Slutrapport

Projekt: **Skörd från älvängar – etapp 1**

Dnr: 82 Jnr: 2011 562

Projekttid: 2010-12-17 – 2012-12-31

Bengt Gyldberg, Nedre Dalälvens Intresseförening, 2013-03-29

Figur 1. Klättervildvin på en slaggstensmur i Garpenberg. Växten på denna bild har inget samband med projektet.

Bilden på framsidan visar en älväng på Nordmyran vid Tärnsjö, som restaurerats av en av deltagarna i arbetsgruppen, Ove Pettersson, som även hävdar marken genom slåtter tillsammans med Pär Jansson.

Innehåll

Sammanfattning av slutsatser från projektet 4

1. Bakgrund 6
1.1 Älvängarna – historisk användning och biologisk mångfald 6
1.2 Förstudie med inriktning på biogas 7
1.3 Uppdraget 7
1.4 Den regionala landskapsstrategin 8
2. Aktiviteter 8
3. Projektets resultat i relation till ursprungliga mål 8
4. Samhällsnytta som kan uppnås genom hävd 9
4.1 Biologisk mångfald och kulturhistoriska värden 9
4.2 Den öppna landskapsbilden 9
4.3 Mindre förekomst av översvämningsmygg 9
4.4 Miljö- och klimatnytta 9
4.5 Försörjningsmöjligheter på landsbygden 10
5. Areal 10
6. Översikt över användningsmöjligheter 10
6.1 Djurfoder 11
6.2 Bete 11
6.3 Strö 12
6.4 Biogasrötning 13
6.5 Pyrolys 14
6.6 Förbränning 15
6.7 Kompostering 16
7. Högvuxna vattenväxter 16
8. Restaurering 17
9. Arbetets fortsättning 17

Referenser 19

Bilaga 1. Foderanalyser av hö från Nordmyran, Tärnsjö (Heby kommun) 23

Sammanfattning av slutsatser från projektet

- Hävd av Nedre Dalälvens älvängar ger stora vinster för samhället:
  - Bevarande och förstärkning av **biologisk mångfald** och kulturhistoriska värden
  - Därutöver **miljö- och klimatnytta** genom tillvaratagande av den producerade biomassan
  - Minskade möjligheter för massförökning av **översvämningsmygg**
  - Det **öppna odlingslandskapet** bevaras, vilket har stor betydelse för områdets attraktivitet för turistbesök och bosättning
  - Ekonomiskt bärkraftig hävd ger nya **försörjningsmöjligheter** på landsbygden i området
- Växligheten på älvängarna är ingen enhetlig gröda, utan varierar i sammansättning, näringsinnehåll, smaklighet m.m. såväl mellan olika platser – även olika delar av samma fält – som över tiden.
- Varierande vattenstånd och i övrigt ogynnsamma väderförhållanden medför att en god foderkvalitet inte kan erhållas varje år. Vissa år är det inte möjligt att skörda alls. Detta medför att leveranssäkerheten blir låg.
- Alternativa användningssätt behövs då foderkvaliteten är låg. Flera möjligheter finns för att ta tillvara den solenergi som bundits i älvängsgräset.
- För att uppnå avsedd gynnsam effekt på den biologiska mångfalden kan skörd ske först på högsommaren. Näringshalterna har då börjat sjunka och växterna har blivit segare och svårare att sönderdela.
- Älvängarnas växlighet kan användas på många olika sätt:
  - Den traditionella användningen som vinterfoder är fortfarande gångbar. Under gynnsamma förhållanden fås ett hö som är utmärkt som **grovfoder** för hästar och idisslare.
  - **Bete** är ett bra alternativ eller komplement till skörd.
  - Älvängshö i form av hela strån är olämpligt som strö på grund av sin seghet och långsamma nedbrytning. Framställning av **ströpellets** kan vara ett alternativ då höet har en hög kvalitet. Ströpellets har ett högre värde på marknaden än bränslepellets, varför detta användningssätt kan vara intressant att undersöka närmare.
  - **Biogasjäsning** är ett mycket intressant alternativ som medger tillvaratagande av såväl energi som näringsämnen. De flesta storskaliga biogasanläggningar matar in substraten i form av en pumpbar slurry. Detta ställer krav på finfördelning av materialet, som är tekniskt besvärligt att åstadkomma för älvängsgräs. Ytterligare en teknisk komplikation är att skörden från älvängarna på grund av sin större seghet kräver längre tid för utrötning än t.ex. vallgrödor. Dock pågår en lovande teknisk utveckling av s.k. torrötningstekniker där substraten inte behöver finfördelas och som dessutom kan realiseras i mindre anläggningar.
  - **Förbränning** av älvängsgräs är möjlig men inte oproblematisk. Som bränsle kännetecknas biomassan från älvängarna – liksom halm, energigräs och de flesta andra jordbruksgrödor – av hög askhalt och låg asksmältpunkt, vilket kan ge problem med sintring och beläggningar i pannorna. Ett användningssätt som visat sig fungera bra i praktiken är förbränning av hela balar av älvängshö i en halmpanna av danskt fabrikat. Tekniker finns för pelletering och briketting som skulle kunna prövas även för älvängsgräs.

- **Pyrolys** är teoretiskt intressant men i Sverige ännu ganska oprövat alternativ. Processen ger förutom energirik gas även biokol, som är beständigt i mark och dessutom kan öka jordens bördighet.
- **Kompostering** förekommer redan idag i liten skala för gödsling av egna odlingar. Även i detta fall visar sig älvängsgräsets seghet genom lång nedbrytningstid och behov av flera genomluftningar.

