyra block med sex olika behandlingar anlades under sommaren 2009.

Det gamla vegetationsförsöket vid ställverk i Bäcklösa inventerades försommaren 2009 med avseende på förekommande arter och täckningsgrad innan det bröts och ytan gjordes i ordning för det nya försöket. I samtliga nya försök har inventeringar av marktäckning och artsammansättning utförts fyra gånger under perioden 2009 till 2011.

4.1 Försöksplatser

De tre försöksplatserna, med geografisk spridning från Malmö i söder till Luleå i norr, är utsatta på detaljkartorna i figur 3.

Markanvändningen runt ställverket i Malmö var i huvudsak åkermark. Försöksytan avgränsades av en gräsmatta och en körväg. I Uppsala avgränsades ställverksmarken av en mindre asfalterad väg i nordvästlig riktning och av åkermark i sydöstlig riktning. Hela området inom ställverket var grusad. I Luleå låg ställverket inom ett skogsbevuxet område. Försöksytan var ursprungligen en grusad markyta med vegetation som klipptes regelbundet under vegetationssäsongen.

Klimatet skiljer sig väsentligt åt på de olika försöksplatserna, både med avseende på temperatur och på nederbörd. Årsmedeltemperatur och årsmedelnederbörd redovisas i tabell 1. Skillnaden i klimat återspeglas också i skillnader i vegetationsperiodens längd mellan de olika försöksplatserna. Vegetationsperioden definierad som den tid på året då dygnets medeltemperatur under minst fem dygn i sträck överstiger $+3\text{ }^{\circ}\text{C}$ är i medeltal 240 dagar i Malmö, 200 dagar i Uppsala samt 145 dagar i Luleå.



Figur 3a. Segedal, Malmö, b. Bäcklösa, Uppsala, c. Notviken, Luleå.

Tabell 1. Årsmedeltemperatur och årsmedelnederbörd för Malmö, Uppsala och Luleå, referensnormaler för perioden 1961 till 1990 (Alexandersson et al., 1991)

Plats	Jan	Feb	Mars	April	Maj	Juni	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Årsmedel
<u>Temp.</u>													
Malmö	-0,2	-0,2	2,1	6,1	11,5	15,4	17,0	16,8	13,6	9,6	5,2	1,8	8,2
Uppsala	-4,4	-4,6	-0,9	4,0	10,2	14,9	16,3	15,1	10,8	6,4	1,2	-2,9	5,5
Luleå	-12,2	-11,0	-6,0	0,3	6,6	13,0	15,4	13,3	8,0	2,6	-4,5	-9,7	1,3
<u>Nederbörd</u>													
Malmö	50	31	40	38	41	51	59	58	58	57	61	60	603
Uppsala	34	25	25	29	33	46	69	68	59	50	50	41	528
Luleå	31	24	29	29	33	35	55	62	56	51	49	35	488

4.2 Försöksupplägg

Fältförsök med fyra block (upprepningar) och de sex försöksleden slumpmässigt placerade i varje block anlades i Bäcklösa, Uppsala (vecka 26, 2009) och Notviken, Luleå (vecka 27, 2009) samt i Segedal, Burlöv/Malmö (vecka 32, 2009).

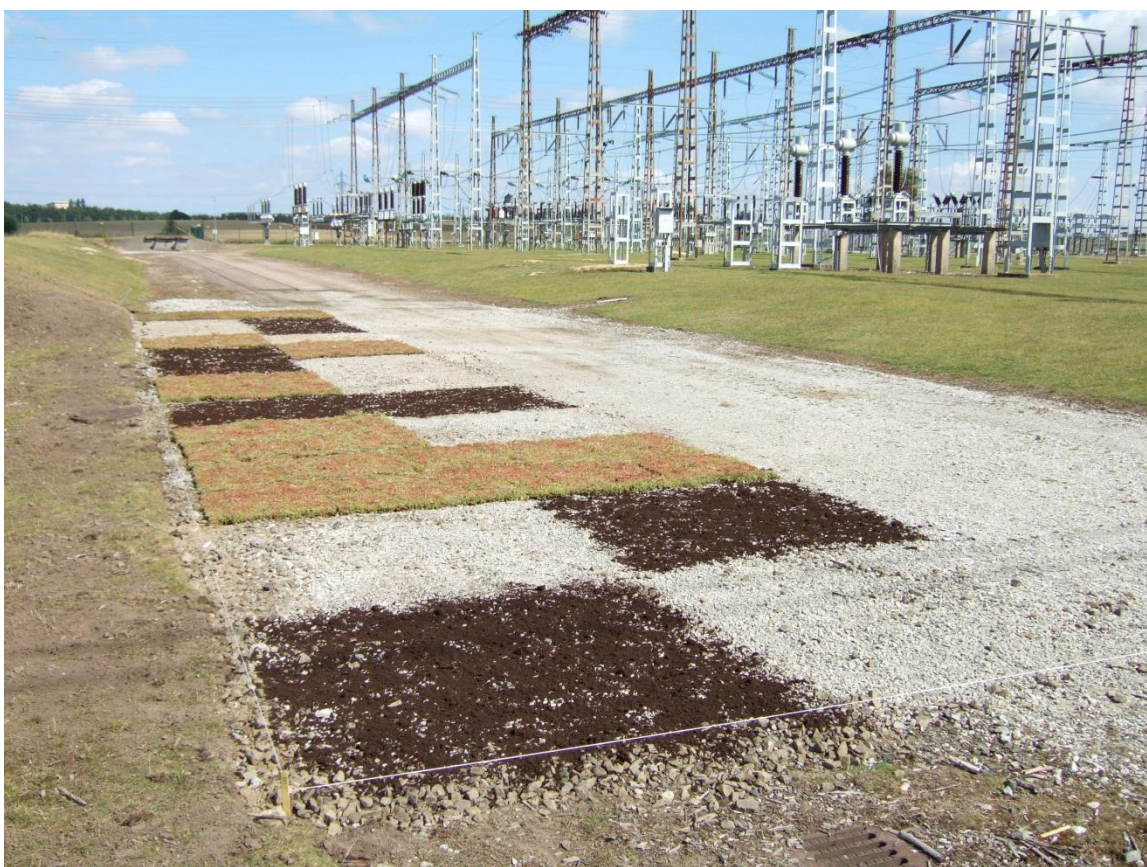
Vegetationsutvecklingen i det gamla försöket visade att torktåliga lågväxande örter och ren sedumvegetation har störst förutsättningar att överleva och konkurrera på den ofta grusiga marken runt ställverk. Utifrån dessa resultat samt för att renodla påverkande faktorer så långt som möjligt fastställdes följande försöksplan:

Block 1			Block 2			Block 3			Block 4		
E duk frö	D duk grus	C sedum	C sedum	E duk frö	F duk sedum	E duk, frö	B frö	F duk sedum	A grus	D duk grus	F duk sedum
A grus	B frö	F duk, sedum	D duk grus	B frö	A grus	A grus	C sedum	D duk grus	B frö	E duk frö	C sedum

- A. grus
- B. Frösådda örter i lite såjord på grus
- C. Sedummatta, på grus
- D. Geotextil (duk) under grus
- E. Frösådda örter i lite såjord på grus med geotextil (duk)
- F. Sedummatta, grus med geotextil (duk)

Försöksrutorna var 4 m² vilket med sex försöksled och fyra upprepningar innebar en försöksyta på ca 100 m² vid respektive ställverk. Den totala sammanlagda försöksyta på de tre ställverken blev därmed 300 m².

