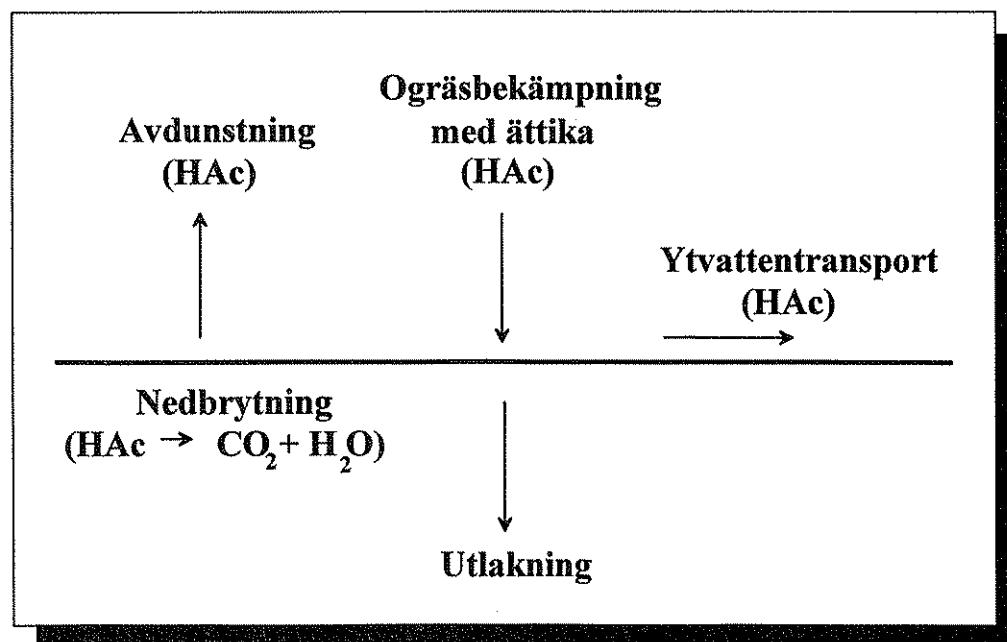


# SVERIGES LANTBRUKSUNIVERSITET

## Ättika som ogräsbekämpningsmedel på hårdgjorda ytor - förstudie angående konsekvenser för miljö, arbetsmiljö och omgivande vegetation

David Hansson  
Susanne Ljungberg  
Sven-Erik Svensson



Institutionen för lantbruksteknik  
Avd för park- och trädgårdsteknik

Swedish University of Agricultural Sciences  
Department of Agricultural Engineering

Rapport 187  
Report

Alnarp 1994  
ISSN 00283-0086  
ISRN SLU-LT-R-187-SE

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

Institution/motsvarande		Dokumenttyp	
Institutionen för lantbruksteknik		Rapport	
		Utgivningsår	Målgrupp
		1994	F, R, P
Författare/upphov			
Hansson, D. Ljungberg, S. Svensson, S-E.			
Dokumentets titel			
Ättika som ogräsbekämpningsmedel på hårdgjorda ytor - förstudie angående konsekvenser för miljö, arbetsmiljö och omgivande vegetation			
Amnesord (svenska och /eller engelska)			
ogräsbekämpning, ogräs, ättika, organiska syror, hårdgjorda ytor, miljökonsekvens			
Projektnamn (endast SLU-projekt)			
Serie-/tidskriftstitel och volym/nr			ISBN/ISRN
Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för lantbruksteknik Rapport nr 187			SLU-LT-R-185-SE
			ISSN
			0283-0086
Språk	Smf-språk	Omfång	Antal ref.
Svenska	Svenska	34 s. + bilagor	31

Postadress

SVERIGES LANTBRUKSUNIVERSITET  
Uttunbiblioteket, Förvärsavdelningen/LANTDOK  
Box 7071  
S- 750 07 UPPSALA  
Sverige

Besöksadress

Centrala Ultuna 22  
Uppsala

Telefonnummer

018-67 10 00 vx  
018-671103

Telefax

018-3010 06

## FÖRORD

Bekämpning av ogräs på hårdgjorda ytor med kemiska bekämpningsmedel har som en följd av den ökande miljömedvetenheten i samhället förbjudits i många av landets kommuner.

Ogräsbekämpning med ättika på hårdgjorda ytor har trots förbud mot kemiska bekämpningsmedel ändå bedömts som ett intressant alternativ av flera kommuner.

Ett projekt har genomförts under sommaren 1993 för att utreda vilken mängd 12 % ättika som behövs för att bekämpa ogräsen vid varje enskilt bekämpningstillfälle samt hur många behandlingar som krävs per år. Med utgångspunkt från de mängder 12 % ättika som krävs per år för att ytan skall vara ogräsfri bedöms översiktligt vilka arbetsmiljö- och miljöeffekter som detta resulterar i. Projektet har finansierats av Svenska kommunförbundet och Renhållningsverket i Göteborg.

Ogräsförsöken har planerats av Avdelningen för park- och trädgårdsteknik i Alnarp och genomförts tillsammans med Renhållningsverken i Göteborg och Lund. Försöket i Göteborg har utförts och dokumenterats av personal från Renhållningsverket. I Lund har utförande och dokumentation av försöket gjorts av Avdelningen för park- och trädgårdsteknik. Personal från Renhållningsverket i Lund har varit med vid utförandet.

Sven-Erik Svensson vid Avdelningen för park- och trädgårdsteknik har varit projektledare och ansvarig för projektet. Hortonom David Hansson vid Avdelningen för park- och trädgårdsteknik i Alnarp har utarbetat del I och II av rapporten. Han har ansvarat för uppläggning, utförande och utvärdering av försöken samt genomfört förstudien angående konsekvenser för miljö, arbetsmiljö och omgivande vegetation. Susanne Ljungberg vid Avdelningen för park- och trädgårdsteknik har utarbetat del III i rapporten.

Stort tack till, Torleif Bramryd vid Växtekologiska avd. Lunds universitet och Lennart Mathiasson vid Institutionen för analytisk kemi, Lunds universitet, som har bidragit med värdefull information till rapporten samt granskat den. Ett stort tack riktas till: universitetslektor Jan-Eric Englund, Avdelningen för statistik och matematik, Alnarp, som har hjälpt till med den statistiska analysen av resultaten, Lennart Torstensson, Institutionen för mikrobiologi, Ultuna, initiativtagarna till projektet vid Renhållningsverket i Göteborg; Kent Högsten, Bengt Ekholm och Stig Svennerlund. Vi vill också tacka Leif Åström och Olle Dahlin vid Renhållningsverket i Göteborg som har utfört och dokumenterat försöket. Dessutom riktar vi ett tack till deltagarna vid seminariet i Alnarp den 21:a april 1994, särskilt då till Per-Håkan Wistrand, Maria Dalin Cronholm och Krister Ljungström.

Alnarp i juni 1994,

Sven-Erik Svensson  
Forskningsassistent  
Projektledare

1. SAMMANFATTNING .....	1
2. INLEDNING .....	3
3. BESKRIVNING AV ÄTTIKA .....	4

#### **DEL I: OGRÄSBEKÄMPNINGSFÖRSÖK MED ÄTTIKA**

4. MATERIAL OCH METOD .....	5
4.1. Försök med ättika som ogräsbekämpningsmedel .....	5
4.2. Statistisk analys av resultaten .....	6
5. RESULTAT .....	7
6. ANVÄNDARENS REAKTIONER PÅ BEKÄMPNING MED ÄTTIKA .....	11
7. ALLMÄNHETENS REAKTIONER PÅ BEKÄMPNING MED ÄTTIKA .....	11
8. BERÄKNAD ÅRSKOSTNAD FÖR BEKÄMPNING MED ÄTTIKA OCH GLYFOSAT .....	12
8.1. Bekämpning med 12 % ättika .....	12
8.2. Bekämpning med glyfosat .....	12
9. DISKUSSION DEL I .....	13

#### **DEL II: KONSEKVENSER VID ANVÄNDNING AV ÄTTIKA SOM OGRÄSMEDEL - FÖRSTUDIE**

10. OGRÄSBEKÄMPNING MED ÄTTIKA .....	14
11. METOD .....	14
12. KONSEKVENSER VID ANVÄNDNING AV ÄTTIKA .....	15
12.1. Påverkan på de hårdgjorda ytornas material .....	15
12.2. Påverkan på mark .....	16
12.3. Påverkan på luft .....	18
12.4. Påverkan på vatten och vattenlevande organismer .....	19
12.5. Påverkan på omgivande vegetation .....	19
12.6. Bioackumulering .....	20
12.7. Påverkan på användaren .....	20
13. DISKUSSION DEL II .....	23

#### **DEL III: SEMINARIUM: ÄTTIKA SOM OGRÄSBEKÄMPNINGS- MEDEL PÅ HÅRDGJORDA YTOR - MILJÖKONSEKVENSER OCH ARBETSMILJÖ**

14. PM SEMINARIUM "ÄTTIKA SOM OGRÄSBEKÄMPNINGSMEDEL PÅ HÅRDGJORDA YTOR - MILJÖKONSEKVENSER OCH ARBETSMILJÖ" 21:A APRIL 1994 .....	25
---	----

14.1. Kemikalieinspektionen .....	25
14.2. Arbetarskyddsstyrelsen .....	26
14.3. Naturvårdsverket .....	26
14.4. Kommunernas förbud mot kemiska bekämpningsmedel .....	27
14.5. Avslutande diskussion .....	27
15. DISKUSSION DEL III .....	29
16. ORDLISTA .....	30
17. ARTLISTA .....	31
18. REFERENSER .....	32
19. BILAGOR .....	35
19.1. Bilaga 1. Datauppgifter om ättika .....	35
19.2. Bilaga 2. Väderuppgifter .....	37
19.3. Bilaga 3. Kostnader för ogräsbekämpning .....	38
19.4. Bilaga 4. Jämförelse mellan mängden H <sup>+</sup> -joner från regnvatten och från ogräsbekämpning med ättika .....	40
19.5. Bilaga 5. Koncentration av ättika i marken vid ogräsbekämpning .....	41
19.6. Bilaga 6. Jämförelse mellan koldioxidutsläpp från ogräsbekämpning med ättika och koldioxidutsläpp från dieslbilar .....	42
19.7. Bilaga 7. Ekotox- och toxdata för ättika och glyfosat enligt insänd dokumentation .....	43

## 1 SAMMANFATTNING

Idag kan användningen av ättika som ogräsbekämpningsmedel i princip ses som förbjuden när den sker yrkesmässigt. Detta eftersom försäljning och hantering av ättika för bekämpningssyfte enligt förordningen (1985:836) om bekämpningsmedel är förbjudet. Det är inte heller ur arbetsmiljösynpunkt lämpligt att bekämpa med icke registrerade kemiska medel som saknar skyddsföreskrifter, och vars effekter på brukare och miljö är mer eller mindre okända.

Många kommuner har principbeslut på att kemiska bekämpningsmedel inte får användas på hårdgjorda ytor. Dessa är politiskt fattade beslut som ofta leder till att det är svårt att bibehålla samma skötselstandard som tidigare inom de tilldelade ekonomiska ramarna. Detta ger ett sökande efter andra medel att bekämpa med, t.ex. allmänkemikalier som ättika. Eftersom dessa ämnen inte är registrerade som kemiska ogräsbekämpningsmedel ses de som alternativ. Med ökande krav på lägre skötselkostnader och fortsatta krav på låg kemikalieanvändning kommer sökandet efter dessa "alternativa" metoder att fortsätta.

Det bästa vore att ansöka om registrering av ättika som bekämpningsmedel, så att en riktig prövning fick visa om det är bättre än nu använda kemiska bekämpningsmedel. Men så länge som flertalet kommuner i princip inte tillåter användning av kemiska bekämpningsmedel är detta ingen direkt lösning på problemet.

Det behövs en ökad dialog mellan de politiker som fattar besluten om förbud mot kemisk bekämpning och de tjänstemän som ska genomföra besluten i praktiken så att förståelsen ökar för vad besluten medför i ökade kostnader eller sänkt skötselstandard. Det behövs också en helhetssyn på olika bekämpningsmetoders totala effekter.

Det finns dock en brist på utvärderingsmetoder för att jämföra olika bekämpningsmetoder ur alla olika aspekter. Det krävs utvärderingsmodeller där påverkan på användare och miljö, på kort och lång sikt, beskrivs så att olika ogräsbekämpningsmetoder blir jämförbara inte bara ur ekonomisk synvinkel.

Ättika klassas som ett lättnedbrytbart ämne. Det bryts relativt lätt ned av naturligt förekommande mikroorganismer. Vid fullständig nedbrytning av ättika bildas koldioxid och vatten. Används ättika framställd från petroleum, innebär det ett extra tillskott av koldioxid till atmosfären. Någon större drivhuseffekt från ättika p.g.a. koldioxidtillskottet är dock ej att räkna med.

Ättikan kan, redan vid låga koncentrationer och vid kortvarig exponering, leda till dödlighet samt förgiftning av vattenlevande organismer. Men ättikans akuta giftighet på vattenlevande organismer är måttlig i jämförelse med nu använda bekämpningsmedel. Det är endast större lokala utsläpp som kan utgöra en risk för de vattenlevande organismerna. Det kommer sannolikt inte att vara något problem med ättika i dagvatten etc. på grund av att ättikan kommer att spädas ut kraftigt vid regn. Det finns ingen risk för upplagring av ättika i levande organismer.

Den typ av hårdgjorda ytor på gatumark som kan skadas och angripas av ättika är betongytor. Övriga markbeläggningar såsom asfalt och gatsten är motståndskraftiga. Ättikans angrepp på betong är relativt liten vid den exponeringstid som det är fråga om vid ogräsbekämpning.

Markstrukturen (i sand och grus) under de hårdgjorda ytorna påverkas ej av ättika. Markstrukturen i planteringsjordar kan däremot förstöras av ättika om den innehåller höga halter lera.

Ättiksyrajonen ( $\text{Ac}^-$ ) är ett kraftigt extraktionsmedel, som kommer att lösa ut näringsämnen och tungmetaller, vilka då transporteras nedåt i marken eller med dagvatten.

Den rörlighet som ättikan har i grus och sandbäddar kan jämföras med vattnets rörlighet i dessa material. Ogräsbekämpning med ättika på hårdgjorda ytor, som ligger på lätt dränerat material t.ex. sand, utgör därför en större risk för utlakning till djupare delar av marken än för mer finkorniga kornstorlekar.

Det finns inga uppgifter på hur långvarig pH-sänkningen kommer att bli vid ogräsbekämpning med ättika, i de material som de hårdgjorda ytorna vilar på d.v.s. i sand- och grusbäddar. Den pH-sänkning som uppstår i torvjord vid ogräsbekämpning med ättika är däremot endast kortvarig. Det har visats i ett ogräsförsök där 0.24 liter 24 % ättika per kvadratmeter användes. Efter 2 dagar hade pH-värdet i jorden, bestående av 85 % torv och 15 % sand, återgått till det ursprungliga värdet. Mängden vätejoner från 0.9 liter 12 % fullständigt dissocierad ättiksyra är ca 70 gånger större, än den mängd vätejoner som faller ned med regnvattnet varje år. Vätejonkoncentrationen från ättikan på ytan kommer dock inte att bli så hög beroende på att syran relativt snabbt bryts ned till koldioxid och vatten. Det vill säga att pH-värdet kommer ej sjunka så kraftigt. På den behandlade ytan kommer den verkliga mängden surgörande ättika genom avdunstning och ytvattentransport att ytterligare reduceras.