- För närvarande finns det i området överskott på energirika substrat, såsom hästgödsel, vilka är förknippade med en depositionsavgift. Detta kan förmodas bidra till en prispress nedåt på energiråvaror från älvängarna.
- Försök som gjorts på andra håll med skörd och tillvaratagande av vass visar att miljönyttan kan bli stor men lönsamheten är ännu för dålig. Här finns en stor potential för teknikutveckling och effektivisering av arbetsmetoder.
- Det finns många aktörer vars verksamhet på ett eller annat sätt har anknytning till hävd av Nedre Dalälvens älvängar och det är angeläget att samarbetet mellan dem förstärks och utvecklas. Kontoret för det nyligen utnämnda biosfärområdet Älvlandskapet Nedre Dalälven har utsetts till att inneha en koordinerande funktion inom ämnesområdet. Ett huvudprojekt med denna förstudie som grund har godkänts av LAG för Leader Nedre Dalälven och startade sin verksamhet på allvar vid NeDa:s framtidsseminarium den 22-23 november 2012.

1. Bakgrund

1.1 Älvängarna – historisk användning och biologisk mångfald.

I Nedre Dalälvsområdet utgörs övergången mellan öppet vatten och skog ofta av vidsträckta, regelbundet översvämmade älvängar. Höet från dessa ängsmarker var under en lång tidsperiod en ovärderlig resurs för boende i anslutning till älven. Vårflodens vatten förde med sig näring som avsattes på markerna när översvämningarna minskade. Detta gjorde de älvnära ängarna bördiga och de nyttjades även av gårdar som låg långt ifrån älven. Slåtter och bete i älvlandskapet skapade tillsammans med vattnet förutsättningar för stora naturvärden såväl på ängarna i sig som i den intilliggande skogens kantzoner.

Eftersom hävden i stort sett upphört och regleringen av Dalälven medfört en förändrad vattenföring, har i dagsläget många av de tidigare öppna markerna redan vuxit igen eller håller på att växa igen. När det gäller skötseln av naturreservat och nationalparken har förvaltare under det senaste årtiondet betonat vikten av att återuppta hävden av dessa marker, för att kunna bevara de naturvärden som finns i områdena. Några områden längs älven har också restaurerats och åter blivit slåtter- eller betesmark.

Hävd av älvängarna är ett högt prioriterat område även inom biosfärarbetet bland annat på grund av de hävdade älvängarnas värde för den biologiska mångfalden och för Nedre Dalälvens karakteristiska landskapsbild. Detta synsätt delas även av områdets länsstyrelser, som på olika sätt arbetar för fortsatt hävd på en del av de värdefullaste markerna.

Figur 2. Igenvuxen och förbuskad älväng. Hedesundafjärdens naturreservat.

Figur 3. Rester av ängslada. Ängsövallen, Färnebofjärdens nationalpark.

1.2 Förstudie med inriktning på biogas

Stigande energipriser och ökande medvetenhet om nödvändigheten att ersätta fossila bränslen har på senare år medfört ökande intresse för användning av biomassa för energiändamål, bland annat genom framställning av biogas. Inom Gävleborg och Dalarna utgör intresseföreningen Biogas Mitt en plattform för samverkan kring biogasfrågor. Som en del i detta arbete har Biogas Mitt under första halvåret 2010 genomfört en förstudie, *Älvängarna – grönmassa för biogasframställning* för att undersöka möjligheterna att ta tillvara grönmassa från älvängarna för att nyttja i biogasproduktion (Söderqvist & Enbom, 2010)

Förstudien har visat att det finns en stor potential i form av många marker som lämpar sig för slåtter. Lokalt finns också en positiv inställning till en återupptagen hävd av Nedre Dalälvens älvängar, både bland markägare och övrig ortsbefolkning. Av de tillfrågade markägarna anger dock de flesta att de inte har möjlighet att utföra slåttern själva. Här finns ett stort behov av entreprenörer. Som hinder identifieras också svårigheter att få avsättning av det som slås samt problem med att få en acceptabel ekonomi i skördearbetet. Variationer i vattenstånd och bärighet innebär tekniska och logistiska utmaningar. Kunskap och erfarenheter finns dock både lokalt och på annat håll.

1.3 Uppdraget

Förbättrade möjligheter till ökad hävd av Nedre Dalälvens älvängar överensstämmer väl med inriktning och ambitioner för biosfärområdet Älvlandskapet Nedre Dalälven (Ericson Turstam, 2010). Uppdraget att driva ett projekt med fokus på användningsmöjligheter av skörden från älvängar gavs uttryckligen till Nedre Dalälvens Intresseförening (NeDa), som är huvudman för biosfärarbetet, vid ett seminarium om förnybar energi i Gysinge den 11 november 2010, med deltagande av representanter för de flesta av Nedre Dalälvens kommuner, länsstyrelser, markägare med flera aktörer.

