



Lokalt producerad bioenergi vid ekologisk uthållig parkskötsel – exemplet Bulltofta rekreativområde i Malmö

## **LTJ-Rapport**

**Christina Johansson**

Jordbruk – odlingssystem, teknik och produktkvalitet, SLU Alnarp

Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för landskapsplanering, trädgårds- och jordbruksvetenskap

**Rapport 2011:1**

ISSN 1654-5427

ISBN 978-91-86373-52-8

Alnarp 2011





**LANDSKAP TRÄDGÅRD JORDBRUK**

Rapportserie

Lokalt producerad bioenergi vid ekologisk uthållig parkskötsel – exemplet Bulltofta rekreativsområde i Malmö

## **LTJ-Rapport**

**Christina Johansson**

Jordbruk – odlingssystem, teknik och produktkvalitet, SLU Alnarp

Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för landskapsplanering, trädgårds- och jordbruksvetenskap

**Rapport 2011:1**

ISSN 1654-5427

ISBN 978-91-86373-52-8

Alnarp 2011



# Innehåll

Förord .....	3
Sammanfattning .....	5
Summary .....	5
Inledning.....	7
Bakgrund .....	7
Syfte och mål.....	7
Metod och upplägg.....	7
Mängder och typ av biomassa.....	7
Potentialen för användning av lokalt producerad biomassa.....	9
Biogasproduktion .....	9
Långgräs och ängsgräs .....	9
Etanolproduktion.....	9
Förbränning .....	10
Långgräs och ängsgräs .....	10
Bränsleflis.....	10
Avsättning för producerad energi på Bulltofta rekreatiomsområde .....	10
Småskalig teknik och tänkbara samarbetsparter .....	11
Biogasproduktion .....	11
Etanolproduktion.....	11
Förbränning .....	12
Småskalig vattenkraft.....	12
Anslutning till elnätet .....	13
Risebergabäcken.....	13
Modell för skattning av biomassa i Bulltofta rekreatiomsområde .....	13
Skattning av biomassa vid skogsproduktion .....	13
Skillnader mellan skogsproduktion och skog i urban miljö.....	14
Erfarenheter av flisproduktion i urban miljö.....	14
Alnarpsparken .....	14
Lunds kommun.....	14
Svedala och Trelleborgs kommun.....	15
Erfarenheter av produktion av långgräs och ängsgräs .....	15
Skötselåtgärder för vissa delar av rekreatiomsområdet.....	15
Energigrödor i urban miljö.....	17
Bulltofta rekreatiomsområde .....	17
Försöksodling med energigrödor i Örnköldsvik.....	18
Landskapsparken i Wij Trädgårdar .....	18
Hamling och skottskogsproduktion.....	18
Användning av kommunal mark för biobränsleproduktion .....	19
Resultatdiskussion.....	19
Material, mängder, användning och teknik .....	19
Vattenkvarnen vid Risebergabäcken .....	20
Modell för skattning av mängder .....	20
Gallring och röjningsplan.....	21
Energigrödor i parken.....	21
Teoretisk energipotential för lokalt producerad bioenergi .....	22
Referenser.....	23
Bilaga 1, Mängd producerad flis .....	27
Potential för flisproduktion från svenska kommuners tätortsnära grönytor.....	27
Erfarenheter från Lunds kommun .....	27

Kvalitetskriterier vid sortering av råmaterialet .....	27
Ytor.....	27
Mängder .....	27
Producerad mängd bränsleflis per hektar planteringsyta .....	28
Erfarenheter från Alnarpsparken och kommuner .....	28
Skattad mängd flis per år på Bulltofta rekreatiomsområde .....	28
Bilaga 2, Producerad mängd gräs på Bulltofta rekreatiomsområde .....	29
Skattad mängd långgräs per år på Bulltofta rekreatiomsområde.....	29
Bilaga 3, Effektbehov hos panna för uppvärmning och varmvattenproduktion åt motionsanläggningen .....	30
Bilaga 4, Teoretisk energipotential för lokalt producerad bioenergi .....	31

Omslagsbild: Bulltofta rekreatiomsområde

Alla foton i rapporten är tagna av Christina Johansson, Område Jordbruk - odlingssystem, teknik och produktkvalitet, SLU Alnarp

## Förord

Projektet ”Ekologisk uthållig park skötsel – ett fullskaleexperiment i Bulltoftaparken, Malmö” initierades av Malmö Stad 2006 och utvecklades till ett FoU-projekt i samarbete med LTJ-fakulteten i Alnarp. Projektet har finansierats i ett samarbete mellan Partnerskap Alnarp och Gatukontoret Malmö Stad. Genomförandet har skett i samarbete mellan Område Landskapsutveckling (SLU) och Malmö Stad. Projektet leds av en styrgrupp bestående av: Bo Andersson (Malmö Stad), Arne Mattsson (Malmö Stad), Tiina Sarap (SLU) och Håkan Schroeder (SLU och projektledare).

Malmö Stad, ISS Landscaping, SLU Alnarp, Köpenhamns Universitet, samt ett antal privata företag har bidragit med information under projektets gång.

Denna rapport är en sammanställning av resultatet från ett delprojekt som studerat Bulltofta rekreationsområdes potential att leverera förnyelsebar energi. Arbetet inom detta delprojekt har genomförts av Christina Johansson som också är författare till rapporten. Tanken bakom detta delprojekt är, förutom en minskning av den negativa miljöbelastningen, även finna och förstärka positiva miljöaspekter som exempelvis produktion av förnyelsebar energi i samband med skötseln av parken.

Projektet som helhet avslutades 2010 med redovisningar av de olika delprojekten med inriktning mot betesdrift i urban miljö och parken som bioenergileverantör. Resultaten redovisas i Gröna fakta (Movium), LTJ-fakultetens faktabladsserie och rapportserie.

Alnarp december 2010  
Håkan Schroeder





## Sammanfattning

Det finns möjlighet för Bulltofta rekreationsområde att producera bioenergi motsvarande motionsanläggningens värme- och varmvattenbehov, genom småskalig förbränning. Leverans av överskottsvärme till fjärrvärmenätet ställer krav på anläggningen som temperatur, tryck och stabilitet i leveranserna. Det verkar mer vettigt att bara producera den mängd värme som används lokalt. Resterande mängd flis kan säljas till värmeverk eller användas som täckmaterial.

Det finns även möjlighet att införa energigrödor på vissa ytor i rekreationsområdet. Syftet är inte främst att producera stora mängder bioenergi utan att i ett storskaligt laboratorium skapa ett visningssortiment för demonstration, kunskapsspridning och rekreation.

En användning av Risebergabäcken som energiproducent kan vara möjlig då det finns teknik för småskaliga vattenkraftsanläggningar. Det skulle behövas en djupare studie kring hur mycket en sådan anläggning kan leverera, med hjälp av utvald teknik, kompletterade flödesuppgifter och uppmätt höjdskillnad i terrängen. Ett sådant projekt får dock inte komma i konflikt med pågående förstudie som drivs av VA-Syd, gällande etablering av våtmark öster om Risebergabäcken på Bulltofta rekreationsområde.

Biobränslepotentialen har skattats utifrån erfarenhetsvärden och de verkligt producerade flismängderna bör mätas upp eller skattas på plats, innan en anläggning tas i drift.

Bulltofta rekreationsområde är i dag 25 år och det finns fortfarande möjlighet att skapa en attraktiv park utifrån de förutsättningar som gäller i nuläget och de ursprungliga målen. Rapporten presenterar förslag till åtgärder utifrån dagens förutsättningar.

## Summary

There is an opportunity for Bulltofta recreation area to produce bioenergy sufficient to cover the needs of heat and hot water of the fitness centre, by small-scale combustion. Delivery of heat for district heating network requires stability of temperature, pressure and supply. It seems better to produce only the quantity of heat used locally. The remaining fuel wood chips can be sold to district heating plants or used as cover material.

It is also possible to introduce energy crops in some parts of Bulltofta recreation area. The purpose is not primarily to produce a large amount of bioenergy, but to create a view range for demonstration, knowledge transfer and recreation in a large-scale laboratory.

It is possible to use the Riseberga creek for energy production since there are technologies available for small-scale water power production. A deeper study is required of the capacity of such a plant, with the help of selected technologies, complemented flow data and measured height difference in the terrain. Such a project may not be in conflict with the ongoing pilot study conducted by VA-Syd, concerning establishment of wetlands east of the Riseberga creek on Bulltofta recreation area.

The biofuel potential has been estimated on the basis of experience values and the produced biomass quantities should be measured before a facility becomes operational.

Bulltofta recreation area is now 25 years old and there are still opportunities to create an

attractive park on the present conditions and the original objectives. The report presents proposals for changes based on current conditions.

# Inledning

## **Bakgrund**

Rapporten omfattar ett antal olika undersökningar med samma syfte, att kunna visa parkens potential som energiproducent. Liksom i det tidigare arbetet med att skapa en ekologiskt uthållig park på Bulltofta rekreatiomsområde är här utgångspunkten att parken har ett antal viktiga värden som inte får försämrats men gärna gynnas. Resultaten visar parkens möjligheter att närma sig målet med den skuldfria och mångfunktionella parken.

