



UPPSALA
UNIVERSITET



W13040

Examensarbete 30 hp
November 2013

Analys av miljöanpassad ogräs- bekämpning

Analysis of environmentally sustainable
weed control

Emelie Henningsen

REFERAT

Analys av miljöanpassad ogräsbekämpning

Emelie Henningsen

Svenska Kraftnät är ett statligt affärsverk vars huvuduppgift är drift och underhåll av det svenska elstamnätet. Bekämpningen av oönskad vegetation är en del i underhållsarbetet i anläggningarna och sker i dagsläget med det kemiska bekämpningsmedlet Roundup. Svenska Kraftnät önskar att minska eller ersätta den kemiska ogräsbekämpningen med en miljöanpassad metod och rapporten syftar till att undersöka den möjligheten. En av de möjliga metoderna, NCC Spuma, testades i ett fältförsök i en av Svenska Kraftnäts anläggningar och dess miljöpåverkan undersöktes genom en livscykelanalys.

NCC Spuma är en termisk metod för ogräsbekämpning som erbjuds av NCC Roads. Ogräset bekämpas med hett vatten och ett isolerande skum. Det isolerande skummet förlänger tiden det heta vattnet skadar ogräset. Skummet bildas då ett extrakt, glucopon 225 DK, blandas med hett vatten. NCC Spuma testades tillsammans med Roundup bio i ett fältförsök för att jämföra metodernas effekt och användarvänligheten. Försöket visade att den största minskningen i ogräs erhöles med NCC Spuma. Men standardavvikelsen var för samtliga resultat hög och för att få en mer exakt jämförelse mellan metoderna behövs mer utförliga försök. Området var torrt till följd av sommarens låga nederbörd vilket ledde till att förekomsten av ogräs var låg. Detta i kombination med att det var stor skillnad mellan mängden ogräs i testrutorna både vid start och under försökets gång bidrog till den stora standardavvikelsen. Framkomligheten vid utläggningen av NCC Spuma i anläggningen var något begränsad och tidsåtgången var stor i jämförelse med den vid besprutningen med Roundup bio.

Resultatet från den LCA som utfördes visade att det totala utsläppet för ogräsbekämpning per kvadratmeter motsvarade 119,5 g CO₂-ekvivalenter vid utläggning av NCC Spuma. Det största bidraget kom från den diesel som förbrukades vid upphettningen av vattnet, det bidraget motsvarade 85 g/m². Det nästa största bidraget kom från råvaruproduktionen och var 29 g/m². Utsläppen från transporter och produktion av extraktet var betydligt mindre.

Det som först och främst kan göras är att se till att dagens kemiska ogräsbekämpning är att se till att användningen av Roundup bio sker enligt instruktioner, att dosen anpassas efter mängden ogräs och att det inte används i förebyggande syfte. Att Roundup bio inte kan användas förebyggande beror på att det endast tas upp via växtens blad och inte via dess rötter. NCC Spuma kan vara en alternativ metod för att bekämpa ogräset i stationsanläggningarna, dock finns det utmaningar i framkomlighet och räckvidd som bör lösas innan implementering. Den stora tidsåtgången kan också bli ett problem särskilt i Svenska Kraftnäts större anläggningar. Andra alternativa metoder som Svenska Kraftnät möjligtvis skulle kunna använda är förebyggande åtgärder som samt bekämpning med ättiksyra. I Svenska Kraftnäts riktlinjer för stationsunderhåll anges att ytan ska hållas fri från ogräs, något som i dagsläget sällan uppnås. Ett tröskelvärde för tolererad mängd ogräs skulle kunna förenkla för underhållsentreprenören att avgöra när det finns behov av ogräsbekämpning.

Nyckelord: Ogräsbekämpning, NCC Spuma, APG, Svenska Kraftnät, LCA

Institutionen för mikrobiologi, Biocentrum SLU
Box 7025, SE-750 07 Uppsala
ISSN: 1401-5765

ABSTRACT

Analysis of environmentally sustainable weed control

Emelie Henningsen

Swedish national grid (Svenska Kraftnät) is a state-owned public utility whose primary responsibility is operation and maintenance of the Swedish power grid. Weed management is a part of the maintenance of the facilities of Svenska Kraftnät and today this is done with chemical pesticides. Svenska Kraftnät wishes to replace or reduce the use of chemical pesticides and the aim of this report was to investigate the possibility of doing that. One of the possible methods, NCC Spuma, was tested in one of the facilities of Svenska Kraftnät. The environmental impact of NCC Spuma was assessed in a Life Cycle Analysis (LCA).

NCC Spuma is a thermal method for weed management offered by NCC Roads. The weed control is carried out with hot water and isolating foam. The weed is killed because of the exposure to hot water and the foam prolongs the time the hot water can damage the weed. The foam is formed when an extract, glucopon 225 DK, is added to the hot water. A field experiment was carried out to compare the effects of NCC Spuma and Roundup bio and also evaluate the practical use of NCC Spuma in the facility. The test showed that the use of NCC Spuma resulted in the greatest reduction in weed coverage. However, the standard deviations were very high for all of the results and in order to get a better comparison between the methods more tests are needed. The precipitation during the summer was very low which resulted in low weed growth. This in combination with big variation in weed coverage between the test squares from the start, contributed to the big standard deviation.

In order to learn more about the emission of greenhouse gases from NCC Spuma an LCA was carried out. The result showed that the total emission of greenhouse gas for treatment of one square meter one time corresponded to 119,5 g CO₂-equivalents. The biggest contribution was from the heating of water because of the use of biodiesel, the contribution was 85 g/m². The second biggest contribution was from the production of the raw materials to the extract, 29 g/m². The emissions due to transportation and production of the extract were considerably smaller.

To reduce the use of chemical pesticides there are a number of actions Svenska Kraftnät can take. First of all they can make sure that the use of Round up bio is carried out properly according to the instructions, that the dose is adjusted to the weed and that it is only used on surfaces with weed. This since Roundup bio cannot be used to prevent the emergence of new weeds. NCC Spuma could be an alternative to Roundup bio but first the challenges in range due to poles and equipment in the facility should be solved. The time consumption can be a problem especially in the bigger facilities. Other methods that Svenska Kraftnät possibly could use are preventing actions like weed barriers or plants that cover the ground, acetic acid could also be an alternative. In the existing guidelines for the weed management it is said that the surface should kept free from weeds. This is rarely achieved and a target or a threshold value for tolerable amount weed would help the contractor to determine when weed control is necessary.

Keywords: Weed control, NCC Spuma, APG, Swedish national grid, LCA

*The Department of Microbiology, BioCentrum SLU
Box 7025, SE-750 07 Uppsala
ISSN 1401-5765*

FÖRORD

Detta examensarbete har utförts som den avslutande delen på civilingenjörsprogrammet i miljö- och vattenteknik vid Uppsala universitet. Arbetet omfattar 30 högskolepoäng och har utförts i samarbete med Svenska Kraftnät och NCC Roads. Kine Larsson på Svenska Kraftnät har varit handledare och Harald Cederlund på institutionen för mikrobiologi på SLU har varit ämnesgranskare. Kontaktperson på NCC Roads var Frida Panzar.

Jag vill tacka Kine Larsson för vägledning under examensarbetet och Harald Cederlund för hjälp med planering av fältförsök och hjälp med utformning av rapporten. Jag vill även tacka övrig personal på Svenska Kraftnät, NCC Roads och Infratek som jag varit i kontakt med under arbetets gång. Slutligen vill jag tacka min sambo Niklas för allt stöd och uppmuntran.

Emelie Henningsen
Uppsala, oktober 2013

POPULÄRVETENSKAPLIG SAMMANFATTNING

Analys av miljöanpassad ogräsbekämpning

Emelie Henningsen

Ogräs kan beskrivas som fel växt på fel plats och det är subjektivt när en växt betraktas som ogräs. Det finns flera skäl till varför växtlighet kan vara oönskad, det kan ibland vara rent estetisk men ofta finns det en mer praktisk anledning. De flesta av oss kan nog relatera till hur svårt det kan vara att bli av med envist ogräs, maskrosor är kanske det mest välkända exemplet.

I Svenska Kraftnäts stationsanläggningar är det av stor vikt att bekämpa ogräset eftersom det utgör en brandrisk. Från ledningarna med hög spänning kan det slå gnistor, så kallade överslag, som kan göra att det fattar eld i eventuellt ogräs. För att bekämpa ogräset använder Svenska Kraftnät ett kemiskt preparat som heter Roundup bio. Roundup bio är ett mycket vanligt ogräsmedel som används för att bekämpa ogräs både i liten och stor skala.

Men allmänhetens ökade miljömedvetenhet i kombination med miljömålet giftfri miljö och nya EU-direktiv har ökat intresset för ogräsbekämpning utan kemikalier och allt fler kommuner inför restriktioner för ogräsbekämpning med kemiska preparat. På flera håll, så även hos Svenska kraftnät, ser man sig om efter nya miljövänliga sätt att bekämpa ogräset. I Tyskland och Danmark bekämpar NCC Roads ogräs med hett vatten och ett isolerande skum, metoden heter NCC Spuma. NCC Roads har under sommaren 2013 testat NCC Spuma även i Sverige. I samarbete med Svenska Kraftnät testades metoden i en av Svenska Kraftnäts stationsanläggningar. NCC Spuma visade sig fungera bra på ogräs i anläggningen men framkomligheten var begränsad till följd av stolpar och annan utrustning inom försöksområdet.

Hur bra effekt NCC Spuma och andra metoder har i kampen mot ogräset beror på vilken typ av ogräs som ska bekämpas. Ogräs som har djupa rötter och en skyddad tillväxtpunkt är det svårare att bli av med än ogräs med korta ytliga rötter.

NCC Spuma består som nämnts ovan av hett vatten som blandas med ett diskmedelsliknande ämne som brukar kallas extrakt. Det är extraktet som gör att skummet bildas. Extraktet tillverkas av majsstärkelse, kokosolja och palmkärnolja. NCC Spuma är därför en metod som bygger på naturliga ämnen, men det behöver inte betyda att miljön är opåverkad. För att undersöka vilken miljöpåverkan NCC Spuma medför gjordes en livscykelanalys (LCA). I en sådan undersöks vilka råvaror som används och vilka processer som sker under metodens livscykel, sedan beräknas det vilka utsläpp av växthusgaser som produktion och användning av NCC Spuma innebär. Då går det att avgöra var insatser kan göras för att minska miljöpåverkan. De största utsläppen visade sig ske under själva ogräsbekämpningen, vilket beror på att vattnet ska hettas upp till 95 °C och detta görs med diesel. Produktionen av råvarorna till extraktet orsakade näst mest utsläpp. Transporterna bidrog med lite utsläpp i jämförelse.

Svenska Kraftnät har flera möjligheter att minska sin miljöpåverkan från ogräsbekämpningen. Ett första steg är att använda den nuvarande metoden på rätt sätt. Roundup bio verkar genom att från växtens blad tränga ner i plantan och skada den. Det betyder att det inte är någon idé att sprida Roundup bio i förebyggande syfte på ytor som ännu inte drabbats av ogräs. Vidare skulle NCC Spuma kunna vara ett alternativ men problemen med framkomlighet behöver lösas först och det bör även övervägas om den stora tidsåtgången i de största anläggningarna kan accepteras.

Innehåll

1	Inledning.....	1
1.1	Syfte.....	1
1.2	Organisationer och förutsättningar.....	1
1.2.1	Svenska Kraftnät.....	1
1.2.2	Upphandlingar	2
1.2.3	NCC roads	2
2	Materiel och Metod	3
2.1	Litteraturstudie ogräsbekämpning.....	3
2.2	Fältstudie	3
2.2.1	Val av anläggning.....	3
2.2.2	Förekomst av ogräs	4
2.2.3	Försökets utformning	4
2.2.4	Utförande	6
2.2.5	Bekämpning med NCC Spuma	7
2.2.6	Bekämpning med Roundup bio	8
2.3	Livscykelanalys.....	9
2.3.1	Livscykelanalysens arbetsstruktur.....	9
2.3.2	Omfattning	10
2.3.3	Val av systemets gränser	10
2.3.4	Val av funktionell enhet	11
2.3.5	Miljöpåverkansanalys (LCIA)	11
3	Teori ogräs och ogräsbekämpning	12
3.1	Ogräs och bekämpning.....	12
3.1.1	Ettåriga Fröogräs	12
3.1.2	Tvååriga fröogräs	12
3.1.3	Fleråriga rotoogräs	12
3.1.4	Ogräsets tillväxt	12
3.1.5	Ogräs på hårdgjorda ytor	14
3.2	Svenska Kraftnäts stationsunderhåll	15
3.2.1	Riktlinjer för stationsunderhåll.....	15

3.2.2	Ogräsbekämpningen i nuläget.....	15
3.2.3	Roundup bio	15
3.3	Alternativa bekämpningsmetoder	16
3.3.1	Förebyggande åtgärder	16
3.3.2	Ättiksyra.....	17
3.4	Termisk ogräsbekämpning	17
3.4.1	NCC Spuma	17
3.4.2	Glucopon 225 DK.....	18
3.4.3	Framställning Alkylpolyglukosid	18
3.4.4	Biologisk nedbrytning av APG.....	20
3.4.5	Upphettnings av vattnet	20
3.5	Kostnad.....	21
4	Resultat.....	22
4.1	Fältförsök.....	22
4.1.1	Area och åtgång.....	22
4.1.1	Väderförhållanden.....	22
4.1.2	Utvärdering av ogräsets täckningsgrad	23
4.2	Livscykelanalys.....	25
4.2.1	Flöden	26
4.2.2	Miljöpåverkan.....	26
4.2.3	Utsläpp per växtsäsong	28
5	Diskussion.....	29
5.1	Fältförsöket	29
5.2	Användarvänlighet NCC Spuma.....	30
5.3	Tidigare studier.....	30
5.4	Livscykelanalys.....	31
5.5	Alternativa metoder	32
5.6	Rekommendationer.....	33
6	Slutsatser	34
7	Referenser	35
	Muntliga referenser	38
	Bilaga A – Foton fältförsök	39
	Bilaga B – Fältförsök	43
	Bilaga C - LCA Data.....	44

DEFINITIONER

Stationsanläggning	Samlingsnamn för Svenska Kraftnäts anläggningar som ingår i elstamnätet.
Ställverk	Anläggning för distribution av el
Stativ	Stolpar inne på ställverksområdet fästa i fundament
Överslag	Gnista som kan uppstå ifrån högspänningsledning till följd av stor spänningsskillnad
APG	Alkylpolyglukosid
COD	Chemical Oxygen Demand
BOD	Biological Oxygen Demand
LCA	Livscykelanalys
GWP	Global Warming Potential
CO ₂ -ekvivalenter	Mått på klimatpåverkan från växthusgaser. Genom omräkning till CO ₂ -ekvivalenter kan växthusers klimatpåverkan jämföras eller adderas.
Carbon footprint	Mängden växthusgaser som en aktivitet släpper ut över en viss given tidsperiod

1 Inledning

Svenska Kraftnäts är ett statligt affärsverk vars huvuduppgift är drift och underhåll av det svenska elstamnätet (Svenska Kraftnät, 2012a). En del av det underhållsarbetet består i att hålla stationsanläggningarna fria från oönskad vegetation för att minimera brandrisken vid överslag (Svenska Kraftnät, 2010). Dessutom förkortas den hårdgjorda ytans livslängd om ogräset får växa fritt till följd av rötternas förmåga att tränga igenom asfalt och grus (Schroeder & Hansson, 2006). Ogräsbekämpningen i Svenska Kraftnäts anläggningar utförs i nuläget med Roundup bio, undantaget de anläggningar som finns inom vattenskyddsområden där bekämpningen istället sker mekaniskt (pers.medd., Lund, 2013).

Kemisk ogräsbekämpning, som bland annat sker med glyfosatpreparat, har blivit allt mer ifrågasatt. Detta beror bland annat på att glyfosat har påträffats både i ytvatten och sedimentprover (Nanos m.fl., 2012). Flera kommuner har i strävan efter en hållbar utveckling med minskad användning av kemikalier infört restriktioner av kemiska bekämpningsmedel (Jordbruksverket, 2012). Även Svenska Kraftnät måste i sina anläggningar följa respektive kommuns restriktioner eller krav och därför söker Svenska Kraftnät nu alternativa miljöanpassade metoder för ogräsbekämpning.

NCC Roads har under flera år i bland annat Danmark och Tyskland använt en termisk ogräsbekämpning kallad NCC Spuma. Under sommaren 2013 testas metoden även i Sverige, främst längs vägkanter och refuger (pers.medd, Mellberg, 2013). I det här examensarbetet har NCC Spuma testats i en av Svenska Kraftnäts anläggningar. Examensarbetet utförs tillsammans med Svenska Kraftnät och NCC och om metoden visar sig lämplig innebär det möjligheter till ett fortsatt samarbete där NCC kan anlitas för att bekämpa ogräset i Svenska Kraftnäts anläggningar.

1.1 Syfte

Syftet med detta examensarbete var att undersöka möjligheten att minska eller ersätta den kemiska ogräsbekämpningen med Roundup bio i Svenska Kraftnäts anläggningar, samt möjligheten att göra det med den icke kemiska metoden NCC Spuma. Metoden bedömdes utifrån hur väl den fungerade, användarvänlighet samt vilken miljöpåverkan den medförde. Andra alternativ till bekämpningen med Roundup bio undersöktes genom en litteraturstudie och den sammantagna miljöpåverkan i form av utsläpp av växthusgaser för NCC Spuma undersöktes genom en livscykelanalys (LCA).

