

**SVERIGES
LANTBRUKSUNIVERSITET**

Miljökonsekvensbeskrivning av termiska ogräsbekämpningsmetoder för hårdgjorda ytor

**- en jämförelse mellan flamning med gasol och
frysning med flytande kväve och kolsyresnö**

**Environmental Impact Assessment of Thermal
Weed Control Methods on Hard Surfaces**

**- A comparison between flaming with LPG and
freezing with liquid nitrogen and carbon dioxide snow**

Sigvard Larsson

Institutionen för lantbruksteknik

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

Rapport 168

Report

Uppsala 1993

ISSN 0283-0086

ISRN SLU-LT-R--168--SE

DOKUMENTDATABLAD för rapportering till SLU:s lantbruksdatabas LANTDOK,
Svensk lantbruksbibliografi och AGRIS (FAO:s lantbruksdatabas)

Institution/motsvarande Institutionen för lantbruksteknik		Dokumenttyp Rapport	
		Utgivningsår 1993	Målgrupp F R
Författare/upphov Larsson, S.			
<p>Dokumentets titel Miljökonsekvensbeskrivning av termiska ogräsbekämpningsmetoder för hårdgjorda ytor - en jämförelse mellan flämning med gasol och frysning med flytande kväve och kolsyresnö Environmental Impact Assessment of Thermal Weed Control Methods on Hard Surfaces - A comparison between flaming with LPG and freezing with liquid nitrogen and carbon dioxide snow Amnesord (svenska och /eller engelska)</p> <p>environmental impact, weed control, weeds, burning, freezing liquid nitrogen, solid carbon dioxide energy consumption, physical control (AGROVOC) koldioxidutsläpp, transporter, miljökonsekvensanalys, miljökonsekvensbeskrivning, gasol, energiförbrukning</p>			
Projektnamn (endast SLU-projekt)			
Serie-/tidskriftstitel och volym/nr Sveriges lantbruksuniversitet, institutionen för lantbruksteknik, Rapport nr 168		ISBN/ISRN SLU-LT-R--168 -SE ISSN 0283-0086	
Språk Svenska	Smf-språk Svenska	Omfång 23 s + Appendix	Antal ref. 27

Postadress

SVERIGES LANTBRUKSUNIVERSITET
Ultunabiblioteket, Förvärvsavdelningen/LANTDOK
Box 7071
S-750 07 UPPSALA
Sweden

Besöksadress

Centrala Ultuna 22
Uppsala

Telefonnummer

018-67 10 00 vx
018-671103

Telefax

018-3010 06

ABSTRACT

In order to find non-chemical methods of controlling weeds on hard surfaces, the Department of Agricultural Engineering at the Swedish University of Agricultural Sciences at Alnarp has carried out trials to freeze weeds with liquid nitrogen and carbon dioxide snow. An environmental impact assessment has been carried out to investigate whether the environmental aspects motivate further studies of this method.

As a control alternative, flaming with liquefied petroleum gas has been chosen, because this is the established non-chemical method that freezing might be able to replace. Flaming has been compared to two different methods of freezing: one using liquied nitrogen and the other using carbon dioxide snow. Flaming has been carried out using conventional commercially available equipment, whereas a piece of simple trial equipment was used for freezing.

The environmental impact assessment analyses the net surplus of carbon dioxide to the atmosphere, energy consumption in production, transport and use of the different methods.

The difference between the consumption of LPG and freezing media is large for the same effect on weeds. For 1 m² the consumption of LPG was 0,003 kg, the consumption of liquid nitrogen was 1,3 kg and 2,7 kg for carbon dioxide. The total energy consumption is much higher for freezing than for flaming.

The net contribution of carbon dioxide to the atmosphere during the production phase and during use is greater for LPG than for the freezing media. This is on condition that the electricity used in production of freezing media is derived from hydroelectric power (H.E.P.) or nuclear power. However, since large quantities of freezing media are required, the carbon dioxide emissions during transport from the point of production to the point of use are decisive for whether freezing can be classified as "environment friendly".

The environmental impact assessment shows that weed control by freezing is more environment friendly than flaming if the transport distance for liquid nitrogen does not exceed 100 km with diesel truck. The maximum transport distance for carbon dioxide is approximately 50 km. However, this is bearing in mind only the net emission of carbon dioxide to the atmosphere.

FÖRORD

Bekämpning av ogräs på gatumark med kemiska bekämpningsmedel har av miljöskäl förbjudits i de flesta svenska kommuner. Det är nu därför mycket angeläget att finna miljövänliga och ekonomiska metoder för ogräsbekämpning.

Ogräsbekämpning genom frysning med flytande kväve och kolsyresnö har bedömts vara ett intressant alternativ för bekämpning av ogräs på hårdgjorda ytor.

Projektets mål har varit att beskriva ogräseffekt och energiåtgång samt miljökonsekvenser vid frysning av ogräs med flytande kväve och kolsyresnö i jämförelse med flamning med gasol. Projektet har finansierats av Byggforskningsrådet, projektnummer 900825-5, med projektiteln "Ogräsbekämpning genom frysning". Sven-Erik Svensson vid avd för park och trädgårdsteknik har som projektledare varit ansvarig för projektet.

I denna rapport jämförs miljökonsekvenserna vid frysning och flamning av ogräs. Ogräseffekt och energiåtgång vid frysning respektive flamning redovisas i en separat rapport (Rapport nr 165, Institutionen för lantbruksteknik, Uppsala, 1993) som författats av Susanne Fergedal vid avd för park och trädgårdsteknik, Alnarp.

Sigvard Larsson vid avd för park och trädgårdsteknik, Alnarp, har varit ansvarig för miljökonsekvensbeskrivningen och utarbetat denna rapport.

Vi vill rikta ett stort tack till Börje Karlsson och Per Svenningsson, Institutionen för miljö- och energisystem vid LTH, som givit värdefull hjälp under projektets gång. Vi vill också tacka alla som bidragit med information och uppgifter så projektet kunnat genomföras.

Avdelningen för park- och trädgårdsteknik vid Institutionen för lantbruksteknik, Sveriges Lantbruksuniversitet, Alnarp, januari 1993.

Sven-Erik Svensson

Sigvard Larsson

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

SAMMANFATTNING	1
INLEDNING	3
Avgränsning	4
PROJEKTIDENTIFIKATION	5
Metoder för ogräsbekämpning på hårdgjorda ytor	5
Termisk ogräsbekämpning på hårdgjorda ytor	6
Termisk ogräsbekämpning med gasol som bränsle - flamning	6
Termisk ogräsbekämpning genom frysning med flytande kväve eller kolsyresnö	7
Produktion av Gasol	10
Framställning	10
Egenskaper ur hygienisk synpunkt	10
Sammanfattning av ur teknisk synpunkt intressanta egenskaper	10
Produktion av luftgaser och produktion av koldioxid	11
Produktion av luftgaser	11
Produktion av koldioxid	13
TEKNISK BESKRIVNING	14
Areal hårdgjord yta aktuell för termisk ogräsbekämpning	14
Uppgifter angående gasolproduktion	14
Uppgifter beträffande produktion av luftgaser och kolsyra	15
Karaktärer för miljöpåverkan	16
.....	18
Påverkan på mark	18
Påverkan på vatten	18
Påverkan på luft	18
Påverkan på samhälle	18
Energiförbrukning	19
Koldioxidutsläpp	19
.....	23
DISKUSSION	23
REFERENSER	24
Litteratur	24
Personliga meddelanden	24
BILAGOR	25
Bilaga 1. Beräkningar för att uppskatta kvantitet hårdgjord yta aktuell för termisk ogräsbekämpning	25
Bilaga 2. Beräkningar för energiförbrukning vid termisk ogräsbehan- dling	27
Flamningsmetoden	27
Frysning med flytande kväve	28
Frysning med kolsyresnö	29
Energiförbrukning för respektive metod för ogräsbekämpning	30
Bilaga 3. Beräkningar för koldioxidutsläpp vid termisk ogräsbekämpning	31
Koldioxidutsläpp vid användning av gasol för ogräsbekämpning	31
Koldioxidutsläpp vid ogräsbekämpning med flytande kväve	32
Koldioxidutsläpp vid ogräsbekämpning med flytande kolsyra	32

APPENDIX: GENERELL ARBETSGÅNG FÖR UPPRÄTTANDE AV MILJÖKONSEKVENSBESKRIVNING	33
SAMMANFATTNING	33
INLEDNING	34
MILJÖKONSEKVENSBESKRIVNING	35
I en Miljökonsekvensbeskrivning ingående huvudmoment	36
Projektidentifikation	36
Teknisk beskrivning	37
Slutsatser och rekommendationer	38
REFERENSER	40
Litteraturförteckning	40
Föreläsare	40

SAMMANFATTNING

I denna miljökonsekvensbeskrivning analyseras olika metoder för termisk ogräsbekämpning på hårdgjorda ytor i tätortsmiljö. De metoder som analyseras är flamning med gasol samt frysning med flytande kväve och kolsyresnö.

Som 0-alternativ i miljökonsekvensbeskrivningen har ogräsbekämpning genom flamning valts. Ogräsbekämpning genom att frysa bort ogräset är under utveckling på Avdelningen för park- och trädgårdsteknik vid Institutionen för Lantbruksteknik i Alnarp. Frysning med flytande kväve och frysning med kolsyresnö analyseras och jämföres med 0-alternativet.

En avgränsning i miljökonsekvensbeskrivningen har gjorts genom att endast analysera nettotillskottet av koldioxid till atmosfären och beräkna energiförbrukningen för metoderna vid produktion, transport och användning.

Skillnaden i åtgången av produktionsmedel är stor mellan de olika metoderna. För en ogräsbehandling av ett hektar åtgår vid flammingsmetoden 30 kg gasol, vid frysning 13 ton flytande kväve eller 27 ton kolsyra.

Eftersom kvantiteten av insatt produktionsmedel blir betydligt större för de båda frysningsmetoderna är det angeläget att analysera miljökonsekvenserna av det ökade transportarbetet. Denna beräkning omfattas endast av bulktransport från fabrik till användare eller distributör. Ytterligare en begränsning i beräkningsarbetet är att vid bulktransport analyseras endast mängden koldioxidutsläpp till atmosfären. Andra föroreningar beräknas ej.

Den totala energiförbrukningen vid frysningsmetoderna blir högre än vid flammingsmetoden. I jämförelse med flamning, där gasol är bränsle, blir energiförbrukningen vid frysning med flytande kväve ca 30 gånger större, och vid frysning med kolsyresnö ca 25 gånger större.

Miljökonsekvensbeskrivningen visar att ogräsbekämpning genom frysning är miljövänligare än flamning vid transporter av flytande kväve maximalt tio mil med dieseldriven lastbil och för flytande kolsyra är motsvarande sträcka fem mil. Här beaktas dock endast nettotillskottet av koldioxid till atmosfären.

I beräkningen av transportavstånden har följande förutsättningar beaktats:

- Fordon för bulktransporter av flytande kväve och flytande kolsyra har last endast i en riktning,
- Koldioxidutsläpp från fordon vid de olika metodernas användningsfas är ej med i beräkningen.
- Elenergin vid produktion av flytande kväve och kolsyra under sommarhalvåret är baserad på kärnkraft och vattenkraft.

Sammanfattningsvis är nettotillskott av koldioxid i användningsfasen till nackdel för flammingsmetoden i jämförelse med frysningssmetoderna. När det gäller frysningssmetoderna är den framtida elproduktionen den faktor som har en avgörande betydelse för huruvida dessa blir miljövänligare. Utsläppet av koldioxid vid transporten av frysmedierna är den faktor som begränsar metodernas utbredning. Detta på grund av att frysprodukterna bara kan transporteras en viss maximal sträcka med dieseldriven lastbil om metoderna skall vara miljövänligare än flammingsmetoden.