## **Syfte och mål**

I presenterad rapport har SLU Alnarp inom ramen för projektet *Ekologisk uthållig parkskötsel – ett fullskaleexperiment i Bulltoftaparken, Malmö* genomfört en studie avseende lokalt producerat biobränsle och förnyelsebar energi.

Målsättningen har varit att visa de möjligheter parken har att använda lokalt producerad biomassa för energiutvinning och att införa beprövade energigrödor på och kring rekreatiomsområdet.

## **Metod och upplägg**

Projektet har löst uppgiften genom studier av metoder och goda exempel i litteraturen, energiberäkningar, samt användning av erfarenhetsvärden från andra kommuner för att kunna skatta biomassamängder. Förslag till skötselåtgärder har genomförts genom en uppgift för studenter i kursen *Park- och naturmarksförvaltning* på SLU hösten 2008.

Projektet har genomförts i 6 etapper:

1. Uppskattning av befintliga mängder och typ av biomassa.
2. Utvärdering av potentialen att använda lokalt producerad biomassa för energiproduktion.
3. Inventering av teknik och tänkbara samarbetsparter för produktion av förnyelsebar energi ur det aktuella materialet.
4. Utveckling av modell för skattning av biomassa i rekreatiomsområdet.
5. Förslag till skötselåtgärder för vissa delar av rekreatiomsområdet.
6. Studie av energigrödor i urban miljö

## **Mängder och typ av biomassa**

Bulltofta rekreatiomsområde är ett stort grönområde på cirka 75 ha vars markägare är Malmö stad. Området karakteriseras av parkmark med halvöppna gräsmarker, planterade dungar samt skogspartier och dammar. Ur bioenergisympunkt kan ytorna delas in i grupper efter vilken typ av material som genereras. De olika typer av material som genereras på rekreatiomsområdet och är lämpliga för energiproduktion är flisbart material och gräs. Flisbart material är biomassa som uppkommer vid gallring och röjning. Planteringarna beskärs aldrig.

De ytor på Bulltofta rekreatiomsområde som har potential att generera bränsleflis är skogsytorna som är klassificerade som NA2, se Figur 1. Den sammanlagda ytan som har potential att generera bränsleflis är uppskattningsvis 32,6 hektar (Gatukontoret, uå).



**Figur 1. De ytor på Bulltofta rekreationsområde som har potential att generera bränsleflis är skogsytor som är klassificerade som NA2.**

De ytor på Bulltofta rekreationsområde som har potential att generera gräs för energiproduktion är långgräs- och ängsytor som är klassificerade som G4, G7, G10 och NA1. Den sammanlagda ytan som har potential att generera gräs för energiproduktion är uppskattningsvis 26,4 hektar (Gatukontoret, uå). Dessa 26,4 hektar inkluderar de 10 hektar som har tagits i anspråk till betesdjuren, se Figur 2.



**Figur 2. Av långgräsytor har 10 hektar tagits i anspråk till betesdjur.**

Utöver de ytor som producerar långgräs och ängsgräs finns även 16,4 hektar gräsytor som hålls kortklippta så kallade G2-ytor (Gatukontoret, uå). Mängden gräsklipp från dessa ytor är i dagsläget okänt då materialet inte samlas upp. En omställning av dessa ytor till långgräsytor skulle öka produktionen av lokalt producerad bioenergi och minska koldioxidemissionerna vid skötseln cirka 10 gånger (Johansson m fl, 2010).

# Potentialen för användning av lokalt producerad biomassa

## **Biogasproduktion**

Biogas bildas genom mikrobiologisk nedbrytning av organiskt material under syrefria (anaeroba) förhållanden. Nedbrytningen sker i tre steg: hydrolys, syrabildning respektive metanproduktion. Biogasen består huvudsakligen av metan och koldioxid och kan fungera som bränsle vid värmeproduktion. Biogasen kan även uppgraderas genom att koldioxid och andra biprodukter avlägsnas varpå metanhalten i gasen ökar. Efter uppgradering kan biogasen även användas som fordonsbränsle.

På SLU har odling av ettåriga energigrödor på åkermark studerats tidigare (Svensson, 2006) och odlingsförsök med perenna gräs som energigröda pågår. Lämpliga grödor som kan odlas för biogasproduktion på åkermark är bl a, majs, hampa, foderbetor, jordärtskockor, vallgrödor eller gräs. Det finns även material som inte odlas för energiproduktion som har potential att fungera som råvara i en biogasanläggning t ex restprodukter av olika slag som växtrester, gräs m.m.

En förutsättning för att den mikrobiologiska nedbrytningen ska fungera är att sammansättningen i materialet och fördelningen mellan cellulosa, fett och proteiner är optimal. Ligninhalten i materialet måste vara lågt eftersom lignin inte kan brytas ner av mikroorganismerna under anaeroba förhållanden.

En studie av Kreuger&Björnsson (2006) har visat i en jämförelse mellan majs och hampa, att hög cellulosa-halt i råmaterialet påverkar metanutbytet negativt. En senare skörd på året ger ett mer vedartat material med högre cellulosa-innehåll och sämre gasutbyte. Sammansättningen av råmaterialet styr nedbrytningen och därmed biogasutbytet. För rötning lämpar sig bäst icke vedartade material.

## **Långgräs och ängsgräs**

Enligt Linné, Dahl och Engellsson (2001) är det teoretiska gasutbytet för väggkantsvegetation  $0,18 \text{ m}^3$  metan per kg TS.

På Bulltofta rekreativområde genereras årligen cirka 47,5 ton TS av långgräs, om mängderna skattas enligt modell i kapitel Modell för skattning . Detta skulle innebära en årlig produktion av  $0,18 * 47,5 * 1000 = 8550 \text{ m}^3$  biogas.

Energiinnehållet i  $1 \text{ m}^3$  metan är 35,3 MJ eller 9,81 kWh (Mörtstedt&Hellsten, 1987). Detta skulle ge en årlig energiproduktion av  $9,81 * 8550 = 84 \text{ MWh}$  i form av biogas från långgräs- och ängsytorna.

Biogaspotentialen hos Bulltoftas långgräs är cirka 84 MWh per år.

## **Etanolproduktion**

Etanol är ett av de vanligaste förnyelsebara fordonsbränslen i Sverige idag. Etanol kan produceras genom jäsnings av socker ur stärkelserika grödor vilket är den vanligast förekommande produktionsmetoden i Sverige. Etanol producerad ur grödor som odlas på åkermark kommer inte att räcka till i framtiden och andra produktionsmetoder som baserar sig på cellulosa-haltiga råvaror kommer att bli viktiga (Hahn-Hägerdal m.fl., 2006). Det är tekniskt möjligt att tillverka etanol ur cellulosa-haltigt material, men tillämpas inte i dag p g a

de höga produktionskostnaderna. Förutom själva etanolen kan biprodukter som uppkommer vid etanolproduktion användas för energiändamål vid kraft – värmeproduktion.

## **Förbränning**

Ett möjligt sätt att nyttja energin i Bulltoftas grönavfall är förbränning. Gräs och bränsleflis kan förbrännas och energin tillvaratas i form av värme.

## **Långgräs och ängsgräs**

Långgräs eller ängsgräs kan liksom väggkantsvegetation, förbrännas i en halmpanna alternativt panna för hushållsavfall. Bulltoftas långgräs blir inte exponerat för trafiken på samma sätt som väggkantsvegetation. Det blir därför inte någon begränsning av användningen eller krav på rökgasrening motsvarande avfallspannans i detta fall.

För förbränning lämpar sig bäst relativt torra material. Vattenhalten i Bulltoftas långgräs är inte mätt och därför okänt, men kan sannolikt ligga i samma storleksordning som väggkantsvegetation, cirka 60 %. Långgräset bör alltså blandas med torrare material vid förbränningen för att öka värmevärdet.

Energipotentialen hos Bulltoftas långgräs vid förbränning är cirka 100 MWh per år. (se bilaga 4)

## **Bränsleflis**

På samma sätt som för Lunds kommun finns det möjligheter för Malmö Stad att sortera ut en flisbar fraktion från gallrings- och röjningsavfallet som uppkommer vid Bulltofta rekreativsområde.

Energipotentialen hos Bulltoftas bränsleflis vid förbränning är cirka 363 MWh per år. (se Bilaga 4)

## **Avsättning för producerad energi på Bulltofta rekreativsområde**

På Bulltofta rekreativsområde finns en anläggning för styrketräning, gymna och aerobics, se Figur 3. Anläggningen har en beräknad årsförbrukning av 116 831 kWh fjärrvärme<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Pers. kom. Per-Olof Lindkvist, Malmö Stad, 080603



Figur 3. På Bulltofta rekreationsområde finns en anläggning för styrketräning, gymna och aerobics.

## Småskalig teknik och tänkbara samarbetsparter

### ***Biogasproduktion***

Småskalig teknik för biogasproduktion finns främst i form av gårdsbaserade anläggningar på lantbruk. Teknik finns både för värme- och elproduktion. På lantbruket finns tillgång till lämpligt råmaterial för rötning som t ex gödsel, skörderester, vallgrödor m.m. Till skillnad från lantbruket har inte parken tillgång till ett så varierat utbud av råmaterial. Lantbruket har dessutom avsättnings- och spridningsmöjligheter för den näringsrika rötrest som bildas. Gårdsbaserad biogasproduktion är i dag ganska ovanlig beroende på att det är svårt att få ekonomi i anläggningen. Det låga elpriset gör också att motivationen att satsa på gårdsbaserad rötning är låg (Bioenergiportalen, 2008).