Hela ättikans molekyl kan avdunsta till atmosfären. Detta ökade tryck på miljön med i atmosfären borttransporterade surgörande medel är försumbart.

Erfarenheter från olika ogräsbekämpningsförsök på hårdgjorda ytor med ättika tyder på att syran inte har någon större påverkan på omgivande vegetation.

Det kan uppstå lokala problem vid bekämpning med ättika i form av besvärande ångor, men dessa problem kan avhjälpas med lämplig skyddsutrustning. Den 12-procentiga koncentration av ättika som har används i försöken på hårdgjorda ytor klassas som irriterande för ögon och hud. Denna klassificering gäller koncentrationer från 10 % till 25 %. Lämplig skyddsutrustning vid exponering för ättika kan vara skyddskläder, handskar, skyddsglasögon och eventuellt andningsmask.

Ogräsbekämpningsförsöken i Lund och Göteborg med ättika visade att det på hårdgjorda ytor under ett ogräsrikt år behövs 3 - 4 behandlingar under hela växtsäsongen. Vid varje behandling krävs drygt 0.2 liter 12 % ättika per kvadratmeter för att få 90 % ogräsdöd ( $\text{LD}_{90}$ ) och drygt 0.3 liter 12 % ättika per kvadratmeter för att få 95 % ogräsdöd ( $\text{LD}_{95}$ ). Årskostnaden för ogräsbekämpning på hårdgjorda ytor uppskattas till 2.10 - 4.20 kr/m<sup>2</sup>.

I försöket studerades hur känsliga de olika ogräsarterna var mot ättika. Den art som dog vid lägst mängd ättika var krypnarv (*Sagina procumbens*). Därefter kom vitgröe (*Poa annua*) och groblad (*Plantago major*), vilka var ungefär lika känsliga. Maskros (*Taraxacum vulgare*) var den art som behövde störst mängd ättika för att bekämpas. I de försök som har gjorts tyder det på att ättikan är ett kontaktverkande ogräsmiddel med bredverkande (ej selektiv) effekt.

## 2 INLEDNING

Intresset för att få fram alternativ till kemisk ogräsbekämpning på hårdgjorda ytor i tätorter har ökat under senare år. Cirka 220 av landets 284 kommuner använde ej kemisk ogräsbekämpning på gatumark år 1990 (Hans Silborn, pers. medd., 1994). De metoder för ogräsbekämpning på hårdgjorda ytor som finns att tillgå i de kommuner med förbud mot kemisk bekämpning är; lukning för hand, ogräsborttagning med handredskap, harvning av grusgångar, maskinell borstning av asfalt-, sten- och plattytor samt flamning med gasol. Dessa metoder är i flera fall arbetskrävande och kostsamma. Förvaltarna av hårdgjorda ytor efterfrågar därför nya metoder med liten miljöpåverkan som kan komplettera nämnda manuella, mekaniska och termiska bekämpningsmetoder. I flera kommuner har intresset börjat riktats mot ättika som ogräsbekämpningsmedel på hårdgjorda ytor, trots att den är en kemisk produkt.

För att kunna bedöma de miljökonsekvenser som uppstår vid bekämpning av ogräs med ättika behövs det uppgifter, som visar hur mycket ättika det krävs per m<sup>2</sup> vid varje enskild behandling, samt den totala mängden per år för att bekämpa ogräsen.

Renhållningsverken i Göteborgs och Lunds kommun genomförde under sommaren 1993 ett försök, vars syfte var att få erfarenheter från ogräsbekämpning med ättika. De faktorer som studerades var ogräseffekt och nödvändig mängd 12 % ättika per m<sup>2</sup> för att få god ogräseffekt (LD<sub>90</sub> och LD<sub>95</sub> = mängd ättika/m<sup>2</sup> vid 90 % resp. 95 % ogräsdöd). Vidare studerades årskostnaden, påverkan på ytornas material och omgivande vegetation samt allmänhetens reaktion på bekämpningen. Resultaten och erfarenheterna ligger till grund för en bedömning av hur ogräsbekämpning med ättika påverkar miljö (mark, luft, vatten) samt arbetsmiljö för de som utför arbetet.

Den mängd ättika som behövs för att bekämpa ogräsen behandlas i del I i denna rapport. Miljöeffekterna behandlas i del II av rapporten. Del III är en sammanfattning av vad som diskuterades under seminariet om *Ättika som ogräsbekämpningsmedel på hårdgjorda ytor - Miljökonsekvenser och arbetsmiljö* i Alnarp 1994 den 21 april.



# DEL I

## Ogräsbekämpningsförsök med ättika

### 3 BESKRIVNING AV ÄTTIKA

Ättika ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) är en alifatisk karboxylsyra, med molekylvikten 60.05 g/mol. Ättika räknas till de svaga syror (Solomons, 1988). Syran är mycket löslig i bl.a. vatten (se Tabell 1 i Bilaga 1). Dess  $\text{pK}_a$ -värde är 4.76, d.v.s. vid pH 4.76 finns det lika mycket  $\text{CH}_3\text{COOH}$  som det finns  $\text{CH}_3\text{COO}^-$ . Föreningen buffrar i pH-intervallet 3.76 - 5.76 (Lehninger, 1982).

Ättika är en naturligt förekommande förening i naturen. Då olika växter bryts ned avger de under anaeroba (syrefattiga) förhållanden olika halter av ättiksyra. Föreningen bildas av cellulosa och hemicellulosa under anaeroba förhållanden (Harper & Lynch 1982). Vid kompostering bildas olika organiska syror; ättiksyra, propionsyra, isosmörsyra, smörsyra, isovaleriansyra. Koncentrationen av dessa syror är som störst i början av komposteringsprocessen (DeVleeschauwer m.fl., 1981).

Vid aeroba (syrerika) förhållanden sker det en mikrobiell nedbrytning av ättiksyran (Lynch, 1980). Vid fullständig nedbrytning av ättika bildas koldioxid och vatten.

## 4 MATERIAL OCH METOD

### 4.1 Försök med ättika som ogräsbekämpningsmedel

Den ättika som användes i försöket i Lund levererades med 60 % koncentration. För att få fram en 12-procentig lösning späddes ättikan med kranvatten. Till försöket i Göteborg levererades 12 % ättika. Ättikan köptes från Perstorp Specialkemi Formox.

Lämpliga hårdgjorda ytor med relativt jämn ogräsväxt valdes ut. Olika ytmaterial som kantsten och gatsten ingick i försöken för att få en variation i beläggningmaterialen. Ogräsfloras artsammansättning på försöksytorna dokumenterades vid och efter behandlingen, bl.a. för att notera olika arters känslighet mot ättikan. Försöksytorna indelades i sex olika led (sex rutor). De behandlades med utvalda mängder 12 % ättika ( $l/m^2$ ); 0.025, 0.05, 0.10, 0.20 och 0.50. Det fanns också ett obehandlat led som referens. Behandlingarna utfördes med hjälp av ryggspruta eller sprayflaska. Hela rutan d.v.s. även de delar där det inte växte något ogräs behandlades, för att få rätt mängd och en jämn fördelning av ättika på ytan.

Bekämpningsresultatet avlästes en vecka efter behandlingen och därefter var tredje vecka. Överlevnaden uppskattades visuellt med en sexgradig skala.

Ny bekämpning utfördes när ogräset hade blivit 1 - 5 cm högt. Därefter gjordes nya avläsningar enligt ovan.

Väderuppgifter under växtsäsongen finns angivet månad för månad i Bilaga 2.

#### 4.1.1 Lund

På fyra platser i Lund behandlas försöksytorna med de fem utvalda mängderna 12 % ättika. Försöksytorna behandlades vid två olika tillfällen under sommaren. Den första behandlingen gjordes i slutet av juni och den andra gjordes i slutet av augusti.

Vid den första behandlingen var det växlande molnighet och 16 °C med en vindhastighet på 2 - 3 m/s. Dagen efter behandlingen var det växlande molnighet med en medeltemperatur på 12.3 °C. Fram på kvällen började det regna. Vädret var under tiden från behandlingen till avläsningen (sju dagar) skiftande, allt från sol och regn till växlande molnighet. Den uppmätta regnmängden var 16.8 mm och medeltemperaturen var 13.5 °C. Vid den andra behandlingen var det soligt, 15 °C och vindstill. Fram på kvällen kom det någon regnskur (uppehållsväder i elva timmar efter behandlingen). Vädret var under tiden från behandlingen till avläsningen (sju dagar) växlande, med sol, regn samt uppehållsväder med växlande molnighet. Medeltemperaturen var 13 - 17 °C och den uppmätta regnmängden var 11.6 mm.

### 4.1.2 Göteborg

På tre platser i Göteborg behandlas försöksytorna med de fem utvalda mängderna 12 % ättika. Behandlingen skedde i Göteborg från mitten av maj till slutet av september. Två av de tre försöksytorna behandlades tre gånger. Den resterande försöksytan behandlades 4 gånger.

Medeltemperaturen och nederbörden var under en veckas tid efter:

Första behandlingen 14.1 °C, 4.8 mm regn.

Andra behandlingen 13.1 °C, 2.5 mm regn.

Tredje behandlingen 14.6 °C, 17.3 mm regn.

### 4.2 Statistisk analys av resultaten

Överlevnaden uppskattades med en sexgradig skala med följande klasser 0 %, 0 - 10 %, 10 - 30 %, 30 - 90 %, 90 - 100 %, 100 %. För att uppskatta andelen överlevande plantor vid en viss dos sattes alla värden i en klass lika med klassmitten (enligt Jan-Eric Englund, pers. medd.,1994), varefter medelvärdet av de så erhållna värdena beräknades. Om antalet observationer i varje klass vid den aktuella dosen är  $n_0$ ,  $n_1$ ,  $n_2$ ,  $n_3$ ,  $n_4$  resp.  $n_5$  blir formeln (1) därför:

Andelen överlevande plantor (%) vid en viss dos =

$$\frac{0 \cdot n_0 + 5 \cdot n_1 + 20 \cdot n_2 + 60 \cdot n_3 + 95 \cdot n_4 + 100 \cdot n_5}{n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_4 + n_5} \quad (1)$$

Man kan eventuellt förbättra uppskattningarna av procenten överlevnad vid en viss dos genom att använda en modell som antar att andelen överlevande plantor i en ruta följer en normalfördelning. Denna metod gav emellertid inte några större förändringar av resultatet i detta fall. Därför används den enklare metoden enligt ovan att sätta alla värden i en klass lika med klassmitten då medelvärden skall beräknas (Jan-Eric Englund, pers. medd.,1994).

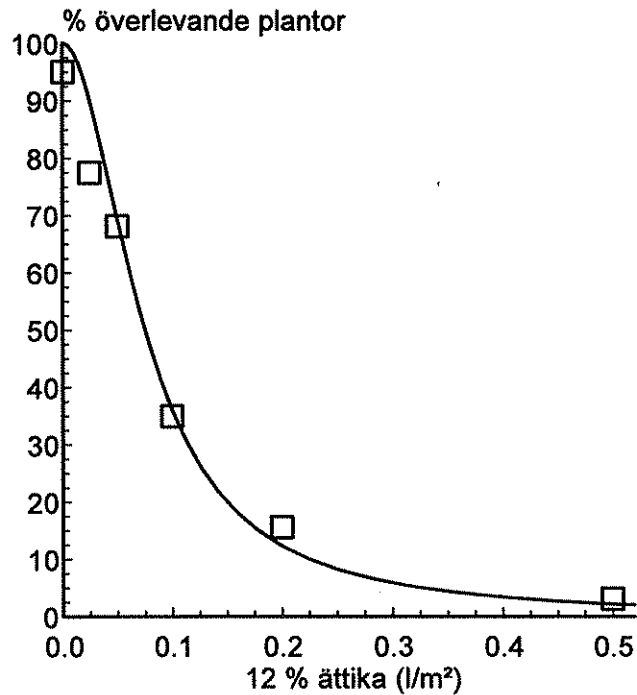
Från de medelvärden som erhöles uppskattades dos-responskurvor enligt modell (2). Modellen som har använts i försöken är väl beprövade i bl.a. flammingsförsök. Den har använts i ogräsförsök med ättika, men är inte helt kontrollerade i dessa sammanhang (Hansson, 1994):

$$y = \frac{D}{1 + (x/a)^b} \quad (2)$$

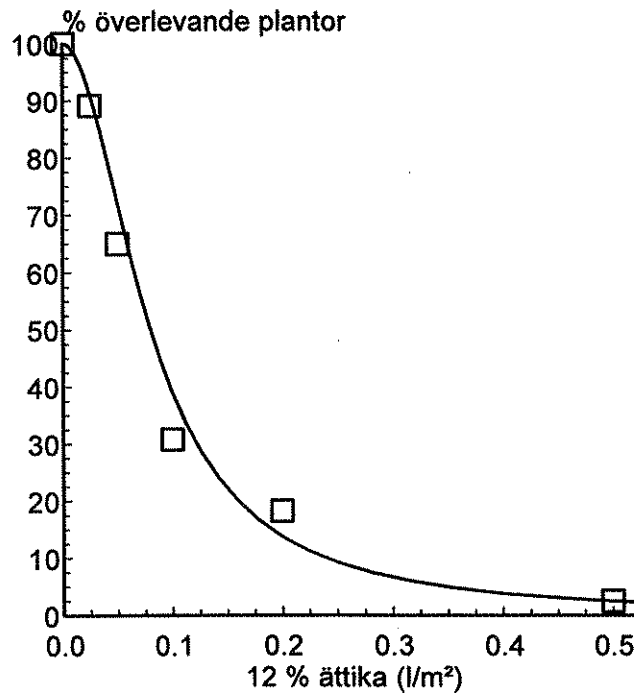
Responsvariabeln  $y$  är andelen överlevande plantor. Denna logistiska modell består av tre parametrar. Modellen är symmetrisk kring sin inflexionspunkt,  $a$ , på en log (dos) skala. Parametern  $D$  är den övre asymptoten (övre gräns för % överlevande plantor) och parametern  $b$  är kurvans lutning vid  $a$ . Parametern  $a$  är  $LD_{50}$  d.v.s. den dos som behövs för att 50% av ogräsen skall dö. Dosen betecknas med  $x$  (Ascard, 1993), (Hansson, 1994).