1.2 Organisationer och förutsättningar

1.2.1 Svenska Kraftnät

Svenska Kraftnät är ett statligt affärsverk bildat 1992 med flera verksamhetsområden. Huvuduppgiften är att transportera el och underhålla elstamnätet (Svenska Kraftnät, 2012a). Svenska Kraftnät leds av en styrelse och generaldirektör som utses av regeringen och antalet anställda är omkring 450 (Svenska Kraftnät, 2012b).

Miljöarbetet på Svenska kraftnät styrs av ett miljöledningssystem som är certifierat enligt den internationella standarden ISO 14001. De miljömål som Svenska Kraftnät har satt upp har sin grund i de svenska miljö kvalitetsmålen. Begränsad miljöpåverkan, God bebyggd miljö, Gifrfri miljö och Rikt växt- och djurliv är de miljö kvalitetsmål som Svenska Kraftnät främst berörs av (Svenska Kraftnät, 2012c).

Svenska kraftnät är en beställarorganisation vilket innebär att det inte finns någon egen utförandepersonal inom organisationen. Istället anlitas entreprenörer både då det gäller anläggningsprojekt och löpande underhåll (Svenska Kraftnät, 2012b). Ogräsbekämpningen i stationsanläggningarna är en del i det löpande underhållsarbetet och Svenska Kraftnät ansvarar för ogräsbekämpningen i cirka 50 anläggningar (pers. medd., Engman, 2013). De tre entreprenörerna som delar på den arbetsuppgiften är Infratek, Vattenfall Services Nordic AB och One nordic (pers. medd., Lund, 2013).

1.2.2 Upphandlingar

Svenska Kraftnät lyder under Lag 2007:1 092, Lagen om upphandling inom områdena vatten, energi, transporter och posttjänster (LUF) (Svenska Kraftnät, 2013). När Svenska Kraftnät anlitar leverantörer för olika ändamål måste det därför ske genom offentlig upphandling (Svenska Kraftnät, 2013). Tanken med en upphandlingsprocess är att det ska säkerställas att samtliga leverantörer har möjlighet att lämna anbud och att den mest lämpade till slut anlitas. Syftet med upphandlingsreglerna är att enheter såsom statliga myndigheter och kommuner ska utföra upphandlingar på bästa möjliga sätt då verksamheten finansieras av offentliga medel (Fryksdahl & de Jonge, 2012). Dels kan då konkurrensen på marknaden ge en bra affär för den upphandlande enheten, dels ges leverantörerna möjlighet att konkurrera med varandra på lika villkor i varje upphandling.

Svenska kraftnät ställer sedan 1998 miljökrav vid samtliga av sina upphandlingar (Svenska Kraftnät, 2009). De leverantörer som genomför uppdrag åt Svenska Kraftnät ska bedriva ett eget systematiskt miljöarbete och ha ett miljöledningssystem. Dessutom ska anlita leverantör säkerställa att de underentreprenörer och konsulter som de i sin tur anlitar även följer kraven.

Ogräsbekämpningen är en del i stationsanläggningarnas långsiktiga underhåll vilket faller under avtalet "drift och underhåll av anläggningar hörande till stamnätet för åren 2011 till 2016". En förändring av rutinerna för underhållsarbetet där ogräsbekämpningen ingår kan göras vid en ny upphandling. Förfrågningsunderlaget för nästa upphandling för bygg och underhållsentreprenad ska vara klart vintern 2015 och gälla från och med 2017 (pers. medd., Engman, 2013).

1.2.3 NCC roads

NCC är ett bygg- och fastighetsutvecklingsföretag som verkar i norra Europa (NCC, 2013). I Sverige är NCC indelat i fyra verksamhetsområden Construction, Property Development, Housing och Roads. NCC Roads arbetar med produkter och tjänster som rör vägar, både produktion av kross och asfalt samt underhållstjänster (NCC, 2012a). I underhållstjänsterna ingår bland annat ogräsbekämpning.

NCC vill bidra till minskad klimatpåverkan med fokus på energi. De miljömål som NCC därför har satt upp är att skapa hälsosamma bebyggda miljöer, minska klimatpåverkan, minska användningen av skadliga ämnen och bidra till återvinning av material och produkter (NCC, 2011). NCC Roads har varit certifierade enligt ISO 14001 sedan 2012.

2 Materiel och Metod

2.1 Litteraturstudie ogräsbekämpning

Genom en litteraturstudie insamlades kunskap om ogräs och ogräsbekämpning. Fokus låg på att samla in kunskap om miljöanpassade metoder som skulle kunna lämpa sig för bruk i stationsanläggningar samt information om Roundup bio som är den nuvarande bekämpningsmetoden i majoriteten av Svenska Kraftnäts anläggningar.

För NCC Spuma och Roundup bio, som var de metoder som användes i fältförsöket, användes produktdatablad och samtal med entreprenörer för att få en uppfattning om produkterna.

2.2 Fältstudie

En fältstudie utformades för att testa NCC Spuma med avseende på effektivitet och användarvänlighet i en av Svenska Kraftnäts stationsanläggningar. Försökets utfördes i samarbete med NCC roads.

För att få vistas själv i Svenska Kraftnäts stationsanläggningar krävs en utbildning i elsäkerhetsanvisningarna, en så kallad ESA-utbildning, det vill säga utbildning inom elsäkerhetsanvisningarna (Svenska Kraftnät, 2011). Då det endast var personalen från Infratek, en av Svenska Kraftnäts underhållsentreprenörer, som hade denna utbildning skedde hela försöket under övervakning av Infratek.

2.2.1 Val av anläggning

Tillsammans med en underhållsingenjör på Svenska Kraftnät valdes en lämplig anläggning för försöket. Den representerar en typisk stationsanläggning och har varit i drift sedan 80-talet (pers. medd., Lund, 2013).

Försöksområdet utgjordes av en stationsanläggnings ställverksområde och bestod av en rektangulär grusyta med flera stativ. Den tillåtna maxhöjden inom området var 3,5 m till följd av säkerhetsavståndet till högspänningsledningarna som visas i Figur 1. Var anläggningen ligger geografiskt utelämnas i denna rapport i enlighet med Svenska Kraftnäts säkerhetsföreskrifter. Anläggningens lokalisering har dessutom liten betydelse för försökets resultat.



Figur 1. Inom området finns flera stativ och på 3,5 m höjd finns högspänningsledningarna. Stolpar och kraftledningarna begränsar framkomligheten.

2.2.2 Förekomst av ogräs

Det var en stor variation i vilka typer av ogräs som förekom på försöksområdet. Bland annat örtväxter (exempelvis arv, släktet *Cerastium*), björkskott, tallskott, mossa, lav och gräs. Ogräset var ojämnt fördelat över området och stora ytor var helt fria från ogräs. Ogräset växte framförallt i anslutning till en smal asfalterad väg och i anslutning till stolpar.

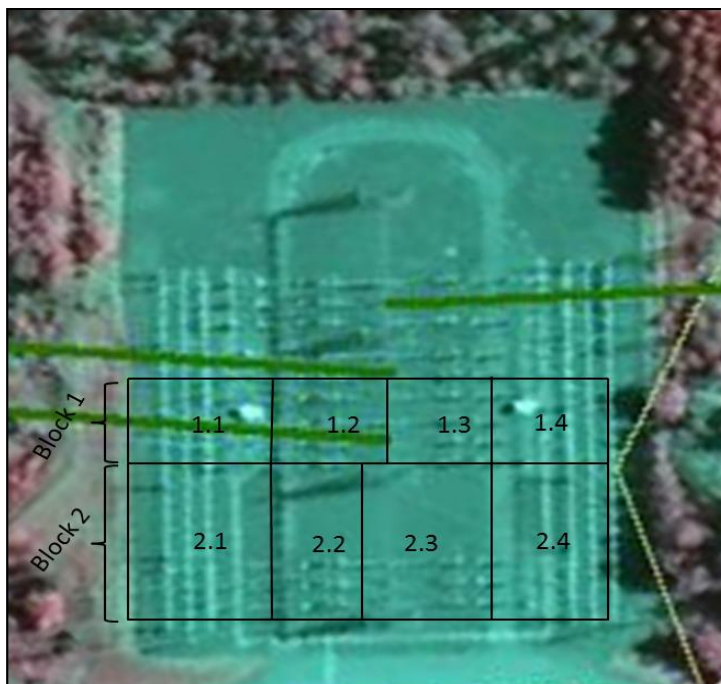
2.2.3 Försökets utformning

Fältförsöket utformades och genomfördes enligt metodiken i försökshandboken från Fältforsk (2012). Försöket är ett fullständigt randomiserat blockförsök vilket innebär att försöksområdet delades in i block efter hur förhållandena varierade inom området. Inom dessa block slumpades sedan behandlingarna ut, varför försöket är randomiserat. Eftersom samtliga behandlingar finns med i varje block kallas försöket fullständigt. De behandlingar som användes var:

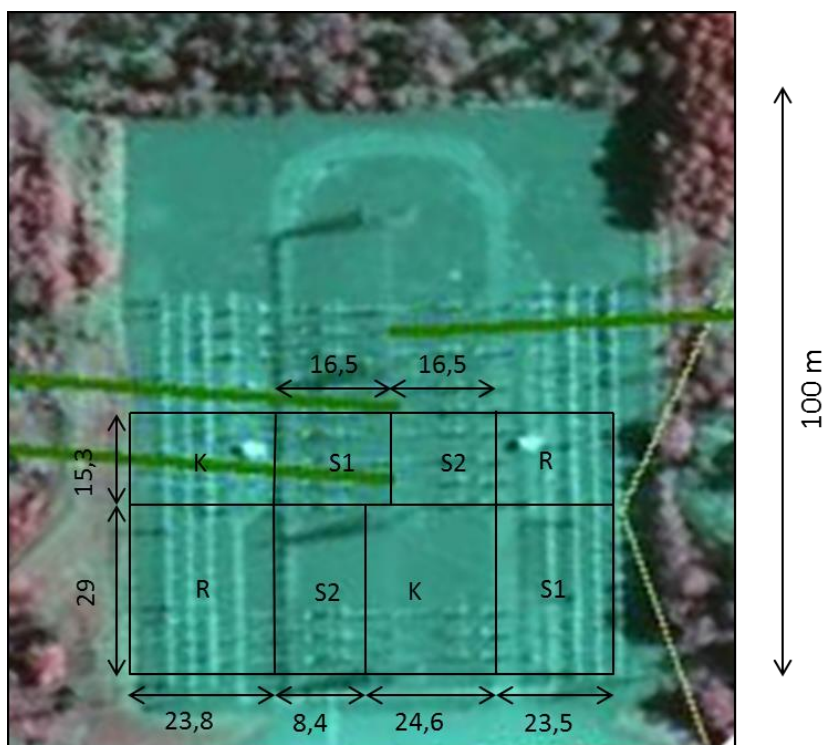
- Roundup bio
- Spuma en gång
- Spuma två gånger
- Ingen behandling

Att en ruta inom varje block lämnades obehandlad var för att ge en referens på hur ogräsets tillväxt såg ut då det fick växa fritt. På så sätt kunde metodernas effektivitet bedömas dels mot varandra, dels mot att ingen bekämpning utfördes.

Försöksområdet delades in i två block med fyra olika behandlingsrutor (se Figur 2). Inom varje ruta markerades sedan två mindre testrutor (0,6 x 0,6 m). Dessa rutor fotograferades upprepade gånger under försöksperioden.



Figur 2. Översiktskarta av ställverksområdet där försöket utförts. Försöksytan delades in i block som sedan delades in i fyra mindre rutor där de olika metoderna testades. Rutorna numrerades enligt vilket block de låg i och stigande åt höger.



Figur 3. Bilden visar vilken metod som användes inom de olika rutorna, vad förkortningarna står för anges i tabell 1.

Rutornas area varierade mellan 690 och 244 m² men de två testrutorna där täckningsgraden utvärderades inom varje behandlingsruta var alltid 0,36 m². Behandlingsrutornas area redovisas i Tabell 1.

Tabell 1. Areal för respektive numrerat fält inom försöksområdet. Arealen är avrundad till hela m².

Område	Behandling	Förkortning	Area (m ²)
1.1	Kontroll	K	369
1.2	Spuma en gång	S1	252
1.3	Spuma två gånger	S2	252
1.4	Roundup bio	R	363
2.1	Roundup bio	R	690
2.2	Spuma två gånger	S2	244
2.3	Kontroll	K	479
2.4	Spuma en gång	S1	681

Den väg som ses i Figur 2 och Figur 3 användes som en naturlig avgränsning då block och rutor delades in. Avstånd mättes upp och markerades med trästavar och markeringspray. Före och efter bekämpning undersöktes ogräsets täckningsgrad, det vill säga hur stor andel (i procent) av en yta som är täckt med ogräs (Fältforsk, 2012). Täckningsgraden bedömdes visuellt utifrån de fotograferade testrutorna och detta kunde göras vid datorn efter arbete i fält.

2.2.4 Utförande

Fältförsöket påbörjades med ett inledande studiebesök till flera statonsanläggningar för att få en uppfattning om hur de var utformade. Förberedelserna inför fältförsöket innefattade att området delades in i block, och att behandlingsrutor och testrutor markerades ut med trästavar och markeringspray. I samband med förberedelserna fotograferades testrutorna. Två veckor efter utläggning av NCC Spuma och besprutning med Roundup bio fotograferades testrutorna igen.

Vid ett senare tillfälle, den 29 juli, undersöktes rutornas täckningsgrad igen och hälften av rutorna som hade behandlats med NCC Spuma behandlades en andra gång. Detta gjordes för att ge en uppfattning om NCC Spumas effektivitet efter både en och två behandlingar. Enligt referensbladet från NCC om metoden är det lämpligt med tre till fyra behandlingar första säsongen det används och två till tre efterföljande säsonger. Försöket begränsades till två behandlingar på grund av att projektet utfördes under en begränsad tid och för att förekomsten av ogräs var låg.

Tabell 2 visar när arbete i fält ägde rum och vad som utfördes.

Tabell 2 Datum för de olika aktiviteterna.

Datum	Åtgärd
24/5	Förberedelse fältförsök, bedömning av täckningsgrad
27/5	Utläggning Spuma
28/5	Besprutning Roundup bio
11/6	Avläsning täckningsgrad
29/7	Utläggning Spuma
12/8	Avläsning täckningsgrad
29/8	Avläsning täckningsgrad

2.2.5 Bekämpning med NCC Spuma

Utläggningen av NCC Spuma kan ske antingen maskinellt med utläggningsarm från lastbil eller manuellt. Vid mekanisk utläggning med en arbetsbredd på 120 cm och där lastbilen kör ca 1,35 km/h kan omkring 1620 m² behandlas per timme (pers. medd., Panzar, 2013). Vid manuell utläggning kan cirka 325 m² behandlas per timme (pers. medd. Panzar, 2013).

Den lastbil som användes för transport av utrustning och utläggning av Spuma var för stor för att kunna köra in på ställverksområdet. Lastbilens höjd överskred de 3,5 m som var den tillåtna maxhöjden i ställverksområdet och parkerades därför intill området enligt Figur 4. Utläggningen skedde sedan manuellt med hjälp av slang och munstycke. Området där fältförsöket utfördes var 100 m långt och tillträde till området skedde från ena kortsidan då resten av området var inhägnat. Metodens räckvidd begränsades då slangen till munstycket endast var 50 m vilket gjorde att cirka halva ställverksområdet inte kunde behandlas. Eftersom det inom ställverksområdet fanns flera stativ och stolpar begränsades framkomligheten vilket försvårade utläggningsprocessen. Utläggningen av skummet tog därför något längre tid än om ytan skulle ha varit öppen. Skummet lades ut över hela ytan, även på de områden där det inte växte ogräs.



Figur 4 Lastbilen överskred den tillåtna höjden inom ställverksområdet.

2.2.6 Bekämpning med Roundup bio

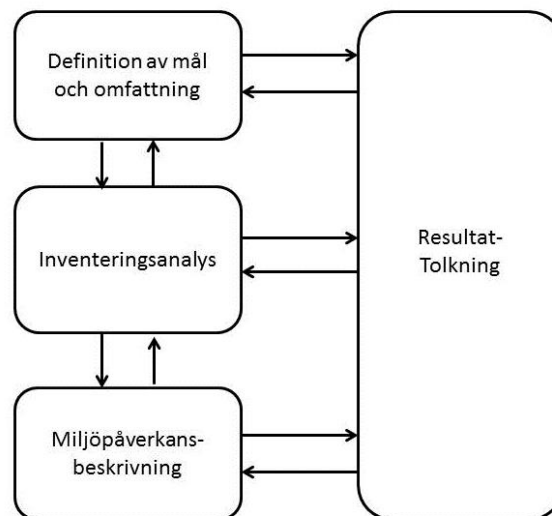
Besprutningen med Roundup bio skedde manuellt. En pickup med en tank fylld med Roundup bio körde in på ställverksområdet och besprutningen utfördes sedan med hjälp av ett munstycke anslutet till tanken på pick-upen via en slang. Eftersom bilen var lägre än höjdbegränsningen 3,5 m kunde den köra in på området och räckvidden var därför inget problem. På en timme besprutades omkring 527 m². Hela ytorna besprutades, även där det inte växte ogräs. Den 29 augusti skedde till följd av bristande kommunikation mellan Infratek och deras anlitade entreprenör Naturentreprenader en andra besprutning med Roundup bio över hela ställverksområdet.