Hur mycket större energiförbrukningen blir vid frysningssmetoderna har beräknats, men för att kunna bedöma miljökonsekvenserna av denna krävs ytterligare analysarbete.

Analys av fler faktorer krävs för att ge en mer heltäckande bild av de olika metodernas miljökonsekvenser. Några ekonomiska resurser har dock inte funnits till detta, eftersom projektet varit inriktat på mer översiktiga frågeställningar angående frysningssmetodernas potential och förutsättningar.

INLEDNING

Nya metoder för ogräsbekämpning är under utredning vid Avdelningen för park- och trädgårdsteknik vid Institutionen för Lantbruksteknik i Alnarp. De nya metoderna är ogräsbekämpning genom att frysa bort ogräs med flytande kväve eller kolsyresnö.

För att utröna vilka konsekvenser metoderna kan få för miljön samarbetar Institutionen för Lantbruksteknik i Alnarp, i detta projekt, med Institutionen för Miljö- och Energisystem i Lund.

Med hårdgjorda ytor definierar vi i det här sammanhanget ytor som är belagda med något slag av material, vilket gör dem hårda för att oberoende av väderlek kunna utnyttjas för t ex trafik, som parkeringsplatser och som samlingsplatser för människor.

Dessa så kallade hårdgjorda ytor blir bemängda med växtlighet särskilt på de delar där förslitningen från användarna inte är stor nog att hålla ytorna rena. Om dessa ytor ej sköts kontinuerligt, etablerar sig växter t ex i skarvar mellan plattor och vid ytornas kanter. Om flera år går utan åtgärder mot ogräs etablerar sig växter med stora rotsystem.

För inte så länge sedan var metoden att med handredskap hålla ogräs borta det enda alternativet. För att minska arbetskraftsbehovet har nya metoder prövats.

De metoder som nu finns att tillgå förutom att med handredskap ta bort ogräs på hårdgjorda ytor är; kemisk behandling genom besprutning eller avstrykning, harvning av grusgångar, maskinell borstning av sten- och plattytor och flamning med gasol.

Kemisk bekämpning är den metod som helt klart är den billigaste ur arbetskraftssynpunkt och den effektivaste ur bekämpningssynpunkt. Under 1991 hade 220 av landets 284 kommuner förbud mot kemiska bekämpningsmedel på gatumark, för att minska belastningen av kemiska medel på miljön (Hans Silborn, pers. medd., 1991).

Förutom att gå tillbaka till handredskap och en större tolerans för ogräsbemängda ytor har man under de senaste åren i viss omfattning börjat använda en metod för ogräsbekämpning där man genom flamning hettar upp växtligheten till kokpunkten. Detta gör att ogräset bekämpas. Vissa ogräs är lättbekämpade med den här metoden, medan andra ogräs behöver flera behandlingar under sommarhalvåret för att hållas borta från de hårdgjorda ytorna.

I jämförelse med kemisk ogräsbekämpning anses flammingsmetoden, där gasol är bränsle, vara miljövänligare. I den här rapporten kommer vi att jämföra flamningsmetoden med frysningssmetoderna, som förväntas vara miljövänligare än flammingsmetoden.

Den rapport som följer är en miljökonsekvensbeskrivning av nya ogräsbekämpningsmetoder för hårdgjorda ytor. Under avsnittet "projektidentifikation" beskrivs de olika metoderna; flamning med gasol, frysning med flytande kväve och frysning med kolsyresnö. Därefter följer en "teknisk beskrivning" där påverkan på mark, luft och vatten analyseras under produktionsfas, transportfas och användningsfas. De miljökonsekvenser som har störst betydelse i det här sammanhanget redovisas.

Utförda beräkningar redovisas i rapportens bilagor. Under rubriken "Appendix" finns ett avsnitt med information om vad en miljökonsekvensbeskrivning är och vad en sådan kan innehålla.

Avgränsning

Den metod som ska jämföras gentemot de nya är flamning med gasol som bränsle. Flammning anses vara miljövänlig och ökar i användning.

Kemisk bekämpning har valts bort som ett alternativ i den här miljökonsekvensbeskrivningen. Som redan nämnts, har de flesta kommuner infört förbud mot metoden. Den kan därför räknas som inaktuell på grund av dess ringa användning.

En avgränsning i miljökonsekvensbeskrivningen har gjorts genom att endast analysera nettotillskottet av koldioxid till atmosfären och beräkna energiförbrukningen för metoderna vid produktion, transport och användning.

Beräkningarna av energiförbrukning och koldioxidutsläpp i transportfasen är gjorda på ett transportavstånd av en mil.

PROJEKTIDENTIFIKATION

På Avd. för park- och trädgårdsteknik vid Institutionen för Lantbruksteknik i Alnarp är en ny metod för ogräsbekämpning på hårdgjorda ytor under utveckling. Med denna metod sker ogräsbekämpning genom att flytande kväve eller kolsyre-snö hastigt kyler ner växterna så att iskristaller bildas i växtcellerna. Detta gör att cellerna sprängs sönder och ogräset bekämpas.

I denna miljökonsekvensbeskrivning jämför vi den nya metoden med flammning.

I denna rapport beskrivs hur och varför vi har gjort avgränsningar genom att endast jämföra frysningssmetoderna med flammningsmetoden.

För att du som läsare av denna rapport lätt skall kunna sätta dig in i ämnet kommer först en kort beskrivning av vad vi här menar med hårdgjorda ytor och vilka metoder man idag använder för att hålla dessa fria från ogräs.

Därefter följer koncentrerade beskrivningar av flammningsmetoden, frysningssmetoderna och beskrivning över hur gasol, flytande kväve och flytande kolsyra produceras och distribueras. Dessa beskrivningar är hämtade ur tidigare publicerade skrifter.

Metoder för ogräsbekämpning på hårdgjorda ytor

Med hårdgjorda ytor menar vi i det här sammanhanget ytor som är belagda med något slag av material, vilket gör dem hårda för att oberoende av väderlek kunna utnyttjas t ex för trafik, som uppställningsplats för fordon och samlingsplats för människor. Beläggningsen kan bestå av till exempel gatsten, olika slag av gjutna plattor, asfalt eller grus.

Dessa så kallade hårdgjorda ytor blir bemängda med växtlighet särskilt på de delar där förslitningen från användarna inte kan hålla ytorna rena. Trots att man kan tycka att växter inte skulle kunna få fäste på dessa ytor, etablerar sig växter i t ex skarvar om ytorna ej sköts kontinuerligt. Vid ytornas kanter växer ogräs som sprider sig in över ytorna. Om flera år går utan åtgärder mot ogräs etablerar sig växter med stora rotsystem som förstör ytan.

De metoder som numera används av kommunala parkförvaltningar och privata företag i branschen för att hålla hårdgjorda ytor i tätortsområden fria från ogräs är inte bara den manuella metoden med till exempel handhacka och räfsa utan även:

- kemisk behandling genom besprutning eller avstrykning
- harvning av grusgångar med specialkonstruerade harvar
- maskinell borstning med specialkonstruerade roterande stålborstar, t ex för kantsten och trottoarer belagda med plattor.

-flamning där den heta gasollågan enkelt uttryckt förväller ogräset i sin egen cellvätska, vilket gör att ogräset bekämpas.

Termisk ogräsbekämpning på hårdgjorda ytor

Termisk ogräsbekämpning med gasol som bränsle - flamning

Avsnittet under Termisk ogräsbehandling med gasol som bränsle - flamning, är hämtat från, **ICKE KEMISK OGRÄSBEKÄMPNING PÅ HÅRDGJORDA YTOR** av Sven-Erik Svensson, Inst. för lantbruksteknik, 1990.

Flamning kan användas på alla typer av hårdgjorda ytor som grus, sten, kantsten och asfalt. Generellt kan sägas att termisk bekämpning inte ställer något större krav på ytans beskaffenhet för att kunna utföras. Effekten på ogräsen är däremot starkt beroende av både ytmaterialet, ogräsarten samt dess utvecklingsstadium.

Ogräseffektens variation beror på flamningens verkningsätt. Vid termisk bekämpning hettas ogräsplantans ovanjordiska delar upp hastigt, varvid cellerna i bladen brister. Därefter torkar bladmassan in och blir helt nervissnad efter några dagar, om värmedosen varit tillräckligt stor. Det är dock bara växtens värme-exponerade delar som vissnar. Rötter och underjordiska utlöpare förblir opåverkade, eftersom värmen inte når rötterna vid behandlingen.

Olika ogräs kräver olika stora värmemängder och antal behandlingar för att ett visst bekämpningsresultat skall uppnås. Rotsystemets utseende, bladens tjocklek, tillväxtpunktens placering, och växternas förmåga till återväxt gör ogräsen mer eller mindre känsliga för termisk bekämpning och avgör behandlingens långtidseffekt.

Små fröogräs är generellt lättbekämpade och dör som regel efter en behandling. Örtogräs med bladen i rosetliknande växtsätt och gräsarter skjuter i de flesta fall nya blad. Etablerade rotoogräs vissnar ner, men skjuter alltid nya skott. Fleråriga ogräs och rotoogräs kräver därför alltid många upprepade behandlingar för att successivt "tröttas ut".

Flamning ger bäst effekt på ogräs som växer på stenbelagda, relativt släta ytor. Ogräsens växtsätt på dessa ytor gör att värmen kan tränga in ordentligt i blad, stjälkar och tillväxtpunkter. Effekten är sämre på t ex grusytor där ogräsen ges en mer skyddad växtplats i det övre lösa materialet. Detta lösa material fungerar isolerande och förhindrar värmen att tränga djupare ner mot rötter och djupare liggande tillväxtpunkter.

För att få bästa effekt av ogräsbekämpning med värme skall den ske när ogräsen är små. Antalet nödvändiga behandlingar beror på en mängd faktorer som ogräsens värmeterolerans, önskad skötselstandard, ytmaterial, väderlek m m. På sten-

ytor kan man totalt behöva göra 4-6 behandlingar per år. För en grusyta ökar bekämpningsbehovet till ca 8 behandlingar per år. Effekten av behandlingarna minskar då löst material finns i ytan och skyddar ogräsen från värmen.

Utrustning för flamning finns i flertalet utföranden och storlekar, vilket medför att metoden kan användas på såväl små som stora ytor. Kostnaden för maskinell termisk ogräsbekämpning kan beräknas till 0,25-0,35 kr per kvadratmeter beroende på typ av utrustning och yta, systemets utnyttjandegrad, transportavstånd m m.

Detta ger en årskostnad på 1,50-2,10 kr per kvadratmeter och år med 6 behandlingar på en stenytta. Motsvarande kostnader för en grusyta med 8 behandlingar blir 2,00-2,80 kr per kvadratmeter.

Angående arbetsmiljön vid termiskt bekämpningsarbete så har en relativt omfattande undersökning gjorts av Avdelningen för Arbetsmiljöteknik vid Lunds Tekniska Högskola (Bohgard m fl, 1988). Resultatet från undersökningen visar att det kan finnas risk för brännskador, eftersom oskyddade heta plåtar finns på maskinerna. Vidare kräver gasolanvändning att personalen är utbildad inom området då brandrisk och viss explosionsrisk finns. Arbetet skiljer sig i övrigt inte markant från annat parkarbete angående den fysiska arbetsmiljön.