## 5 RESULTAT

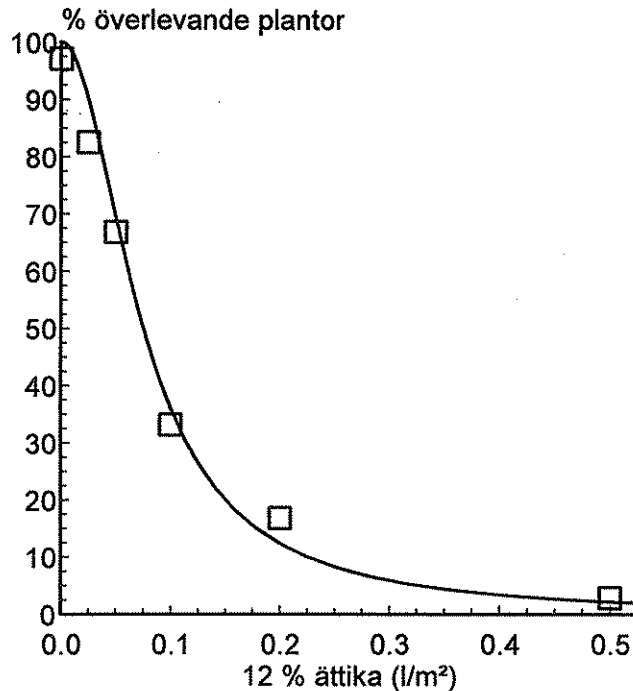
Försöken i Lunds och Göteborgs kommuner visade, att det behövdes drygt 0.2 liter 12 % ättika per kvadratmeter för att få 90 % ogräsdöd ( $LD_{90}$ ) och drygt 0.3 liter 12 % ättika per kvadratmeter för att få 95 % ogräsdöd ( $LD_{95}$ ) se Figur 1 och 2. Det var ingen större skillnad mellan resultaten från Lund och Göteborg se Figur 3.



Figur 1. Effekt av ogräsbekämpning med 12 % ättika på hårdgjorda ytor i Lund med varierad ogräsflora.



Figur 2. Effekt av ogräsbekämpning med 12 % ättika på hårdgjorda ytor i Göteborg med varierad ogräsflora.



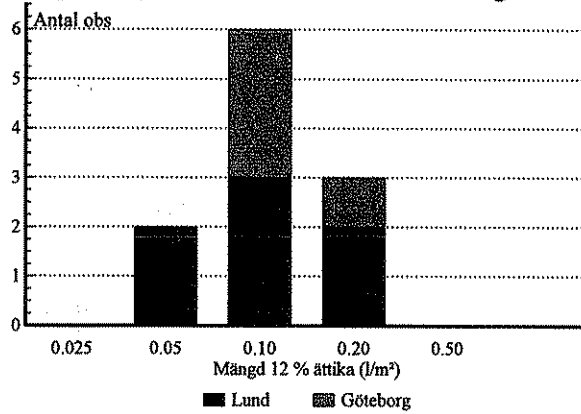
Figur 3. Effekt av ogräsbekämpning med 12 % ättika på hårdgjorda ytor i Lund och Göteborg med varierad ogräsflora.

Det bör nämnas att  $LD_{90}$ - och  $LD_{95}$ -värdena är uppskattade från dos-responskurvor. Dos-responskurvans utseende beror på olika faktorer som påverkar mängden ättika t.ex. växtens storlek och utvecklingsstadium, växtart, läge (soligt, skuggigt) samt tillgång på vatten. Angivna mängder 12 % ättika, för att få en viss ogräsdöd, är ett medelvärde på hur mycket ättika det går åt för att behandla hela ytan med varierad flora, utvecklingsstadium, vattentillgång m.m.

Vid en jämförelse mellan olika försöksytor som låg i skuggigt område resp. i soligt område (med likadant ytmaterial), visade det sig att det gick åt mer ättika för att få 90 % ogräsdöd på de ytor som låg i skugga.

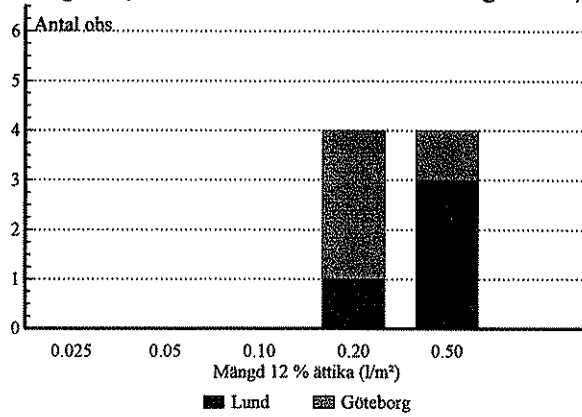
I försöket studerades hur känsliga några olika ogräsarter var mot ättika. Den art som dog vid lägst mängd ättika var krypnarv (*Sagina procumbens*, se Figur 4). Därefter kom vitgröe (*Poa annua*, se Figur 5) och groblad (*Plantago major*, se Figur 6) vilka alla var ungefär lika känsliga. Maskros (*Taraxacum vulgare*, se Figur 7) var den art som behövde störst mängd ättika för att bekämpas. Strax efter bekämpningen var hela plantan nedvissnad, men efter ytterligare en tid så började en del plantor att bilda nya blad. Storleken på ogräsen (inom en art) hade stor betydelse för ogräsdöden. Ju större ogräsen var desto svårare var de att bekämpa.

## Krypnarv (antal observationer vid total ogräsdöd)



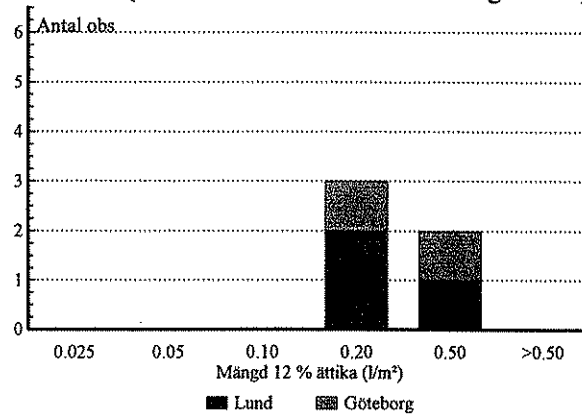
Figur 4. Antal observationer av total ogräsdöd med krypnarv (*Sagina procumbens*) vid olika mängder 12 % ättika.

## Vitgröe (antal observationer vid total ogräsdöd)



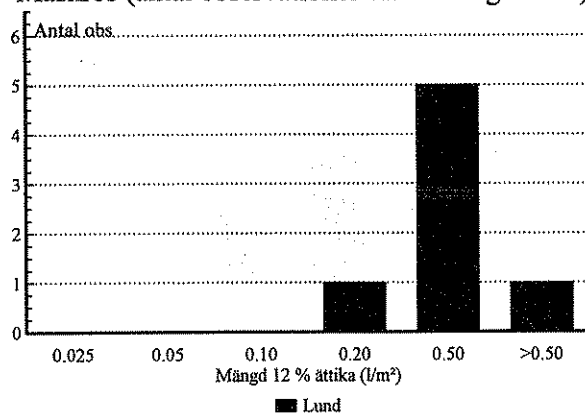
Figur 5. Antal observationer av total ogräsdöd med vitgröe (*Poa annua*) vid olika mängder 12 % ättika.

## Groblad (antal observationer vid total ogräsdöd)



Figur 6. Antal observationer av total ogräsdöd med groblad (*Plantago major*) vid olika mängder 12 % ättika.

## Maskros (antal observationer vid total ogräsdöd)



Figur 7. Antal observationer av total ogräsdöd med maskros (*Taraxacum vulgare*) vid olika mängder 12 % ättika.

## 6 ANVÄNDARENS REAKTIONER PÅ BEKÄMPNING MED ÄTTIKA

*Göteborg:* Manuell bekämpning med ättika ger störst problem då det är varmt. De som sprutade ut ättikan med ryggspruta eller strilkanna tyckte att ångorna var besvärande. Arbetsledaren trodde dock att det går att klara av problemet om man då tar en rast (Leif Åström, pers. medd., 1993). Förklaringen till att besvären av ättiksyraångor är som störst vid varmt väder är att ämnets flyktighet ökar vid högre temperaturer.

Gatukontoret i Klippans kommun har bekämpat ogräs med ättika. Personalen hade besvär av ångorna då de använde sig av 24 % lösning, men ej vid användning av 12 % lösning (Stig Jenssen, pers. medd., 1993).

Under sommaren 1989 bekämpade skolungdomar i Sala kommun ogräs med 12 % ättika, genom att vid torrt väder hålla ut ättikan på ogräset. Ungdomarna tyckte att de stickande ångorna var jobbiga. Den enda skyddsutrustning som användes var skyddshandskar (Tommy Larsson, pers. medd., 1993).

Till Renhållningsverket i Lunds kommun levererades 60-procentig ättika. Vid spädning av ättikan till 12 % lösning spilldes det ut en del ättika i en lagerlokal. Personalen klagade på de besvärande ångorna från den 60-procentiga lösningen.

## 7 ALLMÄNHETENS REAKTIONER PÅ BEKÄMPNING MED ÄTTIKA

Personal från Renhållningsverket i Göteborg berättar att det är flera personer som kritiskt har frågat vad ogräsen bekämpas med. Då man har talat om att bekämpningen sker med ättika brukade de ändra attityd. I Göteborg har en stor del av Avenyn bekämpats utan att man har fått reaktioner från butiksägare m.m. Det bör nämnas att denna bekämpning har skett tidigt på morgonen.

En enda person har under försöksperioden ringt till Miljö och hälsoskydd i Göteborg för att klaga på att det luktade ättika. Klagomålet rörde sig om att det luktade ättika vid Järntorget. Personen lugnade sig när han fick reda på att det var ättika som användes som ogräsbekämpningsmedel (Dag Mathiesen, pers. medd., 1993).

Hundägare kunde märka att deras hundar strax efter bekämpningen undvek de ytor som hade bekämpats med ättika.



## 8 BERÄKNAD ÅRSKOSTNAD FÖR BEKÄMPNING MED ÄTTIKA OCH GLYFOSAT

### 8.1 Bekämpning med 12 % ättika

Enligt de försök som utförts under 1993 krävs tre behandlingar på hårdgjorda ytor med 12 % ättika för att få tillfredsställande ogräseffekt.

Kostnaden för ättiksyrabekämpning i Göteborg på större ytor med ryggspruta och strilkanna är beräknad till 3.21 kr/m<sup>2</sup> per säsong och 1.07 kr/m<sup>2</sup> per behandling. Används enbart ryggspruta är kostnaden per säsong 4.23 kr/m<sup>2</sup> och per gång 1.41 kr/m<sup>2</sup> (modifierade tidsuppgifter från Cobham, 1990. Se Bilaga 3).

Kostnaden kan reduceras betydligt vid användning av effektivare sprututrustning. Entreprenören UteTjänst i Bjuv använder sig vid bekämpning på hårdgjorda ytor av en handspruta, som via en slang är kopplad till en stor spruttank på en pickup (max. last 800 kg) (Leo Due, pers. medd., 1993). Om större områden bekämpas är kostnaden per bekämpning med Roundup 0.50 kr/m<sup>2</sup>. UteTjänsts bedömning är att det inte tar längre tid att bekämpa med 12 % ättika. Kostnaden per bekämpning kommer dock att bli något högre p.g.a. högre preparatkostnad ca 0.70 kr/m<sup>2</sup>. Det leder till en kostnad per säsong på 2.10 kr/m<sup>2</sup>.

### 8.2 Bekämpning med glyfosat

För att få tillfredsställande ogräseffekt med glyfosatpreparat beräknas antalet behandlingar per säsong till två gånger.

Bekämpas ogräset på de hårdgjorda ytorna med enbart ryggspruta är kostnaden per säsong 2.29 kr/m<sup>2</sup> och per gång 1.14 kr/m<sup>2</sup> (Tidsuppgifter från Cobham, 1990. Se Bilaga 3).

Som redan har nämnts är UteTjänsts kostnad för att bekämpa med Roundup (glyfosatpreparat) per behandling 0.50 kr/m<sup>2</sup>. Kostnaden per säsong kommer att bli 1.00 kr/m<sup>2</sup>.

## 9 DISKUSSION DEL I

Året som försöket utfördes var ogräsrikt p.g.a. den rikliga nederbörden och den låga evapotranspirationen under större delen av sommaren (se Bilaga 2). En torrare och varmare växtsäsong hade troligen resulterat i en mindre åtgång av ättika för ogräsbekämpningen på de hårdgjorda ytorna.

De mängdangivelser för ogräsbekämpning på hårdgjorda ytor med ättika grundar sig på att hela ytan behandlas med ättika. I praktiken kommer ogräset endast att punktbekämpas då manuell bekämpning används. Det blir därför möjligt att bekämpa ogräset med mindre mängd ättika per ytenhet än vad som här angivits.

Försöket visade att det var skillnader i ogräseffekten mellan olika växter. Krypna var det ogräs som var känsligast mot ättika. Det kan bero på att det är ett litet lågväxande ogräs med ett grunt ytligt rotsystem. Maskros var det ogräs som behövde den högsta dosen ättika för att det skulle dö. Orsaken till att maskrosen är svärbekämpad kan bl.a. förklaras med att det är ett kraftigt växande ogräs med en djup pålrot.

Hur kraftigt ättika påverkar ett ogräs beror på dess storlek. I ett tidigt utvecklingsstadium är växter känsligare mot ättika. Det kan bl.a. förklaras med att större växter har ett kraftigare rotsystem, tjockare kutikula och ett mer utvecklat vaxskikt som ej påverkas så lätt av ättika. Behandlas en ogräsbevuxen yta med samma mängd ättika så blir mängden ättika per kg biomassa lägre för större växter än för mindre, vilket också kan förklara varför större växter är mindre känsliga för ättika.

För att reducera kostnaderna vid ogräsbekämpningen är det viktigt att använda effektivare sprututrustning än vad som användes vid försöken. Vid beräkning av arbetstidsåtgången i Göteborg användes ryggspruta och vattenkanna med strilrör. Denna bekämpningsteknik är ineffektiv främst p.g.a. att sprutbehållaren måste fyllas på ofta. Bekämpning med vattenkanna som har ett strilrör ger dålig täckningsgrad på ogräs p.g.a. att de alltför stora dropparna lätt rinner av växten.

Även ergonomiska problem kan uppstå vid lyft m.m. Ett bättre alternativ till bekämpning med ryggspruta är att bekämpa ogräset med en handspruta, som via en slang är kopplad till en stor spruttank på en pickup eller traktor. Med denna teknik går det att minska kostnaden för bekämpningen till ca hälften jämfört med ogräsbekämpning med enbart ryggspruta.

Kostnaden för ogräsbekämpning med ättika är ca dubbelt så stor som kemisk bekämpning med Roundup (glyfosatpreparat) p.g.a. fler behandlingar per år och dyrare medel. Ogräsbekämpning med ättika kan ur ekonomiskt perspektiv bli ett konkurrenskraftigt alternativ till de ofta kostsamma icke kemiska ogräsbekämpningsmetoder som används idag.

Kostnaden för ogräsbekämpning tre gånger per säsong med 12 % ättika kan beräknas till 4.23 kr/m<sup>2</sup> vid användning av ryggspruta. Bekämpas ytorna lika många gånger med handspruta kopplad till en stor tank beräknas årskostnaden bli 2.10 kr/m<sup>2</sup> (se Bilaga 3).

