



# Skador av bioenergi

*I ett antal utländska studier har olika energislags skadeverkningar beräknats som externa kostnader, som normalt uttrycks i öre/kWh. Några av dessa studier omfattar också användningen av biobränsle i små och medelstora anläggningar. I Sverige har Naturvårdsverket låtit genomföra en studie av risken för cancer vid förbränning av ved i villapannor.*

*De på detta sätt erhållna uppskattningarna av verkningarna på hälsa och miljö från användning av biobränsle och svensk kärnkraft antyder att biobränsle tycks kunna förorsaka mer än 30 gånger större skada på den mänskliga hälsan per producerad energimängd än vad kärnkraften gör.*

*Osäkerheten är stor i uppskattningarna av biobränslets skadeverkningar varför nya och mera djupgående studier bör genomföras innan användningen av biobränsle i Sverige tillåts öka.*

Bioenergi, det vill säga olika former av vedeldning, har i den svenska energidebatten framförts som ett långsiktigt alternativ till kärnkraft.

Det kan därför vara av intresse att göra en genomgång av cancerriskerna och andra negativa effekter vid vedeldning, på grund av luftföroreningar.

## Externkostnad

Det har på senare tid utvecklats en metod att jämföra olika energislags skadeverkningar genom att beräkna de sk externa kostnaderna [1].

Den externa kostnaden är skadeeffekt uttryckt i öre per kWh. Sådana beräkningar har gjorts på flera håll i världen, exempelvis på uppdrag av:

- EU-kommissionen
- Energidepartementet i USA (USDOE)
- Delstaten New York. [2, 3, 4]

Det bästa underlaget för sådana beräkningar finns för kärnkraften. I det internationella materialet finns också be-

räkningar för en del av de negativa effekter som uppstår vid förbränning av biobränsle.

## Luftföroreningar dominerar

Den största komponenten i den externa kostnaden är, för samtliga energislag som studerats, skador på den mänskliga hälsan, huvudsakligen som dödsfall.

Dessa skador orsakas av luftföroreningar, som består dels av partiklar som skadar andningsorganen, dels av radioaktivitet och en rad kemiska ämnen som kan förorsaka cancer.

Med kännedom om vilket värde på ett statistiskt liv som använts vid beräkningen av externkostnad kan man omvandla siffran för externkostnader till antal dödsfall per energienhet och omvänt.

## Osäkerheter

Alla beräkningar som gjorts för externa kostnader är behäftade med betydande

osäkerheter, framför allt därför att man på grund av brist på kunskap utelämnat vissa komponenter t.ex. växthuseffekten eller kroniska skadeeffekter av stoft i andningsluften.

Man måste också hålla i minnet att de beräkningar som hittills gjorts inte utan vidare kan generaliseras.

Varje beräkning gäller en viss definerad anläggning, med dess speciella teknik, väderleksförhållanden och befolkningsfördelning.

Tyvärr har inga externkostnadsberäkningar ännu redovisats för någon svensk anläggning av något slag.

## Kärnkraften mest analyserad

Eftersom radioaktivitetens verkningar på människan varit föremål för vetenskapliga studier sedan 1920-talet är noggrannheten vid beräkning av externa kostnader större för kärnkraft än för de andra energislagen.

En annan bidragande faktor är att utsläpp av radioaktivitet kan mätas enkla och med större exakthet än av kemiska gifter.

### Vedeldningens cancerrisker

Lars Ehrenberg och Margareta Törnqvist, radiobiologiska institutionen vid Stockholms Universitet, har på uppdrag av Naturvårdsverket gjort en undersökning av cancerrisken vid småskalig vedeldning [5].

De har undersökt villa-, kedje- och radhusområden i Malmö och Kiruna. Studien gäller relativt små, från omvärlden isolerade områden och utgår från antagandet att all bostadsuppvärmning skulle ske med småskalig vedeldning.

Effekten på människorna utanför området har inte undersökts.