1.4 Den regionala landskapsstrategin

Sedan år 2010 pågår arbete inom ett särskilt regeringsuppdrag till områdets länsstyrelser att ta fram en regional landskapsstrategi för Nedre Dalälvsområdet. Fokus i detta arbete ligger på åtgärder som på lång sikt kan förväntas begränsa förekomsten av översvämningsmyggor, samtidigt som den biologiska mångfalden i området bevaras. Ökad hävd av älvängarna ingår som en av flera åtgärder för att i ett längre perspektiv minska behovet av akuta myggbekämpningsinsatser. Arbetet för ökad hävd utgör ett särskilt delprojekt, *Öppna landskap*, inom den regionala landskapsstrategin. Då detta delprojekt har samma syfte som *Skörd från älvängar – steg 1*, har det varit naturligt att eftersträva en nära samverkan. Det har inneburit en stor fördel för det aktuella projektet att kunna knyta an till och bygga vidare på de nätverk som byggts upp inom den regionala landskapsstrategin.

Inom arbetet med den regionala landskapsstrategin har tre olika arbetsgrupper av intresserade bildats för att ta initiativ till åtgärder för att långsiktigt motverka massförekomst av översvämningsmyggor. I arbetsgruppen för delprojektet *Öppna landskap* ingår flera intresserade lantbrukare som hävdar älvängar utifrån eget engagemang genom slåtter eller bete. De utgör en viktig lokal kunskapsbas och en värdefull tillgång för det fortsatta arbetet.

2. Aktiviteter

Följande aktiviteter har bedrivits inom projektet:

1) Kontakter med personer och företag
2) Möten i lokalt förankrad arbetsgrupp
3) Studiebesök och konferenser
   - Studieresa till Tysslingen
   - Studiebesök på Ängsövallen
   - Seminarium om användning av hästgödsel
   - Studiebesök vid VAFAB biogasanläggning i Västerås
4) Samverkansmöten mellan företrädare för olika myndigheter och organisationer
5) Insamling och sammanställning av kunskap om olika användningsmöjligheter för skörd från älvängarna
6) Planering och förankring av kommande huvudprojekt

De olika aktiviteterna har mer utförligt beskrivits i tidigare redovisade lägesrapporter. I denna slutrapport har strävan varit att ge en mer övergripande beskrivning av projektets arbetsområde.

3. Projektets resultat i relation till ursprungliga mål

Enligt ursprunglig ansökan var målen att följande skulle ha uppnåtts vid projektets slut (kommentarer om utfall i kursiv stil):

- Viktiga aktörer har identifierats och kontaktats.
  Målet har uppfyllts, se vidare nedan.
- Minst två nya nätverk har bildats för samarbete kring användning av skörd från älvängar.
  Målet har uppfyllts, se vidare nedan.
- Översiktliga beskrivningar har gjorts över olika sätt att använda skörden och deras möjligheter och begränsningar.
  En översiktlig beskrivning ingår i denna slutrapport, se vidare kapitel 6 nedan.

- Minst en modell för skörd med tillvaratagande av biomassan som är – eller snart kan bli – både tekniskt möjlig och ekonomiskt rimlig, har påvisats och helst även provats i praktiken.
  Detta mål har inte varit möjligt att uppnå under projekttiden.
- En väl förankrad plan har utarbetats för kommande etapper av arbetet. *Arbetet fortsätter inom det nya projektet **Hävd av Nedre Dalälvens älvängar – ekonomiska och ekologiska möjligheter**, se vidare kapitel 9 nedan.*

4. Samhällsnytta som kan uppnås genom hävd

Ur ett samhällsperspektiv finns ett flertal starka skäl för att främja bibehållen och ökad hävd av Nedre Dalälvens älvängar:

4.1 Biologisk mångfald och kulturhistoriska värden

Hävd genom slåtter eller bete har avgörande betydelse för älvängarnas värde som livsmiljö för hotade arter (Naturvårdsverket, 2011; Svensson & Moreau, 2012). Ett exempel på en hävdgynnad art är älvängslöparen som i Norden endast förekommer på tre lokaler vid Nedre Dalälven (Eriksson, 2008; Wanntorp, 2011).

4.2 Den öppna landskapsbilden

Bibehållande av ett öppet och brukat kulturlandskap har stor betydelse för såväl besöksnäring (t.ex. Länsstyrelsen Dalarna, 2007) som områdets attraktivitet för inflyttning (Hedin, 2005).

4.3 Mindre förekomst av översvämningsmygg

Forskning initierad av den regionala landskapsstrategin har visat att mängden mygglarver under översvämningar sommaren 2012 var tydligt mindre på hävdade gräsmarker jämfört med näraliggande ohävdade marker (Östman & Wengström, 2013). Dessa resultat överensstämmer väl med lokala erfarenheter. Vegetationskontroll i olika former har också tillämpats i andra länder som ett sätt att reducera mängden stickmyggor (Gerhardt et al., 2013). Massförekomst av stickmyggor innebär en plåga för drabbade människor och husdjur och medför dessutom avsevärda kostnader för samhället (Soutukorva et al., 2013). Ur samhällsekonomisk synvinkel finns därför ett betydande kostnadsutrymme för åtgärder som minskar kläckningsmöjligheterna för översvämningsmygg.

4.4 Miljö- och klimatnytta

Den biomassa som finns tillgänglig på älvängarna kan genom sitt innehåll av näringsämnen och bunden solenergi bidra till att uppfylla behov i samhället, som annars måste tillfredsställas på annat sätt. Graden av miljönytta med att använda älvängsgräset beror på vilken miljöbelastning som är förknippad med det framställningssätt som annars skulle användas. Stor miljönytta kan t.ex. erhållas om energin i biomassan från älvängarna används för att ersätta fossila bränslen eller om naturbeteskött från älvängarna kan ersätta kött från djur som huvudsakligen fötts upp på importerat foder (jmf. t.ex. Hjerpe, 2012). Beroende på användningssätt (se vidare översikten i avsnitt 6) kan miljönytta uppnås av olika slag och i olika hög grad. I vissa fall kan älvängsvegetationens innehåll av fosfor tillföras odlingsmark och därmed ersätta fosfor från konstgödsel, vilket man befarar kommer att bli en bristvara inom en inte alltför avlägsen framtid (Cordell et al., 2009; Johansson, 2011; Sanne, 2012). Bindning av kol i marken är en annan möjlig miljöeffekt. Det är i vilket fall uppenbart, att det finns en stor potential för miljönytta vid hävd av älvängarna, utöver effekter på den biologiska mångfalden.