Manuell ogräsbekämpning på stensatta ytor kostar per år ca 15 kr/m<sup>2</sup>. Det finns dock billigare maskinell ogräsbekämpning. Årskostnaden är t.ex. för ogräsbekämpning med ogräsbörste 2 - 4 kr/m<sup>2</sup>. Årskostnaden för termisk bekämpning (termiskt hjulaggregat) uppskattas till 2 - 5.6 kr/m<sup>2</sup> (Hansson & Schroeder, 1994).

## Del II

# Konsekvenser vid användning av ättika som ogräsbekämpningsmedel - förstudie

### 10 OGRÄSBEKÄMPNING MED ÄTTIKA

Försök som har gjorts vid inst. för lantbruksteknik i Alnarp tyder på att ättikan är ett kontaktverkande ogräsmiddel med bredverkande (ej selektiv) effekt. Ättiksyra kan jämföras med svavelsyra (stark syra), som räknas till de kontaktverkande medlen. Ättikan dödar snabbt de delar av växten som träffas av preparatet. Efter bekämpning med ättika förändras bladens naturligt gröna färg inom loppet av några timmar. Efter ett till två dygn är ogräset nedvissnat (Hansson, 1994).

En del av kontaktverkande medel kan, om de finns i jorden, tas upp av rötterna och spridas med transpirationsströmmen (Åberg, 1974). Det är därför inte helt otroligt att ättika kan ha jordverkan. Ättiksyra kan nämligen hindra rötters tillväxt och frön från att gro (Lynch, 1980).

För att få ett bra resultat är det viktigt att bekämpa ogräset i ett tidigt utvecklingsstadium, d.v.s. bekämpning av ogräset skall starta i början av växtsäsongen och upprepas innan ogräset har hunnit växa sig alltför stort. Ju större ogräset är desto större mängd ättika behövs för att få ett tillfredsställande resultat.

Antalet nödvändiga behandlingar beror på en mängd faktorer som olika arters tolerans mot ättika, önskad skötselstandard, väderlek m.m. På hårdgjorda ytor kan det under ett ogräsrikt år behövas 3 - 4 behandlingar under hela växtsäsongen. Det krävs ca 0.3 l/m<sup>2</sup> 12-procentig ättika vid varje behandling för att få en 95-procentig ogräseffekt (LD<sub>95</sub>).

### 11 METOD

Förstudien genomfördes vid avdelningen för park- och trädgårdsteknik i Alnarp. Arbetet inleddes med en litteraturstudie. Kontakter togs med myndigheter och universitet för att sammanställa den kompetens som finns inom området.

## 12 KONSEKVENSER VID ANVÄNDNING AV ÄTTIKA

### 12.1 Påverkan på de hårdgjorda ytornas material

Den typ av hårdgjorda ytor på gatemark som kan angripas eller skadas av ättika är betongytor. Övriga markbeläggningar såsom asfalt och gatsten är motståndskraftiga. Ättikans angrepp på betong är relativt liten vid den exponeringstid och mängd som det är fråga om vid ogräsbekämpning.

Inga av de hydrerade betongföreningarna är helt motståndskraftiga mot lösningar under pH 10 - 11. I praktiken går det dock inte att registrera angrepp på betong förrän pH-värdet är under ca 6.5 (Rombén, 1978).

En betongs förmåga att stå emot syror beror på dess kemiska byggnad (Möller m.fl., 1982). 'Aluminiumbetong' t.ex. angrips kraftigare av ättiksyra än vad betong baserad på kalciumhydroxid ( $\text{Ca(OH)}_2$ ) gör (Biczók, 1972).

Betongens kemiska struktur har betydelse för vilka ämnen som är aggressiva mot den, medan betongens permeabilitet är avgörande för den hastighet med vilken nedbrytningen sker. Ett undantag är dock angrepp som sker från ytan t.ex. syraangrepp, där permeabiliteten har en underordnad betydelse (Möller m.fl., 1982).

Ättiksyran angriper betongen genom att reagera med dess  $\text{Ca(OH)}_2$ . Det bildas ett kalciumacetat som är relativt lösligt (Biczók, 1972). När syra reagerar med betong bildas det också ett tunt lager av hydroxid ovanpå den opåverkade betongen. Detta lager fördröjer nedbrytningen av betongen, men kan inte förhindra den (Rombén, 1978).

Även utspädda lösningar med mindre än 5 % ättiksyra kan vid kontinuerlig exponering angripa betongen. Av de organiska syrorna är ättiksyran en av de syror som kraftigast angriper betongen (Biczók, 1972). En 0 - 30-procentig ättiksyralösning sönderdelar dock betongen långsamt (Möller m.fl., 1982). Om en betongyta utsätts under en dag för 0.1 molar ättiksyra (0.6 % ättika) kommer den att tränga ned ca 0.3 mm. Motsvarande värde för tio dagars exponering är ca 1 mm. Vid pH 3.08 löses  $\text{SiO}_2$  i betongen upp med ca 1.7 mm/år (Rombén, 1979).

Från försöken i Göteborg och Lund gick det ej att se att de hårdgjorda ytornas ytmaterial hade påverkats av ättika. De ytmaterial som ingick i försöket var gatsten, kantsten, betongplattor och asfalt.

Från ett möte med CPC Foods AB (saluför bl.a. Winborgs ättiksprit) fick vi information om att en anställd har i sin villaträdgård bekämpat ogräs mellan betongplattor med 12 % ättika under 10-års tid. Ogräset har punktbekämpats två till tre gånger per säsong utan att betongen synligt har påverkats (Lars Andersson, pers. medd., 1993).

En av de anställda på Renhållningsverket i Göteborg har bekämpat ogräs på sin villatomt i fem års tid med ättika utan att se att betongplattorna har påverkats (Olle Dahlin, pers. medd., 1993).

## 12.2 Påverkan på mark

### 12.2.1 Utlakning

Acetatjonen ( $\text{Ac}^-$ ) är ett kraftigt extraktionsmedel, som i marken löser ut näringsämnen och tungmetaller, vilka då transporteras nedåt i markprofilen (Lennart Torstensson, pers. medd., 1993). För planteringsjordar kan eventuellt uppstå problem med utlakning av näringsämnen (t.ex. K och Mg) från den översta markhorisonten. Det kommer troligen inte vara något större problem med utlakning av tungmetaller ur väl buffrande jordar d.v.s. karbonatrika marker (Torleif Bramryd, pers. medd., 1993).

Den rörlighet ättikan har i grus och sandbäddar kan jämföras med vattnets rörlighet i dessa kornstorleksfraktioner (Arne Andersson, pers.medd.,1993). Ogräsbekämpning på hårdgjorda ytor, som ligger på lättdränerat material t.ex. sand, utgör därför en stor risk för utlakning av ättika till djupare delar av marken.

De krafter som binder vattnet i en jord, och därmed påverkar dess rörlighet, är adsorptionskrafter och kapillära krafter. I marken kan vattnet också vara kemiskt bundet. Adsorptivt bundet vatten hålls fast med en kraft som avtar med ökande vattenhalt. I grus, sand och mo är den adsorberade vattenmängden mycket liten. Adsorptionskraften i en sandbädd är nästan försumbar. Ett mått på den kapillära kraftens storlek är vattnets kapillära stighöjd. Den kapillära stighöjden ökar med minskande kornstorleksfraktioner (Wiklander, 1976).

Jordens ledningsförmåga för vatten är som störst då porsystemet är helt vattenmättat d.v.s. vid jordens maximala vattenkapacitet (Eriksson, 1986). Vattenledningsförmågan är högre ju större kornstorleksfraktionen är.

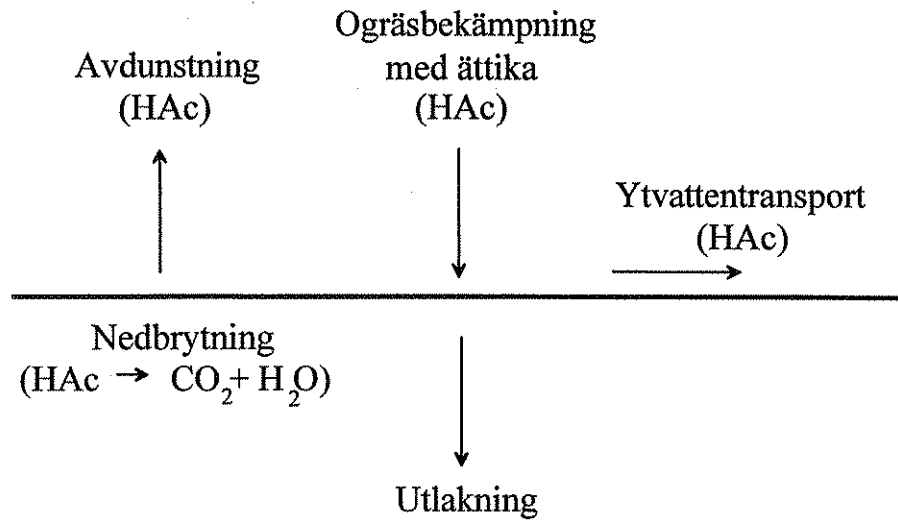
Risken för utlakning av ättika är alltså som störst i vattenmättade jordar med större kornstorlekar t.ex. grus och sand. Risken för utlakning är mindre i finkorniga jordar t.ex. lerjordar.

### 12.2.2 pH-värde

Det finns inga uppgifter på hur långvarig pH-sänkningen kommer att bli vid ogräsbekämpning med ättika, i de material som de hårdgjorda ytorna vilar på d.v.s. i sand- och grusbäddar. Den pH-sänkning som uppstår i torvjordar vid ogräsbekämpning med ättika är däremot endast kortvarig. Tillskottet av surgörande  $\text{H}^+$ -joner är begränsat till förhållandevis små ytor.

Mängden vätejoner från 0.9 liter 12 % fullständigt dissocierad ättiksyra är ca 70 gånger större, än den mängd vätejoner som faller ned med regnvattnet under ett normalår (se Bilaga 4). Vätejonkoncentrationen från ättikan på ytan kommer dock inte att bli så hög beroende på att syran relativt snabbt bryts ned till koldioxid och vatten (Figur 8). Det vill säga att pH-värdet kommer ej att sjunka så kraftigt. På den behandlade ytan kommer den verkliga mängden surgörande ättika genom avdunstning och ytvattentransport att ytterligare reduceras.

Ättika har till skillnad mot den sura nederbörden en buffrande förmåga. Det vill säga vid samma mängd vätejoner i ättika som i regnvatten kommer pH-värdet att vara lägre i regnvattnet.



Figur 8. Ättikans vägar i miljön efter ogräsbekämpning.

Jörgen Brücher (pers. medd., 1993) anser att ättikan kommer att neutraliseras i markprofilen. Detta har också visats i ett försök där 0.24 liter 24 % ättika per kvadratmeter användes. Jordens pH-värdet sjönk i en torvjord bestående av 85 % torv och 15 % sand från 7.3 till 5.6. Efter två dygn hade pH-värdet återgått till det ursprungliga värdet (Hansson, 1994). Det bör dock noteras att katjonbyteskapaciteten (CEC), d.v.s. jordens förmåga att buffra, är i torvjordar mycket hög, oftast över 100 me per 100 g jord (Wiklander, 1976). CEC är i sandjordar låg, vanligen under 10 me per 100 g jord. Vid bekämpning av ogräs som växer på sand- och grusbäddar med ättika, kommer därför pH-värdet att sjunka snabbare och till lägre nivåer än i mera buffrande jordar (Lennart Torstensson, pers. medd., 1993).

Ättika bryts ned aerobt och då bildas koldioxid och vatten. Koldioxiden kan sedan omvandlas till kolsyra. Dess försurande effekt i markmiljön är obetydlig (Arne Andersson, pers. medd., 1993). Kolsyrans  $pK_a$ -värde är 6.38.

Växtrötter tolererar vanligtvis stora skillnader i jordens eller en lösnings pH-värde. Det är endast när pH-värdet sjunker under 3, som rottillväxten förhindras. I pH-intervallet från 4 till 8 är pH-värdets effekt på rottillväxten i sig självt försumbart. Tillväxthämningar kan dock uppstå om det finns ett överskott på aluminium och mangan i löslig form (Craul, 1992). I mycket sura jordar (pH < 5) kan halten av Al<sup>3+</sup> och Mn<sup>2+</sup>, som löses ut vid ett sjunkande pH-värde i marken bli så hög att giftverkan kan uppstå på växterna (Wiklander, 1976).

Den mängd aluminium (Al) som kan lösas ut i lerjordar är större än i sand, bl.a. beroende på att kontaktytan i lerjordar är större. Det totala innehållet av Al är också högre i lerjordar (lera = aluminiumsilikater) (Torleif Bramryd, pers. medd., 1993). Organiskt material från substratet binder till viss del upp aluminium i en ej utbytbar form (Brady, 1984).

### 12.2.3 Mikroliv

Ättika klassas som ett lättnedbrytbart ämne. Det bryts relativt lätt ned av naturligt förekommande mikroorganismer (Kemikontoret, 1992).

En pH-sänkning kommer att störa mikroorganismer och komplexbildning. Om ättikan leder till ett för lågt pH-värde kommer även nitrifikationen att störas, d.v.s. nitrifikationsbakteriernas omvandling av ammoniakkväve till nitratkväve (optimum för nitrifikationen är pH 5 - 7). Kvävet kommer då att finnas i form av ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ), som ej är lika upptagbart av växter. Det krävs i så fall mykorrhiza för att omvandla ammoniumjonerna till växtupptagbart nitrat (Torleif Bramryd, pers. medd., 1993). Detta har betydelse i intilliggande planteringar.

Flera organiska syror har inhiberande effekt på nitrifikationen. Ett undantag är ättika, som ej hämmar nitrifikationen ens vid så höga halter som 833.3 mg/kg jord (Turtura m.fl., 1989). Om 3 dl 12 % ättika sprids ut på en kvadratmeter och om hela mängden tas upp av jorden, kommer koncentrationen i den översta decimetern i markprofilen att vara 189 mg ättika/kg jord. Nitrifikationen bör därför inte påverkas av den tillförda mängden ättika (se Bilaga 5).

### 12.2.4 Markstruktur

Markstrukturen (i sand och grus) under de hårdgjorda ytorna påverkas ej av ättika. Markstrukturen i intilliggande planteringsjordar kan däremot förstöras av ättika om den innehåller höga halter lera.

'Markstruktur betecknar det sätt på vilket markens primärmineral är inbördes lagrade och förenade med varandra'. Man skiljer mellan enkelkornstruktur och aggregatstruktur. I enkelkornstruktur är jordens primärpartiklar ej förenade med varandra till aggregat. Ett exempel på det är sandjord. Om halten av lerkolloider och humus är tillräckligt hög kan det bildas aggregat. De finkorniga jordarna har oftast mer eller mindre utpräglad aggregatstruktur (Wiklander, 1976).