Underlaget och förekomst av vegetation varierade vid de tre försöksplatser. Vid Segedal låg försöket vid en grusväg och försöksplatsen var nästan fri från ogräs (figur 4). Vid Bäcklösa bestod det ursprungliga underlaget av ett tjockt gruslager och förekomsten av vegetation var begränsad. Vid anläggningen togs all förekommande vegetation bort och gruset skyfflades undan före utläggningen av markduk (figur 5). Vid Notviken var underlaget på ytan ett gruslager med riklig vegetation som klipptes vid underhåll. Vid försöksanläggningen lades ett 6-7 cm tjockt lager med grus ovanpå (figur 6).



Figur 4. Segerdal vid anläggning i augusti 2009.



Figur 5. Bäcklösa vid anläggning i juni 2009.



Figur 6. Notviken vid anläggning i juni 2009.

I försöksleden D, E och F täcktes markytan med en 0,7 mm tjock geotextilduk (Fibertex Black 100, Weed Seal), därefter tillfördes hela försöksytan ett lager av grus. Totalt tillfördes en m³ grus per försöksruta.

I försöksled B och E hade de frösådda örterna följande artsammansättning; Strandglim (*Silene uniflora*), Femfingerört (*Potentilla argentea*), Småfingerört (*Potentilla tabernaemontani*), Backtimjan (*Thymus serpyllum*), Gulmåra (*Galium verum*), Ärenpris (*Veronica officinalis*).

I försöksled C och F användes färdigetablerade sedummattor (Xeroflor Moss-sedum) som marktäckning. Vegetationen bestod av torktåliga mossor och sedumarter där olika fetblads- och fetknoppsarter ingick. Mattans stomme utgjordes av en stark fiberduk med ett integrerat armeringsnät (Xeroflorstomme).

4.3 Inventering av marktäckning och artsammansättning

Det gamla Bäcklösaförsöket i Uppsala inventerades under första halvan av maj år 2009. Totalt har tre inventeringar utförts i de nyutlagda försöken. Uppföljning med bedömning av täckningsgrad, planträkning etc. utfördes första gången hösten 2009. Det andra projektåret, 2010, gjordes uppföljande inventeringar av samma parametrar mellan den 19 augusti och den 19 september, på de tre växtplatserna. Den sista inventeringen utfördes mellan den 12 och 28 juni 2011.

Inventering gjordes på tre slumpvis valda 0,3 m² stora ytor inom varje försöksled. Inom dessa ytor räknades antal plantor, plantornas höjd mättes och artbestämning utfördes.

Täckningsgraden bestämdes visuellt på plats och varje försöksruta fotograferades för senare kontroll av arter och täckningsgrad.

4.4 Jordprovtagning

I samband med anläggning av försöken har två samlingsprov tagits på jorden, ett prov från 0-10 cm djup och ett från 10-20 cm djup samt prov från den torv som används. Vid den sista inventeringen togs nya jordprover i leden med frösådda växter. Jordproverna analyserades med avseende på textur, ledningstal, pH och innehåll av de viktigaste växtnäringsämnena med väl etablerade standardmetoder.

4.5 Statistiska metoder

Försöksresultaten har utvärderats med hjälp av datorprogrammet Statistica 10.1. Försöken har utförts enligt en 2x3 faktorial design med fyra repetitioner (block). I Statistica har vi använd modulen Faktorial Anova. Parvisa jämförelser gjordes med Post Hoc förfarandet där behandlingarnas medelvärden jämfördes. P-värdet var satt till mindre än 0,05 för att villkoret för statistisk signifikans skulle vara uppfyllt.

5 Resultat

5.1 Gamla vegetationsförsöket

Försöksytorna inventerades den 1 juni, 2009. Generellt var den totala täckningsgraden (inkl. alla arter) högre i försöksleden med torv än i leden utan torv. De frösådda ytorna dominerades av de arter som såddes i försöksled 4 (Backtimjan m fl.) och 5 (Saltstrandsfröblandningen). Sedumarterna hade hög (40-80 %) täckningsgrad inom sina rutor oberoende av torvinblandning i växtbädden. Baljväxterna förekom endast sparsamt och täckningsgraden var som mest 10 %.

5.2 Vegetationsetablering 2009

5.2.1 Segedal

Sammanställning av data presenteras i tabell 2 och ett exempel på förekommande vegetation i figur 7. Vid Segedal, var täckningsgrad högst i de frösådda behandlingar (B och E). B var statistiskt signifikant skild från alla behandlingar utom E medan E var enbart skild från rutorna med sedummattor. Beståndet bestod av små plantor med en höjd under 1 cm och var statistiskt signifikant skild från alla andra behandlingar. Några små plantor förekom även i behandlingar A och D men antalet plantor vara betydligt mindre jämfört med de frösådda behandlingarna. Det förekom inga plantor högre än 4 cm i försöket. Etablering av vegetation underifrån förekom inte vid Segedal.

Tabell 2. Sammanställning av resultat

Behandling	Täckningsgrad %	H < 4 cm	H > 4 cm	Plantyta > 5 cm ²
A	2	571	0	0
B	6	2126	0	0
C	0	0	0	0
D	2	261	0	0
E	4	1555	0	0
F	0	0	0	0

5.2.1 Bäcklösa

Sammanställning av data presenteras i tabell 3 och ett exempel på förekommande vegetation i figur 8. I likhet med Notviken fanns en viss oönskad vegetationsetablering i Bäcklösa i behandling A och B med hög täckningsgrad. Statistiskt var A enbart skild från de rutorna utan ogräs medan täckningsgraden i B var skild från alla utom A. A och B rutorna hade mest förekomst av plantor högre än 4 cm. A var signifikant skild mot alla behandling utom B som endast skilde sig mot rutorna med sedummattor (E och F). För förekomst av breda plantor (> 5 cm²) var behandling A och B inte signifikant skilda från varandra men de skilde sig mot C, D, E och F. Detta visar att en återetablering av ursprungsvegetation har skett i båda behandlingarna med grus. I behandlingarna med markduk och sedum hade ingen uppkomst av vegetation underifrån skett. I behandling B och E hade etablering av frösådd förekommit och det fanns många små plantor (< 4 cm i höjd). E var statistiskt signifikant skild mot alla behandlingarna medan B var signifikant skild mot C, E och F (figur 6).



Figur 7. Vegetationsutveckling i Segedal under hösten 2009, små plantor i en av ytorna med frösådd.