Storskaliga anläggningar för rötning planeras i närheten av Bulltofta rekreationsområde. EoN planerar att bygga en röttningsanläggning i hamnen i Malmö (Malmö Stad, 2008). Sysav har ett projekt med rötning av matavfall där man i nuläget bygger en förbehandlingsanläggning. Sjölanda reningsverk har tidigare gjort röttningsförsök med matavfall (Malmö Stad, senast uppdaterad 2008-05-16; Malmö Stad, 2005).

Lokal produktion av biogas alternativt samarbete kring en gårdsbaserad anläggning är inget möjligt alternativ idag. Ett samarbete med producent med storskalig biogasproduktion kan vara möjligt på sikt.

### ***Etanolproduktion***

Anläggningar för produktion av etanol ur cellulosahaltigt material är få i Sverige. Det finns bara en pilotskalanläggning i Örnsköldsvik i drift i dagsläget. Ytterligare ett par anläggningar håller på att planeras.

I Sveg planeras en större anläggning inom ett energikombinat med en pellets- och brikettfabrik, ett kraftvärmeverk, ett stort växthus samt en etanolfabrik. Råvaran kommer att bestå av skogsrester och torv från Härjedalen.

Nordisk etanol planerar att bygga en etanolfabrik i Karlshamn i Blekinge, med både spannmål och halm som råvara. Nordisk Etanolproduktion kommer 2011 att producera cirka 130 000 m<sup>3</sup> etanol per år. Fabriken kommer att använda drank, som är en restprodukt från etanoltillverkningen, till att framställa biogas.

Etanolproduktion ur cellulosaaavfall är alltså inget möjligt alternativ i dagsläget. Varken i liten eller i stor skala.

## **Förbränning**

För värmeproduktion till motionsanläggningen skulle det behövas en biobränslebrännare och panna som kan leverera maximalt cirka 400 kW, se beräkningar i bilaga 3.

Motionsanläggningen förbrukar idag fjärrvärme för att värma lokalerna, men även för varmvattenproduktion till duscherna. Fjärrvärmeförbrukningen ökar på vintern, men också när besökarantalet stiger och duscherna används mer. Den huvudsakliga fjärrvärmeförbrukningen utgörs av varmvattenproduktion. Motionsanläggningen behöver därför en utrustning som kan leverera en hög effekt under en begränsad tid på dygnet. Ett annat alternativ kan vara att välja en panna med lägre effekt och koppla till en ackumulatortank.

Det finns gårdspannor i storlekar 200-800 kW som kan eldas med balat långgräs och ved. Det enda krav som ställs på materialet är att det är torrt<sup>2</sup>.

Ett exempel är Faust Bio-Panna som kan bränna bl a gräsbalar, hela stockar och sly-risbuntar, dock ej flisat material (Bygglant, u.å.). Långgräset och beskärningsavfallet måste balas eller buntas före förbränning, men behöver inte flisas. Mängden stoft i rökgaserna kan skapa problem vid förbränningen inom stadsplanerat område<sup>3</sup>, särskilt vid uppstart av pannan<sup>4</sup>.

Det finns även flispannor t ex HDG Bavaria flispanna som kan förbränna flis på ett miljömässigt godtagbart sätt och har inte samma problem med stoftbildning. HDG Bavaria flispannor klarar nivån av stoft även inom stadsplanerat område<sup>5</sup>. Flisen får ha en maximal fukthalt på 40 % och bränslets storlek får max vara 50\*30\*20 mm i HDG pannan. En sådan panna skulle däremot inte vara lämplig till långgräset<sup>6</sup>.

Projektet har inte lyckats finna någon teknik för kraft-värmeproduktion i storleksordningen 200-800 kW.

## **Småskalig vattenkraft**

Anläggningar med en effekt på mindre än 1,5 MW brukar benämnas småskalig vattenkraft i Sverige. Inom EU ligger gränsen på 10 MW. I Sverige finns drygt 1500 småskaliga anläggningar och de är främst lokaliserade i Västergötland, Småland och Värmland. (SRF, u.å.)

Vid vattenkraft utnyttjas vattnets lägesenergi. Effekten i kraftverket beror främst på vattenflöde och fallhöjd. Det har funnits anläggningar i drift vid så låga fall som 0,5 meter (SRF, u.å.). Andra faktorer som spelar roll är strömningsförluster i rör och kanaler, samt verkningsgrad hos de enskilda komponenterna i anläggningen som turbin och generator.

---

<sup>2</sup> Pers. kom. Johan Dahlvist, J Dahlvist Maskin AB, 080701

<sup>3</sup> Pers. kom. Mats Röllike, Lantmännen Bygglant AB, 080630

<sup>4</sup> Pers. kom. Kjell Brunåker, Lantmännen Bygglant AB, 080707

<sup>5</sup> Pers. kom. Mats Röllike, Lantmännen Bygglant AB, 080630

<sup>6</sup> Pers. kom. Bo Hagberg, Lantmännen Bygglant AB, 080627



Ett småskaligt vattenkraftverk kan i princip fungera på följande sätt. Vatten leds från vattendraget via en kanal och sedan ett rör till en turbin. Vattnet får sedan fortsätta vidare i vattendraget, den naturliga vägen. (Andersson&Engström, 2005)

Den teoretiska effekten hos vattenkraftverket kan beräknas ur formeln:

$$P = h * Q * g * n^{\text{total}}$$

P = effekten i kW

h = netto fallhöjd i m

Q = vattenföringen i m<sup>3</sup>/s

g = konstant 9,81 m/s<sup>2</sup>

n<sup>total</sup> = turbinens verkningsgrad ca 0,85 \* generatorns

verkningsgrad ca 0,95 \* ngn form av transmission, exempelvis växel 0,97

( SRF, u.å.)

## **Anslutning till elnätet**

Växelström kan inte lagras utan måste användas direkt vid produktion. Ett sätt att lagra energin är att lagra vattnet i dammar och producera el vid behov och i rätt mängd. En småskalig vattenanläggning kan anslutas till elnätet för att leverera den mängd som producenten inte kan använda själv.

EoN har anslutningsplikt vilket innebär att alla som önskar, blir anslutna till nätet och får leverera ström. Kostnaderna för anslutning av anläggningen varierar från fall till fall beroende på lokalisering och anläggningstyp. Producenten får ersättning för den levererade elströmmen vilket uppskattningsvis ligger på totalt 50-60 öre per kWh för en småskalig vattenkraftanläggning.<sup>7</sup>

## **Risebergabäcken**

Flödet i Risebergabäcken ligger under sommaren mellan 100-120 l/s enligt VA-Syd. Under enstaka timmar kan flödet komma upp till 600-800 l/s. Flödet under vinterhalvåret är fortfarande okänt.

## **Modell för skattning av biomassa i Bulltofta rekreativområde**

Bulltofta rekreativområde kan ses som ett antal naturliga planteringar skapade för olika ändamål och med olika målsättning. De olika ytorna är uppbyggda med olika växtslag och amträd med syfte att skapa dessa speciella miljöer. Ytornas huvudsakliga syfte är inte att producera biobränsle utan ska tillgodose många andra krav på värden, upplevelse, rekreation, pedagogik m.m.

## **Skattning av biomassa vid skogsproduktion**

Skogen genererar trädbränsle genom:

- Grot och andra träddelar från slutavverkning
- Träddelar från gallring eller bränsleavverkning
- Virke utan industriell användning
- Biprodukter från sågverksindustrin

---

<sup>7</sup> pers. kom Hans-Åke Olofsson, E.ON Elnät Sverige AB, 2008-08-11

För skogsbestånd har man i litteraturen utvecklat olika metoder för att skatta mängden biomassa per hektar. Syftet har då varit att få en uppfattning om potentiell biomassaproduktion vid avverkning och vid gallring av bestånden. (Eriksson, 2005; Lindkvist, 2007; BiodrivX, 2006)

Det finns också modeller för skattning av biomassa i enskilda träd och då i olika delar av trädet som stam, grenar löv eller barr (Johansson, 2000; Marklund, 1988). Marklunds biomassafunktion är begränsad till att gälla för gran, tall och björk. I Johansson (2000) har beräkningsmodell tagits fram även för klibbal, samt en modell för björk som även omfattar bladen. En sådan modell kan användas för de aktuella trädslagen om brösthöjdsdiametern är känd. Modell för beräkning av biomassa hos bok och ek saknas både i Sverige och i Danmark<sup>8</sup>.

I Håkansson & Körling (2002) har man skattat trädbeståndets omfattning med hjälp av flygfoton och sedan beräknat biomassainnehållet med hjälp av Marklunds biomassafunktion (Marklund, 1988).

### ***Skillnader mellan skogsproduktion och skog i urban miljö***

En park eller ett rekreationsområde har inte i första hand som syfte att producera biomassa. En park eller ett rekreationsområde slutavverkas inte utan där sker huvudsakligen gallring, röjning och beskärning för att uppnå estetiska mål.