Markstrukturen i lerjordar torde kunna påverkas av ättika (Torleif Bramryd, pers. medd., 1993). I jordar med enkelkornstruktur t.ex. sand kan följaktligen inte jordens aggregatstruktur påverkas p.g.a. att det inte finns någon.

## 12.3 Påverkan på luft

Det kan eventuellt uppstå lokala problem vid bekämpning med ättika i form av besvärande lukt av syran. Hela ättikans molekyl ( $\text{HAc}$ ) avdunstar till atmosfären. Detta ökade tryck på miljön av i atmosfären borttransporterade surgörande medel är försumbart (Torleif Bramryd, pers. medd., 1993).

Ju högre ångtryck ett ämne har desto flyktigare är det. Den koncentrerade ättikans (90 - 100 %) ångtryck är 1.5 kPa (se Tabell 1 i Bilaga 1). Ättikan räknas till de flyktiga ämnena. Om temperaturen höjs ökar ångtrycket och därmed ättikans flyktighet (Bäckström &

Reineskog, 1993). Ångorna från ättikan vid ogräsbekämpning känns därför extra besvärande vid varmt och soligt väder. Olika ämnens kokpunkt påverkar också gasavgången, ju högre ett ämnes kokpunkt är desto lägre blir den (Bäckström & Reineskog, 1993). Koncentrerad ättikas kokpunkt är 118 °C.

Vid fullständig nedbrytning av ättika bildas koldioxid och vatten. Om ättika framställd från petroleum används innebär det ett extra tillskott av koldioxid till atmosfären. Någon större drivhuseffekt p.g.a. koldioxidtillskottet är dock ej att räkna med. Om alla hårdgjorda ytor ogräsbekämpas i Göteborgs centrum kommer det att gå åt ca 10 ton 12 % ättika. Antar man att ättikan bryts ned fullständigt, kommer atmosfären få ett extra tillskott på 1.9 ton CO<sub>2</sub>. Det kan jämföras med en dieselbil som under ett år släpper ut ca 3.3 ton CO<sub>2</sub> per år (se Bilaga 6).

#### 12.4 Påverkan på vatten och vattenlevande organismer

I den gradering av akut giftighet på vattenlevande organismer, som används för bekämpningsmedel bedöms ättikans giftighet som måttlig. 'Ättikan kan, redan vid låga koncentrationer och vid kortvarig exponering, leda till dödlighet eller förgiftning av vattenlevande organismer'. Men ättikans akuta giftighet på vattenlevande organismer är måttlig i jämförelse med nu använda bekämpningsmedel. Det är endast större lokala utsläpp som kan utgöra en risk för de vattenlevande organismerna (Kemikontoret, 1992).

Torleif Bramryd (pers. medd., 1993) anser ej att det kommer att vara något problem med ättika i dagvatten eftersom ättikan kommer att spädas ut kraftigt. Vidare kommer den efterhand att brytas ner mikrobiellt vid tillgång på syre. Avdunstning till atmosfären minskar också den mängd ättika som kan komma ut i dagvatten.

Ättikans akuta giftighet på testfiskarna *Lepomis macrochirus* (blågälad solabborre) och *Pimephales promelas* (amerikansk elritsa) är måttlig. Denna studie av den akuta giftigheten omfattar 96 h, vilket är den normala tiden för testen. Görs bedömning av den akuta giftigheten med samma gradering som vid 96 h testen efter 24 h, bedöms den vara låg för *Gambusia affinis* (moskitfisk) och *Semolitus atromaculatus* (färnaart).

Den akuta giftigheten för ättika är måttlig på *Daphnia* (vattenloppa) och *Artemia salina* (branchiopod = kräftdjur) (se Tabell 3 och 4 i Bilaga 1).

#### 12.5 Påverkan på omgivande vegetation

Erfarenheter från olika ogräsbekämpningsförsök på hårdgjorda ytor med ättika tyder på att syran inte har någon större påverkan på omgivande vegetation.

I de försök som gjordes med Renhållningsverken i Lunds och Göteborgs kommun gick det ej att påvisa att den omgivande vegetationen hade påverkats av ättikan. Inte heller i Sala kommun har det gått att se att den omgivande vegetationen påverkats vid bekämpning av ogräs med 12 % ättika (Tommy Larsson, pers. medd., 1993).

Det har i ett laboratorieförsök konstaterats att ättikan har gasverkan på vitgröe. I obehandlade lådor med vitgröe (*Poa annua*) vissnade bladskivornas toppar ned på ett avstånd av ca 0.5 m



från de behandlade lådorna (Hansson, 1994). Ångor från ett plank, tillverkat av ett kärl som användes i ättiksyraframställning, dödade vegetationen (ogräs, gran, taxus) på tre till fyra meters avstånd (Tomas Andersson, pers. medd., 1993).

I den översta delen av jordprofilen finns växtens finrötter (liten diameter). Dessa icke förvedade finrötter är viktiga för växtens närings- och vattenupptag (Craul, 1992). Därför är det viktigt att ej utsätta omgivande vegetations rötter för höga halter av ättika. Tidigare försök har visat att ättika kan hämma tillväxten av kornplantors rötter och även hämma frön från att gro (Lynch, 1980).

## 12.6 Bioackumulering

Det finns ingen risk för upplagring av ättika i levande organismer. BCF-värdet för ättika är på fisk lägre än 10 (se Tabell 3 i Bilaga 1). Vid detta värde föreligger det ej någon risk för bioackumulering (upplagring i en organism). Ämnen med BCF-värden över 100 anses vara bioackumulerbara (Kemikalieinspektionen, 1993a).

Ett värde som beskriver ett ämnes bioackumulation i vattenmiljö är fördelningskoefficienten *n*-oktanol/vatten. Den betecknas med  $\log P_{ow}$  (alternativ  $\log K_{ow}$ ). Koefficienten anger förhållandet mellan ämnets koncentration i oktanolfasen och dess koncentration i vattenfasen vid jämvikt. Om ett ämne har  $\log P_{ow}$ -värde  $> 3$  anses det vara bioackumulerbart. Värden över 5 anger att ämnet är mycket bioackumulerbart. 'Om  $\log P_{ow} < 3$  är risken för bioackumulering låg' (Bäckström & Reineskog, 1993). För ättika är  $\log P_{ow}$ -värdet  $-0.31/-0.17$  d.v.s. det finns ingen risk för bioackumulering i vattenmiljö (Kemikontoret, 1992) (se Tabell 1 i Bilaga 1).

## 12.7 Påverkan på användaren

Det bör ej vara några hälsomässiga problem för användaren om han eller hon vid behov och besvär använder sig av lämplig skyddsutrustning vid exponering för ättika. Den 12-procentiga koncentration av ättika som har använts i försöken på hårdgjorda ytor klassas som irriterande för ögon och hud. Denna klassificering gäller koncentrationer från 10 % till 25 % (se Tabell 2 i Bilaga 1).

### 12.7.1 Hud

En uppgift som huden har är att skydda kroppen mot främmande kemikalier. Detta skydd fungerar bra när det gäller vattenlösliga kemikalier (Birgerson m.fl., 1991). Men trots att ättiksyra är ett exempel på en vattenlöslig kemikalie (Kemikontoret, 1992), kan syran i koncentrerad form öka kroppens upptag av ett ämne på grund av att syran ger skador på huden i form av frätskador (Birgerson m.fl., 1991). Ättiksyra med 10 % har vid hudirritationstest bedömts vara lätt hudirriterande (Arbetsmiljöinstitutet, 1988).

### 12.7.2 Ögon

Ättiksyraångor kan irritera ögonen och är i koncentrerad vätskeform mycket frätande på ögonen (Birgerson m.fl., 1991). Koncentrationer på 25 ppm har angetts som irriterande för ögon (Arbetsmiljöinstitutet, 1988). Stänk i ögonen av (90 - 100 %) ättiksyra ger intensiv smärta och frätsår. Risken är stor för bestående synskada. Vid stänk av ättika i ögonen är det viktigt att genast skölja med vatten i minst 15 minuter. Uppsök ögonläkare så snabbt som möjligt. Använd skyddsglasögon vid risk för stänk (Kemikontoret, 1989).

### 12.7.3 Inandning

Vattenlösliga molekyler fångas normalt upp i näsans eller svalgets slem. Nervceller kan känna om något främmande ämne har löst sig i slemmet, t.ex. på grund av förändrat pH, vilket kan leda till nysningar och hosta. Vattenlösliga föreningar är därför kraftigt irriterande och retningar gör att man normalt inte kan andas in farliga mängder. Vid höga koncentrationer i luften hinner inte allt att lösa sig i näsan och i svaljet. Föreningarna kan därför tränga ned djupare i luftvägarna än vad de annars gjort. Inandningen av stora mängder kan därför orsaka svåra skador. (Birgerson m.fl., 1991).

Ångor från ättika kan ge sveda i näsa och svalg, hosta och heshet. Vid höga halter finns det risk för vätskeutjutning i lungorna (lungödem). Långvarig och upprepad kontakt med ättiksyraångor kan ge inflammation i näsa och hals, kronisk luftkatarr och frätskador på tänderna. Om Arbetarskyddsstyrelsens hygieniska gränsvärden för ättika följs så bör ovanstående symptom ej uppstå. Ett hygieniskt gränsvärde är den högsta godtagbara genomsnittshalt av ett ämne i inandningsluften. Gränsvärde för exponering under en hel arbetsdag, nivågränsvärde, är för ättiksyra 5 ppm (= 13 mg/m<sup>3</sup>). Takgränsvärdet, d.v.s. det hygieniska gränsvärde för exponering under en period av 15 minuter, är för ättiksyra 10 ppm (= 25 mg/m<sup>3</sup>) (Arbetarskyddsstyrelsen, 1990). Koncentrationer på 25 ppm har angetts som irriterande för näsa (Arbetsmiljöinstitutet, 1988). Vid besvär använd helmask med gasfilter A (brun) eller andningsapparat (Kemikontoret, 1989).

### 12.7.4 I kroppen

Främmande föreningar som tas upp av kroppen är oftast relativt olösliga i vatten. De metaboliska reaktionerna har som mål att öka vattenlösligheten av dessa ämnen. Vissa reaktioner leder fram till att karboxylsyror bildas, som sedan kan utsöndras som sådan eller som konjugat (Birgerson m.fl., 1991).

Acetatjonen (CH<sub>3</sub>COO<sup>-</sup>) är en normalt förekommande metabolit vid kolhydratnedbrytning och fettsyresyntes (Arbetsmiljöinstitutet, 1988). Då fettsyror förbräns bildas CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O samt ATP. Ättikans akuta giftighet vid oralt upptag är måttlig (Kemikalieinspektionen, 1993a), föga giftigt (Birgerson m.fl., 1991) och har LD<sub>50</sub>-värde på 3310 mg/kg kroppsvikt för råttor och 4960 mg/kg kroppsvikt för möss (Kemikontoret, 1992). Vid försök med bananflugor har ättiksyra inte gett upphov till någon mutation eller kromosomal rekombination (Arbetsmiljöinstitutet, 1988).

### *12.7.5 Erfarenheter från yrkesmässig exponering*

En studie visade att 5 arbetare som under 7 - 12 års tid utsatts för 26 - 76 ppm ättiksyra med enstaka toppar på upptill 200 ppm hade fått påverkan på hud (hyperkeratos), konjunktivit, bronkit och tanderosion. I en annan rapport angavs att exponering under en tjugoförårsperiod för 10 ppm ättiksyra inte gav upphov till några förgiftningssymptom (Arbetsmiljöinstitutet, 1988).

## 13 DISKUSSION DEL II

Av de hårdgjorda ytorna är det i princip endast betong som påverkas av ogräsbekämpning med ättika. Vid de mängder och koncentrationer som har använts vid ogräsbekämpning har det inte gått att påvisa i litteratur eller vid försök, att syran har någon större påverkan på betongmaterial. Ättika som ogräsbekämpningsmedel är inte någon aggressivare metod för de hårdgjorda ytorna, än andra metoder t.ex. ogräsborstning som kan vara mycket aggressiv mot asfaltytor.

Acetatjonen är ett kraftigt extraktionsmedel, d.v.s. dess förmåga att lösa ut näringsämnen och tungmetaller är stor i marken. Det är svårt att säga hur omfattande utlakningen kommer att bli vid ogräsbekämpning med ättika, på grund av att det finns flera olika faktorer som reducerar den mängd acetatjoner som kan extrahera ut ovan nämnda ämnen ur marken. De processer och faktorer som reducerar mängden acetatjoner (även ättika) från ogräsbekämpning i marken och därmed höjer dess pH-värde är: nedbrytning, avdunstning och ytvattentransport av syran.

Den pH-sänkning som uppstår i torvjordar vid ogräsbekämpning med ättika är endast kortvarig. Det finns däremot inga uppgifter på hur långvarig pH-sänkningen kommer att bli vid ogräsbekämpning med ättika, i de material som de hårdgjorda ytorna vilar på. Undersökningar behövs därför, som visar på hur pH-värdet förändras i sand och grusbäddar efter bekämpning med ättika.

Lågt pH-värde kan i sig självt leda till att tungmetaller övergår i löslig form. Förhöjda halter av tungmetaller och felaktig näringsbalans kan leda till att växters utveckling och mikroorganismer hämmas. Ogynnsamma växtförhållanden i de markbäddar som de hårdgjorda ytorna ligger på är dock inget större problem p.g.a. att man oftast inte vill att växter skall etablera sig där.

Risken för utlakning av ättika är som störst i grus och sand d.v.s. i de material som de hårdgjorda ytorna vilar på. Är sand- och grusbäddarna vattenmättade kommer utlakningen av ättika till djupare delar av marken att bli stor. Det är därför viktigt att undvika ogräsbekämpning på hårdgjorda ytor med ättika då marken är vattenmättad och i samband med regn.

Vid fullständig nedbrytning bryts ättika ned till koldioxid och vatten. Koldioxidtillskottet till atmosfären har inte någon praktisk påverkan på miljön vid de mängder av koldioxid som bildas från ogräsbekämpningen med ättika. Ättika är ett lättnedbrytbart ämne av i marken naturligt förekommande mikroorganismer, men i sand- och grusbäddar är den mikrobiologiska aktiviteten låg. Frågan är om ättika även här kan räknas till de lättnedbrytbara ämnena.

Ättikans påverkan på testfiskar är måttlig, vilket är positivt. Men idag finns det godkända kemiska bekämpningsmedel som har lägre akut giftighet på fiskar, vilket talar för de senare bekämpningsmedlen.

Det är svårt att tolka risken för ögon, näsa, hals och lungor vid användningen av ättika som ogräsbekämpningsmedel p.g.a. att det ej finns uppgifter på vilken halt av ämnet som finns i inandningsluften. Det krävs därför mätningar av inandningsluften vid ogräsbekämpningen. Det finns däremot uppgifter på hur olika koncentrationer av ättika påverkar huden vid direkt hudkontakt med syran.