Tabell 3. Sammanställning av Bäcklösa, vegetationsobservationer på markytan med täckningsgrad (%), antalet plantor med höjd mindre än 4 cm ($H < 4$ cm), antal högre än 4 cm ($H > 4$ cm) och antal plantor med en yta större än 5 cm^2

Behandling	Täckningsgrad %	$H < 4$ cm	$H > 4$ cm	Plantyta $> 5 \text{ cm}^2$
A	11	540	86	23
B	17	1675	67	70
C	0	0	0	0
D	3	579	16	0
E	6	3001	16	0
F	0	0	0	0



Figur 8. Vegetationsutveckling i Bäcklösa under hösten 2009.

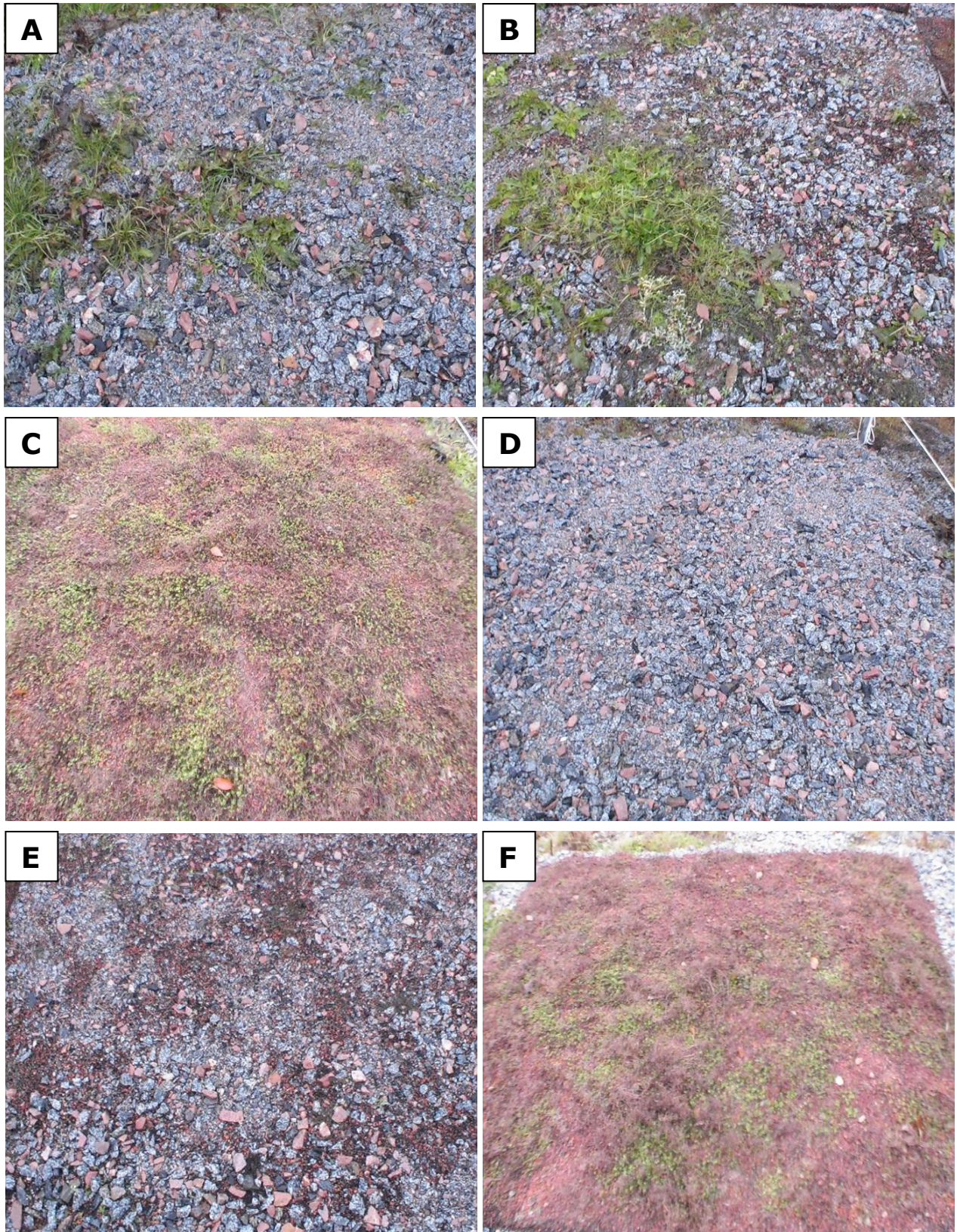
5.2.2 Notviken

I Notviken liksom i Bäcklösa förekom generellt en viss oönskad vegetationsetablering i behandlingarna A och B (tabell 4) som var statistiskt signifikant skilda från övriga behandlingarna. Detta visar att etablering av vegetation har skett genom att ursprungsvegetationen har lyckats ta sig igenom det 6-7 cm tjocka gruslaget. I de övriga behandlingarna med markduk och sedummatta förkom ingen genomväxt av vegetation underifrån.

I behandlingarna B och E med frösådd hade en viss etablering av plantor förekommit men plantorna var väldigt små (figur 9). Uppkomst av små plantor (< 4 cm i höjd) i behandlingarna B och E var signifikant skilda mot de andra behandlingarna (A, C, D och F). Behandling A hade störst förekomst av plantor högre än 4 cm, medan det inte förekom några plantor högre än 4 cm i rutorna E och F. Förekomst av breda plantor (> 5 cm²) i behandlingarna A och B var signifikant skilda från C, D, E och F.

Tabell 4. Sammanställning av Notvikens vegetationsobservationer för markytans täckningsgrad (%), antalet plantor med höjd mindre än 4 cm ($H < 4$ cm), antal högre än 4 cm ($H > 4$ cm) och antal plantor med en ytan större än 5 cm²

Behandling	Täckningsgrad %	H < 4 cm	H > 4 cm	Plantyta > 5 cm ²
A	20	191	91	157
B	22	2126	4	135
C	0	0	30	0
D	0	4	9	0
E	4	1896	0	30
F	0	0	0	0