2.3 Livscykelanalys

För att bedöma vilken miljöpåverkan NCC Spuma har utfördes en livscykelanalys (LCA). LCA innebär att metodens sammantagna miljöpåverkan i form av utsläpp av växthusgaser undersöks utifrån perspektivet från "vaggan till graven" (SLU, 2011). Då en LCA genomförs skapas en uppfattning om vilken miljöpåverkan en produkt eller tjänst innebär och vilka resursflöden som uppstår i samband med tillverkning och användning. Genom att ta reda på resursflöden identifieras de aktiviteter som bidrar med störst utsläpp och möjligheterna att förbättra och effektivisera ökar. (SLU, 2011). Att LCA användes som metod för att bedöma miljöpåverkan av NCC Spuma skedde efter önskemål från NCC Roads.

2.3.1 Livscykelanalysens arbetsstruktur

Då en LCA ska göras ligger en stor del av utmaningen i att ta fram data för produktionen och användningen av produkten eller metoden. Det är nödvändigt att under analysens gång gå tillbaka och anpassa mål och omfattning efter tillgången på data och processen blir iterativ. Detta faller sig naturligt då nya insikter kan påverka till exempel omfattning. I Figur 5 visas ett schema över hur arbetet med en LCA normalt går till. Under arbetes gång kan det vara nödvändigt att justera mål och omfattning beroende på vilka data som finns att tillgå. Vilka miljöpåverkanskategorier som väljs kan behöva justeras efter de utsläppsdata som framkommer under inventeringsanalysen (Bauman & Tillman, 2004).



Figur 5. Arbetsgången som används då en LCA tas fram är iterativ och kan följa strukturen ovan. Bild efter Bauman och Tillman (2004).

Insamlingen av utsläppsdata skedde på flera olika sätt. För att uppskatta emissioner från förbränning användes Miljöfaktahandboken 2011 från Värmeforsk (Gode m.fl., 2011). För utsläppen i samband med produktionen av råvaror till alkylpolyglukosid (APG) användes värden från rapporten "Surfactant production and use in Germany: resource requirements and CO₂ emissions" från 1998. Resterande utsläppsdata för produktion av råvaror och transporter hämtades från databasen Ecoinvent version 2.01 från 2007. Denna LCA är förenklad eftersom en del antaganden fått göras för att kunna komma framåt i analysen då det fanns brist på indata. Antaganden har framförallt gjorts med avseende på extraktets andelar av palmkärnolja, kokosolja och majsstärkelse.

2.3.2 Omfattning

Målet med LCA:n var att identifiera vilka flöden som sker i och med produktion och användning av NCC Spuma, det var också av intresse att utreda vilka ingredienser som ingår i skummet. Genomsnittliga utsläppsdata för de olika delprocesserna under livscykeln sammanställdes. En LCA med denna utformning brukar kallas en bokförings-LCA, processernas utsläpp bokförs och sammanställs (SLU, 2011). Livscykelanalysen begränsades till endast miljöpåverkan i form av utsläpp av växthusgaser undersöktes.

2.3.3 Val av systemets gränser

LCA:n som togs fram fokuserade på NCC Spuma med avseende på processer och ingredienser. Hur utsläppen från NCC Spuma står sig i förhållande till andra metoder för ogräsbekämpning har inte undersökts närmare. Tillgången på utsläppsdata var mycket begränsad, framförallt med avseende på framställningen av extraktet. Därför gjorde antaganden med avseende på extraktets sammansättning för att kunna genomföra en LCA. Vilka antaganden som gjorts och vad som räknas in i varje process anges nedan.

1. Produktion av råvaror

De råvaror som produceras och används i extraktet är majsstärkelse, palmkärnolja och kokosolja. Antagandet gjordes att extraktet tillverkades av två lika stora delar stärkelse och olja. Stärkelsedelen bestod av majsstärkelse och oljedelen av lika delar palmkärnolja och kokosolja. Majsstärkelsen antogs tillverkas i Tyskland medan kokosoljan och palmkärnoljan antogs tillverkas i Malaysia. Detta antagande gjordes då en stor del av all palmolja och palmkärnolja tillverkas i Malaysia (Tegnäs & Elisabeth, 2002). I de data som hämtades från Ecoinvent v.2.01 för majsstärkelse och palmkärnolja hade utsläppsdata allokerats ekonomiskt. Det innebär att utsläppen fördelats efter det ekonomiska värdet på de tillverkade produkterna (SLU, 2011).

2. Transport av råvaror till Tyskland

Transporten av kokosoljan och palmkärnoljan sker med containerfartyg och för att göra fallet så generellt som möjligt antogs detta ske mellan Malaysias största containerhamn Port Kang och Tysklands största containerhamn i Hamburg. I transporten inkluderas förutom direkta utsläpp till luften även tillverkning och skrotning av fartyget. Fartyget beräknas under sin livslängd klara 2000 000 km. Transporten sker via Suezkanalen och data hämtades från Ecoinvent. Odling av majs och produktionen av majsstärkelse antas ske inom Tyskland och transporten inom Tyskland försummas.

3. Produktion av extrakt

Utsläppen i och med produktion beräknades utifrån den förbrukade mängden energi, i form av olja, träkol, naturgas och kärnkraft utifrån Tyska förhållanden 1998. Dessa data erhöles från en rapport om tensidproduktion i Tyskland (Patel m.fl., 1998) och räknades om till utsläpp med hjälp av en rapport från värmeforsk (Gode m.fl., 2011).

4. Transport

Transporten av färdigt extrakt från Tyskland till Sverige beräknades för transport med lastbil från Düsseldorf där fabriken finns till Stockholm. Förutom direkta utsläpp till luft räknades

även produktion och skrotning av lastbilen in i utsläppen. Data hämtades från Ecoinvent v.2.01.

5. Ogräsbekämpning

Ogräsbekämpning sker med extrakt tillsammans med hett vatten. Utsläppen som räknats med är dels utsläpp som uppstår i och med själva förbrukningen av vattnet och dels utsläpp då vattnet värms upp med hjälp av diesel. Dieselförbrukningen undersöktes vid fältförsöket och jämfördes sedan med värden från NCC. Den förbrukade mängden diesel räknades sedan om till utsläpp med hjälp av en rapport från Värmeforsk (Gode m.fl., 2011). Utsläppen till följd av förbrukat vatten inkluderar infrastruktur och energianvändningen under behandling av vatten, inga utsläpp till följd av vattenreningen har räknats med.

2.3.4 Val av funktionell enhet

Den funktionella enheten sattes till m^2 ogräsbekämpad yta. För att få den totala miljöpåverkan som metoden innebär under en växtsäsong får resultatet multipliceras med antalet behandlingar som krävs.

2.3.5 Miljöpåverkansanalys (LCIA)

I denna LCA undersöks metodens bidrag till den globala uppvärmningen, det vill säga utsläpp av växthusgaser. Utsläppen av koldioxid (CO_2), metan (CH_4) och lustgas (N_2O) som sker under produktion och användning räknas om till CO_2 -ekvivalenter genom att använda gasernas GWP (Global Warming Potential). Tidsperioden som används är 100 år och CO_2 ekvivalenterna räknades ut enligt i Tabell 3.

Tabell 3. Faktorerna för omräkning till CO_2 -ekvivalenter (Bauman & Tillman, 2004).

Växthusgas	GWP
CO_2	1
CH_4	21
N_2O	310

3 Teori ogräs och ogräsbekämpning

3.1 Ogräs och bekämpning

Ogräs kan definieras som växter som enligt oss människor växer på fel plats (Jordbruksverket, 2012). En oönskad växt är ogräs oavsett vilken växt det är. Då hårdgjorda ytor skapas, så som ytor av grus i stationsanläggningar kan ogräs etableras, framförallt på områden med lågt slitage (Schroeder & Hansson, 2006). Hur väl växter etableras och utvecklas på en hårdgjord yta styrs av tillgången på ljus, näring och vatten samt vilka förankringsmöjligheter det finns på platsen (Schroeder & Hansson, 2006). För att bekämpa ogräset på ett effektivt sätt är det en fördel att veta hur växten fungerar och anpassa åtgärderna därefter. Det som först och främst är av betydelse är om växten är ett fröogräs eller ett rotoogräs men även var växtens så kallade tillväxtpunkter finns.

3.1.1 Ettåriga Fröogräs

Ettåriga (annuella) fröogräs förökar sig bara genom att sprida frön (Greppa näringen, 2010). Hur väl dessa växter överlever i jorden beror på vilken livslängd fröna har, hur benägna de är att gro samt frönas gröningsvila (Greppa näringen, 2010).

3.1.2 Tvååriga fröogräs

Tvååriga (bienna) fröogräs förökas även de endast genom frön men det är först andra sommaren som växten blommar (Greppa näringen, 2010). Den första sommaren sker den vegetativa tillväxten och den andra sommaren efter blomning och frösättning dör växten.

3.1.3 Fleråriga rotoogräs

Fleråriga (perenna) rotoogräs förökar sig dels med frön dels med vegetativa delar. Ofta dör delen ovan jord under vintern men näring lagras i rot delen och under våren utvecklas nya skott (Greppa näringen, 2010). Rotoogräs kan spridas över stora ytor och trots störningar så som ogräsbekämpning kan växten ofta överleva tack vara en kraftig pålrot (huvudrot som lagrar näring och vatten) som finns under jorden (Eriksson m.fl., 2004). Rotoogräset kan antingen vara platsbundet, då det har en pålrot, eller så är det vandrande och har utlöpare (Greppa näringen, 2010). Utlöpare, även kallad ovanjordisk reva, är en tunn stam som utgår från den marknära delen av en växt och bär rotsläande skott (Eriksson m.fl., 2004). Rotoogräs kan leda till att hårdgjorda ytor förstörs mycket snabbt. Ett exempel på rotoogräs är åkerfräken som underifrån kan tränga igenom asfalt på några månader (Schroeder & Hansson, 2006).

3.1.4 Ogräsets tillväxt

Placeringen av ogräsets tillväxtpunkter (Figur 6) har stor betydelse för vilka åtgärder som krävs för att bli av med det. Ju mer skyddad tillväxtpunkten är desto svårare är ogräset att bekämpa och flera behandlingar kan då vara nödvändigt. En faktor som också bör tas hänsyn till är när bekämpningsinsatserna äger rum. För att få ett så effektivt resultat som möjligt ska bekämpningen ske i den så kallade kompensationspunkten (Schroeder & Hansson, 2006). Det är då plantan har sin lägsta nivå av lagrad energi och även plantans torrs substans (massan som är kvar då vattnet tagits bort) är som lägst. Om då plantans delar ovan jord, det vill säga bladverket, avlägsnas stoppas växtens upptag av energi och näring. Istället är tillväxt av nya växt delar nödvändig. Detta innebär att

växten dör eftersom det inte finns tillräckligt med energi för tillväxten av nya blad och plantan växer ihjäl (Schroeder & Hansson, 2006).

Om behandlingarna istället sker med korta intervall begränsas plantans inlagring av energi via fotosyntes och för att ersätta förlorade blad. Plantans energibalans blir negativ och på så sätt bekämpas ogräset (Schroeder & Hansson, 2006). Men att bekämpa rotoogräs på det här sättet kräver många behandlingar och är därför dyrt.



Tillväxtpunkten är placerad oskyddad ovanför markytan. Ogräs som tillhör denna grupp är lättbekämpade och till gruppen hör bland annat korsört (som bilden visar) och arv.



Tillväxtpunkten är placerad i en så kallad rosett och är mer skyddad vilket ger ett mer svårbekämpat ogräs. Bilden visar den välbekanta maskrosen.



Tillväxtpunkten är placerad i en skyddande bladskida och dessa ogräs är mycket svårbekämpade, bilden visar vitgröe.

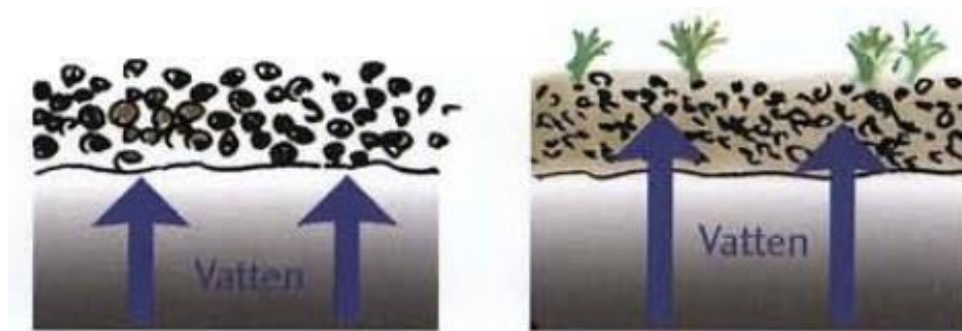


Tillväxtpunkten är skyddad i rotsystemet och ogräs som tillhör denna grupp är mycket svåra att bekämpa. Exempelvis kvickrot och kirsksåål hör till dessa ogräs.

Figur 6. Tillväxtpunktens placering markerad med röd pil. Bild med tillstånd från Håkan Schroeder (Schroeder & Hansson, 2006).

3.1.5 Ogräs på hårdgjorda ytor

Hårdgjorda ytor är ytor som gjorts hårda genom beläggning med asfalt, betong, grus, sand eller sten (Schroeder & Hansson, 2006). Stationsanläggningens ställverksområde är täckt av kross och kan betraktas som en hårdgjord yta av grus. Grusytor med grovt material i översta skikten torkas snabbt, detta beror dels på att ytskikten dräneras lätt, dels på att den kapillära vattentransporten (transport genom materialets porer) underifrån stoppas (Schroeder & Hansson, 2006). En nyetablerad grusyta är därför inte gynnsam för ogräs. Men då tiden går blandas organiskt material in i gruset och ytans förmåga att hålla vatten ökar och det leder till att ogräs kan etableras enligt Figur 7 (Schroeder & Hansson, 2006). Vilken fraktion av grus som används i anläggningen kan ha en inverkan på ogräsets etablering. Men också lagrets tjocklek påverkar förekomsten av ogräs, ett tjockare lager utgör ett effektivare hinder för ogräsets etablering (pers. medd., Cederlund, 2013).



Figur 7. Typfallet av hur ogräs börjar växa på en grusyta. Till en början dräneras grusytan med det grova materialet snabbt och den kapillära transporten stoppas men allt eftersom mängden organiskt material ökar ökas också möjligheten för ogräs att etableras. Bild med tillstånd från Håkan Schroeder (Schroeder & Hansson, 2006).

3.2 Svenska Kraftnäts stationsunderhåll

3.2.1 Riktlinjer för stationsunderhåll

De tekniska riktlinjer som finns inom mark handlar om ogräsbekämpning, gräsklippning, snöröjning, sandning, markplanering och underhåll av kabelkanaler (Svenska Kraftnät, 2010). Gräsklippning ska ske två till tre gånger per säsong. Ogräsbekämpningen ska normalt utföras en gång per säsong och entreprenören ska då i förväg informera kommunens miljökontor. Den bekämpningsmetod som används ska uppfylla eventuella krav från kommunen. Vissa stationsanläggningar ligger nära eller på vattenskyddsområde vilket tas i beaktan då ogräsbekämpningen ska genomföras. Ställverksområdet ska hållas fritt från ogräs och övriga delar i stationsanläggningen där det kan finnas risk för överslag ska röjas enligt den FU-plan (Förbyggande Underhåll) som finns i underhållssystemet Banken och löpande kontrolleras så att åtgärder kan sättas in vid behov.

En så liten miljöpåverkan som möjligt ska eftersträvas och en sprutjournal ska vidarebefordras till beställaren, det vill säga Svenska Kraftnät. Detta görs med hjälp av databasen Banken där sprutjournalen kopplas till arbetsordern (Svenska Kraftnät, 2010).

3.2.2 Ogräsbekämpningen i nuläget

Ogräsbekämpningen i Svenska Kraftnäts stationsanläggningar sker med det kemiska preparatet Roundup bio, med undantag för de anläggningar som ligger i vattenskyddsområde (Svenska Kraftnät, 2010). I anläggningarna på vattenskyddsområde har man istället för kross gräs som hålls kort mekaniskt. I den anläggning där fältförsöket utfördes hade anlita underhållsentreprenör inte själv kompetens och utrustning för att utföra ogräsbekämpning utan anlitate i sin tur en underentreprenör som skötte besprutningen med Roundup bio.