### ***Erfarenheter av flisproduktion i urban miljö***

Enligt de erfarenheter vi har i nuläget kan vi säga att bränsleflispotentialen i urban miljö är i storleksordningen 1-2 ton TS per hektar och år. Detta skulle innebära en årlig flisproduktion på Bulltofta rekreationsområde på 65,2 ton TS. (se bilaga 1). Denna produktion kan jämföras med bränsleflisproduktion från salixodling som ligger mellan 4 och 11 ton TS per hektar och år beroende på sort och skötselintensitet (Jordbruksverket, 2006).

### **Alnarpsparken**

Parken är belägen på Campus Alnarp, SLU och utgörs av 20 ha parkmark, odlingsmark, landskapslaboratorium m.m. Planteringsytor på Campus omfattas av ca 25 000 m<sup>2</sup> exklusive Tor Nitzelius Park och Västerskogen<sup>9</sup>. Tor Nitzelius Park och Västerskogen har skattats utifrån kartmaterial ungefär till 40 500 respektive 125 000 m<sup>2</sup>. Planteringsytan totalt i Alnarpsparken omfattar då cirka 19 ha.

Röjnings-, gallrings- och beskärningsavfall flisas och används för marktäckning. Årligen produceras mellan 400 och 500 m<sup>3</sup> flis. Ytterligare cirka 25 m<sup>3</sup> biomassa tas omhand och säljs som fast ved till bränsleflis.<sup>10</sup> Flisning sker 1 gång per år. Maximala diametern på råmaterialet som utrustningen kan sönderdela är 40-50 cm.<sup>11</sup>

### **Lunds kommun**

För att skatta mängden bränsleflis som genereras ur planteringarna på Bulltofta rekreationsområde har vi använt de erfarenheter vi har av biobränsleproduktion ur parkavfall i bl a Lunds kommun (Johansson&Blom, 2005; Jönsson, 2007), se Figur 4. Utifrån de

<sup>8</sup> pers. kom Jens Peter Skovsgaard, Köpenhamns Universitet, 2008-08-19

<sup>9</sup> Pers. kom. Leif Andersson, Område Landskapsutveckling, SLU Alnarp, 2008-08-19

<sup>10</sup> Pers. kom. Margareta Tremm, Odlingseenheten, park, SLU Alnarp, 2008-08-08

<sup>11</sup> Pers. kom. Margareta Tremm, Odlingseenheten, park, SLU Alnarp, 2008-08-08

erfarenheter av producerade mängder och planteringsytor som genererar bränsleflis har en ungefärlig bränsleflisproduktion för Bulltofta rekreativområde beräknats till 65,2 ton TS per år, se bilaga 1. Den producerade mängden flis per hektar planteringsyta ligger då i snitt på cirka 2 ton TS per hektar och år. Denna siffra är beräknad på den planteringsyta som man erfarenhetsmässigt vet, genererar mest flis. Om mängden producerad flis istället beräknas på den totala arealen planteringsyta i Lund skulle produktionen istället ligga på i snitt 1,7 ton per hektar och år.



Figur 4. Utsorterad, flisbar bränslefraktion i Lunds kommun.

### **Svedala och Trelleborgs kommun**

I Jönsson (2007) framkom vid intervjuer med kommunerna att Svedala respektive Trelleborgs kommun har en total areal planteringsyta på 17 respektive 56 hektar. I rapport redovisas även att den årliga produktionen av flis är mellan 200 och 700 m<sup>3</sup> per år i Svedala kommun och 3216 m<sup>3</sup> per år i Trelleborg. Beräknat på samma sätt som i fallet Lund skulle Svedala och Trelleborg i snitt producera 1,6 respektive 3,5 ton TS per hektar planteringsyta. Varken i Svedala eller Trelleborg vet vi hur stor andel av planteringsytan som står för den huvudsakliga produktionen av bränsleflis, ej heller vilken utrustning som används.

### ***Erfarenheter av produktion av långgräs och ängsgräs***

För att skatta mängden långgräs och ängsgräs som genereras på Bulltofta rekreativområde har vi använt erfarenheter från en studie av vägkantsvegetation på Öland (Durling, Jacobsson, Svensson, 2000). Vi antar här att långgräs och ängsgräs på Bulltofta rekreativområde har samma tillväxt som vägkantsvegetation. En ungefärlig mängd gräs som skördas per hektar varje år blir då 1,8 ton TS. Detta innebär en årlig produktion av långgräs på Bulltofta av 47,5 ton TS, se Bilaga 2.

### **Skötselåtgärder för vissa delar av rekreativområdet**

Ett antal ytor på Bulltofta rekreativområde har valts ut som studieobjekt för SLUs studenter. Uppgiften var att ta fram förslag till skötselåtgärder utifrån idag gällande förutsättningar. Resultaten presenteras i Tabell 1.

**Tabell 1: Förslag till skötselåtgärder**

Plats	Gruppernas mål och åtgärder
Bokplantering vid cirkusplatsen	Återskapa en bokplantering. Majoriteten av lärkträden gallras bort. De flesta av alarna sparas och gallras bort efter hand samtidigt som bok och avenbok återplanteras.
	Platsen ska bli luftigare, mer genomsläpplig och inbjudande. Öka den visuella kontakten mellan gräsytor inne och utanför cirkusplatsen. Gallra ur lärkbeståndet med drygt 30 % och ta bort try och annan vegetation. På sikt måste sly tas bort.
	Skapa en kontinuitet med områden kring cirkusplatsen. Erhålla ett glest bestånd av lärk med grupperingar av snöbär och fläder i buskskiktet. Bryn av try utmed cirkusplatsen och gräs som markskikt. 40 % av lärkbeståndet och 30 % av snöbären ska gallras bort. Flädern ska behållas. Nässlor, döda grenar och kvistar ska rensas bort.
	Behålla tätheten runt cirkusplatsen och formen. Gallra bort 50-60 % inom 10 år. Alt1: Bara glesa ur. Alt2: Behålla tätheter och skapa rum inuti. Alt 3: Ta bort lärken, låt buskskiktet ta över och bilda vägg.
	Blandbestånd bestående av främst lärk och bok. Lärken bör lyftas fram. Ingen markvegetation. 30 % av beståndet gallras bort under en 3-årsperiod. Ek, al och fläder tas bort.
	Att så snabbt som möjligt se skogligt ut på ett naturligt sätt. Enskiktat lärkbestånd. Gallring med 5-års mellanrum. Lärkarna ska ha gallrats bort efter 20 år. Gallra bort 80 % av mellan- och buskskiktet.
Bokplantering	Bibehålla pelarsalskaraktär genom att behålla samdominanta och gallra bort dominanta och undertryckta. Gallra vart femte år så att det efter 35 år finns kvar 300 bokar.
Björkplantering söder om arboretumet.	Behåll björkbeståndet men avlägsna sly vartannat till vartredje år. Slå gräset två gånger per år. Alt1: ersätt björkarna då de tagit slut om cirka 50 år. Alt2: Ersätt björkarna med annat växtmaterial succesivt under en 30-års period.
Ekplantering norr om arboretet	Förstärka den befintliga pelarsalskänslan genom att behålla det täta krontaket. Behålla den fria sikten genom att begränsa mellanskiktet. Skapa tätare väggar utåt för att skapa ett tydligare skogsrum. De undertryckta träden gallras bort. Under ett 10-årsperspektiv ska 15 % av träden tas bort.
	Högt enskiktat lövträdsbestånd av lind, ek, bok och fågelbär. Buskskikt endast som bryn. 25 % av de dominanta träden och samtliga buskar och buskträd som inte skapar bryn gallras bort.
Ekplantering väster om arboretet	Skapa variation, fler skikt och ökat ljusinsläpp. Fläckvis gallra hårdare respektive mindre. Lämna buskskiktet orört.
Ekplantering	Att så snabbt som möjligt se skogligt ut på ett naturligt sätt. Flerskiktad skog där ek dominerar trädskiktet. Gallra bort 95 % av ekarna i ett 120-års perspektiv. Lind, bok och lönn ska succesivt gallras bort. Hassel sparas.
Planteringen kring cykelstigen i norra delen, mellan dammen och Risebergabäcken	Skapa målpunkter för besökarna och en ökad sikt runt vattnet. Skapa en picknickplats vid sjön. 50 % gallras bort av hela albeståndet. Genom stubbfräsning undviks alstubbsskott.
Det ogallrade partiet i östra delen vid betesdjuren.	Ett större ljusinsläpp genom mer varierat bryn. Flytta staketet för att ge brynet utrymme. Det utdragna brynet underhålls genom betet. För att skapa variation i beståndet, gallra bort 40 % av växtligheten från mittskiktet. Ny utvärdering av bryn om 5 år.
	Öppna upp för stigar och gläntor. Förbättra miljön för djur och svampar, samt upplevelsevärde av gammal skog. Gallra bort 30 % av växtligheten. Gallra bort svaga och undertryckta individer + stor del av albeståndet. Tag bort sjuka individer. Lämna kvar en del av de nedsågade stammarna.
Norr om det ogallrade partiet i östra delen vid betesdjuren.	50 % av vegetationen gallras ur, dock inte mot vägen där endast 25 % tas bort. Behålla lönn, björk och gallra ur bok och avenbok. Tryet kommer troligtvis att betas av.

## Energigrödor i urban miljö

Det finns som vi ser möjlighet att utvinna biobränsle ur parker och rekreationsområden genom att nyttja befintlig vegetation och då gallrings-, röjnings- och beskärningsavfall. Nästa steg i att använda parker och rekreationsområden som en markresurs för bioenergiproduktion är att välja högavkastande grödor/växter vid uppbyggnad av parken.