Termisk ogräsbekämpning genom frysning med flytande kväve eller kolsyresnö

Avsnittet under, Termisk ogräsbekämpning genom frysning med flytande kväve eller kolsyresnö, är hämtat från, ALNARPSKONFERENSERNA 1991, EN BRO TILL EUROPA, FRYSS IHJÄL OGRÄSEN, av Susanne Fergedal, Inst. för lantbruksteknik.

Frysning av ogräs, ett nytt alternativ?

Frysning av ogräs med flytande kväve eller kolsyresnö fungerar bra. Metoden kan i princip användas som flamning. De försök som hittills gjorts tyder dock på att frysning av ogräs är mer energikrävande än flamning.

Den minskande användningen av kemiska medel för ogräsbekämpning medför att vi nu söker alternativa bekämpningsmetoder. En metod som fått relativt stor användning är flamning med gasollåga. Denna metod fungerar bra i många fall, men den har vissa begränsningar, som exempel är bekämpningseffekten kortvarig.

Frysning av ogräs kan vara en intressant metod eftersom det teoretiskt sett bör gå åt mindre energi för att frysa ogräset än för att koka det. Frysning av ogräs har nu jämförts med flamning för att se om detta kan vara ett komplement till nuvarande bekämpningsmetoder.

Vid termisk ogräsbekämpning med kyla har två olika kylmedia använts, dels flytande kväve som håller en temperatur av -196°C , och dels kolsyresnö som har en temperatur av -78°C .

Utrustning

Kylmedierna förvaras i flytande form, under tryck i stora kärl, uppbyggda ungefär som termosflaskor.

Flytande kväve leds genom en isolerad slang till en ramp med sprutmunstycken, som sprutar kväve över ogräsen.

Flytande koldioxid leds genom en isolerad slang till ett s.k. snöhorn. När trycket minskar i hornets munstycke omvandlas den flytande koldioxiden till kolsyresnö och kall gas som sprutas ut över ogräsen.

Hur påverkas växten?

De effekter man kan se på växten efter en frysbehandling påminner om effekten av flamning. När en cell utsätts för mycket låga temperaturer sker isbildning i cellen. Olika växter reagerar på olika sätt beroende på art, avhärdning och hur nedfrysningen sker. Vid snabba frysförlopp från rumstemperatur till temperaturer under 0°C , förstörs delar av cellmembranet. Mycket tyder på att detta är den primära orsaken till att växter och växtdelar dör vid frysning (Saki & Larcher, 1987)¹.

Försök, sommaren 1991

Under sommaren 1991 har bekämpningseffekten av olika doser av flytande kväve, kolsyresnö och flamning med gasollåga jämförts i fältförsök.

Fältförsök har utförts på olika typer av ogräs

- Behandling av vitsenap som testogräs
- Behandling av ett relativt tätt men ungt bestånd av blandad ogräsflora
- Behandling av ett gräsbestånd, typ gles gräsmatta.

1. Saki, A. & Larcher, W. 1987. *Frost survival of plants, Responses and adaptations to freezing stress*. Berlin.

Hur effektivt är det att frysa ihjäl ogräsen ?

En tydlig ogräshämmande effekt har nåtts med alla tre metoderna, d v s flamning, frysning med kolsyresnö och frysning med flytande kväve. Både när det gäller flamning och frysning är bekämpningseffekten till stor del en doseringsfråga, ju högre dos desto bättre effekt, men växtens art och utvecklingsstadium är också viktigt. Olika typer av ogräs är olika känsliga för kyla och värme. Enligt våra försök är effekten av kylning jämförbar med flamning på ogräs med låg tillväxtpunkt, t ex gräs, åkervinda och småplantor av örtogräs. Däremot fungerar frysning sämre på högre ogräs. Pilört är en art som påverkas mycket lite av kyla, medan den är känslig för flamning. Det krävs fler försök för att ta fram ytterligare skillnader mellan arters känslighet för kylbehandling respektive flamning.

För att kunna jämföra effekten av flamning och frysning måste man kvantifiera den energi som förbrukas per ytenhet. De mätningar som hittills gjorts tyder på att energiförbrukningen är högre vid frysning än vid flamning. Det är dock svårt att få ett jämnt uttag av flytande kväve, med den enkla utrustning vi använt. Ytterligare mätningar måste därför göras innan det går att uttala sig mer säkert angående energiförbrukningen.

Framtidsutsikter

Kylning av ogräs är en helt ny metod för bekämpning av ogräs. De hittills gjorda försöken tyder på att energiförbrukningen är högre vid frysning än vid flamning, vid likartad bekämpningseffekt. Frysning av ogräs kan med nuvarande kunskaper inte rekommenderas i köksväxtodling, eftersom det blir för dyrt. Inom vissa specialområden kan dock frysning vara en användbar metod för ogräsbekämpning. Som exempel kan nämnas ogräsbekämpning på platser där eldfaran är stor, t ex i parker och bostadsområden, samt punktbekämpning av ogräs.

Den utrustning som använts för att sprida kylmedierna på ogräsen är en mycket enkel utrustning som byggts för att undersöka kylmetodens möjligheter. Den kan förmodligen utvecklas för att få ett mer effektivt utnyttjande av energin, och därmed en lägre energiförbrukning. Om detta är fallet kan denna metod få fler användningsområden.

Produktion av Gasol

Avsnittet under, Produktion av Gasol, är hämtat ur delar av, Svenska BP AB Materielkatalog, ALLMÄNA ANVISNINGAR, okt -75.

Framställning

Gasol är det gemensamma handelsnamnet på propan och butan samt deras omätade homogener propen och buten. Vid normalt förekommande tryck och temperatur är dessa kolväten gasformiga, men omvandlas genom komprimering vid relativt lågt tryck till vätska.

Kolvätena propan och butan ingår i viss utsträckning (2%) i råolja och utvinnes i likhet med övriga oljeprodukter vid förädling av råolja i raffinaderierna. De omätade kolvätena propen och buten framställs i allmänhet genom krackning av andra oljeprodukter vid s k petrokemiska industrier.

Egenskaper ur hygienisk synpunkt

Gasol innehåller inga giftiga beståndsdelar. Vid fullständig förbränning alstras koldioxid och vattenånga. Vid ofullständig förbränning dvs förbränning vid luftunderskott, alstras koloxid, som är en synnerligen giftig gas. Detta är icke något som gäller speciellt för gasol, utan i lika hög grad för andra bränslen. Uppmärksamhet måste ägnas åt att brännarna är rätt konstruerade och får erforderlig mängd luft. Ren gasol är nästan luktfri. Ur säkerhetssynpunkt är det därför föreskrivet att den skall tillsättas ett luktämne, som skall möjliggöra upptäckande av eventuellt utläckt gas.

Sammanfattning av ur teknisk synpunkt intressanta egenskaper

Gasol har högt värmevärde och kondenseras vid relativt lågt tryck till vätska. Härigenom möjliggöres lagring och transport av stor värmemängd i tunnväggiga och ur tryckkärllsynpunkt relativt lätta behållare. Gasol är i detta hänseende förmånligare än andra gaser som distribueras i flaskor.

Gasol förbrännes fullständigt även i mycket enkla brännare med luft- eller syretillförsel utan giftiga avgaser, sot, rök eller störande ljud.

Gasolbrännaren kan med lätthet utrustas med automatik såsom termostat, tidur, tändsäkring etc som reglerar och styr arbetsförloppet, och brännaren kan därför brinna praktiskt taget utan tillsyn eller skötsel. Gasolbrännaren är alltid redo att användas, lämnar omedelbart full värmeeffekt och kan med lätthet regleras efter behovet varje ögonblick. Genom dessa goda egenskaper vinnns lätt och effektiv kontroll av gynnsammaste driftsbetingelser, stor säkerhet mot störningar i driften samt besparingar av arbetskraft.

Det är lätt att anpassa brännare för de mest skiftande områden inom hushåll, hantverk och industri. Gasol ersätter med fördel andra gasbränslen, exempelvis stadsgas, och i vissa fall även acetylen (dock ej för svetsning av stål). Gasol kan även ersätta fasta och flytande bränslen för vissa uppgifter där höga krav ställs på bränslets renhet, reglerbarhet etc och där gasolens goda egenskaper kommer till nytta.

Produktion av luftgaser och produktion av koldioxid

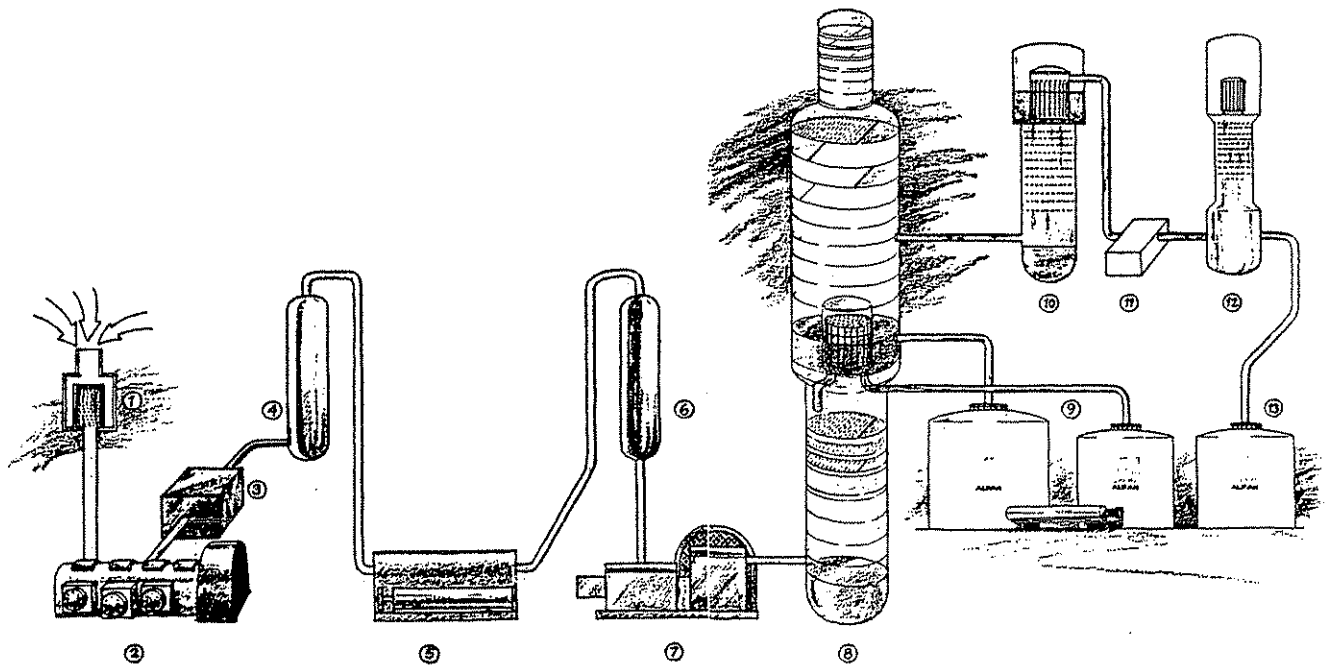
Avsnitten PRODUKTION AV LUFTGASER och PRODUKTION AV KOLDIOXID är hämtade ur ALFAX informationsbroschyr, SÅ HÄR TILLVERKAR OCH LEVERERAR VI LUFTGASER, ACETYLEN, KOLDIOXID & SPECIALGASER, 1990.

Produktion av luftgaser

Varje dygn produceras ca 500 ton flytande oxygen, nitrogen och argon i Alfax luftgasfabriker i Malmö och Surahammar. Huvudråvaran är luft. Dessutom kräver processen en hel del elenergi. Luftgaserna uppfyller mycket höga krav på renhet. Oxygen är t ex godkänt som läkemedel direkt från fabrik. Renhet är något som kännetecknar hela luftgasindustrin, såväl vad gäller den inre som den yttre miljön.