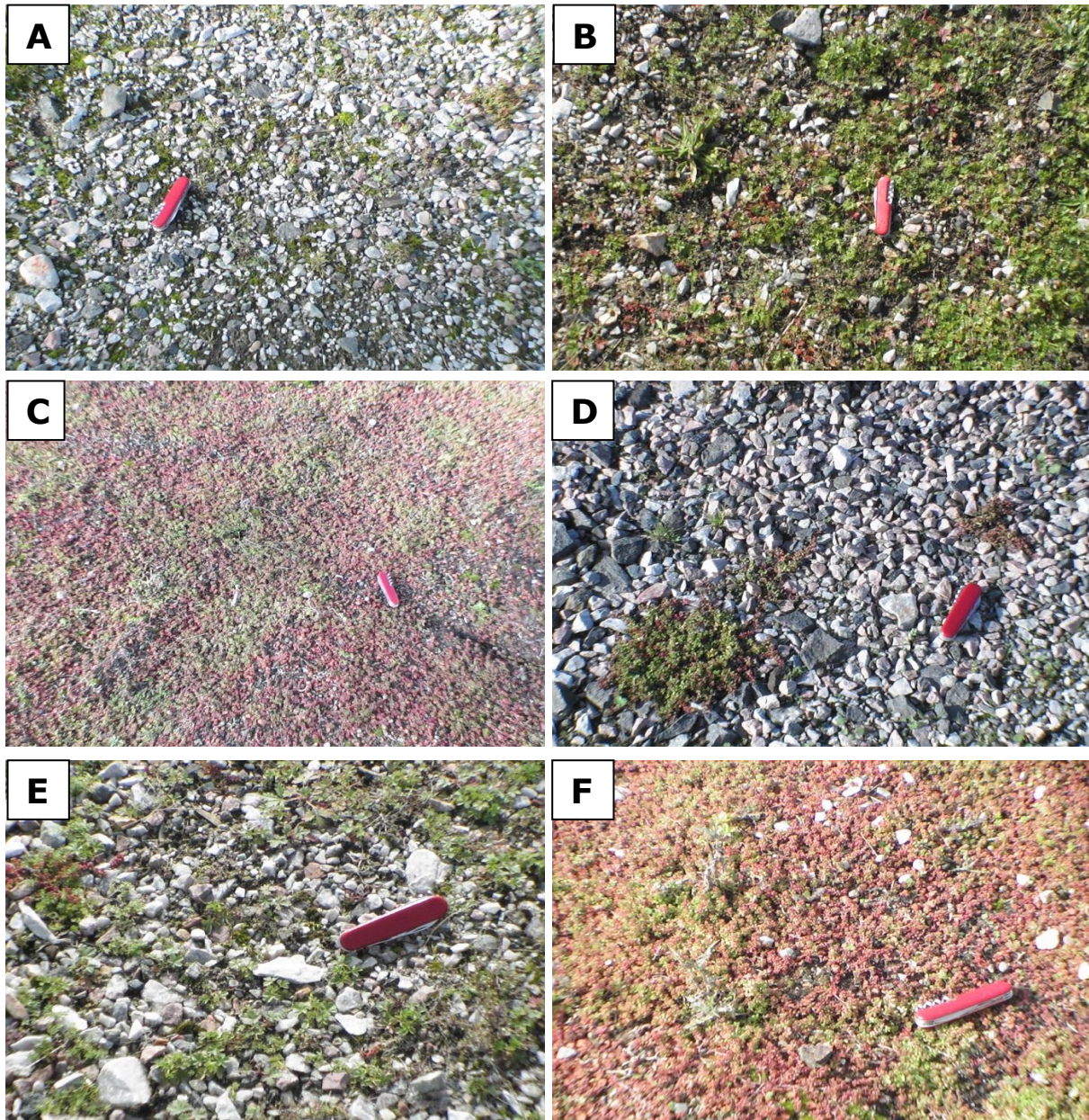


Figur 9. Vegetationsutveckling i Notviken hösten 2009 under de olika behandlingarna A (grus), B (frösådd på grus), C (sedummatta på grus), D (duk under grus), E (frösådd grus med duk) och F (sedummatta på grus med duk).

5.3 Vegetationsetablering 2010

5.3.1 Segedal

I Segedal fanns det generellt bara låg vegetation som var genomgående under 5 cm (figur 10). Den största vegetationsetablering förekom i de frösådda behandlingarna B (20 %) och E (16 %). Marktäckningen i B var statistiskt signifikant skild från C och F som inte hade någon oönskad vegetation, och E signifikant skild från C och F. En viss vegetation återfanns också i behandlingarna A och D, båda med 9 % vegetationstäckning. Båda behandlingarna med sedummattor (C och F) hade gett ett mycket bra skydd mot oönskad vegetation.



Figur 10. Vegetationsutveckling i Segedal hösten 2010 under olika behandlingar A (grus), B (frösådd på grus), C (sedummatta på grus), D (duk under grus), E (frösådd grus med duk) och F (sedummatta på grus med duk).

5.3.2 Bäcklösa

I Bäcklösa hade en viss mängd oönskad vegetation etablerat sig (figur 11). Täckningsgrad var högst i behandling B (40 %) som statistiskt skilde sig från C och F, även behandling E hade stor marktäckning och var signifikant skild från F. De flesta förekommande plantor var dock under 30 cm (tabell 5) med den största förekomsten i behandling A och E som var signifikant skilda från C, D och F.



Figur 11. Vegetationsutveckling i Bäcklösa hösten 2010. A, översikt av Block 1 – Block 3 och B, översikt av Block 4.

Den största förekomsten av mellanstora plantor (30-50 cm) fanns i behandling A som var signifikant skild från alla andra behandlingar utom B. Större plantor fanns framförallt i behandling A och B men inga signifikanta skillnader har kunnat påvisas. Båda behandlingarna med sedummattor (C och F) hade gett ett bra skydd och väldigt lite oönskad vegetation hade etablerat sig. En del stora plantor hade tagit sig igenom skarvarna på ena av rutorna utan markduk (C).

Tabell 5. Sammanställning av Bäcklösas vegetationsobservationer för markytans täckningsgrad (%), antalet plantor med höjd mindre än 30 cm (H < 30 cm), antal i höjden mellan 30-50 cm (H 30-50 cm) och antal högre än 50 cm (H > 50 cm)

Behandling	Täckningsgrad %	H < 30 cm	H 30-50 cm	H > 50 cm
A	26	50*	19	11
B	40	41	9	13
C	9	20	3	0
D	15	25	6	5
E	37	50*	5	1
F	1	5	0	0

*betyder att antalet plantor var flera än 50 och mer noggranna beräkning var svårt att genomföra utan att påverka beståndet

5.3.3 Notviken

I Notviken registrerades den största förekomsten av oönskad vegetation (tabell 6 och figur 12). Den största etableringen förekom i behandling A och B (utan markduk). En del vegetation fanns också i behandling E, men i denna behandling var alla plantor under 30 cm höga. Båda behandlingarna med sedummattor (C och F) hade gett ett mycket bra skydd mot oönskad vegetation.