*"När man eldar bioenergi, släpps en rad ämnen ut i luften som t ex butadien, ett ämne som är mycket cancerframkallande och som släpps ut i betydligt större mängder än man tidigare trott. I Energikommissionens utredning avfärdas hälsorisker av den här typen alltför lättvindigt."*

*"Det är nog det största felet med den här utredningen av omställningen av energisystemet (...) Det återstår mycket arbete, inte bara utredningsarbete utan också forskning, för att klara ut detta."*

*Prof. Lars Ehrenberg i Studio Ett, 4 juni -96 under rubriken År bioenergin ett hot mot både miljön och ekonomin?*

### Ofullständig kunskap

Naturvårdsverkets studie omfattar enbart skador åstadkomna av ämnen som kan ge cancer. Astmasjukdomar och dödsfall orsakade av partiklar i röken har således inte tagits med i beräkningarna. Resultatet utgör därför en undre gräns för skadeverkningarna.

Vid vedeldning i villapannor i Malmö blir antalet cancerfall per år 34 per en miljon invånare. I Kiruna blir skadefrekvensen cirka tre gånger större. Med modern teknik kan skadorna reduceras med cirka en faktor tre.

Å andra sidan är det känt genom en analys som gjorts av Elforsk att de verkliga utsläppen från medelstora bioenergianläggningar skiljer sig mycket från de nominella värdena.

Pannans kvalitet och inställning, vedflisens fuktighet och intensiteten i eldningen är exempel på faktorer som påverkar utsläppet.

### Cancerframkallande luftföroreningar

Att vedeldning leder till utsläpp av cancerframkallande luftföroreningar framhålls också i Miljöhälsoutredningens betänkande [6].

De ämnen som är cancerframkallande är både partikelbundna ämnen som polyaromatiska kolväten (PAH) och gasformiga kolväten som eten, butadien och bensen.

Kunskapen är fortfarande ofullständig om vilka av dessa ämnen som dominerar riskbilden. Småskalig vedeldning var 1995 den största källan till utsläpp av PAH i Sverige enligt [6].

Polyaromatiska kolväten PAH ton/år	
Småskalig vedeldning	100
Trafik & arbetsmaskiner	50
Aluminiumsmältverk	2
Koksverk	1
Avfallsförbränning	1

Med kännedom om hur mycket energi som behövs för uppvärmning av bostäder och med utgångspunkt från Naturvårdsverkets studie kan man beräkna att antalet dödsfall i cancer blir 2,1 per TWh värme.

Beräkningarna bygger på att energiåtgången för uppvärmning av bostäder är 8 000 kWh per person och år.

Med en antagen kostnad på 20 miljoner kronor för ett människoliv (en ungefärlig siffra som ofta används i statistiska sammanhang) får man att den del av den externa kostnaden som beror på dödsfall i cancer blir 4,2 öre/kWh värme.

Detta är endast en del av den externa kostnaden och må tjäna som en undre gräns.

### Barkeldning i Portugal

EU-kommissionen har engagerat en forskningsorganisation i Portugal för att studera de externa effekterna av användning av biobränsle. Man har gjort en kritisk genomgång av tidigare studier av skadeverkningar från emissioner vid eldning med biobränsle.

På så sätt framtagen information har tillämpats för en studie av en anläggning som ligger cirka 150 kilometer från Lissabon.

Det är ett tegelbruk där såväl torkning

som bränning sker med ugnar eldade med bark. Den totala värmeeffekten är 3 MW så det kan betraktas som en halvstor anläggning. Tegelbruket ligger i ett samhälle med 17 000 invånare och regionen, som inte omfattar Lissabon, har 1,7 miljoner invånare.

### Hälsoskador dominerar

I resultatet dominerar skador på människans hälsa åstadkomna av luftburna partiklar. De kroniska effekterna är cirka fyra gånger större än de akuta. Skadorna åstadkomna av ozon och cancerogena ämnen har inte medtagits på grund av brist på kunskapsunderlag.

Resultatet i den portugisiska studien blir att biobränsleanvändningen leder till 5,5 dödsfall per TWh. Detta motsvarar en externkostnad på 13 öre per kWh värme.

Eftersom den svenska undersökningen har data för cancer men inte för skador på andningsorganen kompletterar de två undersökningarna varandra.

Det är en rimlig ansats att addera resultaten med slutsatsen att skador från förbränning av biobränsle med användning av dagens teknik troligen är större än 7 dödsfall per TWh.

Denna slutsats måste dock förses med en allvarlig reservation. Luftföroreningarna och skadeeffekterna vid vedeldning beror i hög grad av eldningstekniken och av befolkningstätheten i områdena.