En schematisk beskrivning av luftgasproduktionen i Alfax Malmöfabrik, se fig 1. Först sugs luften in genom ett filter (1) där den renas. I en kompressor (2) komprimeras luften till 180 bar. I en oljeavskiljare (3) och en lufttork (4) renas luften från ev olja, vattenånga och koldioxid. Därefter kyls den komprimerade luften i ett första steg ned i en kylgrupp (5). I en värmeväxlare (6) kyls luften ned till -30°C . Därefter sänks trycket hastigt från 180 till 6 bar i en expansionsmaskin (7) varvid temperaturen sjunker till -155°C . Luften har nu övergått till flytande form.

Den flytande luften går nu vidare till en destillationskolonn (8) där den spaltas upp i oxygen och nitrogen. Processen bygger på att gaserna har skilda kokpunkter. Nitrogenet och oxygenet leds därefter vidare till välisolerade lagertankar (9). Från destillationskolonnen leds den uppstigande luftgasen vidare till en råargonkolonn (10) för utvinning av argon. Därefter renas råargonet från oxygen i en sk deoxoanläggning (11). I renargonkolonnen (12) renas slutligen argonet från nitrogen genom destillation. Det renade argonet leds därefter vidare till en välisolerad lagertank (13).



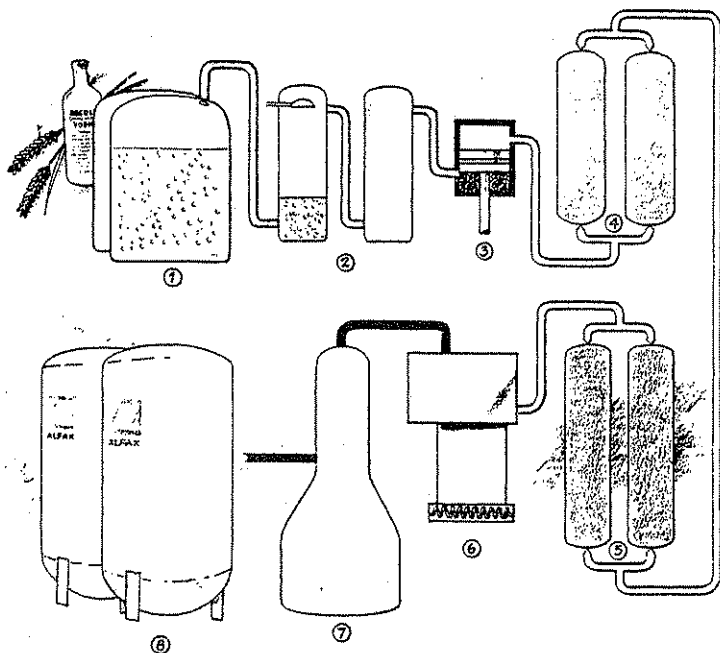
Figur 1. Schematisk beskrivning av luftgasproduktionen i Alfax Malmöfabrik.

Produktion av koldioxid

Koldioxid används i en mängd olika sammanhang, t ex som skyddsgas vid svetsning, för att motverka korrosion i vattenledningsnät eller för att stimulera tillväxten i växthus. Även inom livsmedelsindustrin har denna gas fått stor betydelse, där den används för att kyla, frysa eller skydda livsmedel.

Koldioxiden från Alfax utvinns ur framställning av råsprit vid Gärdsbränneriet utanför Kristianstad. Den koldioxid som bildas i jästankarna på bränneriet tas om hand, renas och omvandlas till flytande form i en anläggning som Alfax uppfört i direkt anslutning till bränneriet, se fig 2.

I bränneriets jästankar (1) bildas rågasen som innehåller ca 98,5% koldioxid. Rågasen innehåller en del föroreningar, bl a luft, etanol och vatten, som till att börja med måste avlägsnas. Detta sker i reningsanläggningen. Det första reningssteget utgörs av två stycken vattenskrubbers (2) där huvuddelen etanol avlägsnas, och en kolreaktor som avlägsnar övriga kolväte- och svavelföroreningar. I en kompressor (3) höjs gasens tryck till 12 bar. Därefter avskiljs vatten och de sista resterna av kolväte i ett aktivt kolfilter (4) och i ett torkfilter (5). I en kylgrupp (6) omvandlas koldioxiden därefter från gas till flytande form vid en temperatur av -35°C . Det sista reningssteget utgörs av en destillationskolonn (7) där de inerta gaserna, framförallt nitrogen, avskiljs. Den flytande koldioxiden har nu mycket hög renhet med en koncentration på mer än 99,9%. I avvaktan på transport lagras koldioxiden i stora tankar vid 12 bars tryck och -35°C .



Figur 2. Schematisk beskrivning av luftgasutvinning vid Gärdsbränneriet utanför Kristianstad.

TEKNISK BESKRIVNING

I den tekniska beskrivning som här följer redovisas vad som kan vara av betydelse för hur miljön påverkas vid de olika termiska ogräsbekämpningsmetoderna i produktions-, transport- och användningsfas.

Vid utarbetandet av denna miljökonsekvensbeskrivning behövs ytterligare fakta. Mer underlag krävs än vad som framkommit hittills vid beskrivning av de olika ogräsbekämpningsmetoderna och framställningen av de olika medel som användes vid respektive metod. Nedanstående uppgifter är av intresse för den analys som skall göras för att finna miljökonsekvenserna för de olika metoderna enligt de begränsningar som inledningsvis är bestämda.

Areal hårdgjord yta aktuell för termisk ogräsbekämpning

För att kunna bilda sig en uppfattning om hur mycket hårdgjord yta som kan tänkas vara aktuell för termisk ogräsbehandling i Sverige har nedanstående uppgift tagits fram.

I Sverige kan det röra sig om en yta av knappt 50 kvadratkilometer. Detta är grundat på beräkningar enligt bilaga 1.

Uppgifter angående gasolproduktion

Vid förädling av råolja förbrukas som värmekälla tre kubikmeter råolja för att förädla etthundra kubikmeter råolja. Vid förädlingen utvinns tre procent gas. Den gas som utvinns är metan, etan, propan och butan.

Ett exempel på utvinning av gas från en nordsjöolja gav 3,25 viktsprocent gas fördelat enligt följande:

0,05 Etan

0,94 Propan

0,46 Isobutan

1,80 Normalbutan

Energiinnehållet i råolja är ca 42 MJ per kg råolja.

Energiåtgången för att framställa gasol är ca 1,5 MJ per kg gasol.

Koldioxid bildas vid framställning av gasol. Mängden koldioxid som härrör från tillverkningen är ca 0,11 kg gas per kg gasol.

Gasol transporteras som bulkvara per fartyg, järnväg och bil. Vid transport med fartyg fraktas gasol i flytande kyld form eller under tryck. Transport med järnväg och bil sker med gasolen under tryck. Distribution av gas på flaska sker huvudsakligen i Sverige via de olika oljebolagens återförsäljare.

Gasolförbrukningen i Sverige var 430 000 ton 1991

Industri	322 000 ton
El, gas, värmeverk	50 000 ton
Motorgas	1 200 ton
Övrigt:Sjöfart, skogsbruk	56 000 ton
<hr/> Summa	<hr/> 430 000 ton

Utöver denna förbrukning finns också raffinaderiernas interna förbrukning som är ca 400 000 ton (Bo Edroth, pers. medd., 1992).

För att beräkna den svenska potentialen för gasolanvändning vid ogräsbekämpning med flamning kan man utgå från att; det åtgår maximalt fyra ton gasol per kvadratkilometer för att per behandling nå 90 procents ogräseffekt. Under sommarhalvåret behövs fem sådana behandlingar. Gasolåtgången per år för termisk ogräsbekämpning med gasol som bränsle kan uppskattas till ca 1000 ton gasol, vilket är 0,2 procent av Sveriges gasolanvändning.

Uppgifter beträffande produktion av luftgaser och kolsyra

Energiförbrukningen i form av elkraft vid framställning av flytande kväve är ca 850 kWh/ton.

De utsläpp som sker vid produktion av luftgaser är värme och vattenånga från kyltorn. Kylvatten i liten mängd går till dagvattenledningar.

Transport av flytande kväve, i vakumisolerade tankar sker med tankbil eller järnväg. Flytande kväve har en vikt av 0,8 kg per liter.

Elenergiförbrukningen är vid framställning av kolsyra ca 290 kWh per ton flytande kolsyra.

De utsläpp som uppstår vid produktion av kolsyra är vatten, som har använts för kylning i processen. Vattnet har uppvärmts men inte förorenats.

Bulktransport i isolerad behållare under visst tryck sker med bil eller järnväg. Flytande kolsyra har en vikt av 1,1 kg per liter.

(Lars Cronheim, pers. medd., 1992)

Karaktärer för miljöpåverkan

För att identifiera miljöpåverkan för de olika metoderna finns en sammanställning i matriserna A och B, se fig 3-4.

	Karaktärer för den nuvarande situationen	Karaktärer för miljöpåverkan													
		MARK	Smådjur, mikroorg.	VATTEN	Förorenat dagvatten	LUFT	Koldioxid	Kväveoxider	Ospec. kolväten	SAMHÄLLE	Energi	Vattenkraft	Kärnkraft	Övriga energikällor	Arbetsmiljö
PRODUKTIONS-FAS	Gasolproduktion			•	•	•	•	•					•		•
	Luftgasproduktion										•		•		
	Koldioxidproduktion										•		•		
TRANSPORT-FAS	Gasoltransport						•	•	•					•	
	Transport flytande kväve						•	•	•					•	
	Transport flytande kolsyra						•	•	•				•		
ANVÄNDNING-FAS	Ogräsbehandling med gasol		•				•	•	•		•				•
	Ogräsbehandling med flytande kväve		•								•				•
	Ogräsbehandling med flytande kolsyra		•				•		•		•				•

Figur 3. Med matris A kan utläsas vilka faktorer som på ett eller annat sätt kan tänkas ha någon betydelse för miljön. De karaktärer vilka kan tänkas påverka miljön i mark, luft, vatten och samhälle är markerade med en punkt.

Karaktärer för den nuvarande situationen		MARK	Smådjur, mikroorg.	VATTEN	Förorenat dagvatten	LUFT	Koldioxid	Kväveoxider	Ospecc. kolväten	SAMHÄLLE	Energi	Vattenkraft	Kärnkraft	Övriga energikällor	Arbetsmiljö	Skadliga ämnen
PRODUKTIONS-FAS	Gasolproduktion			•	•	•	■	•	•					•		•
	Luftgasproduktion											■		•		
	Koldioxidproduktion											■		•		
TRANSPORT-FAS	Gasoltransport						■	•	•					•		
	Transport flytande kväve						■	•	•					•		
	Transport flytande kolsyra						■	•	•					•		
ANVÄNDNING-FAS	Ogräsbehandling med gasol		•				■	•	•		■				•	
	Ogräsbehandling med flytande kväve		•						•						•	
	Ogräsbehandling med flytande kolsyra		•			•		•			■				•	

Figur 4. Med matris B visar vi de karaktärer vilka behöver analyseras i första hand och som kan antas ha en avgörande betydelse för miljön. Dessa markerar med svart färg i hela rutan.

Matriserna A och B innehåller med sina markeringar mycket information som kräver förklaringar. I denna rapport, på grund av gjorda avgränsningar, görs ingen särskild förklaring till alla markeringar. De två matriserna är med i rapporten för att visa att en miljökonsekvensbeskrivning omfattar många olika faktorer. I denna grundläggande undersökning är det viktigt att välja ut de som har en avgörande betydelse för miljön. Vilka faktorer som har valts att analyseras i denna rapport framgår av följande avsnitt.