3.2.3 Roundup bio

Roundup har funnits på marknaden sedan 1970-talet och Roundup var ett effektivt och billigt ogräsmedel jämfört med de andra som fanns på marknaden. Produkten används än idag över hela världen (Helander m.fl., 2003). Den verksamma komponenten i Roundup, Roundup bio och 30 andra preparat som finns registrerade i Sverige är glyfosat i form av isopropylaminsalt, $C_3H_9N \cdot C_3H_8NO_5P$ (Kemikalieinspektionen, 2013)

Glyfosat verkar inte selektivt, vilket innebär att Roundup bio fungerar mot näst intill allt ogräs och det definieras därför som ett totalbekämpningsmedel (Helander m.fl., 2003). Vid användning ska Roundup bio appliceras på de gröna växtdelarna ovan mark. Glyfosat sprids sedan via bladen till resten av växten och ner i rötterna. Glyfosat skadar växten genom att förhindra syntesen av ett enzym, EPSPS, och därigenom stoppas produktionen av tre olika aminosyror som behövs för bildningen av proteiner och molekyler som bland annat främjar plantans tillväxt (Helander m.fl., 2003).

Hur glyfosat bryts ner och transporteras i marken efter spridning påverkas av flera faktorer så som jordens sammansättning, klimatförhållanden och den mikrobiella aktiviteten på platsen. Det glyfosat som inte bryts ner inaktiveras normalt sett genom att bindas till jordpartiklar vilket minskar förekomsten av glyfosat i löst form och läckage och medför att glyfosat inte tas upp av växtens rötter (Helander m.fl., 2003). Dock begränsas nedbrytningen i Norden och andra områden med likande klimat av att växtsäsongen är kortare och den mikrobiella aktiviteten är lägre till följd av låg temperatur. Den mikrobiella nedbrytningen är komplex och styrs även av vilka mikrobiella

organismer som finns i marken. En norsk studie visar att nedbrytningen av växtskyddsmedel går långsammare vid låga temperaturer och att glyfosat som använts på hösten har påträffats i jorden följande vår (Greppa näringen, 2006).

I rapporten "Miljöövervakning av bekämpningsmedel" från 2011 (Nanos m.fl., 2012) rapporteras det om förekomst av glyfosat i både ytvatten och sediment. Att kemiska ämnen inte bryts ner i naturen betraktas normalt som en varningsklocka eftersom dessa i framtiden kan innebära en negativ miljöpåverkan (Schroeder & Hansson, 2006). Glyfosatpreparat används inte bara vid ogräsbekämpning på hårdgjorda ytor med även vid ogräsbekämpning i jordbruk, men en stor del av läckagen tros ändå komma från bekämpningen av hårdgjorda ytor. Detta eftersom glyfosat binds sämre i den typen av marker och den biologiska aktiviteten är låg (Schroeder & Hansson, 2006).

För människor klassas Roundup bio som måttligt hälsoskadlig, lindrigare förgiftningsfall har resulterat i illamående men vid allvarliga förgiftningsfall har både njursvikt och cirkulationsrubbing iakttagits. Vid spill kan hudirritation uppstå (Kemikalieinspektionen, 1997). På försöksdjur har den akuta giftigheten varit låg till måttlig (Kemikalieinspektionen, 1997).

3.3 Alternativa bekämpningsmetoder

Det finns förutom NCC Spuma andra icke kemiska bekämpningsmetoder som utvecklas och används runt om i Sverige för ogräsbekämpning. Förebyggande åtgärder vidtas då anläggningar uppförs och kan på sikt minska problemen med ogräs, men innebär en extra investering i anläggningsprocessen (Jordbruksverket, 2012). Termiska metoder betraktas som miljöanpassade men verkar endast på växtdelarna ovan mark. Ättiksyra kan betraktas som en miljöanpassad metod trots att det rör sig om kemisk bekämpning då syran också förekommer naturligt. Överlag gäller det att roto-gräs är svårare att bekämpa med alternativa metoder till följd av ett etablerat rotnät med inlagrad näring under marken medan fröogräs bekämpas lättare, i synnerhet då plantorna är små (Eriksson m.fl., 2004).

3.3.1 Förebyggande åtgärder

För att minska behovet av ogräsbekämpning är det av intresse att i största möjliga utsträckning minimera uppkomsten av ogräs på den hårdgjorda ytan. Genom att vidta förebyggande åtgärder då en ny anläggning uppförs kan ogräset stoppas från att spridas eller slå rot på platsen. Åtgärder kan på kort sikt öka kostnaden i anläggningsskedet men minska kostnader på lång sikt då anläggningen är klar och det krävs mindre underhåll (Schroeder & Hansson, 2006). Förebyggande åtgärder och miljöanpassade bekämpningsåtgärder kan kombineras för att hålla ogräset under kontroll.

Ogrässpärar hindrar framförallt ogräs som sprids via rötterna, flerårigt roto-gräs, men hindrar inte fröogräs från att gro på området (Eriksson m.fl., 2004). Ogrässpärren placeras antingen vertikalt eller horisontellt under lagret med grus. Ogrässpärren kan bestå av olika material och geotextil är ett samlingsnamn för material som är genomsläppliga för vatten. Geotextilierna kan vara tillverkade av olika material och kan vara filtade eller bestå av fibrer som på annat sätt fogats samman. Ogrässpärren kan också tillverkas av material som inte släpper igenom dräneringsvatten. Sådana ogrässpärar kan bestå av olika foliematerial, vanligast tillverkade av polyeten (Eriksson m.fl., 2004).

Eftersom rötter från buskar och träd har stor genomträngande förmågan är det enbart täta material som kan ge ett skydd på 100 % att inga rötter växer igenom. Sett till de geotextilier som finns på markanden har de visat sig att de geotextilier som sammafogats termiskt skyddar bättre än nålfiltade

(Eriksson m.fl., 2004). Men vilket material ogrässpärren är tillverkad av påverkar andra faktorer som stabilitet och dränerande förmåga hos grusskiktet och bör vägas in då typ av ogrässpärren ska väljas.

Plantering av marktäckande växter gör att mer högväxande ogräs får svårt att etablera sig (Jordbruksverket, 2012). Ett bestånd av tätt odlade växter hindrar solljuset från att nå ner till ogräsfrön som kan finnas på marken. Då lagret ska etableras krävs arbete så som bevattning men när växterna väl är etablerade är behovet av ogräsbekämpning mycket litet (Jordbruksverket, 2012). Fetbladsväxter kräver lite skötsel och kan planeras för att hindra att andra ogräs etableras. Fetbladsväxter klarar dessutom långa perioder utan vatten och därför överlever de under torra perioder då andra växter torkar och dör (Schroeder & Hansson, 2006).

3.3.2 Ättiksyra

Ättiksyra (CH_3COOH) är en substans som bildas och förekommer naturligt. Det är en svag organisk syra som bildas då organiskt material bryts ner i en syrefri miljö (Hansson & Svensson, 2010). Vid kompostering av organiskt material bildas förutom ättiksyra flera andra svaga syror så som propionsyra och smörsyra, vilka också är exempel på naturliga ämnen med herbicid verkan (Hansson & Svensson, 2010).

Ättiksyra är kontaktverkande och därför skadas endast de växtdelar som kommer i direkt kontakt med ättiksyran. Syran bryts dessutom lätt ner i en miljö med syre och naturliga mikroorganismer (Schroeder & Hansson, 2006). För besprutning med ättiksyra är rekommenderad mängd cirka 0,25 L/m² och koncentrationen 12 %. Rent praktiskt kan det dock innebära problem att det rör sig om stora mängder vätska som ska spridas och hanteras (Hansson & Svensson, 2010). Antalet behandlingar som krävs för att uppnå fullständig ogräsbekämpning är 4-5 behandlingar per växtsäsong (Schroeder & Hansson, 2006).

3.4 Termisk ogräsbekämpning

För att kunna bekämpa ogräs utan att använda kemikalier har ett antal termiska metoder utvecklats. Med en termisk metod skadas ogräset genom en temperaturförändring, främst värme då metoder med kylning har visat sig allt för energikrävande (Schroeder & Hansson, 2006). På så sätt kan oönskad vegetation bekämpas utan att kemiska ämnen lämnas i marken (Ascard m.fl., 2007). Vid ogräsbekämpning med värme skadas växtens vävnader och proteiner förstörs vilket leder till att växten torkar ut. Fördelar med termisk bekämpning är att effekten syns snabbt och att frön som ligger under jordytan inte kommer till jordytan upp vilket är fallet vid mekanisk bekämpning. Nackdelar med termisk bekämpning är framförallt energiåtgången, att det tar lång tid samt att rötter och frön under markytan inte bekämpas (Ascard m.fl., 2007). Exempel på termiska metoder är flamning, ånga och hetvatten. I den här rapporten görs ingen fördjupande beskrivning av andra termiska metoder utöver NCC Spuma då fokus ligger på att utvärdera NCC Spumas lämplighet som termisk metod i Svenska Kraftnäts anläggningar. Övriga termiska metoder leder generellt till en högre energikonsumtion och har en kortare verkan.

3.4.1 NCC Spuma

NCC Spuma är en metod där ogräset bekämpas med hjälp av hett vatten och ett isolerande skum. Det heta vattnet värms med hjälp av dieselmotorer till 95-98 °C och blandas med ett skumbildande extrakt. Vattnet och skummet kan spridas antingen manuellt eller med en arm monterad längst fram på lastbilen där den resterande utrustningen finns. I Svenska kraftnäts stationsanläggning gjordes utläggningen för hand med ett munstycke och hur det såg ut visas i Figur 8. Skummet försvinner 30-

60 minuter efter utläggningen (NCC, 2012b). Skummet verkar isolerande och eftersom vattnet håller en högre temperatur längre tid dödas och försvagas fler plantor än om bara hett vatten skulle ha använts. Det heta vattnet försvagar ogräsets cellstruktur och frön mister förmågan att gro (NCC, 2012b).



Figur 8. Utläggningen av Spuma i en av Svenska Kraftnäts anläggningar.

3.4.2 Glucopon 225 DK

Vid bekämpning med NCC Spuma bekämpas ogräs med hett vatten blandat med 3 ‰ av extraktet glucopon 225 DK (NCC, 2013). Glucopon 225 DK är som koncentrat en trögflytande bärnstensfärgad vätska, men då koncentratet blandas med det heta vattnet bildas ett vitt tätt skum (NCC, 2013). Figur 8 visar hur det såg ut då NCC Spuma användes under fältförsöket.

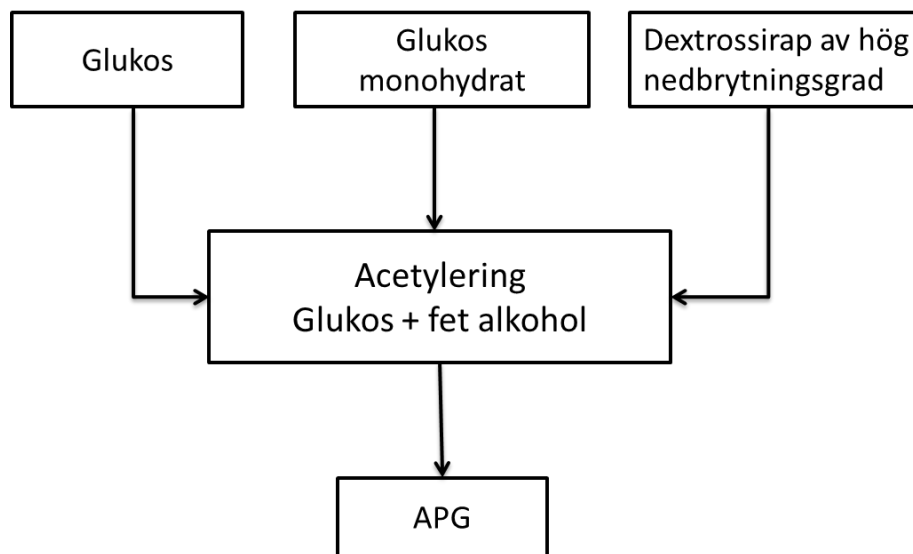
Glucopon 225 DK består av alkylpolyglykosider som är en icke jonisk tensid med mellan åtta till tio kol i kolkedjan (BASF, 2011). En icke jonisk tensid, eller så kallat ytaktivt ämne består molekyler med en hydrofil och en hydrofob del. Glucopon 225 DK är klassat enligt bra miljöval och godkänd för att användas i ekologiskt märkta produkter (Carechemicals, 2013). Alkylpolyglykosider används framförallt i rengöringsmedel så som diskmedel och tvättmedel men även i kosmetiska produkter (von Rybinski & Hill, 1998).

3.4.3 Framställning Alkylpolyglukosid

Glucopon 225 DK tillhör en grupp sockerbaserade tensider som blivit aktuella på marknaden under de senaste tjugo åren. Alkylpolyglukosider (APG) består av en lipofil (fettlöslig) del och en hydrofil vattenlöslig del. Den fettlösliga delen tillverkas av en fet alkohol som kan vara antingen syntetisk, från fossila källor eller naturlig, från vegetabiliska oljor (von Rubinsky & Hill, 2003). Den vattenlösliga delen tillverkas av kolhydrater, stärkelse från majs, vete eller potatis. Glucopon 225 DK tillverkas från palmkärnolja, kokosolja och majsstärkelse (Carechemicals, 2013)

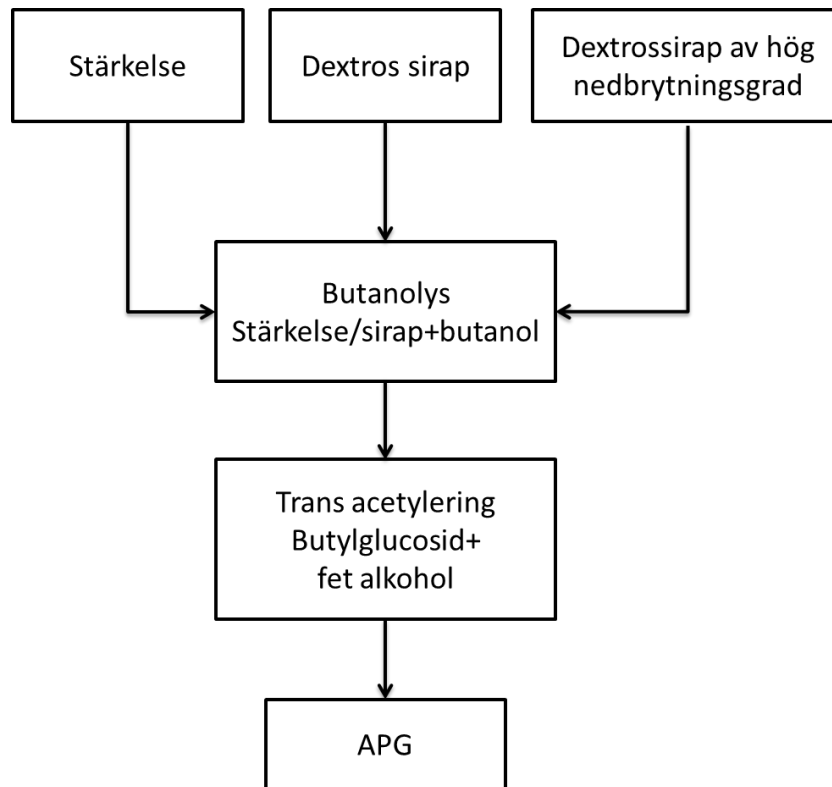
Syntes av alkylpolyglykosid sker genom reaktion mellan alkohol och glukos under närvaro av stark syra och kallas Fishers syntes efter upptäckaren. Processen har dock utvecklats sedan den introducerades för över 100 år sedan och den förekommer med olika modifikationer. Generellt kan processen där kolhydrater blir till alkylpolyglukosider delas in i två varianter. Den ena processen innebär en direkt syntes medan den andra är indelad i två steg (von Rubinsky & Hill, 2003). Vilken process som används beror på hur bearbetade råvarorna till kolhydratkällan är.

I Figur 9 visas den direkta processen som sker i ett enda steg. Den direkta syntesen kräver mindre utrustning och kolhydraten kan direkt reagera med den feta alkoholen. Ofta har kolhydratkällan torkats innan den löses i alkoholen. Dextrossirap av hög nedbrytningsgrad kan användas i både processerna men den direkta syntesen måste då modifieras något (von Rubinsky & Hill, 2003).



Figur 9. Produktion av APG genom en direkt syntes.

I Figur 10 visas framställningen av APG i två steg. Råvarorna är mindre bearbetade och ett extra steg är därför nödvändigt. I det första steget reagerar kolhydratkällan med en alkohol med kort kedja (här butanol). Kolhydraten kan då brytas ned till mindre delar och sedan i det andra steget reagera med en alkohol med längre kolkedja och bilda önskad alkylpolyglukosid (von Rubinsky & Hill, 2003).



Figur 10 Processen med två steg där råvarorna först måste bearbetas innan APG kan bildas.

3.4.4 Biologisk nedbrytning av APG

Tester utförda enligt OECD-serien har visat på att APG lätt bryts ner biologiskt (von Rybinski & Hill, 1998). OECD står för Organisation for Economic Co-operation and Development och det är en organisation som arbetar med policys och internationella standarder (OECD, u.d.). En av dessa standarder är OECD 301 som är en serie för att testa biologisk nedbrytning av kemiska substanser (OECD, 1992). Testet OECD 301D, kallat closed bottle test, betraktas som det mest exakta av testerna i OECD serien (von Rybinski & Hill, 1998). Testet bygger på att 2-5 mg/L av testsubstansen läggs i en flaska med ett mineralmedium och en blandning av ett litet antal mikroorganismer. Flaskan försluts sedan och förvaras mörkt under en period på 28 dagar. Mängden syre som mikroorganismerna tar upp kompenseras för syreupptaget i ett blankprov. Den biologiska nedbrytningen kan enligt OECD 301D beräknas till ett procentuellt värde enligt formel 1 (OECD, 1992). BOD står för Biochemical Oxygen Demand och anger den biokemiska syreförbrukningen. COD står för Chemical Oxygen Demand och anger den totala kemiska oxidationen (Hargreaves, 2003).

$$\% \text{ biologisk nedbrytning} = \frac{BOD \text{ (mg } O_2/\text{mg testsubstans)}}{COD \text{ (mg } O_2/\text{mg testsubstans)}} \cdot 100 \quad (1)$$

Vid testet uppnåddes för APG vid koncentrationen 2 mg/L en nedbrytning på 88 % och vid 5 mg/L en nedbrytning på 72 %. Gränsen för att ett ämne ska klassas som biologiskt nedbrytbart är 60 % (von Rybinski & Hill, 1998).