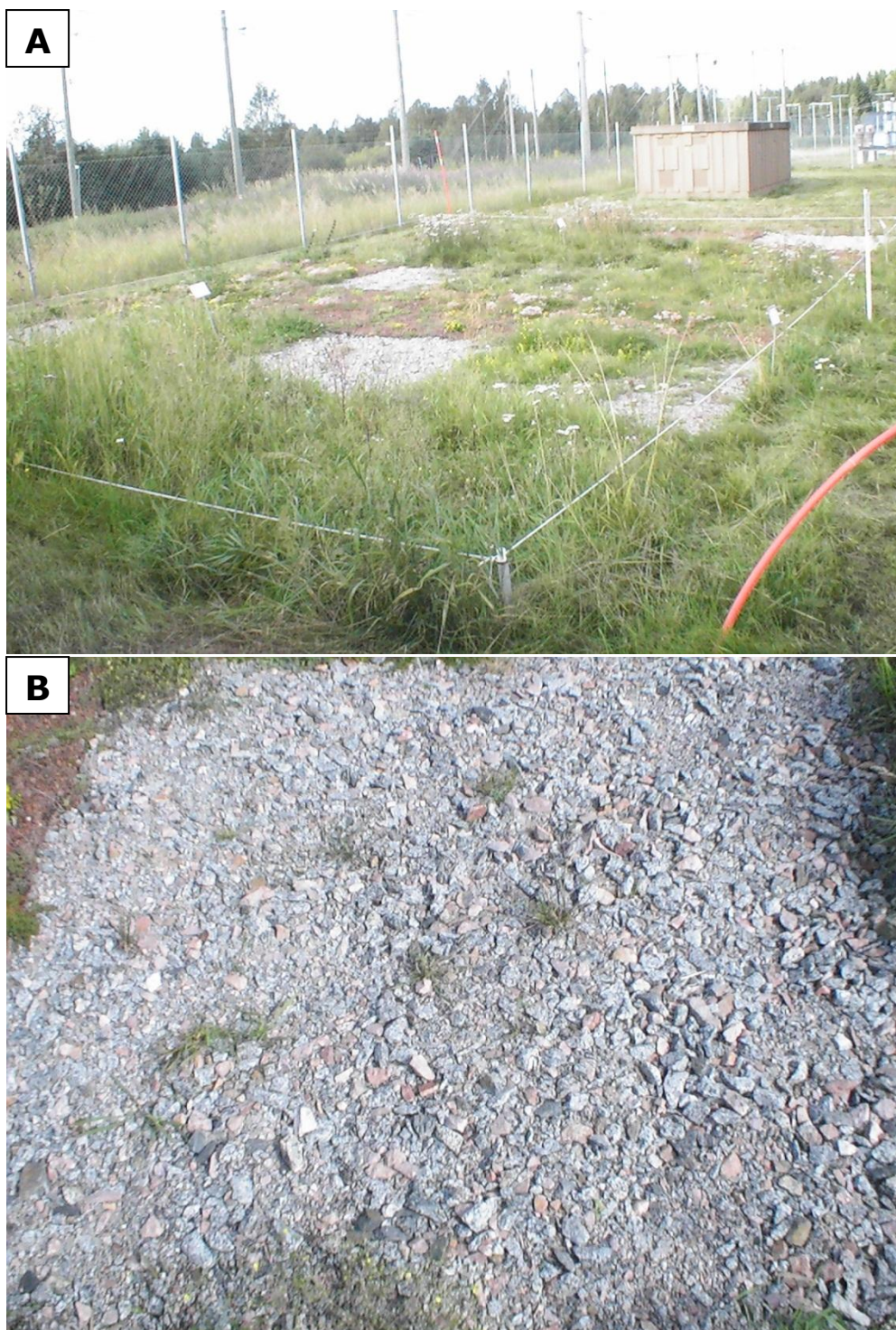
Tabell 6. Sammanställning av Notvikens vegetationsobservationer för markytan täckningsgrad (%), antalet plantor med höjd mindre än 30 cm (H < 30 cm), antal i höjden mellan 30-50 cm (H 30-50 cm) och antal högre än 50 cm (H > 50 cm)

Behandling	Täckningsgrad %	H < 30 cm	H 30-50 cm	H > 50 cm
A	69	50*	8	23
B	94	50*	3	25
C	3	5	0	0
D	4	9	0	0
E	58	50*	0	1
F	1	3	0	0

*betyder att antalet plantor var flera än 50 och mer noggranna beräkningar var svårt att genomföra utan att påverka beståndet

Den högsta marktäckning registrerades i behandling B men även i A och E var marktäckning hög. Vid parvis jämförelse var de flesta kombinationer statistiskt signifikanta utom kombinationer A-E, C-D, C-F och F-D. Den högsta förekomsten av plantor med en höjd mindre än 30 cm fanns i behandlingar A, B och E, och var signifikant skilda från C, D och F.

En viss förekomst av mellanstora plantor (30-50 cm) fanns i behandling A och B men inga signifikanta skillnader har kunnat påvisas. Större plantor fanns framförallt i behandling A och B vilka var signifikant skilda från alla andra behandlingar.



Figur 12. Vegetationsutveckling i Notviken hösten 2010. A, översikt av försöket och B, behandling med grus med markduk (D).

5.4 Vegetationsetablering 2011

5.4.1 Segedal

Den högsta marktäckning registrerades i behandling B som var signifikant skild från A, C, D och F. Marktäckning var relativt hög även i A och E. Som i tidigare inventering var vegetation låg och inga växter högre än 30 cm förekom. Flest plantor med en höjd mindre än 5 cm förekom i behandlingar med frösådd (B och E). B hade signifikant flest plantor jämfört med alla behandlingar utom E. B hade också flest antal plantor med på en höjd mellan 5-30 cm och signifikanta skillnader påvisas bara mot C, E och F.

Tabell 7. Sammanställning av Segedals vegetationsobservationer för markytans täckningsgrad (%), antalet plantor med höjd mer än 50 cm ($H > 50$ cm), antal i höjden mellan 30-50 cm (H 30-50 cm), antal per m^2 mindre än 5 cm och antal per m^2 mellan 5-30 cm

Behandling	Täckningsgrad %	$H > 50$ cm	H 30-50 cm	< 5 cm, m^{-2}	5-30 cm, m^{-2}
A	25	0	0	159	17
B	43	0	0	268	27
C	11	0	0	97	4
D	19	0	0	133	13
E	34	0	0	184	3
F	6	0	0	87	3

5.4.2 Bäcklösa

Marktäckning i Bäcklösa var högst i behandlingar A och B (tabell 8). Statistiskt signifikanta skillnader fanns mot C, D, E och F.

Även i Bäcklösa bestod den mesta vegetationen av låga plantor med ett fåtal plantor högre än 50 cm förekom i behandlingar A, B och D. Liknande resultat erhöles för förekomst av plantor med en höjd mellan 30-50 cm där statistiskt signifikanta skillnader påvisades för A mellan C-E-F, för F mellan A-B-D och för D mellan C-E-F.

Behandlingar A och B hade flest plantor med en höjd mellan 5-30 cm. Statistiska skillnader fanns i jämförelse mellan B mot C och F. A och B hade också mest förekomst av små plantor (< 5 cm). A var signifikant skild från alla behandlingar utom B, medan B bara var skild från C och F.

Tabell 8. Sammanställning av Bäcklösas vegetationsobservationer för markytans täckningsgrad (%), antalet plantor med höjd mer än 50 cm ($H > 50$ cm), antal i höjden mellan 30-50 cm (H 30-50 cm), antal per m^2 mindre än 5 cm och antal per m^2 mellan 5-30 cm

Behandling	Täckningsgrad %	$H > 50$ cm	H 30-50 cm	< 5 cm, m^{-2}	5-30 cm, m^{-2}
A	30	5	21	145	46
B	26	2	13	115	66
C	9	0	2	71	0
D	9	1	15	49	20
E	11	0	2	36	36
F	4	0	0	50	0

5.4.3 Notviken

I Notviken registrerades den högsta förekomsten av oönskad vegetation (tabell 9). Den största marktäckningen förekom i behandling A och B (utan markduk). Det fanns också mycket vegetation i behandling E. Vid parvis jämförelse var A skild från C, D och F, B var skild från C, D, E och F samt E var skild från C, D och F.