Vid ogräsbekämpning är det ur arbetsmiljösynpunkt bättre att koncentrationen av ättika i sprutvätskan är så låg som möjligt. En alltför låg koncentration ger dock ingen ogräsbekämpningseffekt. Det är dock möjligt att få bra ogräseffekt vid koncentrationer på 6 % (Hansson, 1994).

## DEL III

# Seminarium: Ättika som ogräsbekämpningsmedel på hårdgjorda ytor - Miljökonsekvenser och arbetsmiljö

14 PM SEMINARIUM "ÄTTIKA SOM OGRÄSBEKÄMPNINGSMEDEL PÅ HÅRDGJORDA YTOR - MILJÖKONSEKVENSER OCH ARBETSMILJÖ" 21:A APRIL 1994

Avdelningen för park- och trädgårdsteknik i Alnarp har i två projekt under 1993 undersökt möjligheten att bekämpa ogräs på hårdgjorda ytor med ättika. Det första projektet, som finansierades av Perstorp Specialkemi Formox, redovisas i rapporten "Ättika och Foraform (ammoniumtetraformiat) för ogräsbekämpning", rapport nr 179, Institutionen för lantbruksteknik. Det andra projektet finns redovisat i del I och II i den här rapporten.

De viktigaste synpunkterna som framkom under seminariet presenteras nedan.

### 14.1 Kemikalieinspektionen

Per-Håkan Wistrand från enheten för bekämpningsmedel vid Kemikalieinspektionen inledde diskussionen med frågan: - Är ättika ett kemiskt bekämpningsmedel? Ättika är en kemikalie, en kemisk produkt, oavsett om den är framställd i en biologisk eller kemisk process. Används ättikan som ett bekämpningsmedel så blir den naturligtvis ett kemiskt bekämpningsmedel.

Men enligt förordningen (1985:836) om bekämpningsmedel så är ett kemiskt bekämpningsmedel en kemisk produkt som är avsedd för bekämpning. Andra kemiska produkter som huvudsakligen begagnas för annat ändamål anses inte som bekämpningsmedel, om inte de genom särskild benämning eller på annat sätt anges vara avsedda som bekämpningsmedel.

En allmänkemikalie som säljs för andra ändamål kan därför ej anses som ett bekämpningsmedel. Detta kan vara tillämpligt på ättika som används för bekämpning i liten skala t.ex. i hemträdgårdar, men om kommuner använder ättika för bekämpning i större utsträckning blir det förr eller senare fråga om ett lagbrott eftersom man då hanterar så stora kvantiteter att det blir uppenbart att ättikan säljs för bekämpning.

När exakt överträdelsen inträffar är svårt att avgöra, men syftet med förordningen är inte att ersätta väl undersökta bekämpningsmedel med allmänkemikalier vars effekter på brukare och miljö är mer eller mindre okända.

På en fråga från Gunnar Grankvist, Perstorp AB, om hur ättika skulle bedömas enligt utbytesregeln i paragraf 5 LKP (Lagen (1985:426) om kemiska produkter), dvs regeln som säger att det medel som är "minst farligt" ska användas, svarade Per-Håkan Wistrand att det

inte går att säga ännu eftersom mer information behövs. Det bästa vore om en regelrätt prövning av ättika som bekämpningsmedel gjordes, och att ättika klassades som ett sådant. Ättika skulle då jämföras med glyfosatpreparat som tillsammans med glufosinatammonium är de enda tillåtna aktiva substanserna för ogräsbekämpning på hårdgjorda ytor idag. Ett utkast till jämförelse mellan ättika och glyfosatpreparat presenteras i bilaga 7. Frågetecknen i tabellerna visar uppgifter som saknas eller är ofullständiga.

## 14.2 Arbetarskyddsstyrelsen

Maria Dalin Cronholm som arbetar med bekämpningsmedels kemiska hälsorisker vid Arbetarskyddsstyrelsen anser att det är en vanföreställning att kemiska bekämpningsmedel generellt sett är farligare än allmänkemikalier. För kemiska bekämpningsmedel finns en omfattande dokumentation som krävs in vid ansökan om godkännande. Det innebär att man har en ganska klar uppfattning om risker med medlet för människor och miljö. Man kan därför se vilka medel som är riskfyllda och vilka som är "snällare". För allmänkemikalier finns inte motsvarande dokumentation.

Med de spridningsmetoder som har använts vid försöken skulle Arbetarskyddsstyrelsen kräva användning av handskar, skyddskläder och kanske även andningsmask. Det behövs studier av hur stor exponeringen för ättika är vid bekämpningstillfället, troligtvis kan gasmängden bli stor vid bekämpning i varmt och vindstilla väder.

Ur arbetsmiljösynpunkt, med de metoder för spridning som använts i försöken, så är bekämpning med ättika sämre än bekämpning med glyfosatpreparat.

Om ättika används i stor skala för bekämpning så kommer Arbetarskyddsstyrelsen att kräva att ättika registreras som bekämpningsmedel.

## 14.3 Naturvårdsverket

Krister Ljungström från Naturvårdsverket:

Många kommuner har principbeslut på att kemiska bekämpningsmedel inte får användas. Detta gör att man endast får använda fysikaliska metoder. Dessa är dock inte alltid konkurrenskraftiga ur ekonomisk synvinkel och därför söker kommunerna alternativ. Men det är ju inte bra om dåligt dokumenterade kemiska medel används i stället för de väldokumenterade registrerade bekämpningsmedlen.

När det gäller påverkan på miljön bör man i första hand studera fysikaliska metoder i jämförelse med kemiska. Bekämpning med ättika bör jämföras med de kemiska bekämpningsmedel som används till ogräsbekämpning idag, främst glyfosatpreparat. Ättika bör undersökas mycket noga om det ska användas som bekämpningsmedel.

Ett problem kan vara pH-värdets återhämtning i marken under de grus- och sandbäddar som finns i hårdgjorda ytor.

Man behöver veta vilka mängder som ska spridas, med vilken intensitet och med vilka metoder för att kunna bedöma påverkan på miljön. Man behöver också känna till de långsiktiga effekterna; hur många års användning påverkar miljön. Från Naturvårdsverket anser man att icke kemiska bekämpningsmetoder ska prioriteras eftersom den totala exponeringen för kemikalier är mycket hög i dagens samhälle.

#### 14.4 Kommunernas förbud mot kemiska bekämpningsmedel

Cirka 70% av Sveriges kommuner har ett förbud mot användning av kemiska bekämpningsmedel på hårdgjorda ytor. Dessa är politiskt fattade beslut som ofta leder till att det är svårt att bibehålla samma skötselstandard som tidigare inom de tilldelade ekonomiska ramarna. Intresset för ättika som bekämpningsmedel kommer ur letandet efter alternativa metoder till kemisk bekämpning. Krister Ljungström från Naturvårdsverket, Per-Håkan Wistrand från Kemikalieinspektionen och Maria Dalin Cronholm från Arbetarskyddsstyrelsen tycker alla att detta förbud är bra i sin andemening men i praktiken är det kanske bättre att arbeta på längre sikt och börja med att försöka minimera användningen av kemiska preparat t.ex. genom förebyggande åtgärder mot ogräs och genom förbättrad appliceringsteknik. Olika bekämpningsmetoder måste studeras ur många olika aspekter för att kunna avgöra vilken som är bäst för användarna och för miljön.

Håkan Schroeder, Lantbruksteknik, påpekade att det inte finns några bra utvärderingsmetoder idag, men ser det som ett viktigt forskningsområde. Vid institutionen för lantbruksteknik planeras tillsammans med Movium ett projekt inom detta område under 1994.

Det behövs en öppen dialog mellan de politiker som fattar besluten om förbud mot kemisk bekämpning och de tjänstemän som ska genomföra besluten i praktiken. Krister Ljungström påpekar att ett ökat samarbete behövs också mellan miljö- och hälsoskyddsförvaltning och gatukontor. Både beslutsfattare och allmänhet behöver mer information kring de bekämpningsmetoder som finns och deras effekt på miljön. Kanske kan man då komma fram till en bättre förståelse för problemen och finna hållbara lösningar.

Enligt Per-Håkan Wistrand håller Kemikalieinspektionen på att utarbeta en informationsskrift för kommuner om kemiska bekämpningsmedel "Råd och tips - Tillsyn av försäljning av bekämpningsmedel". I denna skrift kommer även användning av allmänkemikalier att tas upp.

#### 14.5 Avslutande diskussion

Per-Håkan Wistrand från Kemikalieinspektionen rekommenderar kommunerna att inte använda ättika nu, eftersom det inte finns tillräckligt mycket information om effekterna på användare och miljö. Lösningen vore att ansöka om registrering av ättika som bekämpningsmedel, så att en riktig prövning fick visa om det är bättre än de nu använda glyfosatpreparaten. Denna ansökan ska lämnas in av tillverkaren eller av säljaren.

Kenneth Ausfelt från Perstorp AB tycker att detta inte är någon lösning så länge som så många kommuner har förbud mot användning av kemiska bekämpningsmedel. Om ättika blir registrerat skulle det ju upphöra att vara ett alternativ till kemisk bekämpning. Majlis



Lindeberg ser också ett problem med kundattityder till att registrera ett livsmedel som kemiskt bekämpningsmedel.

Maria Dalin Cronholm från Arbetarskyddsstyrelsen påpekar att från Arbetarskyddsstyrelsen är man inte alls främmande för att lämna in en åtalsprövning, med stöd av 20§ Lagen om kemiska produkter, om användningen av ättika ökar bland kommunerna.

Hans Silborn från Svenska Kommunförbundet ser ingen anledning att fortsätta försöken om ingen ättikstillverkare är beredd att ansöka om registrering av ättika som bekämpningsmedel.

Nils-Erik Persson från Banverket ser sig tvungen att stoppa all användning av ättika tills de här frågorna blir utredda. Han föreslår att Banverket, Vägverket, Svenska kommunförbundet och Perstorp AB tillsammans arbetar vidare för att ta fram ett underlag för en ev. ansökan om registrering. Från Perstorp AB ställer man sig positiva till att ta fram fler fakta om ättika. Även Hans Silborn från Svenska Kommunförbundet ställer sig positiv till detta förslag.

## 15 DISKUSSION DEL III

Idag kan användningen av ättika som ogräsbekämpningsmedel i princip ses som förbjuden när den sker yrkesmässigt. Detta eftersom försäljning och hantering av ättika för bekämpnings-syfte enligt förordningen (1985:836) om bekämpningsmedel är förbjudet. Det är inte heller ur arbetsmiljösynpunkt lämpligt att bekämpa med icke registrerade kemiska medel som saknar skyddsföreskrifter, och vars effekter på brukare och miljö är mer eller mindre okända.

Lösningen på detta vore naturligtvis att registrera ättika som kemiskt bekämpningsmedel. Där föreligger dock några problem. Att registrera ett kemiskt bekämpningsmedel medför en hel del kostnader, dessa står det företag som registrerar medlet för. Detta kan förefalla logiskt när det gäller en kemikalie som ett företag kan skydda genom t.ex. patent, men när det gäller en känd och sedan länge använd kemikalie som ättika så skulle alla som tillverkar ättika kunna sälja den som bekämpningsmedel. Detta skulle kunna medföra att det finns möjliga bekämpningsmedel som är bättre än de nu använda men det saknas ekonomiska incitament för att få dessa registrerade.

Ett annat problem är att många kommuner har principbeslut på att kemiska bekämpningsmedel inte får användas på hårdgjorda ytor. Dessa är politiskt fattade beslut som ofta leder till att det är svårt att bibehålla samma skötselstandard som tidigare inom de tilldelade ekonomiska ramarna. Detta ger ett sökande efter andra medel att bekämpa med, t.ex. allmänkemikalier som ättika. Eftersom dessa ämnen inte är registrerade som kemiska ogräsbekämpningsmedel ses de som alternativ. Med ökande krav på lägre skötselkostnader och fortsatta krav på låg kemikalieanvändning kommer sökandet efter dessa "alternativa" metoder att fortsätta.

Det behövs en ökad dialog mellan de politiker som fattar besluten om förbud mot kemisk bekämpning och de tjänstemän som ska genomföra besluten i praktiken så att förståelsen ökar för vad besluten medför i ökade kostnader eller sänkt skötselstandard. Det behövs också en helhetssyn på olika bekämpningsmetoders totala effekter.

Det finns dock en brist på utvärderingsmetoder för att jämföra olika bekämpningsmetoder ur alla olika aspekter. Det krävs utvärderingsmodeller där påverkan på användare och miljö, på kort och lång sikt, beskrivs så att olika ogräsbekämpningsmetoder blir jämförbara inte bara ur ekonomisk synvinkel.

## 16 ORDLISTA

BCF	'Anger kvoten mellan koncentrationen av ämnet i hela organismen och koncentrationen i det omgivande mediet som vanligen är vatten. Ämnen med BCF-värden över 100 brukar betraktas som bioackumulerbara.' (Kemikalieinspektionen, 1993a).
BOD <sub>5</sub>	'Biological Oxygen Demand; den experimentellt bestämda syreförbrukningen efter 5 dagars biologisk nedbrytning' (Bäckström & Reineskog, 1993).
Bronkit	Inflammation i bronkernas slemhinna.
Dissociationskonstanter	$K_a$ och $pK_a$ , $pK_a (= -\lg K_a)$ . Även kallad syrakonstant. Ett mått på en syras förmåga att avge vätejoner. Ju lägre $pK_a$ -värde desto starkare syra (Bäckström & Reineskog, 1993).
EC <sub>50</sub>	'Effective Concentration. EC <sub>50</sub> är ett mått på ett ämnes giftighet främst för vattenlevande organismer. EC <sub>50</sub> -värdet anger vid vilken koncentration 50 % av försöksdjuren dör (LC <sub>50</sub> ), slutar röra sig eller förändrar levnadsmönstret på annat sätt.' (Kemikalieinspektionen, 1993a).
Hyperkeratos	Lokalt ökad hornbildning i huden.
IC <sub>LO/7d</sub>	Visar den lägsta koncentration vid vilken tillväxthämning kan observeras under sju dagars exponering (Bäckström & Reineskog, 1993).
Konjunktivit	Inflammation i ögats bindehinna.
Kutikula	Skikt av kutin (vaxliknande blandning av högpolymeriserade fettsyror) på epidermis ovasida (Elowson, 1984).
LC <sub>50/xh</sub>	LC <sub>50/xh</sub> används som ett mått på ett ämnes akuta toxicitet för bl.a. fisk. Värdet anger en koncentration som efter x timmars (h) exponering resulterar i en 50-procentig dödlighet. (Bäckström & Reineskog, 1993).
LD <sub>50/p.o.</sub>	'Lethal Dose. LD <sub>50</sub> är ett mått på ett ämnes giftighet som anger vid vilken dos 50 % av försöksdjuren dör. LD <sub>50</sub> uttrycks vanligen i mg/kg kroppsvikt' (Kemikalieinspektionen, 1993a). Förkortningen p.o. anger att upptaget är oralt.

## Ångtryck

'Det tryck som råder över ett ämne när dess mättade ånga står i jämvikt med ämnet självt i fast eller flytande form' (Bäckström & Reineskog, 1993).