3.4.5 Upphettnings av vattnet

NCC Spuma bygger på att vattnet som används är tillräckligt hett för att skada växten och en förutsättning för att det ska fungera är att vattnet kan hettas upp till rätt temperatur. Detta görs i

nuläget med hjälp av motorer drivna med biodiesel (pers. medd., Mellberg 2013). Motorerna, även kallade brännare, är på 4,85 kW. Hur många brännare som behövs samtidigt beror på hur många munstycken som används och vilken utomhustemperatur som råder. Vid ett munstycke används två brännare, vid tre till fyra munstycken används tre till fyra brännare. Brännarna kontrolleras genom en termostat som gör att vattnets temperatur alltid ligger kring 98 grader. Brännarna drivs med biodiesel och i Sverige är det vanligast att biodiesel tillverkas av rapsmetylester (RME). RME kan antingen blandas in i konventionell diesel i små mängder eller användas som ren biodiesel (Gode m.fl., 2011).

3.5 Kostnad

Kostnaden för ogräsbekämpningen är en faktor som vägs in då metod ska väljas. Vilken kostnad som en metod innebär beror bland annat på antalet behandlingar som krävs per växtsäsong och vilken utrustning utförandet kräver. I Tabell 4 sammanfattas den ungefärliga kostnaden för de olika metoderna uttryckt i svenska kronor per hektar.

Tabell 4 Kostnadsjämförelse mellan olika ogräsbekämpningsmetoder

Metod	Kostnad (SEK/hektar)	källa
Marktäckande växter	*50 000	(Johansson, 2006)
Ogrässpärr	60 000-250 000	(Eriksson m.fl., 2004)
Roundup bio	5800	(pers. medd., Larsson, 2013)
NCC Spuma	**134 000	(pers.medd, Mellberg, 2013)
Ättiksyra	***1450	(Hansson & Svensson, 2010)

* Anläggningskostnad, en viss underhållskostnad tillkommer

** Uppskattat efter manuell utläggning med ett munstycke i ställverksområde.

*** Angivet endast för prepratkostnaden, kostnad för utrustning och personal tillkommer.

Det ska påpekas att dessa kostnader inte kan jämföras rakt av eftersom antalet behandlingar som behövs per växtsäsong varierar mellan dem. Om man ser till ogrässpärr och marktäckande växter är det en engångskostnad med en viss underhållskostnad för de marktäckande växterna. Roundup bio, NCC Spuma och Ättika är metoder som behöver upprepas flera gånger under växtsäsongen och antalet behandlingar som krävs beror på mängden ogräs.

Kostnaden att använda NCC Spuma är 1900 kr per timme eller 15 000 kr per arbetsdag. I kostnaden ingår både diesel och extrakt. Detta är det pris som kommunerna har fått betala hittills under sommaren då NCC Spuma testats runt om i Sverige (pers. medd., Mellberg, 2013).

4 Resultat

4.1 Fältförsök

4.1.1 Area och åtgång

Under försöket bekämpades ogräset en eller två gånger med NCC Spuma, en gång med Roundup bio eller inte alls. Rutornas area varierade och således den förbrukade mängden av NCC Spuma och Roundup bio. I Tabell 5 redovisas förbrukade mängder för respektive tillfälle och area vid användningen av NCC Spuma. Arean är den sammanlagda arean för samtliga behandlade rutor. Vid första försöket uppstod problem och mängden förbrukat diesel och tidsåtgång kunde inte säkerställas. Vid andra utläggningen av NCC Spuma behandlades 496 m² på ca 3,5 h. Utläggningshastigheten i ställverksområde blev då 142 m²/h.

Tabell 5. Förbrukad mängd vatten, extrakt, och diesel vid de två tillfällena då NCC Spuma lades ut.

Datum	Area (m ²)	Mängd vatten (L)	Mängd extrakt (L)	Andel extrakt (‰)	Mängd diesel (L)	Tidsåtgång (h)
27 maj	1430	6500	26	4	-	-
29 juli	496	3000	10	3	48	3,5

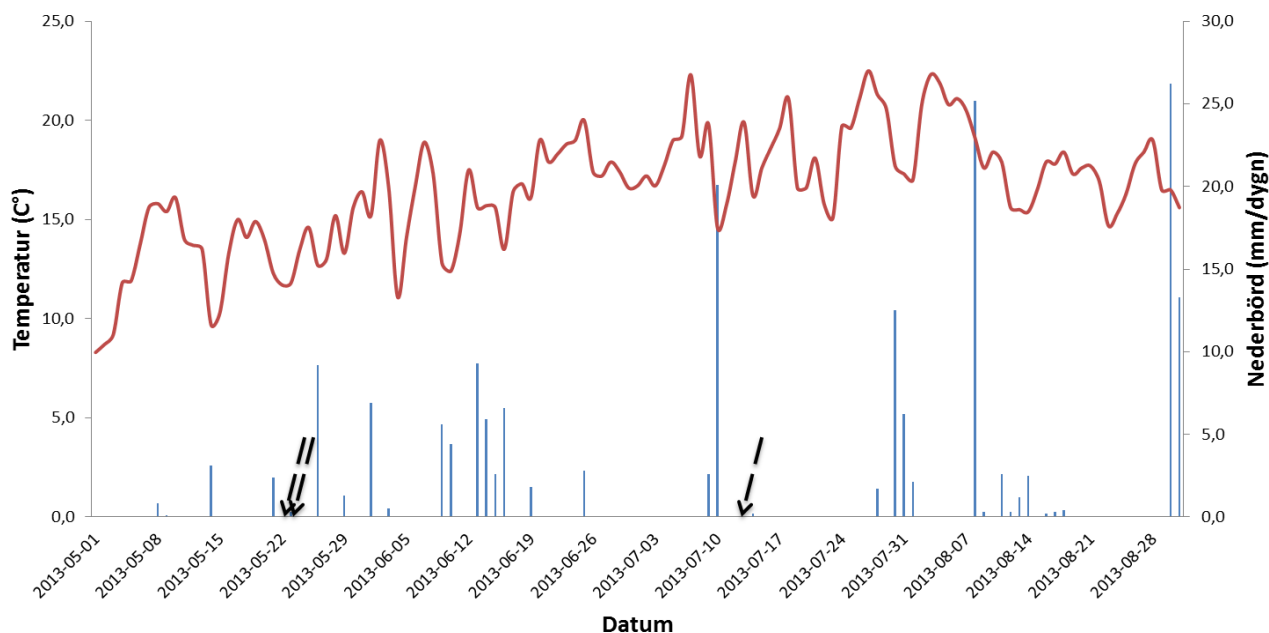
I Tabell 6 visas på samma sätt förbrukade mängder vid användning av Roundup bio. Som i föregående fall redovisas den totala arean och förbrukade mängden för samtliga behandlade rutor. Utifrån Tabell 6 kan dosen Roundup bio per hektar beräknas till 9,5 L koncentrat per hektar.

Tabell 6. Förbrukad mängd vatten och glyfosat, som koncentrat och aktiv beståndsdel, då Roundup bio användes.

Datum	Area (m ²)	Mängd vatten (L)	Mängd glyfosatkoncentrat (L)	Mängd glyfosat (g)	Tidsåtgång (h)
28 maj	1053	50	1	360	2

4.1.1 Väderförhållanden

Figur 11 visar väderdata för försöksperioden i form av nederbörd och dygnsmedeltemperatur. Pilen längst till vänster markerar datumet 27 maj, då den första utläggningen av NCC Spuma ägde rum. Den närliggande pilen markerar utläggningen av Roundup bio dagen efter, den 28 maj. Den tredje pilen längst till höger markerar 29 juli då den andra utläggningen av NCC Spuma skedde. Figurens väderdata är taget från en av SMHI:s stationer i närheten av försöksplatsen och ger en uppfattning om rådande nederbörd och temperatur under försöksperioden.



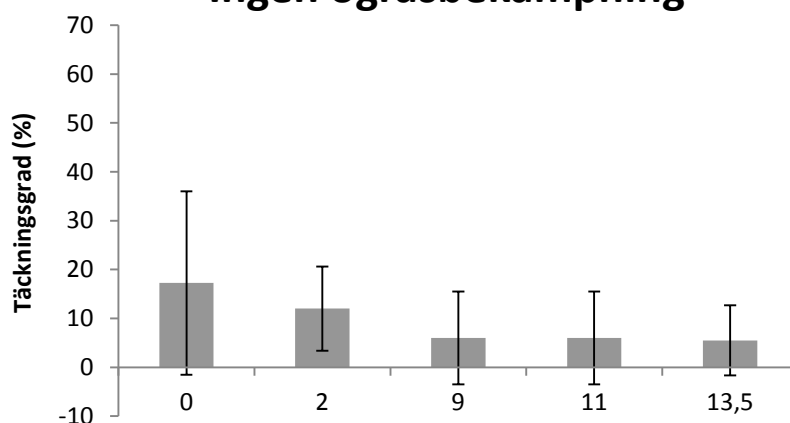
Figur 11. Dygnsmedeltemperatur och dygnsnederbörd (staplar) från en av SMHI:s klimatstationer i närheten av anläggningen där försöket genomfördes. De tre pilarna markerar 2013-05-27, 2013-05-28 och 2013-07-29, de datum då ogräsbekämpning utfördes.

4.1.2 Utvärdering av ogräsets täckningsgrad

Vid fem tillfällen under fältförsöket fotograferades testrutorna. Utifrån dessa foton kunde sedan ogräsets täckningsgrad bedömas. Eftersom ogräsets täckning bedömdes visuellt ska angivna värden betraktas som ungefärliga. Kontrollrutorna användes för att kontrollera växtlighetens naturliga förändring under försöksperioden. I figurerna nedan plottas den genomsnittliga täckningsgraden för respektive behandling för de tidpunkter då avläsningarna gjordes. Felstaplarna visar täckningsgradens standardavvikelse vid avläsningstillfället. Standardavvikelsen var stor, det vill säga att spridningen i täckningsgrad var stor även inom de olika behandlingarna. För värden på genomsnittlig täckningsgrad och standardavvikelse för respektive behandling under försöksperioden se bilaga B, där anges också täckningsgraden för varje testruta.

Figur 12 visar den genomsnittliga täckningsgraden vid var och ett av avläsningstillfällena för de testrutorna där ingen ogräsbekämpning skedde. Trots att ingen ogräsbekämpning utfördes minskade täckningsgraden något med tiden, den var som störst då försöket påbörjades och som minst 9 veckor in i försöket.

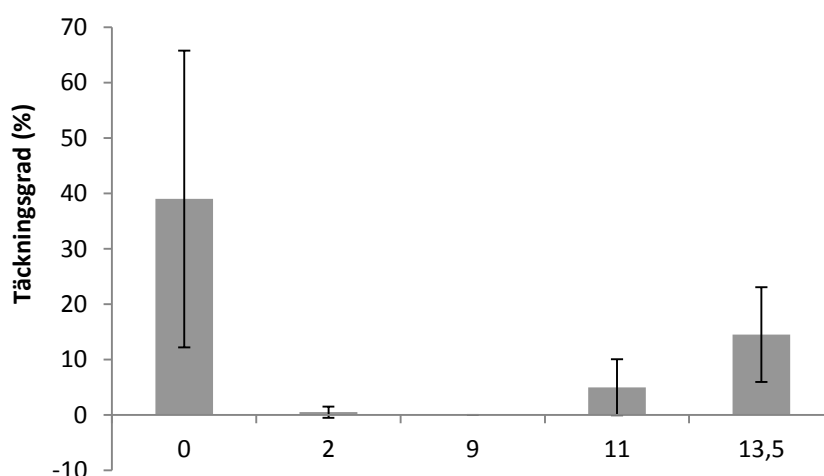
Ingen ogräsbekämpning



Figur 12. Täckningsgradens naturliga variation i kontrollrutorna \pm standardavvikelsen. Siffrorna på x-axeln anger tiden efter fältförsökets första behandling angivet i veckor.

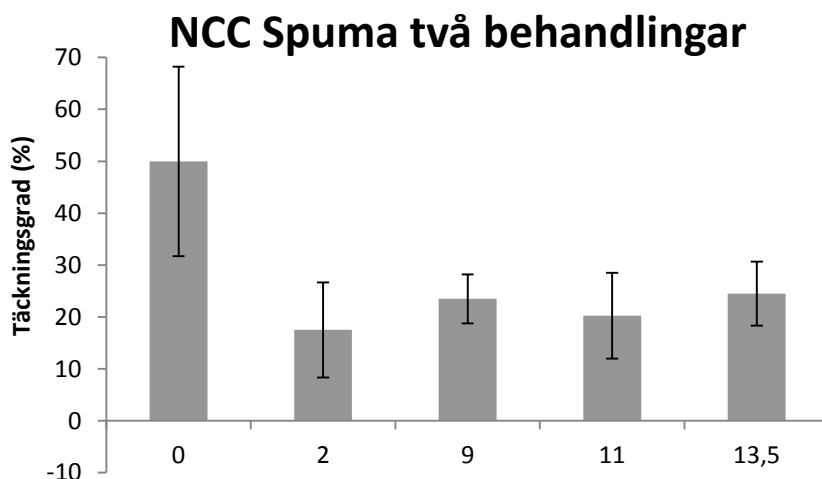
Då ogräset vid ett tillfälle under försöksperioden, vecka 0, bekämpades med NCC Spuma minskade täckningsgraden till nära noll två till fyra veckor efter bekämpningen. Efter 11 veckor hade det vuxit upp nytt ogräs och täckningsgraden ökade ytterligare till det sista avläsningstillfället, vilket ses i Figur 13. Det var en stor variation i täckningsgrad mellan testrutorna, framförallt vid det första avläsningstillfället.

NCC Spuma en behandling



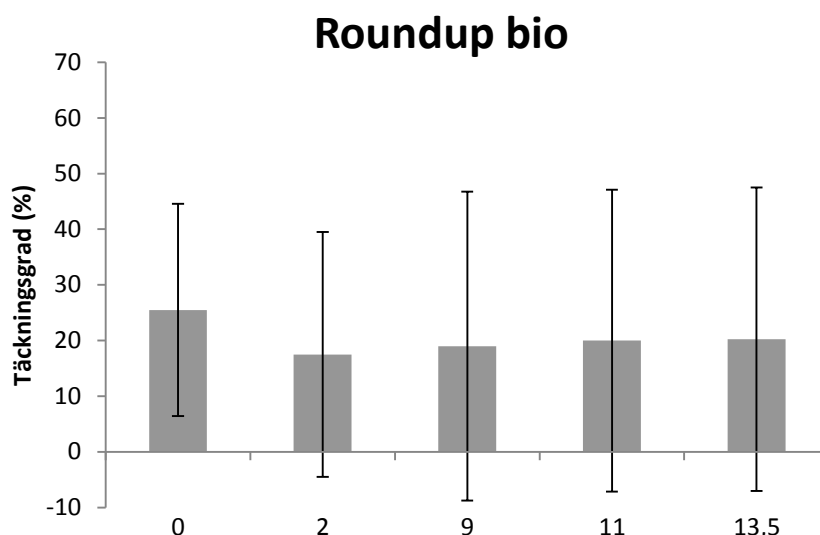
Figur 13 Täckningsgradens minskning efter bekämpning med NCC Spuma \pm standardavvikelsen. Siffrorna på x-axeln anger tiden efter fältförsökets första behandling angivet i veckor.

Vilken inverkan två bekämpningar med NCC Spuma hade på ogräsets täckningsgrad undersöktes också. Utläggningen av NCC Spuma skedde vecka 0 och vecka 9, den genomsnittliga täckningsgraden minskade mer efter den första behandlingen än efter den andra, vilket kan ses i Figur 14. Variationen mellan täckningsgraden i testrutorna var som störst då försöket inleddes



Figur 14. Täckningsradens variation efter bekämpning med NCC Spuma vid två tillfällen \pm standardavvikelsen, Siffrorna på x-axeln anger tiden efter fältförsökets första behandling angivet i veckor.

Då ogräset bekämpades med Roundup bio, den metod som vanligtvis används i Svenska Kraftnäts anläggningar, var den genomsnittliga täckningsgraden före och efter bekämpningen nästan lika. Vid en undersökning av resultaten i var och en av testrutorna kunde det konstateras att effekten av Roundup var mycket god i två av rutorna, att en av rutorna endast innehöll mossa och att en av rutorna hade mycket låg täckningsgrad från start. Skillnaden i täckningsgrad mellan rutorna inom behandlingen var mycket stor genom hela försöket.