Det finns ett antal potentiella grödor för energiproduktion på åkermark. Exempel på ettåriga grödor är hampa, foderbetor, majs, spannmål. Det finns även perenna grödor som odlas för energiändamål, t ex jordärtskockor, salix, samt olika typer av energigräs som rörflen, elefantgräs m fl. Val av energigröda till åkermark styrs av ekonomi, hur grödan passar in i växtföljden (sjukdomsaspekter, skördetidpunkt), regelverk (för att förhindra utlakning), markförutsättningar, avsättningsmöjligheter m.m.

### **Bulltofta rekreationsområde**

För odling av energigrödor har två försöksytor föreslagits. En för energiskog och en för mer örtartad vegetation. Ytorna är för odlingsändamål relativt små cirka 3000 m<sup>2</sup> för odling av örtartad vegetation och cirka 5000 m<sup>2</sup> för odling av energiskog, se Figur 5.



**Figur 5. Förslag till försöksyta för örtartad vegetation.**

Exempel på avkastning från ett antal möjliga grödor är:

Elefantgräs	ca 8 ton TS/ha år (Blomqvist, 2006)
Jordärtskocka	ca 12 ton TS /ha år (Blomqvist, 2006)
Rörflen	ca 7,5 ton TS /ha <sup>12</sup> år (Blomqvist, 2006)
Salix	ca 8 ton TS/ha år (Bioenergiportalen, senast uppdaterad 2008-02-04)

Biobränsleproduktionen från ytan med örtartad vegetation skulle ge cirka 2 ton TS per år vid odling av t ex rörflen. Detta skulle innebära en teoretisk energipotential på  $17,2 * 1000 * 0,278 * 2 = 9563 \text{ kWh}$  per år.

<sup>12</sup> Detta är ett snittvärde för gamla sorter. Den nyare sorten Bamse, ger ungefär 10 % mer.

Biobränsleproduktionen från ytan med vedartad vegetation skulle ge cirka 4 ton TS per år vid odling av salix. Med tanke på ytans markförutsättningar kan det vara rimligt att anta att produktionen blir lägre, snarare 2 ton TS per år. Detta skulle innebära en teoretisk energipotential på  $18,3 \cdot 1000 \cdot 0,278 \cdot 2 = 10\,175$  kWh per år.

Ytan med vedartade grödor ligger otillgängligt för allmänheten och det finns därför möjlighet att gödsla dessa grödor med urban växtnäring som källsorterat humanurin, klosettatten etc.

### ***Försöksodling med energigrödor i Örnsköldsvik***

I Örnsköldsvik har odling av energigrödor startats på kommunens åkermark (Allehanda, 2007). Syftet med försöksodlingen är att göra kommunen självförsörjande med energigrödor. Man vill testa energigrödor på åkermark inom kommunen och därmed öka kunskaperna kring odling. Odlingen har även ett pedagogiskt värde då den fungerar som demonstrationsodling för allmänheten. Här har man sett till att energigrödorna även fyller andra funktioner och sett till att de smälter in i landskapet. Hampa och rörflen ska odlas nära bebyggelsen för att skydda mot buller och damm. För att inte skymma och störa landskapsbilden har man valt att placera energiskog som poppel, hybridasp och al vid befintliga skogsdungar. Av samma skäl har man valt att plantera salix intill höga träd.

### ***Landskapsparken i Wij Trädgårdar***

Wijs trädgårdar i Ockelbo har genom projektet ”*Ny energi i gamla landskap*” skapat en landskapspark. Området omfattas av 10 hektar och odlas med energigrödor, brödsäd och oljevaxter i liten skala. (Wij Trädgårdar, 2008; GD, 2008; Arbetarbladet, 2008; Nutek, 2008; Antroposofiskt Infocenter, 2008)

Här odlas energigrödor som hampa, rörflen och gråal som ska eldas tillsammans med skörderester i en fastbränslepanna för lokal produktion av värme till anläggningen. Solenergi och vattenkraft kommer också att användas och demonstreras.

Med hjälp av energigrödor och brödsäd har man skapat en landskapspark som både tilltalar besökarna rent estetiskt, samtidigt som man visar och informerar om modern energiproduktion och kulturhistoria. Genom att anlägga gångar genom odlingen kommer besökarna att ha tillgång till energigrödorna och odlingen kommer att vara öppen både för information och rekreation. Dessutom har landskapsparken försetts med konstverk och småskaliga förädlingsverkstäder för att ytterligare förstärka parkens möjligheter till upplevelsevärden och kulturhistorisk kunskapsspridning.

### ***Hamling och skottskogsproduktion***

Ett alternativ till biobränsleproduktion som diskuterats på senare tid är hamling och skottskogsproduktion (Fakta skog, 1996; Biodiverse, 2008). Skottskogar var vanliga under medeltiden, men minskade sedan successivt och som mest under industrialiseringen. Under denna period ersattes produkterna med andra alternativ, t ex vedbränsle med stenkol. I dagsläget när fossila bränslen behöver ersättas med förnyelsebara alternativ har skottskogsproduktion åter kommit i fokus.

En skottskog kan bestå av snabbväxande lövträd där grenar och rotskott skördas kontinuerligt. Lämpligt skördeintervall kan vara 5-10 år. Skottskogen kan vara en s.k. lågskog där träd avverkas när de nått upp till en speciell höjd och därmed erhålls ett skogsbestånd med lägre

karaktär. Lämpliga arter för skottskogsproduktion är ask, alm lind, ek, rönn, bok, sälg, pil och al.

En skottskog ger inte så stor skörd som den traditionella energiodlingen, men har å andra sidan andra värden som energiskogen saknar t ex estetiska och kulturhistoriska värden, samt biologisk mångfald. Skottskogen har en rik flora av blommande örter buskar och träd. En skottskog skulle därför p g a sitt estetiska värde, vara mer lämplig för biobränsleproduktion i urban miljö än den traditionella energiskogen.

### **Användning av kommunal mark för biobränsleproduktion**

Östersunds kommun planerar att bygga en biogasanläggning för att omhänderta kommunens matavfall (ÖP, 2008). För att täcka anläggningens behov av råmaterial kommer man att producera fodervall på åkermark inom kommunen, men även annan outnyttjad mark. Marken som ska användas är park- och tomtmark, men även områden kring rondeller, som sköts genom att gräset slås och borttransporteras, är aktuellt. Cirka 100 hektar av kommunens outnyttjade mark kommer att tas i bruk.

För biogasproduktion har det visat sig att kombinationen matavfall och vallgrödor ger ett bra biogasutbyte och ger även upphov till en stabil röttningsprocess. Växtkraft är ett projekt som startades 2005 i Västerås där matavfall samrötas med vallgrödor (Vafabmiljö, 2004). Här odlas cirka 300 hektar klövervall som skördas mellan två och tre gånger per år. Vallen ensileras och lagras före rötning.

För bäst biogasutbyte ska vallen ha ett näringsinnehåll motsvarande en fodervall. Vall har fördelen att den kan odlas på de flesta jordar och etablerad teknik finns tillgänglig för skörd. Vallgrödor lagras lämpligen som ensilage i väntan på biogasproduktion. Ensilagelagring är en känd teknik som ger små lagringsförluster. (Bioenergiportalen, 2007)

## **Resultatdiskussion**

### **Material, mängder, användning och teknik**

Flisbart material och gräs är olika typer av material som genereras på rekreationsområdet och är lämpliga för energiproduktion. De sammanlagda ytorna för energiproduktion blir 32,6 respektive 26,4 hektar. De 26,4 hektar som genererar långgräs och ängsgräs inkluderar 10 hektar som har tagits till betesdjuren.

Ur materialkvalitetssynpunkt är de möjligheter som finns för biomassa som produceras på Bulltofta rekreationsområde förbränning alternativt rötning av långgräs och ängsgräs, samt förbränning av bränsleflis.

Mängderna material är förhållandevis små och sammansättningen inte optimal för rötning av långgräset. Materialet bör samrötas med något annat organiskt material t ex hushållsavfall eller gödsel. Rekreationsområdet har avsättning för energin med inga möjligheter, i dagsläget, att sprida rötresten. Lokal rötning är inget alternativ, men eventuellt finns möjlighet till samarbete med storskalig röttningsanläggning på sikt exempelvis VA-Syd eller Eon.

När det gäller förbränning är förutsättningarna för lokal förbränning förutom att lämplig teknik finns, att det finns avsättning för värme och aska från anläggningen. Aska från ängsgräs kan återföras till ytor där mer växtnäring behövs. På så sätt tillförs växtnäring till de ytor som behöver näring samtidigt som ängsmarken magras ut. Spridning av aska från

förbränning brukar ge upphov till diskussion om spridning av tungmetaller. I detta fall handlar det om att återföra aska till ytor inom rekreatiomsområdet som utsatts för i stort sätt samma föroreningsmängder som de ytor där bränsleråvaran kommer ifrån. Återföringen ger då inte upphov till någon ackumulering av tungmetaller i marken.