## 17 ARTLISTA

<i>Artemia salina</i>	branchiopod (kräftdjur)
<i>Daphnia</i>	vattenloppa
<i>Entosiphon sulcatum</i>	ciliat (protozo)
<i>Gambusia affinis</i>	moskit fisk
<i>Lepomis macrochirus</i>	blågälad solabborre
<i>Microcystis aeruginosa</i>	blågrön alg
<i>Pinephales promelas</i>	amerikansk elritsa
<i>Scenedesmus sp.</i>	grönalg
<i>Semolitus atromaculatus</i>	färnaart

## 18 REFERENSER

**Litteratur:**

- Anonym. (1993) Roundup. Monsanto Scandinavia AB Malmö. Adress: Norra Neptunigatan 3, 221 18 Malmö.
- Arbetskyddsstyrelsen. (1990) Hygieniska gränsvärden. Arbetskyddsstyrelsens författningssamling. AFS 1990:13. Stockholm.
- Arbetsmiljöinstitutet. (1988) Vetenskapligt underlag för hygieniska gränsvärden. Ättiksyra. Arbete och hälsa 1988:31 (9).
- Ascard, J. (1993) Dose-response models for flame weeding in relation to plant size and density. Weed Research.
- Biczók, I. (1972) Concrete corrosion concrete protection. Eighth edition. Akadémiai kiadó, Budapest.
- Birgerson, B., Sterner, O. & Zimerson, E. (1991) Kemiska hälsorisker. Toxologi i kemiskt perspektiv. Stockholm.
- Brady, N. C. (1984) The Nature and Properties of Soils. Ninth edition. Macmillan Publishing Company. New York.
- Bäckström, J. & Reineskog, M. (1993) Vägledning till miljöfarlighetsbedömning. Kemikontoret. Stockholm.
- Cobham, R. (1990) Amenity Landscape Management. A resources handbook. London.
- Craul, P. J. (1992) Urban soil in landscape design. Faculty of Forestry. State University of New York.
- DeVleeschauwer, D. Verdonck, O. & Van Assche, P. (1981) Phytotoxicity of Refuse Compost. BioCycle January/February, 44 - 46.
- Elowson, S. (1984) Växtanatomi. Kompendium för Jägmästarlinjen. Avd. för Skoglig Ekofysik. Inst. för Ekologi och Miljövård. Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Eriksson, J. (1986) Laborationskompendium i marklära för agr. och hort. stud. Avdelningen för marklära. Institutionen för markvetenskap. Sveriges lantbruksuniversitet. Uppsala.
- Handbook of chemistry and physics. (1973) 53<sup>RD</sup> Edition. 1972 - 1973.
- Hansson, D. (1994) Ättika och Foraform (Ammoniumtetraformiat) för ogräsbekämpning. Institutionen för lantbruksteknik. Rapport 179. Alnarp.
- Hansson, S. & Schroeder, H. (1994) Utvärdering av ogräsbekämpning utan kemiska bekämpningsmedel vid Göteborgs kyrkogårdsförvaltning. Rapport under publicering.
- Harper, S.H.T. & Lynch, J.M. (1982) The role of water-soluble components in phytotoxicity from decomposing straw. Plant and Soil 65, 11 - 17.
- Kemikalieinspektionen. (1993a) Kemikalieinspektionens ämnesblad. Bekämpningsmedel. Faktablad för verksamma bekämpningsmedel avsedda för jordbruk och trädgårdsnäring m.m. Solna.
- Kemikalieinspektionen. (1993b) Kemikalieinspektionens ämneslista 1993-03-10. Solna.
- Kemikontoret. (1989) Ättiksyra 90 - 100%. Skyddsblad nr 39. Stockholm.
- Kemikontoret. (1992) Ättiksyra 90 - 100%. Miljöskyddsblad nr 39. Stockholm.
- Larsson, S. (1993) Miljökonsekvensbeskrivning av termiska ogräsbekämpningsmetoder för hårdgjorda ytor - en jämförelse mellan flamning med gasol och frysning med flytande kväve och kolsyresnö. Sveriges lantbruksuniversitet. Inst. för lantbruksteknik. Rapport 168. Uppsala.
- Lehninger, A.L. (1982) Principles of Biochemistry. New York: Wort Publishers, Inc.
- Lynch, J.M. (1980) Effects of organic acids on the germination of seeds and growth of seedlings. Plant, Cell and Environment, 3, 255 - 259.

- Möller, M., Petersons, N. & Samuelsson, P. (1982) *Betonghandbok*. Material. Svensk byggtjänst. Stockholm.
- Rombèn, L. (1978) Aspects on testing methods for acid attack on concrete. CBI research. Fo 1:78. Stockholm.
- Rombèn, L. (1979) Aspects on testing methods for acid attacks on concrete - further experiments. CBI research. Fo 9:79. Stockholm.
- Solomons, T.W.G. (1988) *Organic Chemistry*. Forth Edition. University of South Florida. USA.
- Turtura, G.C., Massa, S. & Casalicchio, G. (1989) Levels of some free acids in soils and effects of their addition on nitrification. *Zentralbl. Mikrobiol.* 144, 173 - 179.
- Wiklander, L. (1976) *Marklära*. Lantbrukshögskolan, Uppsala.
- Åberg, B. (1974) *Herbicidens fysiologiska verkningssätt*. Växtfysiologiska institutionen, Lantbrukshögskolan.

**Följande personer har bidragit med värdefull information och/eller hjälpt till med försöket:**

- Andersson Arne. AgrD, prof. i marklära. Avd. för marklära och ekokemi. Box 7014, 750 07 Uppsala. Tel. 018/ 67 10 00.
- Andersson Karl. Miljö- och hälsoskyddsinspektör. Göteborgs stad Miljö och hälsoskydd. Box 360, 401 25 Göteborg. Tel. 031/ 61 26 10.
- Andersson Lars. Laboratoriechef. CPC Foods AB. Box 2126, 291 02 Kristianstad. Tel. 044/ 18 70 00.
- Andersson Tomas. Livsmedelskemist. Salubrin/Druvan AB. Järväggsgatan 3, Box 51, 241 21 Eslöv. Tel. 0413/ 160 40.
- Bramryd Torleif. Forskare. Växtekologiska avd. Lunds universitet. Ekologihuset. Helgonavägen 5, 223 62 Lund. Tel. 046/ 10 92 93.
- Brücher Jörgen. Kemist. Avd. för vattenvårdslära. Box 7072, 750 07 Uppsala. Tel. 018/ 67 10 00.
- Dahlin Cronholm Maria. Arbetarskyddsstyrelsen. 171 84 Solna. Tel. 08/ 730 90 00.
- Dahlin Olle. Arbetsledare. Göteborgs stad Renhållningsverk. Box 312, 401 25 Göteborg. Tel 010/ 208 73 56.
- Due Leo. UteTjänst i Bjuv. 042/ 789 80.
- Ekholm Bengt. Bitr. driftingenjör. Göteborgs stad Renhållningsverk. Box 312, 401 25 Göteborg. Tel 031/ 62 89 23.
- Englund Jan-Erik. Avd. för statistik och matematik. Box 35, 230 53 Alnarp. Tel. 040/ 41 50 00
- Gustafsson Leif. Renhållningsarbetare. Lunds Renhållningsverk. Traktorvägen 16, 226 60 Lund. Tel. 010/ 667 20 38.
- Högsten Kent. Göteborgs stad Renhållningsverk. Box 312, 401 25 Göteborg. Tel 031/ 62 89 71.
- Jenssen Stig. Gatukontoret parkavd., 264 00 Klippan. Tel 0435/ 282 43
- Larsson Tommy. Arbetsledare. Sala kommun.
- Ljungström Krister. Statens Naturvårdsverk. 171 88 Solna. Tel. 08/ 799 10 00.
- Mathiesen Dag. Miljö- och hälsoskyddsinspektör. Göteborgs stad Miljö och hälsoskydd. Box 360, 401 25 Göteborg. Tel. 031/ 61 26 44.
- Reineskog Mikael. Kemikontoret. Box 5501, 114 85 Stockholm. Tel. 08/ 783 80 00.
- Silborn Hans. Svenska kommunförbundet. 118 82 Stockholm. Tel. 08/ 772 41 00.
- Svennerlund Stig. Planeringsingenjör. Göteborgs stad Renhållningsverk. Box 312, 401 25 Göteborg. Tel 031/ 62 89 18.

Svensson Lars-Åke. Lunds Renhållningsverk. Traktorvägen 16, 226 60 Lund.

Tel. 046/ 35 53 85.

Svensson Torbjörn. Produkt Manager. CPC Foods AB. Box 2126, 291 02 Kristianstad. Tel.

044/18 70 00.

Torstensson Lennart. AgrD, doc. i mikrobiologi. Inst. för mikrobiologi. Box 7025 Uppsala

Tel. 018/ 67 10 00.

Åström Leif. Arbetsledare. Göteborgs stad Renhållningsverk. Box 312, 401 25 Göteborg.

Tel. 010/ 208 73 44.

## 19 BILAGOR

## 19.1 Bilaga 1. Datauppgifter om ättika

Tabell 1. Fysikaliska, kemiska och biologiska data för koncentrerad ättika<sup>1)</sup>

Koncentrerad ättika			
Formel	CH <sub>3</sub> COOH	Densitet (g/cm <sup>3</sup> )	1.05
Kokpunkt (°C)	118	Ångtryck (kPa)	1.5 (12 mm Hg)
Stelningspunkt (°C)	16.6	Rel. ångdensitet (luft = 1)	2.1
Löslighet i vatten (vikt-%)	100 (oändligt)	Mättnadskonc. (ppm)	15000
Löslighet i etylalkohol	oändligt	Mol.vikt (g/mol)	60.05
Löslighet i dietyleter	oändligt	Flampunkt (°C)	39
Löslighet i aceton	oändligt	Tändpunkt (°C)	ca 450
Löslighet i bensen	oändligt	Explosionsområde i luft	
Löslighet i org. lösningsmedel	löslig (s)	(vol-%)	4 - 20
Dissociationskonstant K <sub>a</sub> (vid 25 °C)	1.76 x 10 <sup>-5</sup>	Luktgräns (ppm)	1 - 10
pK <sub>a</sub> (= - lg K <sub>a</sub> )	4.76		
Log P <sub>ow</sub>	-0.31/-0.17	1 ppm = 2.50 mg/m <sup>3</sup>	

<sup>1)</sup> Uppgifter hämtade från: Kemikontoret (1989), Arbetsmiljöinstitutet (1988), Handbook of chemistry and physics (1973), Solomons (1988) samt Lehninger (1982).

Tabell 2. Kemikalieinspektionens klassificering av ättika (Kemikalieinspektionen, 1993b)

Koncentration av ättika (%)	Klassificering
> 90	Brandfarlig vätska. Starkt frätande. (Irriterar andningsorganen)
25 - 90	Frätande
10 - 25	Irriterande (Irriterar ögonen och huden)
< 10	Oklassifierad



Tabell 3. Ättikans verkan på miljön - Miljödata (Kemikontoret, 1992)

<b>Miljödata</b>			
	<b>Toxicitet</b>		<b>Övrigt</b>
			LD <sub>50/p.o.</sub> (mg/kg) 3310 råtta
<b>Fisk</b>	LC <sub>50/96h</sub> (mg/l) 75	<i>Lepomis macrochirus</i>	4960 mus
	79 - 88	<i>Pinephales promelas</i>	LC <sub>50/48h</sub> (mg/l) 32 <i>Artemia salina</i>
	LC <sub>50/24h</sub> (mg/l) 251	<i>Gambusia affinis</i>	LOEC <sub>72h</sub> (mg/l) 78 <i>Entosiphon sp.</i>
	LC <sub>0/24h</sub> (mg/l) 100	<i>Semolitus atromaculatus</i>	<b>Nedbrytbarhet</b>
	LC <sub>100/24h</sub> (mg/l) 200	<i>Semolitus atromaculatus</i>	<b>Biotisk</b> BOD <sub>5</sub> 32 - 82 % av TOD
			BOD <sub>10</sub> 82 - 88 % av TOD
<b>Daphnia</b>	EC <sub>50/24h</sub> (mg/l) 47		OECD-test 302B: 95 % efter 5 dagar
<b>Alger</b>	IC <sub>LO7d</sub> (mg/l) 90	<i>Microcytis sp.</i> <sup>1)</sup>	<b>Bioackumulat</b>
	4000	<i>Scenedesmus sp.</i>	BCF <10 fisk (beräknad)

<sup>1)</sup> Vissa arter i tabellen anges endast med släktnamn och ej med artnamn. Fullständiga namn på de testade arterna och svenskt namn anges i artlistan sid. 31 (kompletterande artuppgifter från Mikael Reineskog, pers. medd., 1993).

Tabell 4. Gradering av den akuta giftigheten för vattenlevande organismer vid olika mängder av bekämpningsmedel (Kemikalieinspektionen, 1993a)

LC/EC <sub>50</sub> (mg/l vatten)	Gradering av den akuta giftigheten
< 0.1	mycket hög
0.1 - 1.0	hög
1 - 10	medel hög
10 - 100	måttlig
> 100	låg

## 19.2 Bilaga 2. Väderuppgifter

<b>Väderuppgifter från SMHI (1993)</b>				
<b>Medeltemperatur i °C:</b>	<i>Lund</i>		<i>Göteborg</i>	
Maj	14.3	(11.4)	14.6	(11.5)
Juni	14.8	(15.4)	14.6	(15.6)
Juli	15.3	(16.8)	15.0	(17.0)
Augusti	14.8	(16.5)	14.6	(16.2)
September	11.0	(13.0)	10.8	(12.6)
<b>Nederbörd i mm:</b>			<i>Sävö</i>	
Maj	17	(43)	65	(51)
Juni	29	(54)	38	(61)
Juli	135	(67)	149	(68)
Augusti	45	(63)	95	(77)
September	96	(63)	49	(81)
<b>Solskenstid i timmar:<sup>1)</sup></b>			<i>Göteborg</i>	
Maj	295	(231)	269	(241)
Juni	257	(235)	274	(266)
Juli	151	(223)	134	(243)
Augusti	159	(212)	168	(220)
September	82	(141)	119	(143)

Värden i parenteserna anger medelvärdet under åren 1961 - 1990

1) Solskenstid är den tid då den direkta solstrålningen överstiger 120 W/m<sup>2</sup>.

### 19.3 Bilaga 3. Kostnader för ogräsbekämpning

#### Bekämpning med 12 % ättika med ryggspruta och strilkanna (uppgifter från Göteborg)

##### Kostnad för lön

Tidsåtgång för ogräsbekämpning med ättika på 1600 m<sup>2</sup> hårdgjord yta med tio liters ryggspruta, strilkanna:

1.0 h	Förberedelse av fordon, transport.
4.5 h	Effektiv arbetstid.
0.5 h	Tid för påfyllning m.m. (ca 8 % av total tid).
<u>0.45 h</u>	Rengöring av sprutan, iordningställning av fordon för övriga arbeten.
Σ 6.45 h	Total tid för att bekämpa 1600 m <sup>2</sup> .