Påverkan på mark

Termisk ogräsbekämpning kan påverka markens flora av mikroorganismer och smådjur t ex olika insekter. När det gäller ogräsbekämpning på hårdgjorda ytor bedöms här att ringa påverkan sker på marken. Dessa ytor kan betraktas som nästan sterila. Utredning för att finna miljökonsekvenser för påverkan av mark bedöms, i det här fallet, kunna uteslutas tillsvidare.

Påverkan på vatten

Gasol är en petroleumprodukt och bidrar med den miljöförstöring som dessa produkter orsakar på vatten. När det gäller mängden gasol för användning som "ogräsmedel" väntas den vara mycket liten del av den totala oljekonsumtionen, vilket gör att dess miljöpåverkan i det här fallet bedöms vara mindre. Därmed bedöms att miljökonsekvenserna för vatten, i det här fallet, ej skall utredas i första hand.

Påverkan på luft

Påverkan på luft skall analyseras i produktions-, transport- och användningsfas. När det gäller utsläpp i luft från termisk ogräsbekämpning, från alla tre faserna, antas dessa vara små i förhållande till andra förekommande luftföroreningar. Vid en jämförelse mellan de olika metoderna för termisk ogräsbekämpning bedöms ändå att det kan vara avgörande skillnader dem emellan, vilket är orsak till att göra en analys av påverkan på luft.

Påverkan på samhälle

Energikrävande processer belastar miljön. Användandet av energikrävande processer är en belastning för samhällen på grund av att tillgången och kostnaden för energi är en av de faktorer som begränsar välbefinnande och tillväxt. Energi åtgår vid framställning, transport och användning av termisk ogräsbekämpning. Energiåtgången bedöms vara sådan att det finns väsentliga skillnader mellan metoderna. Därför bedöms det vara viktigt att analysera energiåtgången vid de olika metoderna för termisk ogräsbekämpning.

Energiförbrukning

I detta avsnitt beräknas energiförbrukningen i produktions-, transport- och användningsledet vid ogräsbehandling med gasol, flytande kväve och kolsyresnö. Beräkningar redovisas i bilaga 2.

Resultatet av gjorda beräkningar är sammanställda i tabell 1.

Tabell 1. Energiåtgång i MJ för en ogräsbehandling av ett hektar, inklusive bulktransport av insatsvarorna en mil.

	Flamning	Flytande kväve	Kolsyresnö
Produktionsfas	50	39000	28000
Transportfas	0,2	70	150
Användningsfas	1400	5000	10000
Summa	1450	44070	38150

Av tabell 1 kan utläsas att energiförbrukningen för de produkter som används vid frysningssmetoderna är betydligt högre än för flammingsmetoden. I jämförelse med flamning blir energiförbrukningen vid frysning med flytande kväve ca 30 gånger större, och vid frysning med kolsyresnö ca 25 gånger större.

Beräkningar av energiåtgången vid flammingsmetoden baseras i alla faserna på fossila bränslen. Vid produktionsfasen är det råolja, vid transportfasen dieselolja och vid användningsfasen gasol. När det gäller de båda frysningssmetoderna är energiförbrukningen vid produktionsfasen baserad på elkraft producerad under sommarhalvåret.

Under sommarhalvåret, sker nuvarand elproduktion i Sverige huvudsakligen med vattenkraft och kärnkraft (Per Svenningsson, pers. medd., 1992; Strömquist, 1991).

Vid transportfasen är energin beräknad på förbrukad dieselolja.

Energiförbrukningen vid användningsfasen är beräknad efter samma principer som då flytande kväve och kolsyresnö används för att frysa livsmedel, nämligen att det energivärde som är lagrat i respektive frysningssmedel förbrukas vid användningstillfället.

Koldioxidutsläpp

I detta avsnitt kommer de beräkningar och resultat att redovisas som visar koldioxidutsläpp i produktions-, transport- och användningsledet vid termisk ogräsbekämpning.

Beräkningar för koldioxidutsläpp till atmosfären redovisas i bilaga 3. Resultatet är sammanställt i tabell 2.

Tabell 2. Koldioxidutsläpp i kg åsamkade av en ogräsbehandling av ett hektar inklusive transport av insatsvarorna en mil.

	Flamning	Flytande kväve	Kolsyresnö
Produktionsfas	4	0?	0?
Transportfas	0,015	5	11
Användningsfas	90	0	-

Nettotillskott av koldioxid i användningsfasen är till nackdel för flammingsmetoden i jämförelse med frysningssmetoderna. När det gäller frysningssmetoderna är det framtida sättet att producera el, den faktor som har en avgörande betydelse för huruvida dessa blir miljövänligare. Utsläppet av koldioxid vid transporten av frysmedierna är den faktor som begränsar metodernas utbredning. Det vill säga det går bara att transportera frysprodukterna en viss maximal sträcka för att metoderna skall vara miljövänligare än flammingsmetoden.

Vid flamning är beräkningar, för alla tre faserna, baserade på den mängd gasol som åtgår för att ogräsbehandla ett hektar, inklusive transport av gasolen en mil från fabrik till användare.

Produktion av flytande kväve och kolsyra, för användning till termisk ogräsbekämpning sker under sommarhalvåret då svensk elproduktion består av elkraft från kärnkraft och vattenkraft. Med dagens teknik för elproduktion är koldioxidutsläpp i frysningssmetodernas produktionsfas lika med noll. Eftersom elproduktionen i framtiden kan ändras till andra tekniker än vad vi har idag kan bilden förändras angående koldioxidutsläpp i produktionsfasen, vilket är förklaringen till markeringar med nollor och frågetecken i tabell 2.

I denna miljökonsekvensanalys görs inga beräkningar för koldioxidutsläpp i samband med lokala transporter, för distribution till detaljister eller vid användningstillfället för termisk ogräsbekämpning. Orsaken är att det inte finns någon utvecklad utrustning att göra beräkningar på då det gäller frysningssmetoderna och att detta är en utvärdering av grundläggande uppgifter.

Enligt tabell 2 är koldioxidutsläpp vid flamning ca 90 kg för ett hektar i användningsfasen. Koldioxidutsläppet blir ca 5 kg för motsvarande yta när det gäller den mängd koldioxid som bildas vid transporten 1 mil av flytande kväve. När det gäller flytande kolsyra är motsvarande mängd ca 11 kg.

Med de resultat som framgår av tabell 1 och 2 kan en beräkning göras på hur långt det är möjligt att transportera flytande kväve och flytande kolsyra för att koldioxidutsläppen skall bli av samma storlek som vid användningen av gasol för flamning av ogräs.

En transportsträcka på ca 16 mil för flytande kväve ger utsläpp motsvarande mängden koldioxid vid flamningens användningsfas. Motsvarande sträcka för flytande kolsyra är ca 8 mil.

Det är av vikt, att vid beräkning av det möjliga transportavståndet, vara medveten om att detta förkortas:

- om lastbilarna kör tomma på tillbakavägen till fabrik,
- p g a ytterligare koldioxidutsläpp vid lokala transporter för distribution och användning.

Koldioxidmängden vid ogräsbehandling med kolsyresnö i användningsfasen är ej medräknad i tabellen p g a att den ej medför någon negativ miljökonsekvens. Resonemanget bygger på att koldioxidutsläpp vid gasolanvändning ökar koldioxidhalten i atmosfären medan koldioxidutsläppen från frysningsmetoden med kolsyresnö ej ökar atmosfärens koldioxidhalt. Koldioxiden från kolsyresnö är en biprodukt från en jäsningsprocess av biologiskt material vid alkoholtillverkning. Denna koldioxid tar endast en s k omväg för användning som ogräsbekämpningsmedel, innan den ändå skulle släppas ut i atmosfären.

I Sverige är avstånd till fabriker en avgörande faktor för koldioxidutsläppens storlek. I våra beräkningar för bulktransporter har vi räknat på avståndet en mil. När det gäller de produktionsmedel som används vid termisk ogräsbekämpning blir det fråga om längre transportavstånd. Enligt karta 1 är luftgasfabriker i Sverige placerade med ett avstånd på många mil från varandra. Detta innebär att beräkningar måste göras för hur långt man kan transportera kylmedierna för att koldioxidutsläpp vid frysning inte skall bli större än vid flamning.

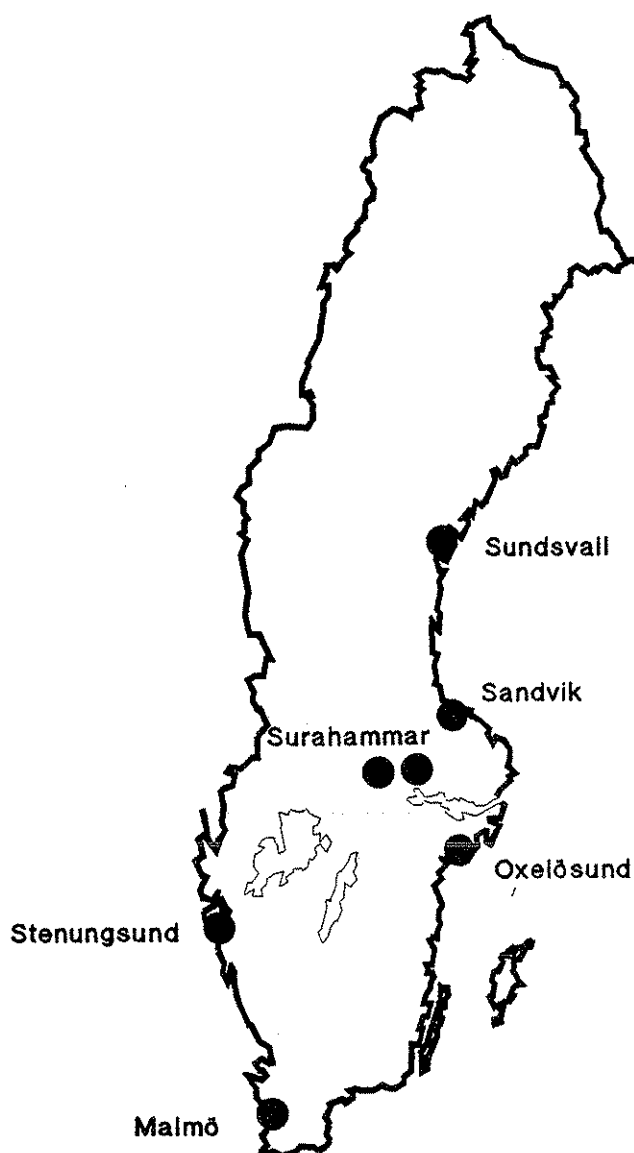
För att koldioxidutsläpp vid frysningsmetodernas transportfas skall bli mindre eller lika som vid användningsfasen för flamningsmetoden kan flytande kväve transporteras i bulk max ca 10 mil och kolsyra max ca 5 mil.

I beräkningen av transportavstånden har följande förutsättningar beaktats:

- Fordon för bulktransporter av flytande kväve och kolsyra har last endast i en riktning,
- Koldioxidutsläpp från fordon vid de olika metodernas användningsfas är ej med i beräkningen.
- Elenergin vid produktion av flytande kväve och kolsyra under sommarhalvåret är baserad på kärnkraft och vattenkraft.

Med resultatet av ovanstående beräkning och med hjälp av uppgifter om placering av luftgasfabriker (se fig 5) bör ogräsbekämpning med flytande kväve, med tanke på nettotillskott av koldioxid, kunna vara ett miljövänligare alternativ vid fabrikerens närområde. Det gäller de städer som ligger mindre än 10 mil från fabrikererna för luftgasframställning.