Notviken hade den högsta vegetationsförekomst. Behandlingarna A och B hade flest plantor högre än 50 cm och var statistiskt signifikant skilda från de andra behandlingarna. Liknade resultat fanns också för plantor med en höjd mellan 30-50 cm.

Behandling B hade också flest plantor med en höjd mellan 5-30 cm och signifikant skillnader påvisades mot all behandlingar utom A. A var skild från C, D och F. Flest plantor med en höjd mindre än 5 cm förekom i behandlingar med frösådd (B och E). B hade statistiskt flest plantor jämfört med C och F medan E skilde sig från A, C och F.

Tabell 9. Sammanställning av Notvikens vegetationsobservationer för markytans täckningsgrad (%), antalet plantor med höjd mer än 50 cm ($H > 50$ cm), antal i höjden mellan 30-50 cm (H 30-50 cm), antal per m^2 mindre än 5 cm och antal per m^2 mellan 5-30 cm

Behandling	Täckningsgrad %	$H > 50$ cm	H 30-50 cm	< 5 cm, m^{-2}	5-30 cm, m^{-2}
A	84	14	83	47	135
B	98	11	125	96	265
C	10	1	4	20	30
D	21	0	10	58	22
E	76	1	44	98	198
F	8	0	2	10	15

5.5 Artinventering under 2009 och 2010

Artinventering utfördes första gången i Bäcklösa och Notviken i oktober 2009. Det andra projektåret, 2010, gjordes uppföljande inventeringar av samma parametrar mellan den 19 augusti och den 19 september. Försöken i Segedal utvärderades inte under den här perioden på grund av att storleken på plantorna var generellt små och svåra att utvärdera.

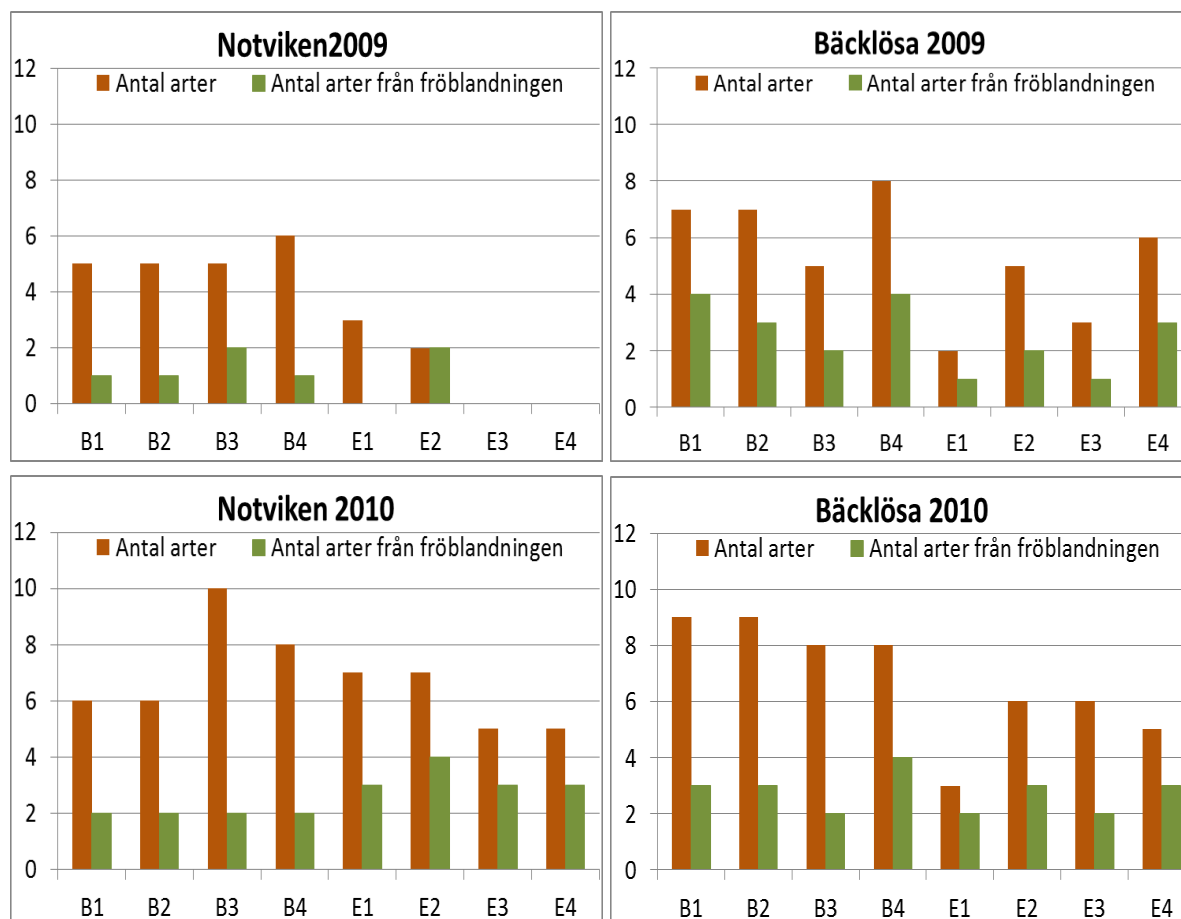
I Bäcklösa förekom flera arter vid båda utvärderingstillfällena jämfört med Notviken (32 respektive 26 olika arter). Artförekomsten vid de olika platserna skilde sig ifrån varandra och enbart nio arter förekom på båda platserna. Inventeringarna visade att artförekomsten var större under 2010 jämfört med 2009 (tabell 10), dvs. att flera arter hade haft möjlighet att etablera sig ett år senare. I genomsnitt hade behandlingar A och B den största artförekomsten.

Tabell 10. Artförekomst under 2009 och 2010 i Notviken och Bäcklösa i de olika behandlingarna. A (grus), B (frösådd på grus), C (sedummatta på grus), D (duk under grus), E (frösådd grus med duk) och F (sedummatta på grus med duk).