Lön:

200 kr/h Lön inkl. sociala avgifter m.m.

Lönekostnad per kvadratmeter:

$$200 \text{ kr/h} \times (6.45 \text{ h} / 1600 \text{ m}^2) = \underline{0.81 \text{ kr/m}^2}$$

##### Kostnad för preparat

\* Åtgång av 12 % ättika per kvadratmeter ca 0.3 liter

\* 12 % ättika 0.88 kr/l (vid leveranser på ca 2 ton ättika)

$$0.3 \text{ l/m}^2 \times 0.88 \text{ kr/l} = \underline{0.26 \text{ kr/m}^2}$$

##### Total kostnad

För en bekämpning:

$$0.81 \text{ kr/m}^2 + 0.26 \text{ kr/m}^2 = \underline{1.07 \text{ kr/m}^2}$$

Per växtsäsong:

Det är lämpligt att bekämpa ytan 3 gånger per växtsäsong

$$3 \times 1.07 \text{ kr/m}^2 = \underline{3.21 \text{ kr/m}^2}$$

#### Bekämpning med 12 % ättika med ryggspruta (enligt Cobham, 1990)

Om man vid bekämpning av ogräset använder sig av ryggspruta och om man använder sig av normala väskemängder tar det 32.50 minuter för att bekämpa 100 m<sup>2</sup> (Cobham, 1990). Anta att det går åt ca 6 % mer tid för att bekämpa med ättika p.g.a. fler påfyllningar. Tidsåtgången kommer då att bli 34.50 min för att bekämpa 100 m<sup>2</sup>. Lönekostnaden beräknas till 200 kr/h (uppgift från Renhållningsverket i Göteborg). Detta leder till:

1.15 kr/m <sup>2</sup>	(lönekostnad)
0.26 kr/m <sup>2</sup>	(preparatkostnad)
Σ 1.41 kr/m <sup>2</sup>	Totalkostnad för att bekämpa ogräs med 12 % ättika

Per växstsäsong:

Det är lämpligt att bekämpa ytan 3 gånger per växstsäsong ⇒

$$3 \times 1.41 \text{ kr/m}^2 = 4.23 \text{ kr/m}^2$$

### **Bekämpning med glyfosat med ryggspruta**

#### Kostnad för lön

Den tid det tar för att bekämpa 100 m<sup>2</sup> hårdgjord yta med enbart ryggspruta är 32.50 minuter (≈ 0.00542 h/m<sup>2</sup>) (Cobham, 1990).

Lön:

200 kr/h      Lön inkl. sociala avgifter m.m. (uppgift från Renhållningsverket i Göteborg)

Lönekostnad per kvadratmeter:

$$200 \text{ kr/h} \times 0.00542 \text{ h} = \underline{1.084 \text{ kr/m}^2}$$

#### Kostnad för preparat

\* Åtgång av Roundup (480 g aktiv substans per liter) 4 l/ha (Anonym,1993)

(1 ha = 10000 m<sup>2</sup>)

\* Roundup 150.60 kr/l

$$(41 / 10000 \text{ m}^2) \times 150.60 \text{ kr/l} = \underline{0.060 \text{ kr/m}^2}$$

#### Total kostnad

För en bekämpning:

$$1.084 \text{ kr/m}^2 + 0.060 \text{ kr/m}^2 = 1.144 \text{ kr/m}^2 \approx \underline{1.14 \text{ kr/m}^2}$$

Per växstsäsong:

Det är lämpligt att bekämpa ytan 2 gånger per växstsäsong ⇒

$$2 \times 1.144 \text{ kr/m}^2 \approx \underline{2.29 \text{ kr/m}^2}$$

#### 19.4 Bilaga 4. Jämförelse mellan mängden $H^+$ -joner från regnvatten och från ogräsbekämpning med ättika

##### Mängd $H^+$ -joner i regnvatten

Regnvattnets pH-värde är i de större delarna av Götaland 4.40. Mängden nederbörd antas vara 700 mm/år (= 700 liter/ $m^2$ ).

$$[H^+] = 10^{-pH}$$

$$[H^+] = 10^{-4.40} \approx 3.98 \times 10^{-5} \text{ mol/liter regnvatten}$$

$$700 \text{ liter}/m^2 \times 3.98 \times 10^{-5} \text{ mol/liter} = 0.028 \text{ mol } H^+ / m^2.$$

##### Mängd $H^+$ -joner i 0.9 liter 12 % fullständigt dissocierad ättika



En liter 12 % ättika innehåller 2.10 mol ättiksyramolekyler

$$0.9 \text{ liter HAc}/m^2 \Rightarrow$$

$$2.10 \text{ mol/liter} \times 0.9 \text{ l}/m^2 = 1.89 \text{ mol}/m^2$$

d.v.s. mängden  $H^+$ -joner i 0.9 l 12 % ättika/ $m^2$  är  $1.89 \text{ mol } H^+ / m^2$ .

**Förhållandet mellan vätejonkoncentrationen i fullständigt dissocierad ättika och den mängd vätejoner som årligen tillförs av regnet**

$$\frac{1.89 \text{ mol } H^+ / m^2 \text{ (ättika)}}{0.028 \text{ mol } H^+ / m^2 \text{ (regnvatten)}} = 67.5$$

### 19.5 Bilaga 5. Koncentration av ättika i marken vid ogräsbekämpning

**Volym jord på en kvadratmeter med ett djup av en decimeter:**

= 100 dm<sup>3</sup> jord

**Vikten av 100 dm<sup>3</sup> jord:**

Anta att jordens densitet är 2 kg/dm<sup>3</sup> (= 2 g/cm<sup>3</sup>)

Vikten av 100 dm<sup>3</sup> jord är då = 200 kg

**Vikten av 3 dl ättika per kvadratmeter:**

$$0.3 \text{ l (12 \% ättika)} \times \frac{12 \%}{100} = 0.036 \text{ l (100 \% ättika)}$$

$$0.036 \text{ l} \times 1.05 \text{ kg ättika/dm}^3 = \underline{0.0378 \text{ kg (100 \% ättika)}}$$

**Koncentration av ättika i jorden:**

$$\frac{0.0378 \text{ kg (100 \% ättika)}}{200 \text{ kg (jord)}} \times 100 = \underline{189 \text{ mg/kg jord}}$$

## 19.6 Bilaga 6. Jämförelse mellan koldioxidutsläpp från ogräsbekämpning med ättika och koldioxidutsläpp från dieselbilar

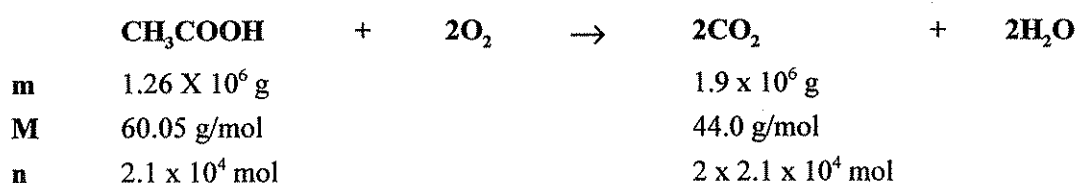
### Koldioxidutsläpp från ogräsbekämpning med ättika

Uppskattad ättiksyraförbrukning (12 % ättika) vid ogräsbekämpning i full skala i Göteborgs centrum: 10 000 l/år (Leif Åström, pers. medd., 1993).

10 000 liter 12 % ättika = 1200 liter 100 % ättika.

Densiteten för 100 % ättika är 1.05 kg/l.

1200 liter x 1.05 kg/l = 1260 kg 100 % ättika (=  $1.26 \times 10^6$  g ättika)



Koldioxidutsläpp från bekämpning med 12 % ättika i Göteborg:  $1.9 \times 10^6$  g = 1.9 ton per år

### Koldioxidutsläpp från dieselbilar

Anta att en genomsnittsbil kör 1500 mil/år med en bränsleförbrukning på 0.8 l/mil vid blandad körning.

Datauppgifter (Larsson, 1993):

- Diesel innehåller 36 MJ/l
- Vid förbränning av dieselolja bildas 77 g  $\text{CO}_2$ /MJ

$36 \text{ MJ/l} \times 1500 \text{ mil/år} \times 0.8 \text{ l/mil} = 43\,200 \text{ MJ/år}$

$77 \text{ g CO}_2/\text{MJ} \times 43\,200 \text{ MJ/år} \approx 3.3 \text{ ton CO}_2/\text{år}$

Koldioxidutsläpp från en dieselbil: 3.3 ton per år

### 19.7 Bilaga 7. Ekotox- och toxdata för ättika och glyfosat enligt insänd dokumentation

*Kemikalieinspektionen. Enheten för bekämpningsmedel. Per-Håkan Wisstrand. 1994-05-05.*

**Ättika:** Uppgifterna är baserade på information i rapporten "Ättika som ogräsbekämpningsmedel på hårdgjorda ytor" (Utkast), David Hansson och Sven-Erik Svensson, SLU Alnarp 1994. Det är troligt att det går att få fram mer uppgifter om ättika i den öppna litteraturen.

**Glyfosat:** Uppgifterna är hämtade från "Ämnesblad om glyfosat", Kemikalieinspektionen 1990, om inte annat anges.

**Observera:** Miljö- och hälsorisker med ett annat bekämpningsmedel är till övervägande delen kopplade till det verksamma ämnet, i detta fall ättika resp. glyfosat. I vissa fall kan dock andra ingredienser i det färdiga preparatet ge negativa effekter. Preparatet "Roundup" är t.ex. klassat som fiskgiftigt p.g.a. ett lösningsmedel med sådana effekter. I nyare preparat som t.ex. "Roundup Bio" är detta lösningsmedel ersatt av ett annat mindre fiskgiftigt och preparatet är därför inte klassat som fiskgiftigt. Liknande överväganden måste göras när villkoren skall bestämmas för t.ex. skyddsutrustning för användaren. Det är då resultatet från studier med preparatet som i sista hand får fälla avgörandet.

Uppgift	Ättika	Glyfosat
Kemisk struktur	CH <sub>3</sub> COOH	$\text{HO.COCH}_2\text{NHCH}_2\overset{\text{O}}{\parallel}\text{P(OH)}_2$
Dosering	3 behandlingar á 0,3 liter 12% ättika/m <sup>2</sup> ger: 0,11 liter 100% ättika  (275 ggr mer än glyfosat)	2 behandlingar á 0,0004 liter 50% glyfosat/m <sup>2</sup> ger: 0,0004 liter 100% glyfosat (baserat från uppgifter i rapporten om ättika)
Verknings sätt	kontaktverkande ogräsmedel med bredverkande effekt. Eventuellt med jordverkan (hindrar rötters tillväxt och frön från att gro).	Glyfosat är ett systemiskt bredverkande ogräsmedel. Det adsorberas huvudsakligen av växtens ovanjordiska delar och sprids därefter snabbt i växten. Verkningsmekanismen består i hämning av shikimsyrasyntesen vilket leder till hämning av proteinsyntesen i växande delar.
Smältpunkt	16 °C	Sönderfaller vid 200 °C
Ångtryck	1.5 x 10 <sup>3</sup> Pa	1 x 10 <sup>-5</sup> Pa (25 °C)
Löslighet	100 vikts%	12g/l H <sub>2</sub> O (25 °C)



Uppgift	Ättika	Glyfosat
pKa	4,76	pK <sub>1</sub> : 2,3 pK <sub>2</sub> : 5,6 pK <sub>3</sub> : 10,3
Log Kow	-0,31/-0,17	-3
Rörlighet	mycket hög rörlighet	medel - något rörlig K <sub>oc</sub> = 300-11 000 R <sub>f</sub> : 0,04 - 0,2
Fotolys	?	T <sub>½</sub> = 3-4 veckor, för AMPA (metabolit) ngt längre
Hydrolys	?	relativt stabil
Mikrobiell nedbrytning, jord	snabb?	T <sub>½</sub> = 2 dagar - flera år AMPA något långsammare
"", vatten	snabb BOD <sub>5</sub> = 32-88% av TOD OECD-test 302B: 95% efter 5dagar	T <sub>½</sub> = 7 veckor (pH 4,2)
Bioackumulering	låg	låg
Effekter på markens mikroflora	låg?	låg
Marklevande fauna	?	Höga doser (100 g/kg) glyfosat som tillsattes en jord påverkade inte dödligheten eller tillväxten hos dagmaskar. Studier indikerar att glyfosat har ringa eller ingen effekt på ett flertal andra marklevande djurarter inom grupperna insekter, kvalster och nematoder.
Fåglar	?	låg akut giftighet
Insekter	?	låg akut giftighet för bin
Fisk	låg till måttlig akut giftighet LC <sub>50</sub> (96 h): 75-88 mg/l. LC <sub>50</sub> (24 h): 251 mg/l.	låg till måttlig akut giftighet LC <sub>50</sub> (96 h): 38-140 mg/l.
Hinnkräfta	måttlig EC <sub>50</sub> (24 h): 47 mg/l.	låg akut giftighet. EC <sub>50</sub> (24 h): 780 mg/l. NOEL: 50 mg/l (reprod)
Alger	måttlig-låg?? LOEC = 90-4000 mg /l	medelhög EC <sub>50</sub> (96 h): 1,2 mg/l.
Akut toxicitet däggdjur, oralt	måttlig 3 310 - 4 960 mg/kg (råtta, mus)	Måttlig 3 800 - 4 320 mg/kg (kanin,råtta)

Uppgift	Ättika	Glyfosat
-"- , dermalt	?	låg > 5000 mg/kg (kanin)
-"- , inhalation	?	LC <sub>50</sub> : > 8 mg/l (råtta)
Hud och ögonirritation	Hud och ögonirriterande (gäller för 10-25% lösning)	Måttligt ögonirriterande
Hudsensibilisering	?	ingen sensibilisering
Subkron tox	?	Inga negativa glyfosatrelaterade effekter har konstaterats i de studier som utförts på hund, kanin, mus och råtta i doser upp till 2 000 mg/kg. I musstudien fann man en minskad tillväxt i högdosgruppen (10 000 mg/kg/dag).
Kronisk tox och carcinogenicitet	?	Inga kroniska skador eller förändringar har iakttagits i de studier som utförts på hund, mus och råtta i doser upp till 300 mg/kg. I musstudien fann man skador och förändringar i levern vid högsta dosen på 4 800 mg per kg och dag. NOEL-värdet för råtta beräknades till 31 mg per kg och dag.
Skador på arvsmassan	?	Ett flertal genotoxiska tester har utförts, bl a DNA reparationstest och mutagentester på bakterier och däggdjursceller. Resultaten från dessa tester ger inget underlag för misstanke om någon genotoxisk effekt.
Effekter på fortplantning och foster	?	I två tregenerationsstudier på råtta fann man inga allvarliga effekter på parning, fertilitet, dräktighet och avkomma, undantaget hög-dosgruppen i den ena studien (30 mg/kg/dag). I studier på missbildningar hos kanin och råtta fann man effekter i högdosgrupperna (350 resp. 3 500 mg/kg/dag).