4.5 Försörjningsmöjligheter på landsbygden

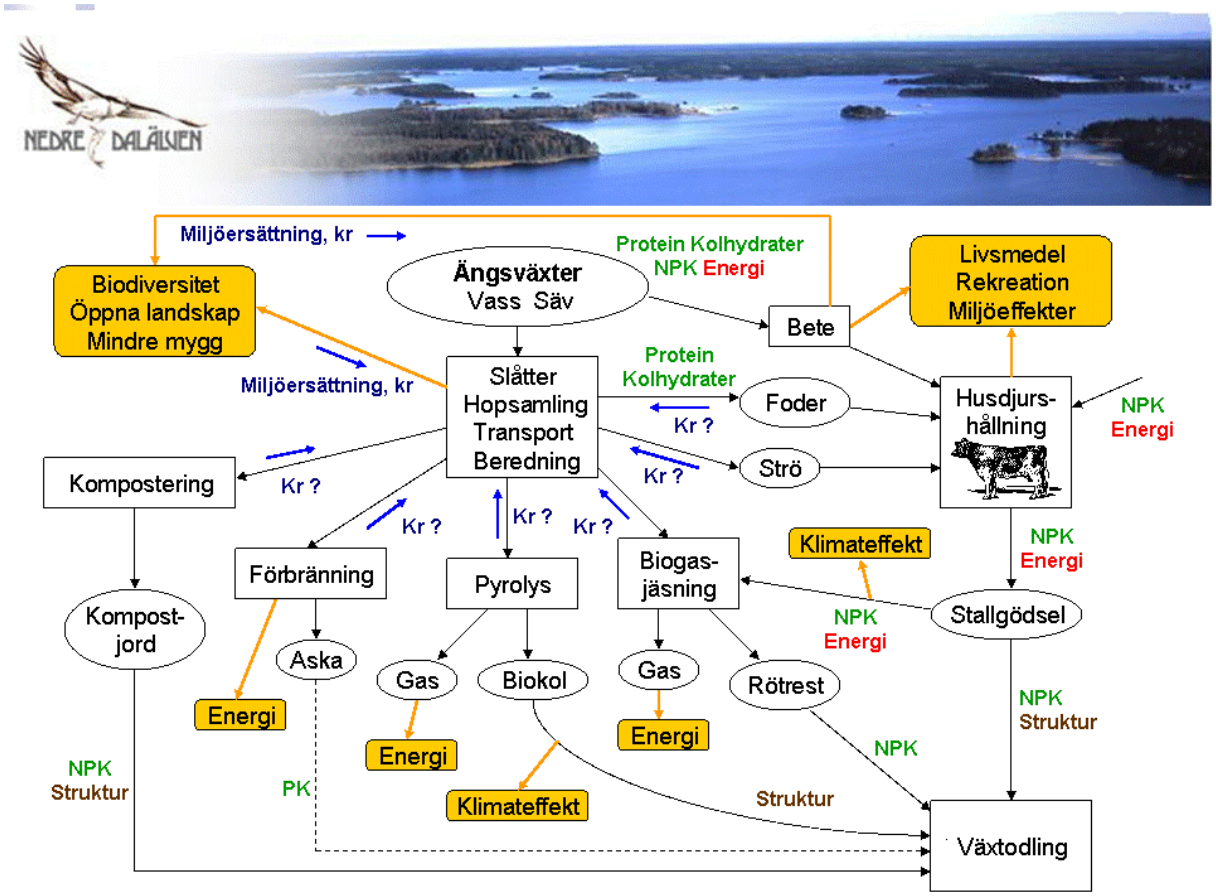
Trots stora potentiella vinster för samhällsekonomin finns idag ingen lönsamhet för den enskilde markägaren i att hävda älvängar. Hittills har miljöersättning via Landsbygdsprogrammet varit den enda möjligheten för dem som utför hävden att få betalt för sitt arbete. Den stora utmaningen är att finna vägar till ekonomisk bärkraft i denna verksamhet. I den mån detta kan uppnås, innebär det också nya möjligheter till försörjning.

5. Areal

Projektledaren för delprojektet *Öppna landskap* har med hjälp av kartmaterial kunnat uppskatta arealen älvängar längs Nedre Dalälven (begränsat till marker som påverkas av älven nedströms Avesta) till ca 4700 ha. Av dessa hävdas idag ungefär 550 ha. Av den totala arealen älvängar ligger 38 % mindre än 100 m från bilväg, 47 % har landförbindelse men ligger mer än 100 m från bilväg och 14 % ligger på öar. 2700 ha ligger inom nationalparken eller inom naturreservat och ca 1700 ha är klassat som områden som gynnas av hävd (Natura 2000-klassning).

6. Översikt över användningsmöjligheter

En översikt över några olika användningsmöjligheter av älvängarnas växtlighet finns i figur 4. En mer fullständig genomgång av olika möjligheter att använda biomassa för energiändamål har gjorts av Granö (2011).