På Bulltofta rekreatiomsområde finns en anläggning för styrketräning, gymna och aerobics. Lokal energiproduktion är möjligt då småskalig teknik finns för förbränning av gräs och flisbart material. Motionsanläggningen kan då använda producerad energi för värme och varmvattenproduktion. Den skattade mängden producerad bränsleflis skulle vara mer än tillräcklig för att täcka motionsanläggningens värme- och varmvattenbehov.

Utöver de ytor som producerar långgräs och ängsgräs finns även 16,4 hektar gräsytor som hålls kortklippta så kallade G2-ytor. En omställning av dessa ytor till långgräsytor skulle öka produktionen av lokalt producerad bioenergi och minska koldioxidemissionerna vid skötseln cirka 10 gånger.

### ***Vattenkvarnen vid Risebergabäcken***

Det är tekniskt möjligt att bygga småskaliga vattenkraftverk med en fallhöjd ner till 0,5 meter. Det finns idag inget kvar av den gamla kvarnen ej heller någon befintlig fallhöjd i bäcken att utnyttja. Flödet i bäcken har mätts upp sommartid av VA-syd och ligger i snitt mellan 100-120 l/s. Under enstaka timmar kan flödet komma upp till 600-800 l/s. Effekten hos kraftverket kan beräknas när vattenflödet under hela året är känt och anläggningen har dimensionerats. VA-syd gör en förstudie på att anlägga en våtmark i dungen öster om Risebergabäcken mellan kulverteringen och den sista bron. Dessa projekt måste på något sätt samordnas så att det inte uppstår konflikter.

### ***Modell för skattning av mängder***

Som vi sett i litteraturen finns det huvudsakligen två möjligheter att skatta biomassaproduktionen i skogsbestånd, biomassaproduktionen per hektar och per enstaka träd. Beräkningsfunktionen för enstaka träd går att använda vid gallring eller röjning i naturliga planteringar i urban miljö om brösthöjdsdiametern är känd. Modell för skattning av biomassa i enskilda träd är möjlig att tillämpa vid enskilda skötselinsatser om antal bortgallrade träd och brösthöjdsdiametern är kända. Modellen har begränsningen att bara vara giltig för ett fåtal trädslag såsom tall, gran, björk och klibbal. Modell för beräkning av biomassa hos bok och ek saknas både i Sverige och i Danmark. En gallring av de bestånd som har störst behov i Bulltofta rekreatiomsområde skulle innebära en urgallring av främst bok och ek, vilka vi saknar modell för.

Med hjälp av erfarenhetsvärden från bl a Lunds kommun och Öland har vi kunnat skatta de mängder bränsleflis respektive långgräs/ängsgräs per hektar, som uppkommer vid skötseln av Bulltofta rekreatiomsområde, även om skattningen är mycket osäker. På det begränsade materialet vi har till vårt förfogande kan vi bara se i vilken storleksordning produktionen ligger i. Vi kan också bara relatera till de totala arealerna planteringsyta i respektive kommun eller på Campus Alnarp. Många faktorer spelar in för hur mycket bränsleflis som kan produceras såsom typ av plantering (buskplantering, naturlig plantering), vilken flisningsutrustning som används (maxdiameter på materialet), etc. En modell som ger biomassaproduktionen per hektar behöver bättre underlag från fler kommuner vad gäller mängder, flisningsutrustning och planteringsytor. Mängderna varierar även från år till år vilket kan härledas till olika skötselinsatser. En målsättning i förlängningen kan vara att kunna koppla bränsleflisproduktion till skötselplan, men vi är ännu inte där.



En skattning av bränsleflisproduktionen per hektar planteringsyta utifrån erfarenhetsvärden ger en produktion på;

1-2 tonTS per hektar och år

En skattning av långgräsproduktionen per hektar gräsyta utifrån erfarenhetsvärden från vägkantsvegetation ger en produktion på;

1,8 tonTS per hektar och år

Modeller för skattning av biomassa per hektar i skogsbestånd är ej relevanta här eftersom vi inte ska slutavverka Bulltofta rekreationsområde, samt att gallring av bestånden utförs med skilda målsättningar.

### ***Gallring och röjningsplan***

Den ursprungliga målsättningen i projektet var att kunna använda beräkningsmodellen för enskilda träd och skatta biomassaproduktionen vid olika skötselåtgärder. Då biomassafunktionen visade sig vara begränsad att gälla för ett fåtal trädslag och då inte de aktuella trädslagen, valde projektet att enbart sammanställa de förslag till skötselåtgärder som kom fram i studenternas arbeten, se Tabell 1.

### ***Energigrödor i parken***

Det finns ett antal potentiella grödor för energiproduktion på åkermark. Bulltofta rekreationsområde ligger på gammal jordbruksmark och något större ingrepp på marken har inte gjorts på ytan som valts ut för örtartad vegetation. Den bör fortfarande ha bra förutsättningar för odling. Ytan norr om rekreationsområdet som valts ut för vedartad vegetation har sämre förutsättningar. Här vet vi av erfarenhet att tillväxten är sämre<sup>13</sup>.

Energigrödor i urban miljö kan aldrig ge några avgörande volymer, men kan erbjuda lokalt producerad energi och fungera som demonstrationsanläggningar. Man kan då främja upplevelse, pedagogiska och kulturhistoriska värden, samtidigt som man kan förse en närliggande anläggning med lokalt producerad biomassa. Fåtal exempel finns i Sverige på kombinationen av bioenergiproduktion och rekreation, pedagogik, kulturhistoria. Exempel på nyttjande av kommunal mark för energigrödor är vallodling i Östersund och Västerås. Exempel på demonstrationsodlingar är försöksodlingen i Örnköldsvik och landskapsparken i Ockelbo.

Området som valts ut för energiskogsproduktion är inte tillgängligt för allmänheten då det ligger mellan motorväg och motorvägspåfart. Energigrödor som odlas här kan därför gödslas med urban växtnäring som källsorterad humanurin, klosettatten etc. Skottskogsproduktion kan vara ett alternativ för att gynna den biologiska mångfalden och kunskapsspridning om gamla och nya tekniker men då måste annan yta väljas där allmänheten har tillträde. Ytan som valts ut för örtartad vegetation ligger inom Bulltofta rekreationsområde och kommer att vara tillgänglig för allmänheten. Här kan andra värden få styra om man vill anlägga en visningsanläggning med ett urval av vanligt förekommande energigrödor eller om man satsar på en särskild gröda t ex jordärtskocka, elefantgräs eller rörflen, med specifik avsättning som förbränning i en egen panna.

---

<sup>13</sup> Pers. kom. Henry Persson, ISS Landscaping, 2008-09-24

## ***Teoretisk energipotential för lokalt producerad bioenergi***

Den teoretiska potentialen för lokalt producerad bioenergi i form av bränsleflis och långgräs till förbränning kan sammanfattas enligt Tabell 2. (se Bilaga 4) Den teoretiska energipotentialen har beräknats med hjälp av skattade värden på bränsleflisproduktionen.

Mängden producerat långgräs omfattar även den mängd som betas idag. Långgräsytan och därmed energipotentialen från långgräs blir i verkligheten något mindre. Den totala arealen betesmark är 10 hektar. Flisproduktionen från betesytan påverkas inte då djuren till största del betar gräs och finare vedartat material.

Den mängd långgräs som skördas årligen innehåller drygt 90 000 kWh energi. Vid skörd förbrukas årligen cirka 4000 kWh energi i form av bränsle vid slåtter.

**Tabell 2: Teoretisk energipotential för biomassa från Bulltofta rekreationsområde**

	Yta (hektar)	Mängder (ton TS per år)	Energipotential (kWh per år)	Energiproduktion	Restprodukter
Bränsleflis	32,6	65,2	363 000	Förbränning	Energi, aska
Långgräs	26,4	47,5	99 800	Förbränning	Energi, aska
Rörflen på yta för örtartad vegetation	0,3	2	9600	Förbränning	Energi, aska
Salix på yta för vedartad vegetation	0,5	2	10 000	Förbränning	Energi, aska