Notviken			Bäcklösa		
Arter	2009	2010	Arter	2009	2010
Åkerfräken	A	A-B-C-D-E-F	Åkerviol		D
Åkerkål		A-B	Ärenpris	B	E
Ängssvingel	A-B-C	A-B-C-F	Backtimjan	A-B-E	B-E
Backtimjan	E	E-F	Berggröe	A-B-D	A-B-C-D-E-F
Brännässla		E	Bergsyra	A-B-E	A-B-E
Brunört		D	Björk		B-D
Femfingerört/Småfingerört	A-B-E	A-B-D-E	Blålusern	E	A-C
Fetknopp		E	Färgkulla		B
Gräs	E	D-E	Femfingerört/Småfingerört	A-B-C-E	A-B-C-D-E
Gulmåra	C	B-C-E	Fetknopp	B-E	D-E
Hässlebrodd	B	A-B	Gårdskräppa	A	A-B
Kråkvicker	A-B	A-B-C	Gulmåra	B-E	B-E
Klofibbla		A-C-F	Humlelusern	A	A
Kvickrot	A	A-C	Jätteloka		A
Maskros	A-B-C	A-B-C-E-F	Kanadabinka		A-C-D-E
Mjölkört		A-E	Käringtand		A
Prästkraige	B	B-D-E	Kärleksört/Gyllenfetblad	C	E
Rödklöver		A	Korsört	A-D-E	C-F
Rölleka	A-B	A-B	Kråkvicker	C	B-C
Sandtrav		B	Kryddtimjan	D	
Smörblomma	A	A-B	Kungsljus	A-B	A-B-D
Stjärnblomma		B-C-D-E	Maskros	A-C	
Strandglim	B-E	B-E	Rödklöver	B	
Tistel		A	Rödsvingel	B	A-B
Tuvtåtel	A-B	A-B	Sälg	A	
Vitklöver	B	B	Stormåra	A-B-C-D-E	A-B-C-D-E
			Strandglim	A-B-E	A-B-D-E
			Taggsallat		C-D
			Tistel	B-E	B
			Trampört	D	
			Vildlin	A	A-B-D
			Vitklöver	A-B	A-B-D

Resultaten av artinventeringen visar att i de frösådda leden var antalet arter som förekom i genomsnitt flera än de som hade såtts. Det vill säga att oönskad vegetation hade etablerat sig (figur 13). I Notviken förekom fem arter av frösådd både under 2009 och 2010 men deras förekomst varierade mellan rutorna. Ärenpris som var en av de frösådda arter återfanns inte i någon ruta.

Bäcklösa hade flera frösådda arter under 2009 jämfört med Notviken och alla arter av frösådd återfanns under 2009 och 2010, men deras förekomst varierade mellan rutorna. Förekomsten av Ärenpris var mycket begränsad.

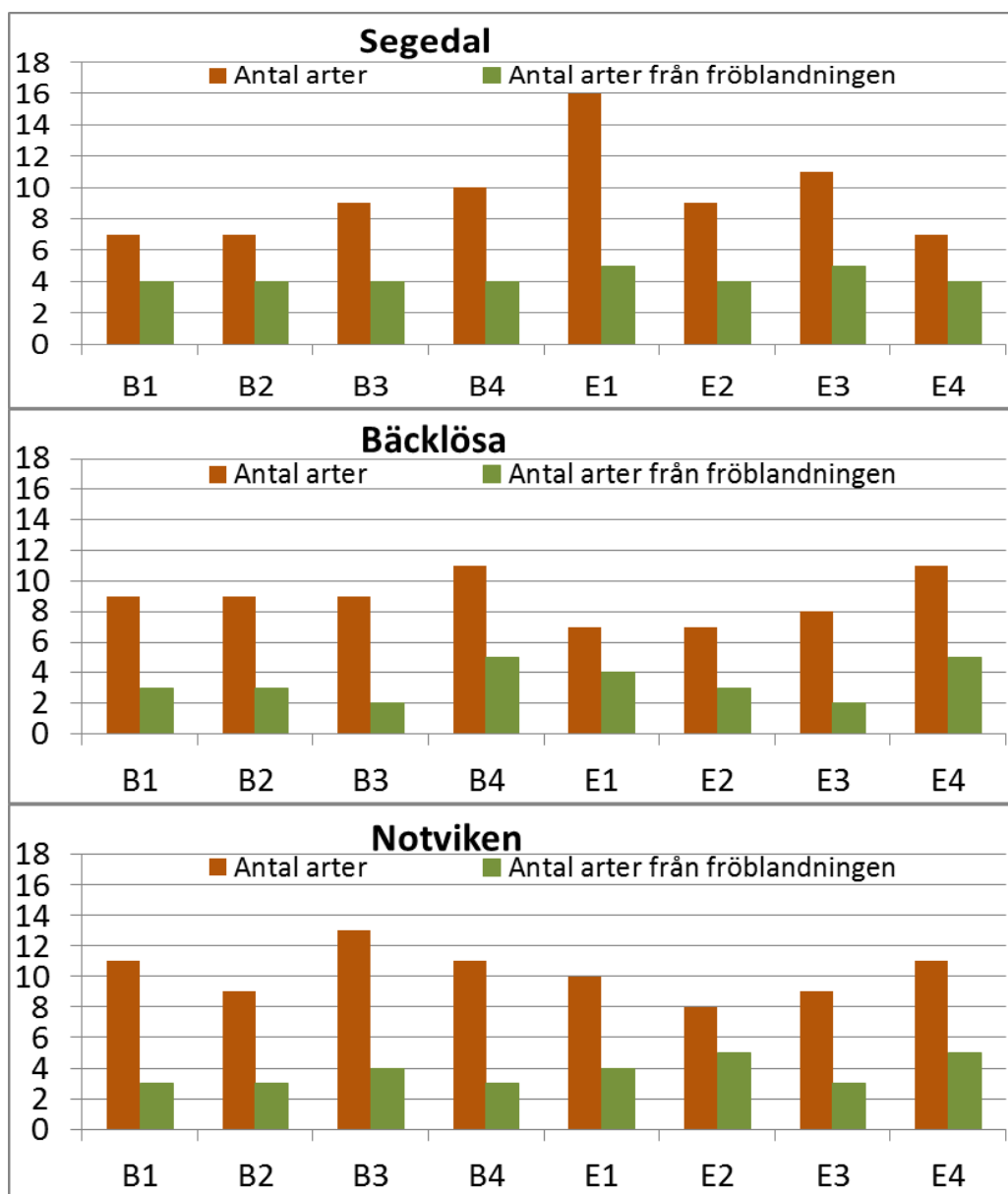


Figur 13. Antal arter som återfanns i de frösådda behandlingarna hösten 2009 och 2010. B är behandling utan markduk och E är behandling med markduk och siffrorna 1 till 4 är blocknummer.

5.6 Artinventering under 2011

Artinventering genomfördes också på samtliga platser mellan den 12 och 28 juni 2011. Resultaten presenteras i tabell 11. Sammanlagt förekom det 64 olika arter i studien med 28 olika arter i Segedal, 33 i Bäcklösa och 31 i Notviken. Endast 9 arter förekom på samtliga platser. Behandling A (grus utan duk) var den behandling som hade flest arter på samtliga platser.

I likhet med tidigare artinventeringar var i de frösådda leden antalet arter som förekom i genomsnitt flera än de arter som hade såtts. Det vill säga att oönskad vegetation hade etablerat sig (figur 14). Samtliga frösådda arter återfanns på alla platser men med något rikare och jämnare förekomst på Segedal.