För flytande koldioxid som tillverkas endast vid Gärdsbränneriet utanför Kristianstad innebär det att endast intilliggande städer eller tätorter inom en radie av 5 mil kan bli aktuella för ogräsbekämpning med detta medel med tanke på att koldioxidutsläpp vid bulktransporten skall bli mindre eller lika stort som vid flaming.



Figur 3. Luftgasfabriker i Sverige. Källa: Lena Eskilsson Pers. med. 1992.

DISKUSSION

I denna diskussion behandlas miljökonsekvensbeskrivningen för termisk ogräsbekämpning på hårdgjorda ytor.

En miljökonsekvensbeskrivning kan ligga till grund för beslut, om fortsatt utvecklingsarbete skall verkställas. Den största fördelen med att göra en miljökonsekvensbeskrivning erhålles om man lyckas förutse problem och finna motåtgärder för dessa på ett tidigt stadium. Stora vinster kan göras genom att utföra utvecklingsarbete och forskning inom rätt område och därigenom undvika plötsliga kostnader för oförutsedda problem.

Det forskare och utvecklare samt tillverkare av flytande N_2 och CO_2 har att ta ställning till, är om miljökonsekvenserna för termisk ogräsbekämpning är hittills tillräckligt beskrivna för att beslut skall kunna fattas angående ett fortsatt utvecklingsarbete. Om parterna i projektet för termisk ogräsbekämpning väljer att ytterligare utveckling skall verkställas kan det fortsatta utvecklingsarbetet t ex integreras med en deltagare ansvarig för miljökonsekvensanalyser.

En slutsats man kan dra, av den i denna rapport hittills genomförda miljökonsekvensbeskrivning, är att det krävs ytterligare undersökningar, analyser och fortsatt utvecklingsarbete av frysningssmetoderna. I de matriser som har tagits fram visar varje punkt faktorer som kan analyseras och beskrivas med hänsyn till miljön. Emissioner för fler faktorer behöver beräknas och analyseras. Både vad det gäller koldioxidproblematiken och energiförbrukningen krävs mera ingående studier för att fastställa de verkliga miljökonsekvenserna för de olika metoderna. De faktorer som i första hand bör undersökas ytterligare är effekterna av den ökade energiförbrukningen och en uppskattning av en framtida energiförsörjning. Ytterligare beräkningar angående koldioxidutsläpp måste göras för transportfasen och användningsfasen vid frysning av ogräs.

Vid flammingsmetoden finns det redan teknik för transport och användning. Det ökade transportarbetet på grund av den stora mängd frysmedia N_2 och CO_2 som åtgår vid frysningssmetoderna kräver däremot framtagning av ny teknik. För att gå vidare i detta projekt blir nästa steg att ta fram rationella metoder för användning av frysningssmedier och analysera miljökonsekvenserna därav.

REFERENSER

Litteratur

Alfax AB. Så här tillverkar och levererar vi luftgaser acetylen, koldioxid & specialgaser. Informationsbroschyr 1990. Malmö.

Fergedal Susanne. 1991. *Frys ihjäl ogräsen, en bro till Europa, Alnarpskonferenserna 1991*. Sveriges Lantbruksuniversitet. Alnarp.

Fergedal Susanne. 1993. *Ogräsbekämpning genom frysning med flytande kväve och kolsyresnö - en jämförelse med flammning*. Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för lantbruksteknik. Rapport nr 165. Uppsala.

Statistiska meddelanden Na 14, 1991:1

Statistiska meddelanden Na 38, 1991:1

Strömquist Ulf. 1991. Förstudie för Mälardalen genomförd av Temaplan AB på uppdrag av Vägverket och Stockholms läns landstings regionplane- och trafikkontor.

Svenska BP AB. Allmänna anvisningar, Materielkatalog okt -75. Stockholm.

Svensson Sven-Erik. 1990. *Icke kemisk ogräsbekämpning på hårdgjorda ytor*. Stencil. Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för lantbruksteknik. Alnarp.

Personliga meddelanden

Mårten Berg, OK Gasol, telefon 08-7371000

Eivor Bucht, MOVIUM, telefon 040-415000

Lars Cronheim, Alfax AB, telefon 040-381205

Bo Edroth, Labchef OK Raffenaderi Göteborg, telefon 031-646000

Lena Eskilsson, Alfax AB, 040-381000

Hedvig Froste, Naturvårdsverket Energi, telefon 08-7991000

Knut Hagren, OK Gasol, telefon 08-7371000

Thomas Hedlund, Naturvårdsverket, telefon 08-7991137

Roland Jarsin, Svenska Petroleum Institutet, telefon 08-235800

Hans Silborn, Svenska Kommunförbundet, telefon 08-7724503

Per Svenningsson, Institutionen för Miljö och Energisystem, telefon 046-108459
fax 046-108644

Verdexa Lastbilar, Malmö, telefon 040-311000

BILAGOR

Bilaga 1. Beräkningar för att uppskatta kvantitet hårdgjord yta aktuell för termisk ogräsbekämpning

Gator och vägar i Sverige har en yta av 280 miljoner kvadratmeter. Cykelvägarna i Sverige är ca 12000 kilometer långa. Vid beräkning att dessa cykelvägar är ca 3 m breda får de en yta av 36 miljoner kvadratmeter. Gångbanorna i Sverige är 14000 km. Om dessa är 2 m breda får de en yta av 28 miljoner kvadratmeter (Hans Silborn, pers. medd., 1991).

De ytor som kan härledas till så kallade grönområden i tätorter utgörande av parker, skogar, kyrkogårdar, bostadsområden, vägslänter och friluftsområden har en yta av ca 2500 miljoner kvadratmeter. Hur stor yta av dessa som kan vara så kallade hårdgjorda finns ej statistik på. Uppskattningsvis utgörs de hårdgjorda ytorna av en procent av totala grönyteområdena, vilket i så fall är 25 miljoner kvadratmeter (Eivor Bucht, pers. medd., 1992).

Sammanlagd yta som kan beräknas utgöras av hårdgjorda ytor i Sverige kan med ovanstående uppgifter beräknas vara ca 370 miljoner kvadratmeter.

Gator och vägar	280 miljoner kvadratmeter
Cykelvägar	36 miljoner kvadratmeter
Grönområden	28 miljoner kvadratmeter
Gångbanor	25 miljoner kvadratmeter

Summa	369 miljoner kvadratmeter
-------	---------------------------

I Sverige är arealen som utgörs av tätorter 5046,9 miljoner kvadratmeter. Ytan som utgörs av glesbygd är 405882 miljoner kvadratmeter (Statistiska meddelanden, 1991).

De hårdgjorda ytorna skulle med utgångspunkt av ovanstående uppgifter kunna beräknas till 7,3 procent av tätortsarealen och 0,1 % av totala landarealen.

Om man gör en beräkning på hur de hårdgjorda ytorna fördelar sig per invånare kan man först konstatera att 83 procent av befolkningen i Sverige bor i tätorter och utgör till antalet 7 126158 personer (Statistiska meddelanden, 1991).

Fördelning av de hårdgjorda ytorna per person i Sverige blir 51 kvadratmeter beräknat på tätortsbefolkningen.

För de i Sverige förekommande ytor som är hårdgjorda kan vi med tanke på ogräsbekämpning dra ifrån de ytor som utgörs av vägar och gator. I beräkningen kan vi ta med endast kantzoner av gångbanor och cykelvägar vilket kan utgöras av cykelvägar en tredjedel av ytan dvs 12,2 miljoner kvadratmeter, av trottoarer en fjärdedel av ytan d v s. 7 miljoner kvadratmeter.

Av de hårdgjorda ytorna i grönyteområdena antas hela ytan vara i behov av ogräsbekämpning och utgörs i så fall av ca 25 miljoner kvadratmeter.

Tillsammans blir de ovan nämnda grupperna som innehåller hårdgjorda ytor att ogräsbehandla i Sverige 44 miljoner kvadratmeter. Eftersom detta är en grov uppskattning av dessa ytor kan siffran avrundas till 50 kvadratkilometer.

Genom att per person i de industriländer som finns i världen anta att den hårdgjorda ytan också är cirka 50 kvadratmeter per person får vi att om industriländernas befolkning är 900 miljoner, finns hårdgjorda ytor av storleksordningen 45900 kvadratkilometer.

Bilaga 2. Beräkningar för energiförbrukning vid termisk ogräsbehandling

Flammingsmetoden

Energiförbrukning vid produktion av gasol

Den mängd energi som åtgår för att producera ett kilo gasol är 1,5 MJ (Bo Edroth, pers. medd., 1992).

För att ogräsbehandla ett ha åtgår ca 30 kg gasol för en behandling (Fergedal, 1992).

Energiförbrukningen som kommer från framställningsledet för att ogräsbehandla ett hektar blir 45 MJ ($30 \times 1,5 = 45$ MJ).

Energiförbrukning vid transport av gasol

Här redovisas energiförbrukningen för distribution av gasol en mil för den mängd som åtgår för att ogräsbehandla ett ha räknat på bulktransport 25 ton. För transport av gasol kan en lastbil ta som mest 25 ton per lasttillfälle (Knut Hagren, pers. medd., 1992).

Den lastbil som transporterar gasol antas förbruka 4,5 l per mil (Verdexa Lastbilar, Malmö 1992).

Energiinnehållet per liter diesel är 36 MJ (Hedvig Froste, pers. medd., 1992).

För att transportera 25 ton gasol en mil blir energiförbrukningen $4,5 \text{ l} \times 36 \text{ MJ} = 162 \text{ MJ}$

Energiförbrukningen för att transportera 30 kilo gasol en mil blir 0,2 MJ. ($162 \text{ MJ} : 25 \text{ ton} \times 30 \text{ kg} = 0,2 \text{ MJ}$)

Energiförbrukning för användning av gasol för ogräsbehandling

Energiförbrukningen för att ogräsbehandla ett hektar med gasol beräknas genom att ta gasolens energivärde, som är 46 MJ per kg, (Hedvig Froste, pers. medd., 1992) multiplicerad med mängden som åtgår per hektar per behandling. Energiförbrukningen blir 1380 MJ. ($46 \times 30 = 1380$)

Totala energiförbrukningen per ha för ogräsbehandling genom flammning med gasol inklusive transport en mil

Produktionsledet	45,0 MJ
Transportledet	0,2 MJ
Användarledet	1380,0 MJ
<hr/>	<hr/>
Totalt	1425,0 MJ

Frysning med flytande kväve

Energiförbrukning vid produktion av flytande kväve

Energiförbrukning för att producera den mängd flytande kväve som åtgår för att ogräsbehandla ett hektar. Energiförbrukningen per kg flytande kväve är ca 0,85 kWh (Lars Cronheim, pers. medd., 1992).

För att ogräsbehandla ett hektar åtgår ca 13000 kg per behandlingstillfälle (Fergedal, 1992).

Den energimängd som förbrukas blir $13000 \text{ kg} \times 0,85 \text{ kWh} = 10833 \text{ kWh}$ omräknat till MJ blir 38998 MJ.

Energiförbrukning för transport av flytande kväve

Energiförbrukningen för att transportera 13 ton flytande kväve beräknas enligt följande.

I det här fallet sker landsvägstransport med lastbil, som beräknas ha en bränsleförbrukning av 4,5 liter per mil.

Lastbilen lastar 30 ton flytande kväve (Lars Cronheim, pers. medd., 1992).

Energiinnehållet i diesel är 36 MJ per liter.

Genom att ta $4,5 \text{ l} \times 36 \text{ MJ} = 162 \text{ MJ}$ får vi energiförbrukningen för hela transporten, men i det här fallet slår vi ut förbrukningen på den mängd som åtgår för att ogräsbehandla ett hektar nämligen 13 ton.