## Referenser

- Energigrödor ska odlas på prov i Själevad. (2007). *Allehanda*. [online] Tillgänglig; <http://allehanda.se/avdelning/ornskoldsvik/8614>, 2007.
- Andersson, N. Engström, L. (2005). Teknisk handledning vid projektering av mikrovattenkraftverk, Manual for the designing of microhydropowerplants. Examensarbete 2005:35, Institutionen för bygg- och miljöteknik, Avdelningen för byggt teknik CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA. Göteborg. Sverige. 2005
- Antroposofiskt Infocenter. Wij Trädgårdar bygger en ny Landskapspark. Hemsida. [online] (2008) Tillgänglig; [http://www.antroposofi.info/startside/nyheter/nyheter/visa\\_en/date/2008/07/15/wij-traedgaardar-bygger-en-ny-landskapspark/](http://www.antroposofi.info/startside/nyheter/nyheter/visa_en/date/2008/07/15/wij-traedgaardar-bygger-en-ny-landskapspark/) ,2008-04-25
- Klimatsmart väg ger ny energi för Wij. (2008). *Arbetsbladet*. [online] Tillgänglig; <http://arbetsbladet.se/nyheter/ockelbo/1.30559>, 2008-06-10
- Bengtsson R & Svensson S-E (1996). Systemstudie av metoder för hantering och recirkulering av organiska restprodukter från grönområden – fallstudie av Lunds kommun. Rapport /Institutionen för lantbruksteknik, avd. för Park och trädgårdsteknik 210. SLU Alnarp
- Storskalig hamling av lövskog – en potentiell bioenergiressurs. (2008). *Biodiverse*. årg.13, nr1. Centrum för biologisk mångfald.
- BiodrivX. Bioenergitillgångar i Gävleborgs län, Delrapport 1 – BiodrivX, Uppskattning av bioenergiråvaror för framställning av drivmedel. Hemsida. [online] (2006), , Tillgänglig; <http://www.gde-net.se/files/1/e2Of8ib6EwdRJc6QwliD5V33wCn7OL0L.pdf>
- Bioenergiportalen. Vallgrödor. Hemsida. [online] (2007) Tillgänglig; <http://www.bioenergiportalen.se/?p=1499&m=972> , 2007
- Bioenergiportalen. Använda eget biobränsle. Hemsida. [online] (2008) Tillgänglig; <http://www.bioenergiportalen.se/?p=1593&pt=7> ,2008
- Bioenergiportalen. Salixskörd. Hemsida. [online] (senast uppdaterad 2008-02-04) Tillgänglig; <http://www.bioenergiportalen.se/?p=1974&m=1238>, 2008.
- Blomqvist, G. (2006). *Alternativa stråbränslen i växtföljden*. [online] Tillgänglig; [http://ex-epsilon.slu.se/archive/00001191/01/blomqvist\\_2006\\_03.pdf](http://ex-epsilon.slu.se/archive/00001191/01/blomqvist_2006_03.pdf)
- Bygglant. Gårdspanna för miljöriktig förbränning av halm i storbalar och andra gårdsnära bränslen. Hemsida. [online] (u.å) Tillgänglig; <http://www.bygglant.se/aciro/bilddb/objektvisa.asp?idnr=UUH2CRAqIq7KF2x8RclfcigUpSfIOCI9htcl2gvssUNKRc2g8d99IK7GYUT>
- Durling, M. Jacobsson, K. (2000). Slätter av vägkanter med upptagande slagslätteraggregat – Energianvändning och kostnader vid upptagning, transport och behandling. Institutionsmeddelande 2000:05. Institutionen för lantbruksteknik. SLU Alnarp.

- Durling, M. Jacobsson, K. Svensson, S-E. (2000). *Avsättning för väggkantsvegetation på Öland genom kompostering eller förbränning - Förstudie*, Institutionsmeddelande 2000:07. Institutionen för lantbruksteknik. SLU Alnarp.
- Eriksson, M. (2005). *Sveaskogs möjligheter att utveckla trädbränsleverksamheten i Västerbotten och södra Norrland*. [online] Tillgänglig; [http://epsilon.slu.se/archive/00000538/01/exjobb\\_47.pdf](http://epsilon.slu.se/archive/00000538/01/exjobb_47.pdf)
- Espling Andersson, Mats. (2005). *Kompostanläggningen vid S:t Hans Backar. Statistik 2005*. KL-gruppen, Lunds kommun.
- Espling Andersson, Mats. (2006). *Kompostanläggningen vid S:t Hans Backar. Statistik 2006*. KL-gruppen, Lunds kommun.
- Den mångsidiga skottskogen. (1996). *Fakta skog*. Nr 8, SLU 1996.
- Gatukontoret. Gatukontorets databas för lägesbunden information, Gata och park. Manuskript. Malmö Stad. Gatukontoret. Drift och underhållsavdelningen.
- Energisatsning vid Wij. (2008). *GD* [online] Tillgänglig; <http://gd.se/nyheter/ockelbo/1.30613>, 2008-06-10
- B. Hahn-Hägerdal, M. Galbe, M.F. Gorwa-Grauslund, G. Lide´n and G. Zacchi. (2006). *Bioethanol – the fuel of tomorrow from the residues of today*, Lund University, Lund, Sweden
- Håkansson, J. Körling, A. (2002). *Uppskattning av mängden kol i trädform – en metodstudie*. [online] Tillgänglig; [http://www.natgeo.lu.se/ex-jobb/exj\\_86.pdf](http://www.natgeo.lu.se/ex-jobb/exj_86.pdf)
- Johansson C & Blom A (2005). *Lunds kommuns parbeskränningsavfall värmer ca 50 normalvillor per år!*. Rapport /Institutionen för landskaps- och trädgårdsteknik : 2005:2. SLU Alnarp
- Johansson, C. Persson, J. Schroeder, H. Gunnarsson, A. Hammer, M. Gyllin M. *Ekologisk uthållig parkskötsel – ett fullskaleexperiment i Bulltoftaparken, Malmö*. Manuskript 2010. Område Landskapsutveckling. SLU Alnarp.
- Johansson, T. (2000). Biomass equations for determining fractions of common and grey alders growing on abandoned farmland and some practical implications. *Biomass and Bioenergy*. 18 (2000) 147-159
- Jordbruksverket. Bioenergi – Ny energi för jordbruket. Hemsida. [online] (2006) Tillgänglig; [http://www.sjv.se/download/18.1d56bbe108ae219d3980001660/ra06\\_1.pdf](http://www.sjv.se/download/18.1d56bbe108ae219d3980001660/ra06_1.pdf)
- Jönsson, M. (2007). *Parkavfall som biobränsle genom förbränning : analys av "Lundamodellen" samt en fallstudie av två skånska kommuners potential för användning av "Lundamodellen"*. Examensarbeten inom landskapsingenjörsprogrammet, nr 2007:27. [online] Tillgänglig; <http://www.uppsatser.se/upsats/c6690c804b/>
- Kreuger, E. Björnsson, L. *Biogasproduktion från majs och hampa*. Manuskript 2006. Avdelningen för Bioteknik, Lunds Universitet

- Lindkvist, J. (2007) *Potential för biobränsleproduktion i Uddevalla kommun*. [online] Tillgänglig; [http://www.miljo.lth.se/svenska/internt/publikationer\\_internt/pdf-filer/Examensarbete%20Jenny%20Lindqvist%20till%20media%20tryck.pdf](http://www.miljo.lth.se/svenska/internt/publikationer_internt/pdf-filer/Examensarbete%20Jenny%20Lindqvist%20till%20media%20tryck.pdf)
- Linné, M. Dahl, A. & Englesson, R. (2001). *Biogas ur vägkantsvegetation – en förstudie*. Institutionsmeddelande 2001:06. Institutionen för lantbruksteknik. SLU Alnarp.
- Malmö Stad. Skånsk kalops blir biogas. Hemsida. [online] (2005) Tillgänglig; <http://www.malmo.se/miljohalsa/arkiv/nyhetsarkiv/skanskkalopsblirbiogas.5.1dacb2b107a2fd998c8000804.html>, 2005
- Malmö Stad. Biogassamarbete inleds i Malmö. Hemsida. [online] (2008) Tillgänglig; <http://www.malmo.se/arkiv/nyhetsarkiv/forvaltningsnyheter/biogassamarbeteinledsimalmo.5.6c29b6251179cd8ef6c800029877.html> , 2008
- Malmö Stad. Kretslopp. Hemsida. [online] (senast uppdaterad 2008-05-16) Tillgänglig; <http://www.malmo.se/miljohalsa/projektnatverk/projekt/vastrahammenbo01/kretslopp.4.1dacb2b108051cc70d80009921.html>, 2007
- Marklund, L-G. (1988). *Biomassafunktioner för tall, gran och björk i Sverige*. SLU, Inst. för skogstaxering, Rapport 45. Umeå.
- Mörtstedt & Hellsten. (1987). *Data och diagram*. Esselte Studium AB, ISBN-91-24-34197-5
- Nord-energi. Biovärmeguide. Hemsida. [online] (2007) Tillgänglig; <http://www.nord-energi.no/Produktblad/biovarmeguide%20Ariterm.pdf>, 2007
- Nordisk etanol. Miljövänlig etanolproduktion i Karlshamn. Hemsida. [online] (2008) Tillgänglig; <http://www.nordisketanol.se/>, 2008.05.27.
- Novator. (uå) *Bioenergihandboken*. [online] Tillgänglig; <http://www.novator.se/bioenergy/facts/fuelinvest.pdf>,
- Nutek. 2008.1: Wij LandskapsPark. Hemsida. [online] (senast uppdaterad 2008) Tillgänglig; <http://www.nutek.se/sb/d/1330/a/9289>, 2008-07-24
- Örnsköldsvik först med fordonsetanol från cellulosa. (2005). *Ny Teknik*. [online] Tillgänglig; [http://www.nyteknik.se/nyheter/it\\_telekom/allmant/article35252.ece](http://www.nyteknik.se/nyheter/it_telekom/allmant/article35252.ece), 2005-04-15.
- Kineserna i Sveg får pengar till etanolen. (2006). *Ny Teknik*. [online] Tillgänglig; [http://www.nyteknik.se/nyheter/energi\\_miljo/bioenergi/article43248.ece](http://www.nyteknik.se/nyheter/energi_miljo/bioenergi/article43248.ece), 2006.
- SCB. Markanvändningen i tätorter och förändringar i markanvändningen. Hemsida. [online] (senast uppdaterad 2003) Tillgänglig; [http://www.scb.se/templates/Product\\_12883.asp](http://www.scb.se/templates/Product_12883.asp), 2003-04-22
- Svensson S-E. (2006). *Växtnäring från avlopp ger mer hållbar produktion av ettåriga energi- och fibergrödor*. [online] Tillgänglig;

<http://www.lund.se/upload/Lunds%20Renh%C3%A5llningsverk/Broschyror/Rapportvtn%C3%A4ringavlopp.pdf>

SRF-Småkraftverkens Riksförening. Teknik – effekt. Hemsida. [online] (u.å.) Tillgänglig; <http://www.sero-srf.se/>,

Vafabmiljö. Växtkraft - biogas i Västerås. Hemsida. [online] (2004) Tillgänglig; <http://www.vafabmiljo.se/filarkiv/pdf/vk1.pdf>, 2004

Wij Trädgårdar. Landskapsparken. Hemsida. [online] (senast uppdaterad 2008) Tillgänglig; [http://www.wij.se/om\\_oss/landskapsparken/](http://www.wij.se/om_oss/landskapsparken/), 2008-09-16

Östersunds kommun behöver vallfoder. (2008). ÖP. [online] Tillgänglig; <http://www.op.se/parser.php?level1=161&level2=713&id=947437> , 2008.