Figur 15. Täckningsgradens variation besprutning med Roundup bio. Siffrorna på x-axeln anger tiden efter fältförsökets första behandling angivet i veckor.

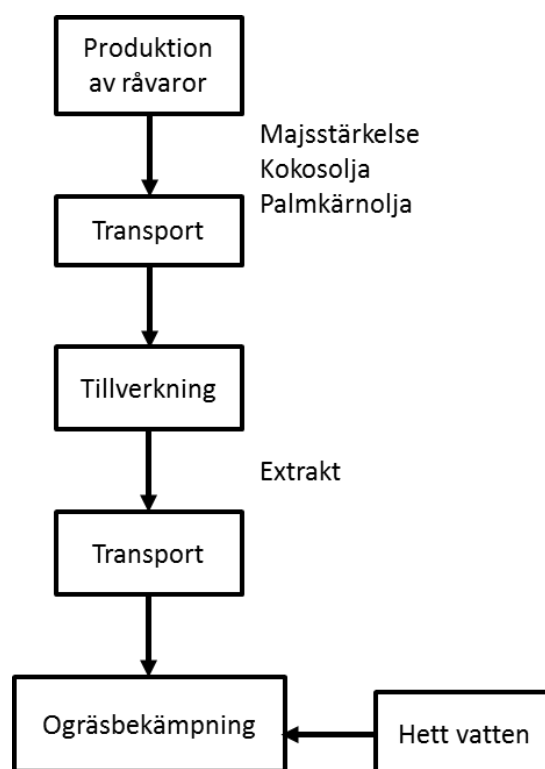
4.2 Livscykelanalys

Som ett första steg identifierades de processer som ingick livscykeln för NCC Spuma. Ett flödesschema för NCC Spuma visas nedan i

Figur 16. Denna LCA startar vid produktion av råvarorna majsstärkelse, palmkärnolja och kokosolja och slutar då ogräsbekämpning utförs genom att extraktet används tillsammans med hett vatten. Utsläppsdata som samlades in beräknades till gram CO₂-ekvivalenter per funktionell enhet.

4.2.1 Flöden

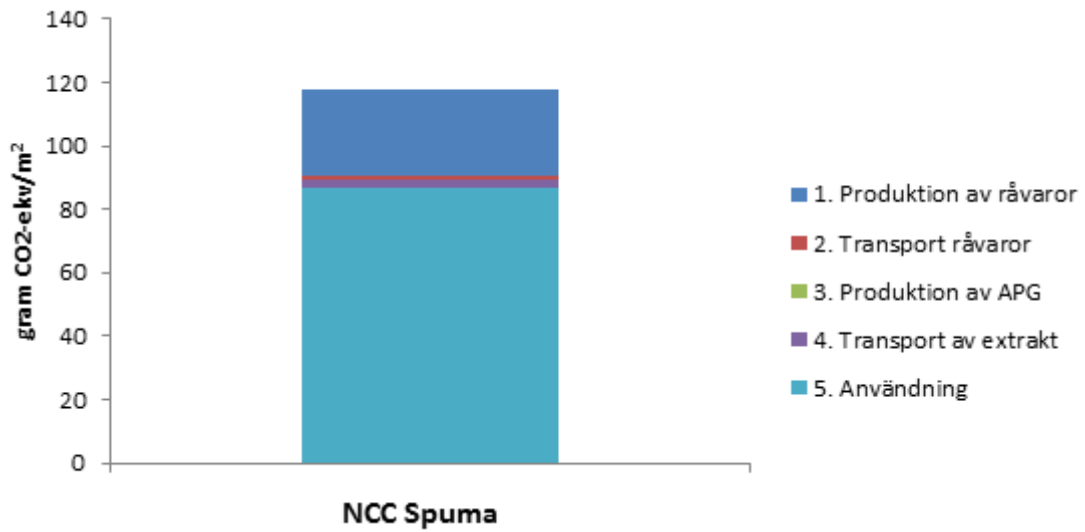
NCC Spumas livscykel delades in i fem steg. Produktion av råvaror inkluderade odling och tillverkning av majsstärkelse, kokosolja och palmkärnolja. I den första transportprocessen beräknades utsläppen från transporten av palmkärnolja och kokosolja från Malaysia till Tyskland. Tillverkningen innefattade produktionen av råvarorna till extraktet vilket skedde i Tyskland. I det andra transportsteget uppskattades utsläppen i samband med att det färdiga extraktet fraktades från Tyskland till Sverige med lastbil. I det sista steget beräknas utsläppen då extraktet tillsammans med hett vatten användes för att bekämpa ogräs.



Figur 16. Flödesschema för NCC Spuma.

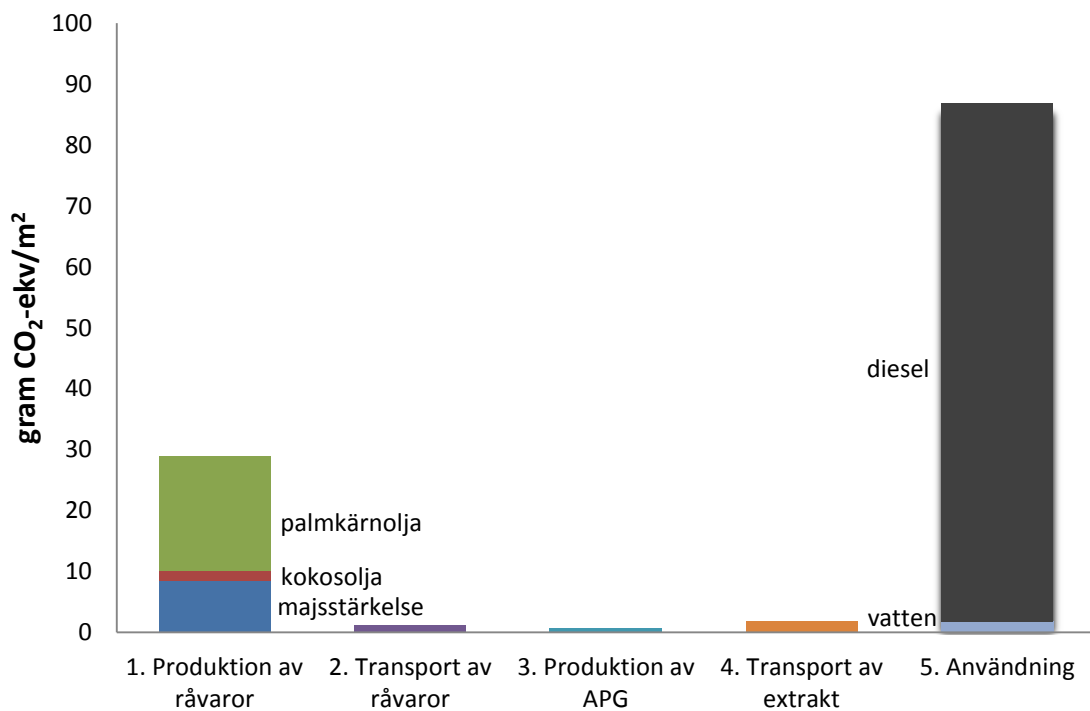
4.2.2 Miljöpåverkan

Resultatet från LCA:n visade att det totala utsläppet som ogräsbekämpning av en kvadratmeter vid ett tillfälle ger upphov till motsvarande 119,5 g CO₂-ekvivalenter/m². I Figur 17 visas det sammantagna utsläppet för en ogräsbekämpning av en kvadratmeter yta, användningen och produktionen av råvaror står för de största utsläppen.



Figur 17. Utsläpp av växthusgaser under livscykeln för NCC Spumas livscykel.

Figur 18 visar utsläppet för respektive steg. Det är förbrukningen av diesel för upphettning av vattnet under användningen som orsakar störst utsläpp. Produktionen av palmkärnolja som används i extraktet står för det näst största utsläppet.



Figur 18. Utsläpp av växthusgaser under olika skeden av NCC Spumas livscykel.

Utsläppen för varje delprocess och beräkningar av CO₂-ekvivalenter från utsläpp växthusgaser redovisas i Bilaga B.

4.2.3 Utsläpp per växtsäsong

Vilken total miljöpåverkan ogräsbekämpningen under en växtsäsong kommer att resultera i beror på antalet insatser som krävs. För NCC Spuma rekommenderas tre till fyra behandlingar det första året metoden används och sedan två till tre behandlingar efterföljande år (NCC, 2012b). Den totala mängden utsläppta CO₂-ekvivalenter för ogräsbekämpningen under en växtsäsong fås genom att multiplicera resultatet från livscykelanalysen med antalet behandlingar.

5 Diskussion

5.1 Fältförsöket

Vid fältförsöket delades området in i block. Tanken var att genom blockindelningen skulle kompensera för variationer inom området så som att förekomsten av stativ och stolpar var större i det ena blocket. Då planen för fältförsöket utformades skulle hela området ingå i försöket med tre block var och ett indelat i fyra behandlingsrutor. Men detta var inte möjligt eftersom slangen mellan lastbilen med NCC Spuma och munstycket för manuell utläggning endast hade en räckvidd över halva ställverksområdet. Försöksområdet begränsades därför till två block istället för tre och det resulterade i färre testrutor. Slangen skulle ha förlängts innan fältförsöket men detta var inte möjligt på grund av att vattnets tryck och temperatur då skulle minska under transporten från lastbilen till munstycket. Senare, efter utläggningen i fältförsöket, löstes dock detta genom att den extra slangen som kopplades på var tunnare än den föregående och på så sätt motverkades tryckminskningen.

Vidare var andelen extrakt cirka en promille lägre vid det andra utläggningstillfället. Sannolikheten att detta påverkade resultaten är mycket liten då det vid båda tillfällena bildades ett tätt vitt skum. Skummet vid det andra tillfället hade av allt att döma lika bra isolerande förmåga som vid det första tillfället.

Resultatet från fältförsöket visade att under testperioden minskade täckningsgraden i samtliga testrutor, inklusive de rutorna där ingen bekämpning utfördes. Störst minskning gav bekämpning en gång med NCC Spuma och det kan tyckas märkligt att inte två behandlingar NCC Spuma gav mest effekt. Detta kan förklaras med att förekomsten av mossa och lav var större i de testrutorna som behandlades med NCC Spuma två gånger vilket försvårade bedömningen av täckningsgraden. Det var däremot betydligt lättare att se effekterna på övrigt ogräs. NCC Spuma var effektivast vid bekämpning av örtväxter men fungerade även på små björkplantor, dock var effekten på grövre ogräs med djupa rötter sämre. Skotten av barrträd blev bruna med rötterna förblev intakta då endast delarna ovan mark skadades. Det samma gällde för maskrosor, delarna ovan mark skadades och torkade men rötterna förblev intakta.

Den genomsnittliga täckningsgraden i de rutor som behandlades med Roundup bio minskade mycket lite. Dels var det mossan som inte påverkades i någon större utsträckning dels innehöll en av testrutorna små barrträdsplantor och Roundup bio fungerar inte på barrträd. Effekten på örtväxter var den samma som för NCC Spuma. Då rutorna med mossa och barrträdet plockades bort kunde en något större minskning av täckningsgraden konstateras i de rutor som behandlats med Roundup bio jämfört med då alla rutor var inkluderade. Den bildserien som finns med i bilaga A visar dock en tydlig effekt av Roundup bio.

Efter genomfört fältförsök kan det konstateras att försöket inte var tillräckligt för att mäta metodernas effektivitet på ett bra sätt i den meningen att standardavvikelsen för resultaten från fältförsöket inte blev mycket stor i de flesta fall. Anledningen till det är en kombination av för få testrutor, att det från början var stor variation ogräs på platsen och att det under framförallt sista delen av försöksperioden var mycket torrt. För att utveckla försökets utformning skulle blocken kunna väljas på ett annat sätt, och valet av testrutorna skulle också kunna göras så att täckningsgraden vid start var så lika som möjligt.

För att utvärdera effekten av NCC Spuma skulle metoden kunna testas på ett annat område än i ett ställverksområde. Det skulle vara en fördel om ogräset på område var jämt fördelat.

För att kunna avgöra effekten av NCC Spuma i ett ställverksområde bör försöket ske där med avseende på ogräsets artsammansättning. Det är möjligt att de ogräs som finns i ställverksområdet är mer motståndskraftiga med tanke på att ogräsbekämpning har utförts minst en gång om året under lång tid. För att göra en mer noggrann bedömning av NCC Spuma borde metoden också behöva testas över en längre tid i en och samma anläggning. Om fortsatta försök med NCC Spuma eller andra alternativa försök ska genomföras i den anläggning där det här beskrivna försöket utfördes måste besprutningen med Roundup bio den 29 augusti, till följd av en kommunikationsmiss mellan Infratek och deras underentreprenör Naturentreprenader, tas i beaktan.

5.2 Användarvänlighet NCC Spuma

En del i fältförsöket var att rent praktiskt se hur utläggningen av NCC Spuma fungerade i ett ställverksområde. Framkomligheten var begränsad och utläggningen fick därför utföras manuellt, vilket var förväntat. I dagsläget använder NCC i Stockholmsområdet en stor lastbil för utläggningen av NCC Spuma men utläggning på andra ställen i Sverige sker även med hjälp av mindre lastbilar. Om det blev aktuellt att använda NCC Spuma i stor utsträckning i Svenska Kraftnäts anläggningar skulle en mindre och lägre lastbil kunna vara ett alternativ. Men det tillkommer en aspekt, en mindre lastbil betyder också en mindre vattentank vilket skulle kunna innebära problem med tanke på den stora åtgången av vatten. Den manuella utläggningen ledde till en stor tidsåtgång i jämfört med besprutningen med Roundup, men det finns möjlighet att ansluta fler munstycken till bilen och då kan flera personer hjälpa till med utläggningen. Om NCC Spuma är ett alternativ i Svenska Kraftnäts anläggningar beror bland annat på om den ökade tidåtgången och kostnaden kan accepteras.

5.3 Tidigare studier

Det som tidigare gjorts för att dokumentera NCC Spumas effekt och funktion begränsas till före- och efterbilder. Eftersom ogräs vissnar och gulnar snart efter behandling med NCC Spuma syns effekten tydligt. Men det skulle vara en fördel om det gjordes fler studier på hur varaktig metoden är och på NCC Spumas effekt jämfört med andra metoder. Utifrån den information som samlats in under litteraturstudien i detta projekt är detta det första fältförsöket med NCC Spuma i ett ställverksområde.

Flera försök med icke kemiska och miljöanpassade metoder för att bekämpa ogräs på hårdgjorda ytor har dock utförts. Bland dem finns exempel på termiska direkta metoder som flamning, ångning, hetvatten och hetluft (Rask & Kristoffersen, 2007). Med dessa metoder bekämpas gräset med hjälp av höga temperaturer vilket resulterar i en stor energiförbrukning. Således är utmaningarna vid användning av dessa metoder att minska energiförbrukningen (Rask & Kristoffersen, 2007). NCC Spuma kan därför ses som en vidare utveckling av ogräsbekämpning med hett vatten eftersom det isolerande skummet gör att det heta vattnet kan verka längre på ogräset. Ogräsbekämpning med hetvatten började användas på 90-talet och studier visade då att metoden var mest effektiv på årliga och unga perenna växter. Vid bekämpning av äldre perenna växter var flera behandlingar nödvändiga. Försök där ogräsbekämpning med hetvatten jämfördes med NCC Spumas föregångare Waipuna har gjorts i Nederländerna, där skummets isolerande effekt visade sig förbättra effekten signifikant (Rask & Kristoffersen, 2007).

I en studie av Hansson (2002) undersöktes vilken inverkan luftens temperatur, nederbörd och torka har vid ogräsbekämpning med hetvatten. Luftens temperatur visade sig då inte ha någon inverkan, eftersom metodens effektivitet inte visade någon skillnad om lufttemperaturen var 7 °C eller 18°C (Hansson & Mattson, 2003). Vidare visade försöken att då plantornas blad var blöta (till följd av simulerad nederbörd) då de behandlades med hetvatten ökade energiförbrukningen med 21 % för att uppnå samma effekt som på plantorna som inte var blöta (Hansson & Mattson, 2003). Enligt instruktionerna ska NCC Spuma inte användas vid nederbörd på grund av den avkylande effekten (pers. medd., Mellberg, 2013). Nederbörd försämrar även skummets isolerande effekt. Ett par dagars torka innan bekämpning med hetvatten visade istället på en förbättrad effekt av bekämpningen (Hansson & Mattson, 2003). Vid utläggning av NCC Spuma tillkommer även aspekten vind, det vill säga om det blåser för mycket bildas hål i skumlagret som ska isolera, därför ska det inte blåsa för mycket vid utläggningen.

5.4 Livscykelanalys

Vid utförandet av LCA:n visade det sig att tillgången på utsläppsdata för tillverkning av extraktet, glucopon 225 DK, var mycket begränsad. BASF som tillverkar extraktet var ovilliga att ge ut utsläppsdata eller svara på övriga frågor om produkten. Anledningen till detta var att de själva höll på med beräkningar för att ta fram produktens "Carbon footprint" som är ett annat verktyg för att bedöma en produkts sammantagna miljöpåverkan. Dessa beräkningar förväntas vara färdiga andra kvartalet 2014 så då kommer det förhoppningsvis att finnas mer precisa data för de utsläpp som sker i och med produktionen av extraktet. Under projektets gång kontaktades även kemiföretaget AkzoNobel och Naturvårdsverket för att få fram data för andra alkylpolyglukosider (APG) men utan lyckade resultat. Till följd av detta användes istället utsläppsdata för produktion av APG i Tyskland från en rapport från 1998 (Patel m.fl., 1998).