Figur 4. Översikt över några användningsmöjligheter för biomassa på älvängar eller i strandzonen i sjöar och vattendrag. Fler alternativ finns än de som lagts in i figuren, t.ex. att låta gödsel gå till förbränning eller kompostering.

Nedan följer några kommentarer kring de olika användningsmöjligheterna. I vissa fall anges referenser till publikationer och hemsidor. På grund av ämnesområdets stora bredd och förstudiens begränsade omfattning har det inte varit möjligt att inrymma någon heltäckande litteraturgenomgång i projektet, utan de anförda referenserna får ses som exempel och uppslag för vidare insamling av kunskap inom respektive område.

6.1 Djurfoder

Den traditionellt viktigaste användningen av älvängarna var slåtter och torkning till hö, som sedan användes som vinterfoder åt husdjuren. Vid gynnsamma väderförhållanden är detta fortfarande ett fullt realistiskt alternativ. Analyser av hö från Nordmyran i Tärnsjö (Bilaga 1) visar att älvängshöet är utmärkt som grovfoder åt såväl hästar som idisslare. Detta användningssätt förekommer också idag lokalt i mindre skala. Nyttjande som djurfoder innebär att kolhydrater och råprotein i älvängsväxterna kan förädlas till livsmedel för människor, förutom att växtnäringsämnen och energi kan tas tillvara i form av gödsel.

Det finns dock några förhållanden som gör det mer komplicerat att skörda och lagra älvängshö jämfört med konventionella vallgrödor.

Älvängsvegetationen är inte någon enhetlig gröda, utan en blandning av gräs, halvgräs och örter som varierar mellan olika platser, till och med mellan olika delar av samma fält. Då skörd återupptas efter restaurering sker dessutom en successiv förändring över tiden av artsammansättningen.

Av hänsyn till den biologiska mångfalden får skörd inte ske förrän i kring den 15 juli. Detta är ett krav för att brukaren ska få miljöersättning. Vid den tiden har näringsinnehållet hunnit sjunka och växterna har blivit segare och mer förvedade. Således finns här en konflikt mellan foderkvalitet och den biologiska mångfalden.

Tiden är ofta begränsad då bärigheten är tillräckligt stor för att skörd ska vara möjlig. Förutom årstidsvariationerna påverkas bärigheten i hög grad av variationer i vattenståndet. Vissa år är det inte möjligt att skörda alls och andra år är skörd av tekniska skäl möjlig först långt efter den 15 juli, vilket medför en låg kvalitet som foder. Utebliven skörd det ena året påverkar också kvaliteten negativt under nästa år p.g.a. inblandning av fjolårsgräs. Man kan således inte förvänta sig en skörd av bra foder varje år ens från en etablerad slåttervall, utan alternativ användning behövs de år foderkvaliteten är låg. De första åren efter restaurering kan dessutom förekomst av jord och andra föroreningar omöjliggöra användning som foder.

Vissa marker med särskilt låg bärighet kan vara mer eller mindre omöjliga att köra på utan specialmaskiner. Investeringar i sådana kan vara svårt att motivera ekonomiskt, om de inte kan användas för skörd av stora arealer. En extra utmaning ligger också i att komma åt marker på öar utan landförbindelse.

6.2 Bete

Då projektet startades låg fokus på användningsmöjligheter för material som erhållits genom slåtter. Under projektets gång har det blivit tydligt att även bete bör ingå i bilden över olika möjligheter till hävd av älvängar. Även om älvängarna traditionellt haft sitt största värde som slåttermarker, har bete också bedrivits som komplement och alternativ. Även i nutid kan det innebära en större flexibilitet och större möjligheter till årlig hävd, ifall slåtter och bete kan komplettera varandra. Förekomsten av både betade och slåttrade ytor i ett område kan förväntas vara positivt för den biologiska mångfalden genom att det skapas en större variation i livsmiljöer för olika arter. Betesmarker på fuktig mark tenderar att bli tuviga, vilket kan förmodas minska den dämpande effekten av hävd på myggproduktionen. Enligt en relativt färsk rapport från Jordbruksverket (Karltun et al., 2010) innebär bete att kol lagras i marken och ger således en positiv klimateffekt.

Bete bedrivs på flera platser i Nedre Dalälvsområdet. Figur 5 visar en älväng i By som restaurerats av Dag Nilsson, en av deltagarna i arbetsgruppen för *Öppna landskap*, och som sedan dess hävdas med hjälp av betande ungdjur av nöt. Även vid framtidseminariet i Brattfors den 22-23 november 2012, som utgjorde upptakt för följdprojektet till denna förstudie, fanns förespråkare för bete som ett ekonomiskt möjligt sätt att hävda älvängar.

Figur 5. Strandäng vid By, som restaurerats av en av deltagarna i arbetsgruppen, Dag Nilsson, som numer även har betesdjur på marken.

6.3 Strö

Enligt erfarenheter från Svartådalen (Lennart Westerdahl, pers. komm.) är älvängsgräs i form av hela strån direkt olämpligt att använda som strömaterial. De sega stråna binder ihop gödseln och ger problem vid spridning.