## Bilaga 1, Mängd producerad flis

### **Potential för flisproduktion från svenska kommuners tätortsnära grönytor**

Marken inom tätortsgränser i Sverige uppgick år 2000 till totalt 530 440 ha, varav 73 950 ha var skog och annan trädbeväxt mark inkl parkmark (SCB, 2003). Enligt erfarenheter från ett fåtal kommuner har bränsleflispotentialen skattats till cirka 2 ton TS per hektar bränsleflis producerande mark. Detta skulle innebära en potential på minst 110 000 ton TS per år från Sveriges grönytor inom tätorterna.

### **Erfarenheter från Lunds kommun**

#### **Kvalitetskriterier vid sortering av råmaterialet**

Det material som främst är lämpligt för flisproduktion är grenar med en diameter mellan 2,5 och 30 cm.

#### **Ytor**

Lunds kommun har en total yta av 430,3 miljoner m<sup>2</sup> varav 1,9 miljoner m<sup>2</sup> består av planteringsyta. Erfarenheter från Lunds kommuns bränsleflisproduktion är att material som är lämpligt för produktion av bränsleflis huvudsakligen härstammar från planteringsytor i Lunds tätort, PIV till PIX<sup>14</sup>.

Ytor som levererar flisbart material<sup>15</sup>

PIV (m2)	244 577
PV (m2)	436 191
PVI (m2)	136 424
PVII (m2)	499 609
PVIII (m2)	248 665
PIX (m2)	8 028
tot. Flisbart	1 573 494

#### **Mängder**

I Lunds kommun producerades under 2005 cirka 8000 m<sup>3</sup> ris som uppfyllde kvalitetskraven för biobränsleproduktion. De leverantörer som lämnat materialet till anläggningen på S:t Hans var KL-gruppen 203 m<sup>3</sup>, LKF 768 m<sup>3</sup>, LRV 0 m<sup>3</sup>, Markentreprenad 6520 m<sup>3</sup>, Mark- & Parkbolaget 594 m<sup>3</sup>, Servicepoolen 1 m<sup>3</sup>. (Espling, 2005) Av dessa leverantörer är det huvudsakligen Markentreprenad, Mark- & Parkbolaget och KL-gruppen som utfört skötseln i Lunds tätort (Johansson&Blom, 2005). Totala mängden ris som kommer från Lunds tätort och kommunens planteringsytor under 2005 blir då uppskattningsvis 7300 m<sup>3</sup>. Motsvarande mängd flisbart material som levererats under 2006 är 5475 m<sup>3</sup> (Espling, 2006).

Mängder flisbart levererat av  
Markentreprenad, Mark-&Parkbolaget  
och KL-gruppen (m3)

2005	7300
------	------

<sup>14</sup> Pers. kommunikation Lars Brobeck, Park&Naturkontoret, Lund 080523

<sup>15</sup> Pers. kommunikation Catharina Enocsson, Park&Naturkontoret, Lund 080526

2006 5475  
2007 3536

### **Producerad mängd bränsleflis per hektar planteringsyta**

Mängd flisbart material/5 \* Densitet flis \* Fukthalt flis / tot yta som lev flisbart material = kg TS per hektar

Densitet färsk flis kg/m<sup>3</sup> 600

Fukthalt färskt mat. (%) 50

(Bengtsson&Svensson, 1996) (Jönsson, 2007)

2005 (tonTS/ha) 2,78361405

2006(tonTS/ha) 2,08771053

2007(tonTS/ha) 1,34833689

Producerad mängd i snitt per år = 2,0 ton TS per hektar

### ***Erfarenheter från Alnarpsparken och kommuner***

Mängd flis \* Densitet flis \* Fukthalt flis / tot yta som lev flisbart material = kg TS per hektar

Plats	Planteringsyta (ha), Flis (m <sup>3</sup> )	Producerad mängd flis i snitt per år (tonTS/ha)
Lund	190,	1,7
Svedala	17, 200-700	1,6
Trelleborg	56, 3216	3,5
Alnarpsparken	19, 400-500	1,5

### ***Skattad mängd flis per år på Bulltofta rekreativsområde***

Total yta som kan generera bränsleflis på Bulltofta rekreativsområde = 32,6 ha

Mängd flis = 2,0 \* 32,6 = 65,2 ton TS



## **Bilaga 2, Producerad mängd gräs på Bulltofta rekreatiomsområde**

Ölands totala vägkanter är 1068 km långt. Vid slåtter av vägkanterna på Öland används en utrustning med 1,3 meters dragbredd. Vid slåtter av väjkantsvegetationen slås gräset av genom ett drag på de flesta ytorna.

Den totala ytan som genererar väjkantsvegetation på Öland beräknas till cirka :

$$1068 * 1,3 * 1000 = 1388400 \text{ m}^2 = 138,8 \text{ ha}$$

$$\text{Total mängd väjkantsvegetation} = 3500 \text{ m}^3$$

(Durling, Jacobsson, Svensson, 2000)

$$\text{Total skörd} = \text{Mängd} / \text{yta} (\text{m}^3 / \text{ha}) = 3500/138,8 = 25,2 \text{ m}^3 / \text{ha}$$

$$\text{Volymvikt Väjkantsvegetation} = 185 \text{ kg} / \text{m}^3$$

$$\text{TS Väjkantsvegetation} = 38,7\%$$

(Durling & Jacobsson, 2000)

$$\text{Total skörd} = 25,2 * 185 * 0,387 = 1804 \text{ kgTS/ha} = 1,8 \text{ tonTS/ha}$$

Total yta på Bulltofta rekreatiomsområde som genererar långgräs beräknas till cirka 26,4 ha .

Total yta på Bulltofta rekreatiomsområde som genererar kortgräs beräknas till cirka 16,4 ha .

### ***Skattad mängd långgräs per år på Bulltofta rekreatiomsområde***

$$\text{Skattad mängd långgräs på Bulltofta rekreatiomsområde} = 1,8 * 26,4 = 47,5 \text{ tonTS}$$

## Bilaga 3, Effektbehov hos panna för uppvärmning och varmvattenproduktion åt motionsanläggningen

Yta: 800 m<sup>2</sup> <sup>16</sup>

Skattad takhöjd: 2,6 m (Biovärmeguide, 2007)

Skattad effektbehov per m<sup>3</sup> byggnad: 30W (Biovärmeguide, 2007)

Antal duschar: 13 st <sup>17</sup>

Skattad effektbehov per dusch: 30 kW/st (Biovärmeguide, 2007)

Beräkning

$$P = 800 * 2,6 * 0,030 + 13 * 30 = 452 \text{ kW}$$

---

<sup>16</sup> pers. kom. Katalin Grimrud, Bulltofta Motionsanläggning, 2008-08-26

<sup>17</sup> pers. kom. Katalin Grimrud, Bulltofta Motionsanläggning, 2008-08-26

## Bilaga 4, Teoretisk energipotential för lokalt producerad bioenergi

### Salix

Salixflis 18,3 MJ/kg TS (Novator, uå)

Energipotential salix =  $18,3 * 1000 * 0,278 * 2 = 10\ 175$  kWh/år

### Rörflen

Rörflen 17,2 MJ/kg TS (Novator, uå)

Energipotential rörflen =  $17,2 * 1000 * 0,278 * 2 = 9563$  kWh/år

### Bränsleflis

Effektiva värmeverdets för trä enligt Mörtstedt & Hellsten (1987) är cirka 20 MJ per kg TS.

Detta skulle ge en teoretisk energipotential på  $20 * 0,278 * 65,2 * 1000 = 363\ 000$  kWh per år från Bulltofta rekreativområdes flisbara avfall, om mängderna skattas enligt modell i kapitlet ”Modell för skattning av biomassa i Bulltofta rekreativområde”.

### Långgräs

Enligt Durling & Jacobsson (2000) beräknas väggkantsvegetation ha ett värmeverde på 2,1 kWh per kg TS. Detta skulle innebära att det skördade långgräset och ängsgräset på Bulltofta har en teoretisk energipotential på  $2,1 * 47,5 * 1000 = 99800$  kWh per år, om mängderna skattas enligt modell i kapitlet ”Modell för skattning av biomassa i Bulltofta rekreativområde”.