### Biokraftverk i staten New York

En ingående studie av externa kostnader för olika energislag har gjorts för staten New York. Man har bl.a. studerat effekten av förläggning av olika typer av kraftverk i den lilla staden Sterling i den nordvästra delen av staten.

Andra förläggningar som studerats är huvudstaden Albany och området omkring Kennedyflygplatsen på Long Island.

Endast för Sterling finns resultat för biobränsle redovisade. Ett vedeldat kraftverk på 30 MW, alltså en relativt stor anläggning, har studerats. Resultatet ges som extern kostnad.

För Sterling är den externa kostnaden för biobränsle 0,0031 USD per kWh. Som jämförelse kan nämnas att den närmast lägre externkostnaden får man för kolpulvereldning med 0,0026 USD per kWh.

Koleldningen ger större skador ge-

nom NO<sub>x</sub> medan bibränsle emitterar mer cancerogena ämnen. I resultaten för New York ingår partiklar, NO<sub>x</sub> och cancerogena ämnen. Den är alltså mer fullständig än Portugalstudien.

### Glesbygd – tätort

Inga data för vedeldning på de andra orterna har redovisats men en jämförelse har gjorts mellan Sterling och Kennedy för gas och olja. På grund av den större folktätheten vid Kennedyflygplatsen är de externa kostnaderna där mellan 4 och 8 gånger högre än för Sterling.

Slutsatsen för studien från delstaten New York är att biobränsle förorsakar mellan 0,8 och 6,5 dödsfall per TWh el.

Man kan också uttrycka resultatet så att New York - studien visar att eldnings med biobränsle och kolpulver under liknande betingelser ger ungefär samma skadeeffekt på mänsklig hälsa.

Beräkningarna för Sverige och Portugal gäller produktion av värme i relativt små anläggningar. New York-studien, som resulterar i betydligt mindre skadeeffekter gäller elproduktion i en större anläggning.

De stora skillnaderna i resultaten indikerar att det är mycket vanskligt att använda dessa resultat för att uppskatta skadeverkningsarna för andra anläggningar än de som behandlats i respektive studier.

### Kärnkraftens externa kostnad

Kärnkraftens skadeverkningsarna har studerats ingående på många håll. I [1] presenteras resultaten från EU-kommissionens externkostnadsstudie, där man bl.a. studerat effekterna av kärnkraften i Frankrike.

I dessa studier har man medtagit effekterna av gruvdrift, bränsletillverkning, reaktordrift, risk för olyckor, upparbet-

Energislag/studie	Dödsfall/TWh	Dödsfall/30 TWh
Bioenergi Sverige/Portugal	7,6	228
Bioenergi New York	0,8 - 6,5	24 - 195
Kärnkraft Sverige	0,2	6

ning av det använda bränslet och avfallsförvaringen.

De externa kostnaderna för fransk kärnkraft domineras helt av utsläppen från upparbetningen av det använda bränslet. Resultaten är därför inte direkt tillämpliga på svensk kärnkraft, utan måste räknas om till svenska förhållanden.

Resultatet blir att den externa kostnaden är mindre än 0,5 öre per kWh, vilket motsvarar 0,2 dödsfall per TWh.

### Sammanfattande tabell

Tabellen ovan sammanfattar vår nuvarande kunskap om skadeeffekter på mänsklig hälsa av användning av biobränsle. Som jämförelse har också svensk kärnkraft medtagits i tabellen.

Som ett räkneexempel anges den totala effekten av 30 TWh, vilket motsvarar den mängd elektricitet som används per år i Sverige för att värma bostäder och kontor.

Biobränsle i Sverige kan alltså förorsaka mer än 30 gånger större skada på den mänskliga hälsan än vad kärnkraften gör.

### Biologisk mångfald

Hittills har diskuterats skadeverkningsarna endast från luftburna emissioner från användning av biobränsle.

Ett annat problemkomplex där kunskapsunderlaget också är bristfälligt har att göra med påverkan på ökat uttag av bränsle från den svenska skogen.

Återväxt, påverkan på biologisk

mångfald och förändringarna av markens kemi, är exempel på problem som kan uppstå vid en storskalig användning av biobränsle i Sverige.

Prof. Gunnar Svedberg, Inst f energiteknik KTH, [7] har pekat på dessa problem och framhållit att vår kunskap om dem ligger på en mycket låg nivå.