Ströpellets är däremot en produkt som skulle kunna framställas från älvängshö. Ströpellets tillverkade av halm är en produkt som redan finns på marknaden och som främst är avsett för strö åt hästar (Halmpellets [2013]). Pelletering av stråmaterial är tekniskt mer komplicerad än pelletering av träråvara (Paulrud et al., 2009; Paulrud & Wallin, 2009). Vidare gäller det att vara särskilt observant på hökvaliteten. Djuren äter gärna av smakliga ströpellets och den uppvärmning som sker vid pelletspressningen kan göra att eventuell mögellukt döljs. Pellets från mögligt hö kan på så vis bli en hälsofara för hästar som inte känner på lukten att pelletterna är olämpliga att äta.

Betalningsviljan för ströpellets av god kvalitet är betydligt högre än för bränslepellets (Paulrud et al., 2009; Paulrud & Wallin, 2009; Ulf Nygren, pers. komm.). Det skulle därför kunna vara idé att närmare undersöka förutsättningarna för att framställa ströpellets från älvängsgräs.

Ytterligare ett strökoncept är krossat och avdammat stråmaterial i bulk, vilket med halm som råvara också finns att tillgå på den svenska marknaden (Mühldorfer Hästfoder, 2013). Återförsäljaren hävdar att man med detta strö även får en gödsel som är lämplig för biogasrötning.

6.4 Biogasrötning

Biogas bildas då organiskt material bryts ner av mikroorganismer i en syrefri miljö. Gasens huvudbeståndsdelar är metan och koldioxid. I befintligt skick kan biogasen brännas för att producera elektricitet och värme, medan den mest attraktiva användningen som fordonsbränsle kräver att gasen uppgraderas. Uppgradering till fordonsgas, som innebär att biogasen renas från korrosiva komponenter och huvuddelen av koldioxiden, har hittills så gott som uteslutande skett vid stora anläggningar. Ny teknik är dock under utveckling som skulle kunna göra det möjligt att uppgradera biogas även på gårdsnivå till rimliga kostnader (Andersson, 2013).

Kvar efter rötningen blir en rötrest, där det mesta av substratens växtnäringsämnen återfinns i växttillgänglig form. Förutsatt att de ingående substraten är fria från skadliga substanser utgör rötresten ett värdefullt biogödselmedel.

Genom biogasrötning kan man således få en dubbel miljönytta genom att såväl lagrad solenergi som växtnäringsämnen kan tillgodogöras, vilket i båda fallen innebär minskat behov av fossil energi. Om älvängsgräset används som foder för husdjur åtgår förvisso en del av energin för djurens metabolism. Ifall deras gödsel kan rötas tillkommer dock miljönytta av ett tredje slag. Gödsel upplagd i stack avger lustgas och metan, som båda har en mycket kraftigare växthuseffekt än koldioxid, direkt till luften. Vid rötning uppsamlas den bildade metangasen, som istället för att avges till luften kan användas som ersättning för fossila bränslen (Rodhe et al., 2012).

Framställning av biogas var den användning som låg i fokus i den förstudie om tillvaratagande av biomassa från älvängarna som genomfördes av Biogas Mitt (Söderqvist & Enbom, 2010). Marvin Martins (2009) har undersökt biogaspotentialen hos våtmarksgräs i Biogas Östs region. Hans beräkningar visar att sent skördat våtmarksgräs, som hunnit bli fiberrikt under sommaren, ger ungefär 60 % av den mängd biogas som kan fås från åkervall (gräs- och klöverblandning för kor). Trots detta finns en betydande energipotential i våtmarksgräset, men det är svårt att få verksamheten att gå ihop ekonomiskt, framför allt beroende hög kostnad för själva slåttern. Olika förbehandlingar av ligninhaltiga substrat (kaveldun och rörflen) har studerats bland annat av Simon Alvinge (2010). Båda författarna förordar samrötning med kväverika substrat såsom gödsel eller slakteriavfall. Carlsson & Uldal (2009) menar att alla traditionella jordbruksgrödor kan användas för framställning av biogas, men påpekar också att substrat med höga lignin- och växttrådhalter (exempelvis halm) bryts ned långsammare och ofullständigare och därför kräver finfördelning före rötning eller rötning med lång uppehållstid.

Våtrötning. Flera tekniker finns för biogasrötning. I Sverige är våtrötning den vanligaste metoden. Det är också uppenbarligen denna typ av process som ovannämnda författare i första hand relaterat sina resultat till. Vid våtrötning rötas flytande och pumpbart substrat med en torrsubstanshalt på mellan 2-12 procent, som flytgödsel och slam. Torrare material, som energigrödor och skörderester, måste därför finfördelas och blandas med vätska innan de kan rötas i en våt process.

Inom projektet har två studiebesök gjorts där storskalig våtrötning var den aktuella tekniken: Tysslingen utanför Örebro och Vafab biogasanläggning nära Västerås.

Våtmarker kring Tysslingen utanför Örebro hävdas i första hand för att gynna fågellivet. För några år sedan fanns planer på att använda slåtter från dessa marker som biogassubstrat i ett närbelägen storskalig våtrötningsanläggning. Förhoppningarna har dock ännu inte kunnat infrias, bland annat beroende på svårigheter att uppfylla krav på sönderdelning av materialet till en maximal strålängd på ca 2,5 cm. Bilder från studiebesöket och ytterligare kommentarer finns i lägesrapport för projektets första del t.o.m. år 2011.