Figur 14. Antal olika arter i de frösådda behandlingarna år 2011. B är behandlingen utan markduk och E är behandlingen med markduk. Siffrorna 1 till 4 är blocknummer.

Tabell 11. Artförekomst under år 2011 i Segedal, Notviken och Bäcklösa i de olika behandlingarna. A (grus), B (frösådd på grus), C (sedummatta på grus), D (duk under grus), E (frösådd grus med duk) och F (sedummatta på grus med duk).

Arter	Segedal	Bäcklösa	Notviken	Arter	Segedal	Bäcklösa	Notviken
Åkerfräken			A-B-C-D-E-F	Kråkvicker		B-C	A-B-C
Åkerkål			A-B	Kryddtimjan		D	
Åkermolke	A-C-D-E-F			Kungsljus		A-B-C-D	
Åkerviol	A-C-D-E-F			Kvickrot			A-C-E
Ängssvingel			A-B-C-F	Lomme			A-D-E
Ängssyra			A-B-CD-E	Lönn		A-F	
Ärenpris	A-E	B-D-E	E	Maskros	A-B-C-D-F	C-F	A-B-C-D-E-F
Backdunört	C-E			Mjölkört			A-B-E
Backförgätmigej	A-C-D-E-F		A-B-C-D-E-F	Mjuknäva	A-B-C-D-E-F		
Backtimjan	A-B-E	A-B-E	B-D-E	Nejlikrot		E	
Berggröe		A-B-C-D-E-F		Prästkrage			A-B-C-D-E-F
Bergsyra		A-B-E-F	A-C	Rödmire	C-D		
Björk		A-B-D		Rödsvingel		A-B	
Blåkllocka			A-B-C	Rölleka	B	B	A-B-D
Blålusern		A-B-D-E		Ryssgubbe		A	
Brunört	A			Sälg		A	
Dunört		A		Sandtrav			D-E-F
Färgkulla		B		Skelört		A	
Fem-/Småfingerört	A-B-C-D-E-F	A-B-C-D-E	A-B-C-D-E	Smörblomma			A-B
Fetknopp	A-B-D-E	B-D-E	D-E	Sparvvicker	C-E		
Fibbla	A-B-C-D			Stjärnblomma			A-B-C-D-E-F
Gårdskräppa		A-B-D		Stormåra		A-B-C-D-E	
Gråbo			E	Strandglim	A-B-D-E-F	B-E	A-B-E
Gräs	A-B-C-D-E-F		D-E-F	Svartkämpar	A-B-C-D-E-F		
Gulmåra	A-B-C-D-E-F	A-B-C-E	A-B-C-E	Taggsallat	C-D	D	
Hässlebrodd			A-B	Tistel	A-C-D	E	A
Humlelusern	A-D-E-F	A-C-D-E		Trampört		A-D	
Jätteloka		A		Tusensköna	D-F		
Johannesört	A			Tuvtåtel			A-B-C-D-E
Kanadabinka	C-D	A-B-C-E		Vanlig ögontröst	A-D-E-F		
Kärleksört/Gyllenfetblad	A-B-C-E			Vildlin	A-B-C-D-E-F	A-B-D-E	
Klofibbla			C-D-E-F	Vitklöver	A-B-D		B

5.7 Jordanalyser

Kornstorleksfördelningen på försöksplatserna analyserades på samtliga försöksplatser i samband med försöksutläggningen. Resultaten redovisas i tabell 12. Texturen i övre delen av markprofilen skildes sig åt mellan de olika provplatserna. I Segedal var kornstorleksfördelningen tämligen jämt fördelad mellan de olika klasserna. I Bäcklösa dominerade fingrus i det övre jordlagret medan det övre jordlagret i Notviken hade finare textur och bestod mest av sandigare material.

Tabell 12. Kornstorleksfördelning i viktprocent fördelade inom intervallen < 2 mm, 2-8 mm och 8-20 mm på två olika nivåer i marken på tre försöksplatser

Plats	Nivå (cm)	< 2 mm	2-8 mm	8-20 mm
Segedal/Malmö	0-5	35	28	38
	5-10	46	25	29
Bäcklösa/Uppsala	0-10	13	67	20
	10-20	38	39	23
Notviken/Luleå	0-5	63	11	26
	5-10	66	10	25

6 Slutsatser och rekommendationer

Klimatvariationen inom Sverige som de tre försöksplatserna representerar har ingen avgörande betydelse vid etablering av marktäckande vegetation. Notviken hade riklig med vegetation trots att både temperaturer och antal vegetationsdagar var lägre jämfört med Bäcklösa och Segedal.

Markberedning före anläggning har stor betydelse för en bra etablering av marktäckande vegetation. Detta visar sig tydligt på försöksplatserna. Vegetation var riklig i Notviken från början och återetableras mycket bättre i jämförelse till Bäcklösa och Segedal. Texturen i övre jordlagret var också finare i Notviken än på övriga försöksplatser.

Markduk hindrar effektivt oönskad vegetationsetablering från ursprunglig markyta. Detta har kunna tydligt demonstreras på Notviken och Bäcklösa. Utifrån erfarenhet av de tre försöksplatser under de tre år som vi undersökte vegetationsetablering rekommenderar vi att:

1. Befintlig vegetation på platser bör bekämpas kraftfullt och noggrant kemisk eller mekanisk innan man utfört andra åtgärder
2. Markduk som placeras 6-7 cm under ett lager med grus och sten (rotspärr) är en förutsättning för att förhindra etablering av växter som sprider sig på ytan, men också för att hindra etablering av vegetation som kommer underifrån.
3. Djupet som duken kommer att placeras på beror på typen av trafik som ytorna kommer att utsättas för. Duken bör placeras djupare vid hård belastning (10-15 cm) men inte så djupt att det främja etablering av oönskad frösådd vegetation.
4. Strandvegetation/Sedummattor kan etableras på de platser där det finns estetiska krav och där trafik är mycket liten/begränsad. Ovan beskrivna förutsättningar bör dock uppfyllas.
5. Vi rekommendera att samma behandlingar som görs vid ställverken också ska göras i en bufferzon på 2 m omkring ställverken. Detta kan förhindra vandring av vegetation som finns utanför ställverksområdet.

7 Referenser

Alexandersson, H., Karlström, C. & Larsson-McCann, S. 1991. Temperaturen och nederbörden i Sverige 1961-90, Referensnormaler. SMHI Meteorologi, Nr 81. Norrköping.

Bernes, C. 1993. Nordens miljö – tillstånd, utveckling, hot. Naturvårdsverket, monitor 13

Johansson, J. 2006. Marktäckande, lågväxt vegetation på ställverksmark – en biologisk bekämpningsmetod mot ogräs. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för markvetenskap, Avdelningen för hydroteknik. Rapport 4.

ELFORSK

SVENSKA ELFÖRETAGENS FORSKNINGS- OCH UTVECKLINGS - ELFORSK - AB

Elforsk AB, 101 53 Stockholm. Besöksadress: Olof Palmes Gata 31
Telefon: 08-677 25 30, Telefax: 08-677 25 35
www.elforsk.se