Per ton blir energiåtgången $5,57 \text{ MJ}$ ($162 : 30 = 5,4$).

Energiförbrukning som kan härledas till ett hektar och transport en mil fås genom att multiplicera energiåtgången per ton, 5,4 MJ, med mängden 13 ton som åtgår för ogräsbehandling av ett hektar. Energiförbrukningen vid transporten blir 70 MJ.

Energiförbrukning vid användning av flytande kväve.

Vid bekämpningstillfället då ogräsbehandling med flytande kväve utföres förbrukas den energi som finns lagrad. För att ett kilo flytande kväve skall återgå till gasform åtgår energin, 383 kJ.

Energiåtgången för ogräsbehandling av ett hektar blir då 4979 MJ ($13000 \text{ kilo} \times 383 \text{ kJ} = 4979 \text{ MJ}$).

Den totala energiförbrukningen för ogräsbekämpning av ett hektar med flytande kväve inklusive transport en mil.

Energiförbrukning för produktion	38998 MJ
Energiförbrukning för transport	70 MJ
Energiförbrukning för användning	4979 MJ
<hr/>	
Total energiförbrukning	44047 MJ

Frysning med kolsyresnö

Energiförbrukning vid produktion av flytande kolsyra

Energiåtgången vid produktion av flytande kolsyra är 290 kWh per ton (Lars Cronheim, pers. medd., 1992).

För att ogräsbehandla ett hektar med flytande kolsyra åtgår ca 27 ton per hektar (Fergedal, 1992).

Energiåtgången för ett hektar blir 7830 kWh ($27 \times 290 = 7830$), omräknat till MJ blir det 28188 MJ.

Energiförbrukning för transport av flytande kolsyra

Energiförbrukning för transport av 27 ton flytande kolsyra en mil får vi genom att göra en beräkning på samma sätt som för flytande kväve.

Lastbilen lastar 30 ton.

Bränsleförbrukningen är 4,5 liter diesel per mil.

Energiinnehållet i 4,5 liter diesel är 162 MJ ($4.5 \times 36 = 162$).

Energiförbrukning per ton flytande kolsyra blir för transporten 5,4 MJ ($162 : 30 = 5,4$).

Den energimängd för transport som kan hänföras till ett hektar blir 145 MJ ($27 \text{ ton} \times 5,4 \text{ MJ} = 145 \text{ MJ}$).

Energiförbrukning vid användning av flytande kolsyra

Vid användning av kolsyra åtgår energi vid förbrukningen, 364 kJ per kilo.

För att ogräsbehandla ett hektar, är förbrukningen 27 ton flytande kolsyra.

Energiåtgången för att ogräsbehandla ett hektar med flytande kolsyra blir 9828 MJ ($27000 \text{ kg} \times 364 \text{ kJ} = 9828 \text{ MJ}$).

Den totala energiförbrukningen för att ogräsbekämpa ett hektar med flytande kolsyra:

Energiförbrukning för produktion	28188 MJ
Energiförbrukning för transport	145 MJ
Energiförbrukning för användning	9828 MJ
<hr/>	
Total energiförbrukning	38161 MJ

Energiförbrukning för respektive metod för ogräsbekämpning

Energiförbrukning för ogräsbekämpning av ett hektar omfattande energiåtgång i produktionen, transport en mil och den energi som frigörs vid användningen av gasol, flytande kväve respektive kolsyresnö.

Energiåtgång; gasol	1425 MJ
Energiåtgång; flytande kväve	44047 MJ
Energiåtgång; kolsyresnö	38161 MJ

Bilaga 3. Beräkningar för koldioxidutsläpp vid termisk ogräsbekämpning

Koldioxidutsläpp vid användning av gasol för ogräsbekämpning

Gasolproduktion

Vid tillverkning av gasol används råolja som bränsle. I avsnittet om energiförbrukning kom vi fram till att energiförbrukningen per kilo framställd gasol är 1,5 MJ.

Vid förbränning av olja bildas 78 g koldioxid per MJ (Hedvig Froste, pers. medd., 1991).

För att beräkna koldioxidbildningen vid flammningen för ett hektar räknar vi ut hur mycket koldioxid som bildas vid tillverkningen av 30 kilo gasol. ($30 \times 1,5 \text{ MJ} = 45 \text{ MJ}$, $45 \text{ MJ} \times 78 \text{ g} = 3,5 \text{ kg}$ koldioxid).

Gasoltransport

För att beräkna koldioxidbildningen vid transport av gasol en mil har vi gjort följande uträkning.

Diesel innehåller 36 MJ per liter. Energiinnehållet i 4,5 liter diesel är 162 MJ.

Energien per kilo vara för transport med lastbil som lastar 25 ton blir;

$162 \text{ MJ} : 25 \text{ ton} = 6,5 \text{ MJ per ton} = 0,0065 \text{ per kilo gasol}$.

Den gasolmängd som behövs för att ogräsbekämpa ett hektar är 30 kg. Transporterat en mil fordras $30 \times 0,0065 = 0,2 \text{ MJ}$ i transportenergi.

Vid förbränning av dieselolja bildas 77 g koldioxid per MJ (Hedvig Froste, pers. medd., 1991).

Den mängd koldioxid som bildas vid transport en mil av 30 kg gasol blir 15 g koldioxid ($0,2 \times 77 = 15 \text{ g}$)

Gasolanvändning

Vid användning av gasol för ogräsbehandling av ett hektar åtgår ca 30 kg.

Koldioxid bildas vid förbränning av gasol med 65 g per MJ (Hedvig Froste, pers. medd., 1991).

Gasol innehåller ca 46 MJ per kg (Hedvig Froste, pers. medd., 1992).

Med ovanstående fakta får vi att 89,7 kg koldioxid bildas vid ogräsbehandling av ett hektar ($30 \text{ kg} \times 46 \text{ MJ} \times 65 \text{ g} = 89,7 \text{ kg}$ koldioxid).

Koldioxidbildning vid flammingsmetoden

Sammanlagt 93,2 kg koldioxid bildas vid ogräsbehandling av ett hektar beräknat på produktion och användning av den erforderliga mängden, plus transport en mil från fabrik.

Produktion	3,5 kg koldioxid
Transport	0,015 kg koldioxid
Användning	89,7 kg koldioxid
<hr/>	
Summa	93,2 kg koldioxid

Koldioxidutsläpp vid ogräsbekämpning med flytande kväve**Transport av flytande kväve**

Energiåtgången för att transportera 30 ton flytande kväve en mil är 162 MJ ($4,5 \text{ l} \times 36 \text{ MJ} = 162 \text{ MJ}$).

Lastar en bil 30 ton blir energiåtgången per ton 5,4 MJ.

För att ogräsbehandla ett hektar åtgår 13 ton flytande kväve.

Transportenergin per hektar för flytande kväve blir genom att använda ovanstående uppgifter 70 MJ ($13 \times 5,4 \text{ MJ} = 70 \text{ MJ}$).

Koldioxid bildas vid förbränning av dieselolja 77 g per MJ.

Koldioxid, 5,4 kg, bildas vid transport av 13 ton flytande kväve en mil ($70 \text{ MJ} \times 77,4 \text{ g} = 5418 \text{ g}$).

Koldioxidutsläpp vid ogräsbekämpning med flytande kolsyra**Transport av flytande kolsyra**

Energiåtgången för att transportera 27 ton flytande kolsyra en mil beräknas enligt följande.

Lastbilen lastar 30 ton och förbrukar 4,5 liter diesel per mil. Energiåtgången blir 162 MJ ($4,5 \times 36 \text{ MJ} = 162 \text{ MJ}$).

Per ton kolsyra blir energiförbrukningen 5,4 MJ ($162 : 30 = 5,4 \text{ MJ}$)

För att ogräsbehandla ett hektar åtgår 27 ton flytande kolsyra.

Transportenergin för 27 ton kolsyra blir 146 MJ ($27 \times 5,4 \text{ MJ} = 145,8 \text{ MJ}$)

Vid förbränning av dieselolja bildas 77 g koldioxid per MJ.

Koldioxidbildningen för transport av 27 ton flytande koldioxid en mil blir 11,3 kg ($146 \times 77,4 \text{ g} = 11,3 \text{ kg}$).

APPENDIX: GENERELL ARBETSGÅNG FÖR UPPRÄTTANDE AV MILJÖKONSEKVENSBESKRIVNING

SAMMANFATTNING

För att lyckas med att utforma en miljökonsekvensbeskrivning (MKB) behövs kunskaper angående vad som krävs för att en sådan skall anses vara tillräckligt utförd. I denna rapport finns en redogörelse angående vad en miljökonsekvensbeskrivning bör innehålla.

Vid arbete med miljökonsekvensbeskrivningar är det viktigt att arbetet är välstrukturerat, dels för att alla miljökonsekvenser kommer fram och att de som är av avgörande betydelse analyseras ingående.

För att kunna göra en total bedömning av miljökonsekvenser av modern teknik krävs ett systematiskt tillvägagångssätt, dels för att identifiera dem och dels för att beskriva dem på ett sådant sätt att resultatet av miljökonsekvensanalysen kan tillgodogöras av en beslutsfattare.

En miljökonsekvensbeskrivning fyller uppgiften att vara ett underlag som kan underlätta för beslutsfattare när de skall ta ställning i frågor där miljön berörs. För att en beslutsfattare skall kunna använda en MKB som underlag för viktiga beslut är resultatet av en MKB och det sätt den blir presenterad på, till största del avgörande för om beslutet i fråga skall bli miljövänligt.

INLEDNING

I massmedia och litteratur talas och skrivs om både miljökonsekvensanalys och miljökonsekvensbeskrivningar vilket kan verka lite förvirrande för den oinvidde. Skillnaden mellan dessa olika uttryckssätt kan beskrivas enligt följande. Miljökonsekvensanalysen anger processen i arbetet med att finna miljökonsekvenser och bestämma verkningarna och betydelseerna för dessa.

Miljökonsekvensbeskrivningen är det färdiga dokumentet, en rapport som beskriver det projekt som skall analyseras t ex bygge av en bro, fabriksanläggning, införande av en ny teknik eller en ny lag. Dokumentet skall också beskriva miljöpåverkan, slutsatser därav och en rekommendation för eller mot projektet. Förslag på åtgärder för att minska miljöpåverkan ges också i en miljökonsekvensbeskrivning. I denna rapport förkortas, där det är lämpligt, miljökonsekvensbeskrivning till MKB.

Specialkompetens inom området miljökonsekvensanalys krävs för att kunna göra en MKB. En miljökonsekvensbeskrivning bör göras över ny teknik som skall ersätta en befintlig. Detta görs för att avgöra om den nya tekniken verkligen är miljövänligare. Nedan följer en presentation över vad en miljökonsekvensbeskrivning är och vad en sådan kan innehålla.

MILJÖKONSEKVENSBESKRIVNING

I en miljökonsekvensbeskrivning ingår flera delmoment. Syftet med projektet i fråga redovisas. Vilka aktiviteter som kommer att företas och vad som är tänkt att utföras beskrivs. Miljöförändringen och dess storlek bedöms. Viktigt är att miljöförändringar som kan vara av stort intresse för mänskligheten analyseras och bedöms. Kriterier som man skall mäta förändringarna med skall redovisas t ex analysmetoder, beräkningar m m. En MKB innehåller rekommendationer angående om projektet skall genomföras, vilka förebyggande åtgärder som behövs för att minska eventuella miljöbelastningar och bevakningsprogram för dessa.