På grund av begränsade tillgången på information angående extraktets sammansättning gjordes antaganden angående sammansättningen. Extraktet antogs till hälften bestå av majsstärkelse och till hälften av kokosolja och palmkärnolja. Då det är palmkärnolja som bidrar med en stor mängd utsläpp har det en betydande påverkan på resultatet vilken andel palmkärnolja extraktet innehåller, ju mindre desto bättre sett utifrån bidraget till den globala uppvärmningen. En annan aspekt angående palmkärnolja är hur jordbruksproduktionen ser ut, exempelvis vilken typ av jord det är där palmerna odlas och vilka andra åtgärder som görs för att minska utsläppen av växthusgaser. Troligtvis är det i dessa beräkningar de största osäkerheterna finns, och det är positivt att BASF inom en snar framtid kommer kunna leverera produktspecifika data för produktionen av råvarorna.

Den största delen av de data som användes i livscykelanalysen hämtades från databasen Ecoinvent v2.01. De data som användes var från slutet av 90-talet och början på 00-talet och det skulle vara en fördel om nyare data kunde användas. I samtliga värden som hämtats från Ecoinvent har både biologiskt och fossilt utsläpp räknats med. Detta gjordes eftersom det är svårt att avgöra hur länge det biologiska utsläppet kommer finnas i atmosfären innan det binds in igen.

Det ska slutligen understrykas att en faktor som har en stor inverkan på vilken miljöpåverkan en ogräsbekämpningsmetod medför är antalet behandlingar som utförs under en växtsäsong. Detta är inte medräknat i den funktionella enheten, eftersom antalet behandlingar per växtsäsong kan variera. Resultatet får således multipliceras med antalet behandlingar. Det är viktigt att inga bekämpningar utförs i onödan och att insatserna planeras för att ge bästa effekt.

5.5 Alternativa metoder

Det finns flera alternativa metoder som skulle kunna fungera i Svenska Kraftnäts anläggningar, antingen kombinerade eller var för sig. Förebyggande åtgärder i anläggningsskedet kan förhindra ogräset en tid, men det kommer antagligen etableras ogräs senare som då måste bekämpas. Ogrässpärrar hindrar främst roto-gräs, men inte de fröogräs som kan blåsa in på området. Ogräsbekämpning med ättika är ett alternativ som skulle kunna undersökas vidare genom ett fältförsök. Även om ättikan är en kemisk metod kan den betraktas som miljöanpassad med tanke på att ättiksyra kan bildas och förekomma naturligt, dock är mängderna som används vid bekämpning betydligt större än de naturligt förekommande. En egenskap hos ättiksyra som kan vara en nackdel är att den verkar korroderande, det vill säga metaller kan skadas vid kontakt med ättiksyran vilket skulle kunna leda till skada på utrustning inom ställverksområdet.

I de anläggningar som finns inom vattenskyddsområden består ytan inte av grus utan av gräsmatta och där skulle marktäckande växter kunna vara ett alternativ. Genom att istället för gräs ha en yta av lågväxande växter skulle behovet av klippning minskas, även om ytan fortfarande skulle behöva en del underhåll (Johansson, 2006). I Tabell 7 redovisas tänkbara för- och nackdelar med alternativa metoder.

Tabell 7. Jämförelse mellan för- och nackdelar mellan olika bekämpningsmetoder.

Metod	Fördelar	nackdelar
Roundup bio	<ul style="list-style-type: none"> Totalbekämpningsmedel, verkar på näst intill samtliga växter. 	<ul style="list-style-type: none"> Risker för miljöskador till följd av läckage till ytvatten.
Marktäckande växter	<ul style="list-style-type: none"> Kan konkurrera undan ogräs. Lågväxande arter kan väljas och behovet av gräsklippning kan då minskas. 	<ul style="list-style-type: none"> Växterna måste tåla ett visst slitage då reparationer och underhållsarbete sker inom området. En del skötsel behövs
Ogrässpärrar	<ul style="list-style-type: none"> Hindrar framförallt roto-gräs från att spridas och tränga genom ytan. 	<ul style="list-style-type: none"> Bör läggas på plats i anläggningens byggnadsskede. Finns risk att ogräset efter en tid ändå växer igenom.
Ättiksyra	<ul style="list-style-type: none"> Ättiksyran är lättnedbrytbar. pH-sänkningen är kortvarig 	<ul style="list-style-type: none"> Ättiksyran skadar endast växten i direkt kontakt Kan verka korroderande
NCC Spuma	<ul style="list-style-type: none"> Är inte klassat som kemisk ogräsbekämpning Extraktet är enligt OECD-test klassat som biologiskt nedbrytbart. 	<ul style="list-style-type: none"> Tidsåtgången Åtgången av diesel då vattnet ska värmas. Får inte användas i närheten av öppna vattenytor då extraktet kan påverka ytspänningen. Förbrukar stora mängder vatten

Ogräsbekämpning innebär en miljöpåverkan oavsett om metoden är kemisk eller termisk (Schroeder & Hansson, 2006). Men miljöpåverkan kan minskas med en miljöanpassad metod. Sett utifrån förbrukad energi och utsläpp av växthusgaser är termiska metoder underlägsna kemisk ogräsbekämpning. Men det är inte den enda aspekten att ta i beaktande och kemisk

ogräsbekämpning framförallt på hårdgjorda ytor utgör sannolikt ett stort bidrag till läckage av glyfosat. Detta till följd av att ytorna utformats för att dräneras snabbt. Vilken aspekt som är av störst betydelse beror på såväl hur och vem som viktat miljöpåverkan (Schroeder & Hansson, 2006). Kemikalieinspektionen bedömer dock riskerna för miljön vid kemisk ogräsbekämpning som mindre om bekämpningsmedlet innehåller ämnen som förekommer naturligt. Därför betraktas miljörisken från bekämpning med ättiksyra som mindre än miljörisken från glyfosat som framställs syntetiskt (pers. medd., Isaksson, 2013).

Gällande Svenska Kraftnäts nästa upphandlingsavtal ska det börja gälla från 2017. Det är framför allt i och med att nya avtal sluts som det finns möjlighet att påverka och ändra hur ogräsbekämpningen ska gå till. Det är då en fördel om flera metoder innan dess har testats i anläggningarna. Hur denna miljöpåverkan viktas styrs bland annat av vilka restriktioner och riktlinjer som råder.

5.6 Rekommendationer

För att utveckla och förbättra ogräsbekämpningen i Svenska Kraftnäts anläggningar är det viktigt att veta vad som ska uppnås, vad som är syftet. I de tekniska riktlinjerna för Svenska Kraftnäts underhållsverksamhet är syftet att ställverksområdet ska hållas fritt från ogräs för att minimera brandrisken. Men bortsett från i nybyggda anläggningar är grusytan i stort sett aldrig helt fri från ogräs och frågan är om det finns en viss mängd ogräs som kan tolereras. Om så är fallet skulle ogräsbekämpningen kanske kunna minskas. Ett tröskelvärde för vilken mängd ogräs som kan tolereras och när ogräsbekämpning behövs skulle underlätta för utförande entreprenör att avgöra när och om ogräsbekämpning ska utföras. I nuläget sker ogräsbekämpningen slentrianmässigt och mer eftertanke i fråga om hur och när ogräsbekämpning ska sättas in skulle kunna minska dagens användning av Roundup bio. Dessutom är det troligt att en mer planerad och anpassad ogräsbekämpning skulle resultera i nästan samma effekt som idag även om insatserna eller mängden bekämpningsmedel minskades. Det vore kanske möjligt att tillåta de små örtväxterna i slutet på säsongen att vara kvar och undvika besprutning omgång två, speciellt de år då växtperioden varit torr.

Ett sätt att minska användningen av Roundup bio utan att byta metod är att se till att personalen som utför besprutningen får bättre instruktioner och har mer kunskap om hur preparaten verkar och hur besprutningen ska ske. Roundup bio bör endast sprutas direkt på aktivt växande ogräs (pers. medd., Cederlund, 2013). I den anläggning där fältförsöket gjordes besprutades hela ytan en till två gånger per växtsäsong utan hänsyn till hur och var ogräset växte inom området. En minskning av mängden Roundup bio skulle vara möjlig genom att endast bespruta de ytor där ogräs förekommer. I det aktuella ställverksområdet där försöket utfördes uppgick ogräsets sammanlagda täckningsgrad till cirka 30 % vilket innebär att om endast de områdena med ogräs besprutades skulle användningen av Roundup bio kunna minskas med cirka 70 %. Detta är en lämplig åtgärd då Roundup bio är bladverkande och inte kan användas i förebyggande syfte. Är det en preventiv metod som eftersöks kan det finnas mer effektiva metoder (pers. medd., Cederlund, 2013). Att endast utföra bekämpning på de ytor där det finns ogräs bör även gälla vid utläggningen av NCC Spuma. Även om en viss förebyggande effekt kan erhållas då det heta vattnet kan förstöra frön och hindra dem från att gro. Utsläppen av växthusgaser skulle ju då på motsvarande sätt minskas med 70 % på samma yta.

Det skulle vidare vara möjligt att ersätta den nuvarande kemiska bekämpningen med en miljöanpassad metod. Även då nya metoder testas i anläggningarna skulle det vara fördelaktigt med

ett konkret mål eller tröskelvärde för att kunna utvärdera en viss metods effekt. Detta är mycket aktuellt med avseende på EU-direktivet om hållbar användning av växtskyddsmedel som ska tillämpas av medlemsländerna från och med den 1 januari 2014 (Jordbruksverket, 2013). I direktivet ställs det bland annat krav på att alla yrkesmässiga användare av bekämpningsmedel ska följa principerna om integrerat växtskydd. Integrerat växtskydd (IPM) innebär att användningen av kemiska bekämpningsmedel ska vara hållbar. Detta uppnås bland annat genom att arbeta förebyggandeför att minska förekomsten av ogräs samt att endast bespruta vid behov (Jordbruksverket, 2013). Det kan vara på sin plats med kontroller av Svenska Kraftnäts underhållsentreprenörer för att se om detta följs.

6 Slutsatser

NCC Spuma har under projektets gång, genom fältförsök och studiebesök, visat sig effektivt vid ogräsbekämpning. Men fortsatt utveckling behövs om metoden ska kunna användas i Svenska Kraftnäts anläggningar. Utmaningarna med att använda NCC Spuma ligger främst i den stora tidsåtgången för utläggningen av skummet och den begränsade framkomligheten i anläggningen. Framförallt i de största stationsanläggningarna kommer dessa utmaningar bli påtagliga. NCC Spuma är redan en etablerad metod för ogräsbekämpning men få försök har utförts för att mäta metodens effektivitet. För att ta reda på mer om metodens effektivitet behövs fältförsök med fler testrutor där ogräsets täckningsgrad från start är så lika som möjligt i testrutorna. Att bekämpa ogräset med ättika är också en möjlighet och även det skulle kunna testas i ett fältförsök. Utbyte av kunskap med andra ägare av ställverksområden, till exempel Vattenfall, för att se hur de bekämpar ogräs och vilka försök de har gjort med alternativa metoder skulle också kunna vara av intresse.

Den LCA som togs fram för NCC Spuma visar på var de största utsläppen av växthusgaser sker under metodens livscykel. Det största utsläppet sker då till följd av dieselförbrukningen då vattnet hettas upp i samband med ogräsbekämpningen, och det näst största sker då råvarorna till extraktet produceras. Det är främst insatser i dessa två processer som kan minska miljöpåverkan från NCC Spuma. Ett steg i rätt riktning är att palmkärnolja som används är certifierad enligt Round table on Sustainable Palm Oil.

Genom att ersätta den kemiska ogräsbekämpningen, helt eller delvis, med en icke kemisk metod skulle mängden använd glyfosat minska avsevärt. Men det första och enklaste som kan göras för att minska förbrukningen av Roundup bio vid Svenska kraftnäts ogräsbekämpning är att se till att nuvarande metod används enligt instruktioner, det vill säga att doseringen inte är för hög och att ingen besprutning sker i förebyggande syfte. Det går nämligen inte att använda glyfosatpreparat i förebyggande syfte eftersom det är bladverkande. Besprutningarna som i nuläget sker över hela ställverksområdet bör därför riktas endast mot de ytor där det finns ogräs. Genom att sätta upp konkreta mål samt se till att det finns en medvetenhet kring varför ogräsbekämpningen utförs skulle ogräsbekämpningen förbättras.

7 Referenser

- Ascard, J., Hatcher, P., Melander, B. & Upadhyaya, M., 2007. Thermal Weed Control. i: M. K. Upadhyaya & R. E. Blackshaw, red. *Non-chemical Weed Management*. Vancouver, Alberta: CAB international, pp. 155-172.
- BASF, 2011. *Säkerhetsdatablad Glucocon 225 DK*, u.o.: BASF.
- Bauman, H. & Tillman, A.-M., 2004. *The Hitch Hiker's Guide to LCA*. Lund: Studentlitteratur AB.
- Carechemicals, 2013. *Product data sheet glucocon 225 DK*. [Online]
<http://dewolf.wpengine.com/wp-content/uploads/2013/08/Glucocon-225-DK-2.pdf>
[Använd 6 oktober 2013].
- Eriksson, A.-M., Hansson, D. & Lundh, J.-E., 2004. *Metoder för vegetationsbekämpning på banvallar*, Alnarp: SLU och Banverket.
- Fryksdahl, A. & de Jounge, M., 2012. *Upphandlingsreglerna - en introduktion*, Stockholm: Konkurrensverket.
- Fältforsk, 2012. *Försökshandboken*. [Online]
<http://www.slu.se/PageFiles/37382/Fhandbok/FH%20ver.120601.pdf>
[Använd 30 september 2013].
- Fältforsk, 2012. *Handbok i statistik i fältförsök*. [Online]
http://www.slu.se/PageFiles/37382/Fhandbok/Handbok_Statistik_v3.pdf
[Använd 6 oktober 2013].
- Gode, J., Martinsson, F., Hagberg, L., Öman, A. & Palm, D. , 2011. *Miljöfaktahandboken*, Stockholm: Värmeforsk (Värmeteknisk forskning och utveckling).
- Greppa näringen, 2006. *Växtskyddsmedel gör större skada i kalla länder*. [Online]
<http://www.greppa.nu/omgreppa/omwebbplatsen/artikelarkiv/alldreartiklar/nyhetsarkiv/vaxtskydd2006/vaxtskyddsmedelgorstorreskadaikallalander.5.1c0ae76117773233f780006106.html>
[Använd 1 oktober 2013].
- Greppa näringen, 2010. *Olika typer av ogräs*. [Online]
<http://www.greppa.nu/uppslagsboken/forebyggandebekampning/ickekemiskograsbekampning.4.1c0ae76117773233f7800017352.html>
[Använd 2 maj 2013].
- Hansson, D. & Mattson, J. E., 2003. Effect of air temperature, rain and drought on hot water weed control. *Weed Research*, 43(4), pp. 245-251.
- Hansson, D. & Svensson, S. E., 2010. *Ogräsbekämpning i fruktodling med naturligt förekommande herbicider*, Alnarp: SLU.
- Hargreaves, T., 2003. *Chemical formulation, An overview of surfactant-based preparations used in everyday life*. Cambridge: The Royal Society of Chemistry.

Helander, M., Salonemi, I. & Saikkonen, K., 2003. Glyphosate in northern ecosystems. *Opinion*, augusti, pp. 1189-1197.

Johansson, J., 2006. *Marktäckande, lågväxt vegetation på ställverksmark*, Uppsala: SLU.

Jordbruksverket, 2012. *Bekämpning av trädgårdsväxternas skadegörare*, Jönköping: Jordbruksverket.

Jordbruksverket, 2013. *Nationell handlingsplan för hållbar användning av växtskyddsmedel för perioden 2013-2017*. [Online]

<http://www.jordbruksverket.se/amnesomraden/odling/vaxtskydd/integreratvaxtskydd/omintegreratvaxtskydd.4.362991bd13f31cadcc2173e.html>

[Använd oktober 5 2013].

Kemikalieinspektionen, 1997. *apps.kemi.se*. [Online]

<http://apps.kemi.se/bkmregoff/bkmblad/Glyfosat.pdf>

[Använd 29 oktober 2013].

Kemikalieinspektionen, 1997. *Ämnesblad glyfosat*, Sundbyberg: Kemikalieinspektionen.

Kemikalieinspektionen, 2013. *Ämnesinformation*. [Online]

<http://apps.kemi.se/bkmregoff/>

[Använd 5 November 2013].

Nanos, T., Boye, K. & Kreuger, J., 2012. *Resultat från miljöövervakning av bekämpningsmedel (växtskyddsmedel) Årssammanställning 2011*, Uppsala: SLU.

NCC, 2011. *NCC:s policy för miljö*. [Online]

<http://www.ncc.se/sv/OM-NCC/Miljo-och-energi/Strategi-miljomal/>

[Använd 5 augusti 2013].

NCC, 2012a. *Vår organisation*. [Online]

<http://www.ncc.se/sv/OM-NCC/NCC-koncernen/Organisation1/>

[Använd 22 04 2013].