*"Förutom utsläpp vid förbränning innebär storskalig introduktion av biobränsle att helträdsutnyttjande måste bli standard vid skogsavverkning, och att en betydande åkerareal planteras med energiskog (...).*

*I båda fallen förändras förutsättningarna för kolbindning i mark, och för den biologiska mångfalden. De storskaliga och långsiktiga konsekvenserna är okända, men det vore naivt att tro att de enbart är positiva."*

*Gunnar Svedberg, Kraftordet 3 -96*

### Slutsats

Hittills genomförda studier av skadeeffekterna vid användning av biobränsle är osäkra. Skadorna förefaller dock kunna bli så stora att nya ingående studier måste göras innan användningen av biobränsle kan tillåtas öka.

Om skadornas omfattning då bekräftas är det inte rimligt att av miljöskäl låta svensk kärnkraft ersättas av biobränsle i någon större utsträckning.

*Professor Nils Starfelt  
Civilingenjör Carl-Erik Wikdahl*

## Referenser

1. Starfelt N., *Risker och externa kostnader vid elproduktion*. Bakgrund utgiven av Analysgruppen vid KSU, juli 1996.
2. *Externalities of Fuel Cycles*, "Externe" Project. European Commission, Directorate-General XII, 1994.
3. *External Costs and benefits of Fuel Cycles*. US Department of Energy (USDoe) and the Commission of the European Communities, 1995.
4. Rowe, R.D. et al., *New York Environmental Externalities Cost Study: Summary of Approach and Results*. Workshop on the External Costs of Energy Organized by EC and IEA-OECD. Brussels, January 30 - 31, 1995.
5. Ehrenberg L. och Törnqvist M. Naturvårdsverkets rapport 4224, utgiven 1996.
6. *Miljö för en hållbar hälsoutveckling*. Miljöhälsoutredningens betänkande. SOU 1996:124.
7. Svedberg, G. Citerad i artikeln 2050 - rimligt för biobränslena, Kraftordet Nr 3 1996.

---

**Kärnkraftsäkerhet och Utbildning AB (KSU)** ägs av de svenska kraftföretagen:  
**Barsebäck Kraft AB**, med kärnkraftverket i Barsebäck  
**OKG AB**, med kärnkraftverket i Oskarshamn  
**Vattenfall AB**, med kärnkraftverken i Forsmark och Ringhals

KSU driver säkerhetsfrågor som lämpar sig för samordnade insatser från ägarföretagen. Främst gäller det grundutbildning och årlig återträning av kraftverkens driftpersonal i fullskalesimulatorer vid anläggningen utanför Nyköping. Simulatorerna återskapar så naturtrogna förlopp som möjligt av processerna i de svenska kärnkraftverken.

Därutöver ges högre teoretisk utbildning i kärnkraftteknik på högskolenivå.

KSU utvärderar också inträffade störningar såväl i Sverige som utomlands och är den svenska länken i flera internationellt organiserade system för utbyte av drifterfarenheter:

**INPO** (Institute of Nuclear Power Operation)

**WANO** (World Association of Nuclear Operators).

Verksamhetens innehåll ger även grund för samhällsinformation om kärnkraftsäkerhet, joniserande strålning samt riskjämförelser mellan olika energislag. Detta sker efter utvärdering av Analysgruppen vid KSU.

#### *Analysgruppen vid KSU*

**Jean-Pierre Bento**, civilingenjör, KSU  
**Per-Åke Bliselius**, tekn lic, IAEA, Wien  
**Monika Eiborn**, fil. kand, ABB Atom AB  
**Monica Gustafsson**, docent, IAEA, Wien  
**Ingemar Lindholm**, tekn. lic, Sv Kärnbränslehantering AB  
**Gustaf Löwenhielm**, tekn dr, Forsmarks Kraftgrupp AB  
**Anders Pechan**, utredn. sekr, Analysgruppen vid KSU  
**Agneta Rising**, fil. kand, Vattenfall AB, Ringhals  
**Evelyn Sokolowski**, docent, K S U  
**Lars Thuring**, civilingenjör, Barsebäck Kraft AB  
**Gunnar Walinder**, professor  
**Carl-Erik Wikdahl**, civilingenjör, EnergiForum AB

---