Oavsett vem som gör en miljökonsekvensanalys skall resultatet av den bli det samma. I processen för en miljökonsekvensanalys är tre grundläggande faktorer av stor betydelse för hur resultatet blir (Bingham, 1989).

-Underlaget bestående av fakta och samlat kunnande inom ämnet ifråga påverkar resultatet i högsta grad.

-Processen som utgör gången i arbetet med en MKB måste utgöras av en god planering och ett effektivt genomförande.

-Beslutet som skall fattas med ledning av en MKB blir kvalitetsmässigt på en högre nivå om en MKB är väl utförd och professionellt presenterad.

För att få tillräckligt hög kvalitet på underlaget, processen och beslut grundat på en MKB finns i vissa länder kravregler, genomföranderegler och sanktionsregler. Exempel på länder med dessa regler är USA, Holland och Norge (SNV/Boverket, 1990).

Miljökonsekvenser beskrivs i olika skeden från begynnelsen av ett projekts genomförande tills det skall avslutas och läggas ner (Wathern, 1988). Det kan t ex vara under en fabriksanläggnings byggnation, under den tid då anläggningen är i drift, i nutid och efter flera decenier. Dessutom skall beskrivas vad som händer med miljön under en avvecklingsfas. Alternativ som ett projekt kan jämföras med skall beskrivas och analyseras på samma sätt, se figur 1.

Tidsaxel för 2 alternativ.

byggnation,	drift,	drift under decenier,	avveckling
byggnation,	drift,	drift under decenier,	avveckling

Figur 1. Miljökonsekvenser för olika alternativ beskrivs under byggnation, drift och avveckling på en tidsaxel.

En miljökonsekvensbeskrivning är resultatet av en process med många olika personer inblandade. Nedan följer en beskrivning på personer med olika anknytningar till MKB. Hur lång listan på olika personer blir varierar naturligtvis beroende på typ av MKB-uppdrag (Wathern, 1988).

- Miljökonsekvensbeskrivare och projektledare styr processen och färdigställer dokumentet, en MKB (Wathern, 1988).

- Experter med specialkunskaper behövs för att få fram konsekvenser, analyser och beräkningar av effekter (Hilding-Rydevik, 1986; Wathern, 1988).

- Förslagställare är ofta samma person som den som skall genomföra projektet och får oftast stå för kostnaderna för miljökonsekvensbeskrivningen (Hilding-Rydevik, 1986; Wathern, 1988).

- Olika samhällsorgan blir berörda som t ex sjukvård, skolor och annan samhällservice (Hilding-Rydevik, 1986).

- Beslutfattare på olika nivåer och ställen i samhället, i företag, offentlig verksamhet m m (Hilding-Rydevik, 1986).

- MKB-granskare: I en del länder, t ex USA och Holland, finns särskilda organ för granskning av MKB (SNV/Boverket, 1990).

- Allmänheten kan ta del av MKB och ge synpunkter på remissvar (Hilding-Rydevik, 1986).

- Speciella intressegrupper kan bevaka att MKB blir tillräckligt utförd (Hilding-Rydevik, 1986).

I en Miljökonsekvensbeskrivning ingående huvudmoment

En miljökonsekvensbeskrivning består av tre huvudmoment, projektidentifikation, teknisk beskrivning och slutsatser med en rekommendation (Wathern 1988).

Projektidentifikation

I projektidentifikationen beskrivs de alternativ som skall miljökonsekvensbeskrivas. För att den person som utför en MKB skall kunna sätta sig in i ett projekt och för de som skall ta del av miljökonsekvensbeskrivningen beskrivs projektet i fråga och alternativ därtill. De beskrivs beträffande vad metoden, tekniken eller etableringen skall användas till, varför den behövs och hur den kommer att användas (Wathern, 1988).

För att kunna göra en bedömning om en ny teknik eller metod är miljövänligare måste en jämförelse göras mot den som för tillfället används och som inte innebär

någon förändring i miljön i förhållande till nuläget. Detta alternativ kallas i MKB-sammanhang för nollalternativet. Förutom nollalternativet skall ytterligare alternativ också beskrivas och analyseras. Syftet är att få fram verkningar på miljön i förhållande till nuläget och att det nya alternativet blir belyst i ett konkurrensförhållande ur ett miljöperspektiv (Wathern, 1988).

Teknisk beskrivning

De i en MKB ingående projekten analyseras. I den tekniska beskrivningen fastställs och beskrivs påverkan på mark, luft, vatten och samhälle för varje enskilt alternativ (Wathern, 1988).

En beskrivning för olika alternativ skall göras i tiden över vad som händer med mark, luft, vatten och samhälle. Det innebär att projektet i fråga beskrives då det planeras och bygges upp, - i en konstruktionsfas. Vidare beskrivs projektet i bruk, - i en driftsfas. Detsamma gäller för den tid då projektet skall avvecklas, - i en avvecklingsfas (Wathern, 1988).

I tekniska beskrivningen analyseras två alternativ för t ex en ny teknik inom ett specifikt område och ett alternativ som inte innebär någon förändrad verkan på miljön i förhållande till nuläget (Wathern, 1988).

Det alternativ som inte innebär någon förändring för miljön, varken bättre eller sämre, i förhållande till nuvarande läge benämns 0-alternativ. Mot 0-alternativet skall helst två alternativ jämföras (Wathern, 1988).

I sammanhang då miljöpåverkan skall analyseras är det vanligt att de frågor som svar sökes på ej finns tillgängliga eller i önskad form. Detta beror på att utförande av miljökonsekvensbeskrivningar är en ny företeelse i vårt samhälle och att ett nytt tänkande måste till. Därför måste oftast nya beräkningar och uppskattningar till för att förutse och anta vad som i framtiden kan påverka vår miljö. Allt efterhand som svar kommer in på frågor ställda på miljökonsekvenser kan en teknisk beskrivning gestalta sig.

För att identifiera effekter och konsekvenser kan följande metoder användas:

-Checklistor; gjorda av tidigare utförda projekt hämtade från litteraturstudier (Biswas, 1987).

-Matriser; där man i ett mönster kartlägger samband mellan olika karaktärers påverkan och effekter. För att få en överskådlig bild av påverkan av olika karaktärer på mark luft, vatten och samhälle är en matris ett bra hjälpmedel (Biswas, 1987).

-Ad hoc -; efterhand som arbetet med miljökonsekvensanalysen fortgår kan nya uppslag på konsekvenser gestalta sig (Biswas, 1987).

-Överläggningskartor: Kartor från olika verksamheter inom ett geografiskt område lägges ovanpå varandra t ex avloppskartor, vägmkartor, kartor över kraftledningar och kartor på nationalparker för att finna effekter av en fabriks lokalisering (Munn, 1979).

-Effektträd; som på ett överskådligt sätt kan illustrera åtgärd - effekt- konsekvens (Munn, 1979).

-Flödesdiagram kan upprättas: För att få en överskådlig bild av t ex trafikflöde för transporter kan ett diagram beskriva en vägsträckas belastningsintensitet vid olika tidpunkter under en uppbyggnadsfas (Munn, 1979).

-Nätverk: Personer med specialkunskaper kartlägges genom att rita upp ett nätverk av t ex institutioner och organisationer som kan hjälpa till i analysarbetet (Biswas, 1987).

-Systemdiagram: Från litteratur i MKB kan hämtas redan gjorda system för att underlätta arbetet, främst vid miljökonsekvensbeskrivningar som har liknande problemställningar t ex för vägar (Biswas, 1987).

-Simuleringsmodellering: En förenklad modell med utvalda parametrar kan åskådliggöra framtida icke önskade effekter (Biswas, 1987).

En viktig fördel med att använda sig av viss metodik är att en struktur på analysarbete uppstår i initialskedet, vilket gör arbetet effektivt. Ytterligare en fördel är att man får en kontroll över att viktiga faktorer finns med i analysen (Biswas, 1987; Munn, 1979).

I den tekniska beskrivningen skall påverkan på miljön som har betydelse för mänskligheten bestämmas. I internationella MKB-sammanhang talar man om att göra en "scooping", vilket innebär att de konsekvenser som är av störst betydelse för mark, luft, vatten och samhälle identifieras. Omfattningen av dessa förutses och analyseras (Biswas, 1987; Wathern, 1988; Munn, 1979).

För att göra en bra scooping kan man t ex använda sig av följande medel (Wathern, 1988).

- Fältstudier
- Datasökningar
- Litteraturstudier
- Seminarium
- Intervjua specialister
- Ta reda på allmänhetens synpunkter

Slutsatser och rekommendationer

För att en MKB skall uppfylla sitt syfte att ge underlag för ett miljömässigt riktigt ställningstagande för beslutsfattare är det viktigt att rapporten är utformad på så sätt att beslutsfattaren lätt kan få svar på sina frågor. Därför är det viktigt att

rapporten blir sådan att innehållet lätt kan emottagas av läsaren. Rapportens storlek och layout måste utformas så att läsaren orkar läsa hela rapporten ju kortare desto bättre (Bertil Rolf, Föreläsning 1990).

Särskilt viktigt är att i en sammanfattande del, i ett koncentrat, beskriva de slutsatser och rekommendationer som analysarbetet har resulterat i. I MKB-sammanhang internationellt talar man om att skriva en "executive summary". För att få genomslagskraft för slutsatserna är det viktigt att rapporten skrives så att den som läser rapporten får svar på de frågor som vederbörande undermedvetet eller medvetet ställer sig inför en specifik MKB (Wathern, 1988).

Därför är det viktigt att den som skriver tänker efter för vem eller vilka rapporten skrives. Vidare måste innehållet fokuseras på de tänkta frågor som ställs av den eller de personer som skall läsa rapporten. Den tänkta mottagaren kan vara t ex politiker, forskare, ett utskott, departement, påtryckargrupper, eller journalister. Det är viktigt att tänka efter varifrån frågorna kommer och att svaren på frågorna träffar rätt. (Bertil Rolf, Föreläsning 1990).

Vad beträffar frågor gäller det att tänka igenom och samordna frågorna så att man når mottagaren. Följande grundindelning av frågorna kan göras (Bertil Rolf, Föreläsning 1990):

- Vad mottagaren vill veta.
- Vad mottagaren vore intresserad av att veta.
- Vad mottagaren har behov av att veta.
- Vad mottagaren borde ha skyldighet att beakta.
- Vad jag tycker mottagaren bör veta.

Betoning av innehållet med tyngdpunkt på den övre delen av frågelistan eller den undre påverkar läsarens intresse av att läsa rapporten och ta del av dess innehåll (Bertil Rolf, Föreläsning 1990).

REFERENSER**Litteraturförteckning**

Bingham Charlotte. 1989. EIA and projekt management, Föredrag presenterat vid 10th International Seminar on Environmental Impact Assessment and Management, University of Aberdeen, Storbritanien.

Biswas, Asit K., Geping, Qu. red. 1987. *Environmental Impact Assessment for Developing Countries*.

Hilding-Rydevik, Tuija. 1986. *Metoder för naturresursplanering med ekologisk grundsyn. En litteraturstudie över naturvärderingsmetoder m m.* Statens Råd för byggnadsforskning, Stockholm, Rapport R46:1986

Munn, R.E., red. 1979. *Environmental Impact Assessment*.

SNV/Boverket. 1990: Miljökonsekvensbeskrivningar(MKB) i det svenska planerings- och beslutssystemet, Statens Naturvårdsverk och Plan- och bostadsverket.

Wathern, Peter, redaktör. 1988. *Environmental Impact Assessment. Theory and Practice*. Unwin Hyman, London.

Föreläsare

Bertil Rolf, Lunds Universitet, Föreläsning argumentationsteknik 3/12 -90