Vid Gryta avfallsstation utanför Västerås driver Vafab miljö AB en storskalig biogasanläggning, som i första hand baseras på hushållsavfall från tätorten Västerås. Knappt 12 % av substratvikten utgörs av vallgrödor, vilket är knappt hälften av ursprungligen beräknat. Vallgrödorna lagras i långa ensilagekorvar i på industriområdet fungerar bra i processen. Ensilaget finfördelas innan det matas in i rötkamrarna. Materialet måste vara pumpbart för att fungera i processen. Hästgödsel eller andra sega material är därför inte attraktiva som råvara.

Torrötning. Rötning av stapelbara substratblandningar, där torrsubstanshalten i rötkammaren är ca 20-35 viktprocent, brukar (kanske något vilseledande) kallas torrötning. Ämnesområdet har behandlats utförligt av Nordberg och Nordberg (2007) som redovisar ett flertal tekniska koncept, erfarenheter från Tyskland samt förutsättningar och potential för torrötning i Sverige.

Den stora fördelen med torrötning är att det med denna teknik är möjligt att använda sega och trådiga substrat som inte kan hanteras i en våtrötningsanläggning, såsom fast gödsel, skörde- och foderrester (t.ex. ohackad halm), park- och trädgårdsavfall samt energigrödor. Vid satsvis torrötning är det endast vätska som cirkulerar kring och genom substratet, medan ingen omblandning görs av själva substratet under rötningen. (I torra kontinuerliga rötningsprocesser sker visserligen en mekanisk materialtransport, men den går långsamt och klarar enligt tyska erfarenheter att hantera även sega substrat.)

Torrötningsprocessen störs inte av främmande ämnen såsom jord, sten, plast eller trä. Energiåtgången är lägre, då det endast är relativt små mängder vätska som behöver cirkuleras och värmas upp. Ytterligare en fördel är att transportekonomin blir bättre i hela systemet, då mindre mängd vatten behöver flyttas vid hantering av såväl substrat som rötrester (Nordberg & Nordberg, 2007).

Ett svenskt koncept för tvåstegs satsvis torrötning presenterades av Fredrik Lundberg vid ett seminarium i februari 2012 med fokus på hästgödsel. Substratet som ska rötas placeras i en eller flera containrar och begjuts med vätska. I rötningens första fas som sker vid lågt pH (3-4) löses kolväten ut i processvätskan. Vätskan pumpas sedan över till en metanreaktor där i rötningens andra fas biogasen utvecklas av metanbildande mikrober som arbetar vid högre pH (6-7). Förutom ovannämnda fördelar med torrötning i allmänhet ger detta koncept även möjligheter till biogasrötning i mindre skala. Produkten har tidigare marknadsförts av Flinga Biogas AB men marknadsförs nu under företagsnamnet Seriq AB.

6.5 Pyrolys

Pyrolys är en termokemisk nedbrytningen av organiskt material vid höga temperaturer utan syretillgång. Vid pyrolysen delas upp biomassan i olika delar – flyktiga gaser, oljor i gasform som kan kondenseras samt en fast återstod, huvudsakligen kol. Sammansättningen av de olika ämnen som bildas varierar beroende på temperatur och uppvärmningshastighet (Pieniniemi & Muilu, 2011). Traditionell framställning av träkol innebär en långsam pyrolys vid omkring 350 – 500°C (ev. upp till 700°C). Då kol från biomassa kan framställas genom pyrolys inte bara från trä utan från i princip alla typer av biomassa (Zanzi, 2001; Lehmann et al., 2006), föredras termen ***biokol*** (internationellt *biochar*). Den gas som fås vid förgasning av biomassa

kan antingen förbrännas för att ge värme och kraft eller också användas vid produktion av biobränslen och kemikalier (Lassi & Wikman, 2011).

Biokol har visat sig kunna användas som ett effektivt jordförbättringsmedel. Ursprunget till biokolsmetoden är *terra preta*, en mycket bördig jord som fortfarande finns i de annars näringsfattiga jordarna i Amazonas. Den skapades av indianer ett par årtusenden kring Kristi födelse genom att organiskt material kolades i milor för att sedan blandas med urin, gödsel, malda ben etc. Det har kunnat visas att tillsats av biokol till odlingsjord kan förbättra bördigheten genom att förbättra strukturen och öka jordens förmåga att hålla kvar vatten och näringsämnen. Samtidigt skapas en kolsänka med en halveringstid för det bundna kolet på flera tusen år. Nyligen genomförda odlingsförsök har visat att skördeökningar är möjliga även i vårt land (Lehmann et al., 2006; Hylander et al., 2010; Borgman, 2012; de Verdier, 2012; SERO, [2013]).

Biokolsmetoden kan enligt Hylander et al. (2010) ge vinster på tre nivåer:

1) Jordbrukaren kan öka sina skördar och samtidigt utföra en miljötjänst som bör kunna berättiga till ersättning från samhället.
2) Samhället får mindre övergödning och minskad miljöbelastning från intensiva odlingsmetoder
3) Mänskligheten får en hållbar matproduktion och kan samtidigt minska växthuseffekten genom långvarig inbindning av kol i marken.

Även om biokolsmetoden ännu är tämligen oprövad i Sverige, finns ett ökande intresse också i vårt land, inte minst för lokal produktion och användning av biokol (jmf t.ex. Gustavsson, 2010). Internationellt finns också exempel på småskalig och mobil utrustning, exempelvis i Australien (Black is Green, [2013]).

6.6 Förbränning

Liksom för annat organiskt material kan den lagrade solenergin i älvängarnas växtlighet omvandlas till värme genom förbränning. Under projekttiden har eldning av älvängshö i helbal från Nordmyran provats med framgång i en dansk halmpanna. Som ersättning för eldningsolja har varje storbal i denna användning ett ekonomiskt värde på ca 500 kr.