NCC, 2012b. *referensblad NCC Spuma*. [Online]

http://www.ncc.se/PageFiles/24662/1597_0517%20Spuma%20referensblad%20uppdatering.pdf

[Använd 2 maj 2013].

NCC, 2013. *Detta är NCC-koncernen*. [Online]

<http://www.ncc.se/sv/OM-NCC/NCC-koncernen/>

[Använd 22 april 2013].

NCC, 2013. *Sikkerhetsdatablad NCC Skumekstrakt fortyndet*, Odense: NCC.

OECD, 1992. *OECD guideline for testing chemicals*. [Online]

<http://www.oecdilibrary.org/docserver/download/9730101e.pdf?expires=1381074459&id=id&accname=guest&checksum=04FF9B8C93B79F5BC958224AF626D606>

[Använd 6 oktober 2013].

OECD, u.d. *About the OECD*. [Online]

<http://www.oecd.org/about/>

[Använd 6 oktober 2013].

Patel, M., Theiß, A. & Worrell, E., 1998. Surfactant production and use in Germany: resource, requirements and CO2 emissions. *Resources, conservation and recycling*, 12 Augusti, pp. 61-78.

Rask, A. & Kristoffersen, P., 2007. A review of non-chemical weed control on hard surfaces. *Weed Research*, Issue 47, pp. 370-380.

Relyea, R. A., 2005. The lethal impact of Roundup on aquatic and terrestrial amphibians. *Ecological Applications*, 15(4), pp. 1118-1124.

Schroeder, H. & Hansson, D., 2006. *Koll på tillväxten - Uthållig ogräsbekämpning på hårdgjorda ytor*. Stockholm: Sveriges kommuner och landsting.

SLU, 2011. *Vad är livscykelanalys?*. [Online]

<http://www.slu.se/sv/fakulteter/nl-fakulteten/om-fakulteten/institutioner/institutionen-for-energi-och-teknik/forskning/lca/vadar/>

[Använd 8 maj 2013].

SLU, 2012. *Fältforsk*. [Online]

<http://www.slu.se/faltforsk>

[Använd 22 maj 2013].

Svenska Kraftnät, 2009. *Miljökrav vid upphandling*. [Online]

<http://www.svk.se/Miljo/Sa-arbetar-vi/Miljokrav-vid-upphandling/>

[Använd 18 juli 2013].

Svenska Kraftnät, 2010. *Riktlinjer för underhåll av stationer*. [Online]

http://www.svk.se/Global/07_Tekniska_krav/Pdf/Upphandling/TR12/TR12-09_Stationer_100511_B1a.pdf

[Använd 1 oktober 2013].

Svenska Kraftnät, 2011. *Kompletterande elsäkerhetsanvisning*. [Online]

http://www.svk.se/Global/07_Tekniska_krav/Pdf/TR10-01-utgava5.pdf

[Använd 7 augusti 2013].

Svenska Kraftnät, 2012a. *Om oss*. [Online]

<http://www.svk.se/Om-oss/Var-verksamhet/>

[Använd 17 april 2013].

Svenska Kraftnät, 2012b. *Svenska Kraftnäts verksamhetsplan 2013*. [Online]

<http://www.svk.se/PageFiles/53561/Verksamhetsplan-2013-Svk.pdf>

[Använd 1 oktober 2013].

Svenska Kraftnät, 2012c. *Miljömål och miljöpolicy*. [Online]

<http://www.svk.se/Miljo/Sa-arbetar-vi/Miljomal-och-policy/>

[Använd 18 juli 2013].

Svenska Kraftnät, 2013. *Upphandlingar*. [Online]
<http://www.svk.se/Om-oss/Upphandlingar/>
[Använd 22 april 2013].

Tegnäs, B. & Elisabeth, S., 2002. *Palmoljan, vart kommer den ifrån och vart tar den vägen?*, u.o.:
världsnaturfonden WWF.

von Rubinsky, W. & Hill, K., 2003. Novel surfactants. i: *Novel Surfactants*. New York: Marcel Dekker,
pp. 35-95.

von Rybinski, W. & Hill, K., 1998. *Alkyl Polyglycosides - Properties and Applications of a new Class of
Surfactants*, Weinheim: WILEY-VHC Verlag GmbH.

Muntliga referenser

Lund Willy, Underhållsingenjör Svenska Kraftnät, 2013

Engman Per-Olof, Underhållssamordnare Svenska Kraftnät, 2013

Mellberg Robert, Platschef, Södertörn NCC Roads, 2013

Larsson Lage, Vd Naturentreprenader 2013

Cederlund Harald, Forskare vid Institutionen för mikrobiologi SLU, 2013

Panzar Frida, Varumärkes-affärsutvecklare NCC Roads, 2013

Isaksson Björn, agronom, tillstånd och upplysning, kemikalieinspektionen, 2013

Bilaga A – Foton fältförsök

Då det under fältförsöket togs 80 bilder tas inte alla med i bilagan men nedan följer ett exempel av varje metod som användes.

Kontroll

Vecka 0



Vecka 11



Vecka 2



vecka 13,5

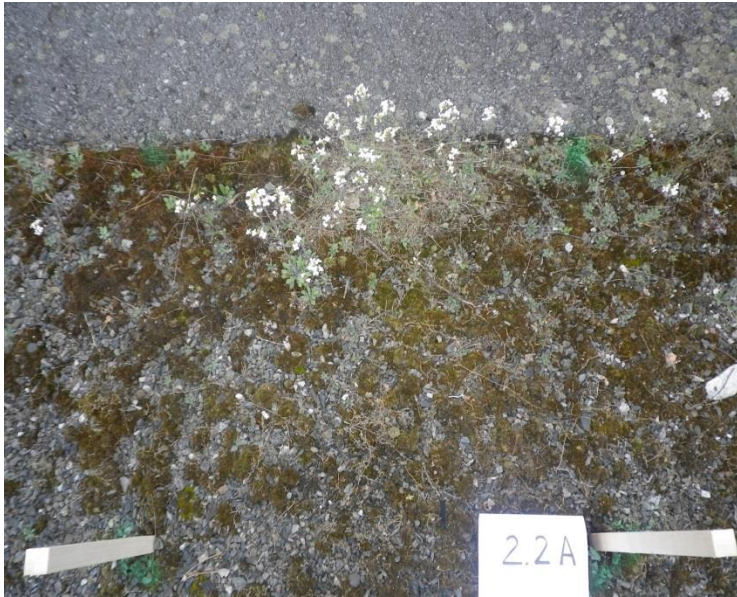


Vecka 9



NCC Spuma, en behandling

Vecka 0



Vecka 11



vecka 2



vecka 13,5

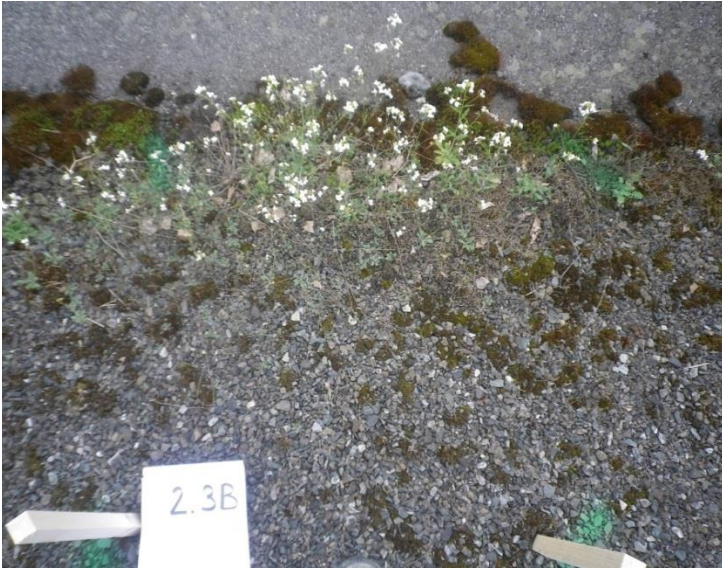


Vecka 9



NCC Spuma, två behandlingar

Vecka 0



Vecka 11



Vecka 2



vecka 13,5



Vecka 9



Roundup bio

Vecka 0



Vecka 11



Vecka 2



vecka 13,5



Vecka 9



Bilaga B – Fältsförsök

I Tabell B1 visas genomsnittliga täckningsgraden med standardavvikelsen. Standardavvikelsen är stor, det vill säga att spridningen var stor även inom de olika behandlingarna.

Tabell B1. Den genomsnittliga täckningsgraden med standardavvikelsen mellan testrutorna med samma behandling vid samma tidpunkt.

Metod	Vecka 0	Vecka 2	Vecka 9	Vecka 11	Vecka 13,5
NCC Spuma en gång	39±27	0,5±1	0±0	5±5	14,5±9
NCC Spuma två gånger	50±18	17,5±9	19±5	20±8	20,3±6
Roundup bio	25,5±19	17,5±22	19±28	20±27	20,3±27
Kontroll	19±19	12±9	8±10	8±10	7,3±7

Tabell B2 anger täckningsgraden i samtliga testrutor (Block 1 var från början numrerat som block 2, och block 2 var från början numrerat som 3, därav rutornas numrering)

Tabell B2. Den avlästa täckningsgraden i testrutorna.

Block 1								
veckor	kontroll 2.1A	kontroll 2.1B	Spuma 1 2.2A	Spuma 1 2.2B	Spuma 2 2.3A	Spuma 2 2.3B	Roundup 2.4A	Roundup 2.4B
0	8	12	60	4	30	40	50	30
2	8	12	0	0	30	16	50	12
9	0	0	0	0	30	20	60	12
11	0	0	4	0	30	12	60	8
13,5	2	0	16	2	30	16	60	6

Block 2								
veckor	Roundup 3.1A	Roundup 3.1B	Spuma 2 3.2A	Spuma 2 3.2B	Kontroll 3.3A	Kontroll 3.3B	Spuma 1 3.4A	Spuma 1 3.4B
0	6	16	80	60	45	4	60	32
2	4	4	8	0	30	4	2	0
9	0	4	20	25	30	4	0	0
11	0	12	15	12	30	0	12	4
13,5	1	16	30	20	30	0	20	20

Bilaga C - LCA Data

Insamlad data från inventeringen i livscykelanalysen med angiven källa eller använd process (#) i ecoinvent v.2.01 (2007). Den funktionella enheten är en kvadratmeter ogräsbekämpad yta.

Mängden extrakt som används per m² beräknas med hjälp av data från fältförsöket. Utläggningen av NCC Spuma utfördes vid två tillfällen och åtgången av extrakt beräknas som ett medelvärde utifrån dessa två tillfällen. Mängden extrakt per m² varierar men blir ca 0,018 kg per m² enligt tabell C1.

Tabell C1. Förbrukade mängd vatten och extrakt vid utläggning av NCC Spuma.

	Mängd förbrukat vatten	Andelen extrakt %	Mängd extrakt (kg)	Yta (m ²)	Mängd extrakt (kg/m ²)
27 maj	6500	4	26	1430	0,018
29 juli	3000	3	9	496	0,018

På grund av bristen på data angående extraktets sammansättning förutom att det består av majsstärkelse, kokosolja och palmkärnolja måste anaganden göras om extraktets sammansättning. Det görs enligt nedan för extraktet som förbrukas vid ogräsbekämpning av en m² och ges i tabell C2.

Tabell C2. Extraktets antagna sammansättning.

Extrakt	Andel %	Mängd per m ²
majsstärkelse	50	0,009
Palkärnolja	25	0,0045
Kokosolja	25	0,0045

1. Produktion av råvaror

Antagna massor ovan har använts då utsläppen nedan tagits fram. Utsläppsdata har hämtats från Ecoinvent V2.01 och ges i tabell C3. Utsläppen vid produktion av majsstärkelse och palmkärnolja har allokerats ekonomiskt, det innebär att utsläppen har fördelats mellan samtliga producerade produkter efter det ekonomiska värdet.

Tabell C3. Utsläpp vid produktion av råvaror.

Utsläpp (kg/kg)	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ -ekv	Allokering	källa
majsstärkelse	8,08E-01	1,57E-03	1,62E-03	1,34E+00	Ekonomisk allokering	Ecoinvent V2.01 #214
kokosolja	4,71E-01	3,45E-04	5,68E-06	4,80E-01		Ecoinvent

palmkärnolja	5,38E+00	5,45E-03	1,62E-03	6,00E+00	Ekonomisk allokering 81.3% palmolja, 17.3% till palmkärnolja och 1.4% till palmkärnmjöl	t V2.01 #386 Ecoinven t V2.01 #387
--------------	----------	----------	----------	----------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------

Total mängd CO₂-ekvivalenter beräknat utifrån antagen sammansättning för 1 kg extrakt **2,29** kg CO₂-ekv per kg extrakt.

2. Transport av palmkärnolja och kokosolja

Transporten antas ske men containerfartyg från Malaysias största hamn Port Klang till Tysklands största hamn i Hamburg via Suezkanalen är ca 17400 km. Kokosoljan produceras enligt Ecoinvents värden i Filipinerna med sträckan approximeras till den samma som från Malaysia för kokosoljan. Utsläppen gäller endast för transport av massan palmkärnolja och kokosolja. Utsläppet gäller förutom för bränsleförbrukningen även för produktion och återvinning av fartyget.

Tabell C4. Utsläpp vid transport av palmkärnolja och kokosolja.

Utsläpp (kg/kg)	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ -ekv	Källa
Transport Malaysia-Tyskland	1,82E-01	1,36E-04	4,68E-06	1,87E-0,1	Ecoinvent V2.01 #1964

Total mängd CO₂-ekvivalenter beräknat på 1 kg extrakt och endast palmkärnoljan och kokosoljan som transporteras. Mängden CO₂-ekvivalenter blir då **0,19** kg/kg extrakt

3. Produktion av APG från råvarorna

Utsläppen här är endast till följd av förbrukad energi. Utsläppen till följd av eventuella kemikalier som används under processen är inte inräknat.

Tabell C5. Utsläpp till följd av energiförbrukningen vid produktion av APG.

Utsläpp (kg/kg)	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ -ekv	källa
Produktion glucopon 225 DK	2,01E-03	3,71E-06	3,74E-08	2,10E-03	(Patel m.fl., 1998), (Gode m.fl., 2011)

Total mängd CO₂-ekvivalenter från energiförbrukningen vid produktion av APG blir **0,0021** kg/kg extrakt.

4. Transport av extrakt från Düsseldorf Tyskland till Stockholm Sverige

Sträckan är ca 1400 km och transporten sker med lastbil. I utsläppen räknas hela transportens livscykel in, d.v.s. både vägens infrastruktur, produktion och återvinning av lastbilen. I Ecoinvent beräknas lastbilen att åka 540000km totalt under sin livscykel.

Tabell C6. Utsläpp vid transport av extraktet från Tyskland till Sverige.

Utsläpp kg/kg	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ -ekv	källa
Transport Tyskland-Sverige	1,39E-01	2,00E-04	2,72E-07	0,14	Ecoinvent V2.01 #7308

Total mängd CO₂-ekvivalenter: **0,14 kg/kg** extrakt

5. Användning vid ogräsbekämpning

Utsläppen beräknades för 1 L vatten och 1 L diesel. Utsläppen för vattnet gäller för energiförbrukning och infrastruktur och vattenrening. Men de utsläpp som sker i och med vattenreningen är inte medräknade. Dessa värden gäller för Tyska förhållanden. Utsläppen som beräknades från dieselförbrukningen gäller diesel med 5 % RME.

Tabell C7. Utsläpp vid ogräsbekämpning till följd av vatten- och dieselförbrukning.

Utsläpp kg/L	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ -ekv	källa
vatten	0,000323801	6,77482E-07	1,3375E-12	3,38E-04	Ecoinvent v2.01 #2288
dieselförbrukning	6,11E-01	4,30E-04	7,46E-04	8,51E-01	Miljöfaktahandboken 2011, Värmeforsk

Total mängd CO₂-ekvivalenter i kg per L förbrukat vatten blev **0,00034 kg** och för 1 L diesel **0,085 kg**.

Ifrån dessa värden kan utsläppet för producerat extrakt samt uppvärmt och förbrukat vatten beräknas för den funktionella enheten m² ogräsbekämpad yta. Antagandet om extraktets sammansättning och ett medelvärde för förbrukat extrakt per m² användes, till detta tillkom en faktor 0,7 i produktion och transport av råvaror eftersom den aktiva substansen i extraktet är 68-72%, resterande innehåll är vatten och miljöpåverkan från detta vatten försummas. Den förbrukade mängden vatten per m² var ca 5,3 L, beräknat som ett medelvärde för vattenförbrukningen per m² av de två tillfällena i fält.

Tabell C8. Totala utsläppet under NCC Spumas livscykel.

Process	Resurs	Utsläpp g CO ₂ -ekv / m ²
1. Produktion av råvaror	Majsstärkelse	8,5
	Palmkärnolja	18,9
	Kokosolja	1,5
2. Transport	kokosolja och palmkärnolja	1,2
3. Produktion av extrakt	energi	0,038
4. Transport	Extrakt	2,57
5. Användning	Vatten	1,8
	Diesel	85
Totalt		119,5

Total mängd CO₂-ekvivalenter i g/m² för samtliga inräknade processer blev 119,5 g/m²