Mycket kunskap med relevans även för älvängsgräs finns att hämta från den omfattande forskning som gjorts i Sverige under de senaste åren om jordbruksråvaror som biobränsle, ofta med särskilt fokus på rörflen som energigröda (t.ex. Nilsson & Bernesson, 2008; Paulrud & Wallin, 2009; Paulrud et al., 2009; Landfors & Hollsten, 2012).

Några återkommande slutsatser i dessa uppsatser är:

- Stråbränslen ofta problematiska ur förbränningsteknisk synvinkel och därför inte särskilt attraktiva som bränsle i mindre anläggningar.
- Pelletering och brikettering är tekniskt möjligt men ekonomiskt tveksamt i mindre anläggningar. Brikettering är enklare och medför mindre kostnader än pelletering.
- Inblandning av stråbränsle tillsammans med förbränningstekniskt bättre träbränsle skulle kunna vara en möjlighet i vissa fall.
- Egenskaperna skiftar mellan olika jordbruksråvaror och fortfarande saknas mycket kunskap om deras användbarhet som bränsle.

Nilsson och Bernesson (2008) ger under rubriken ”Förbränningsrelaterade problem” följande belysande sammanfattning av problematiken:

> *”Generellt är jordbruksråvarorna besvärliga bränslen ur förbränningssynpunkt. Askhalterna är höga, och risken för sintring, beläggningar och korrosion är också höga. I vissa fall kan man även förvänta höga emissioner av kväve- och svaveloxider.*

> *Det är möjligt att man framöver kan undvika en del av problemen med olika typer av additiv, men ändå kvarstår problemen med t ex höga askhalter. Mer ingående studier behövs för att ta reda på hur olika råvaror/råvarumixar lämpar sig för eldning i olika typer av pannor, t ex i FB-, roster- och brännarpannor i olika storlekar. Önskvärt vore att de besvärliga bränslena eldas i storskaliga pannor, medan mer problemfri pellets används i närvärme- och villasektorerna."* (Nilsson & Bernesson, 2008, sid. 118).

Inom projektet har kontakter tagits med en panntillverkare i Västergötland, som visat intresse för att göra proveldning av pellets/briketter av älvängshö.

Det bör nämnas i sammanhanget att förbränning kan vara ett användningsalternativ även för gödsel, i synnerhet hästgödsel (jmf. t.ex. Jordbruksaktuellt, 2007; Tyni et al., 2009). Tekniken anses dock ännu som relativt oprövad (Edström, 2011).

6.7 Kompostering

Liksom annat organiskt material kan biomassan från älvängarna komposteras och ge en näringsrik mylla som kan nyttiggöras i odling. Så sker också lokalt redan idag. Materialets seghet gör dock att nedbrytningstiden till färdig kompost blir längre än för exempelvis en vallgröda. Ytterligare en möjlighet är att nyttja älvängsskörden som foder och kompostera gödseln (jmf. t.ex. Malgeryd, 2006).

7. Högvuxna vattenväxter

Det finns flera argument som talar för att i detta sammanhang även beakta växter som huvudsakligen växer på permanent vattentäckt mark, såsom vass och säv. Det mest uppenbara skälet är att vass och flera andra sådana växter även växer på mark som tidvis är torrlagd och således redan ingår i älvängarnas vegetation. Skörd av vass och säv som växer på sjöbottnar och annan vattentäckt mark kan ge samhälls- och miljönytta av likartat slag som skörd av älvängar. Stora likheter finns också i fråga om användningsmöjligheter och tekniska utmaningar. Erfarenheter som gjorts vid vasskörd på andra håll kan därför komma till nytta såväl för hävd av älvängar som för skörd av vattenväxande vass och säv i vårt område. Dessutom finns i många fall en geografisk närhet till de tidvis översvämmade älvängarna, som innebär möjligheter till samordningsvinster och förbättrad logistik.

Motiv för röjning av vass och andra storvuxna vattenväxter kan vara omsorg om den biologiska mångfalden (t.ex. Hertzman & Larsson, 1997; Sjöholm, 2010; Jacobson, 2009). Liksom ängsvegetationen innehåller även vattenväxterna näring och energi som kan nyttiggöras. Skäl för vasskörd kan också vara att motverka övergödning av sjöar och vattendrag (Fredriksson, 2002; Aldentun, 2013).

Förekomsten av öppna vattenytor i närområdet upplevs generellt som mycket värdefulla inslag i miljön och igenväxning av tidigare öppna vattenytor i närområdet ses av de flesta som starkt negativt. Ett flertal lokala initiativ har också tagits för att om möjligt röja upp igenvuxna vatten. Förutom rent estetiska värden handlar det ofta om tillgänglighet från land för bad och iläggning av båtar, liksom även att vidmakthålla eller återskapa möjligheter att ta sig fram med kanoter och andra båtar genom vattensystemen. Röjning av storvuxna vattenväxter som vass och säv kan således motiveras såväl utifrån besöksnäringens behov som med hänsyn till lokalbefolkningens trivsel och områdets attraktivitet.

Tanken har framförts, att även röjning av vattenväxter skulle kunna bidra till att motverka massförekomst av översvämningsmygg. Med tanke på att vegetationskontroll av många slag i andra länder kommit till användning i myggbegränsande syfte (Gerhardt et al, 2013) är det en

rimlig förmodan, men vetenskapligt underlag saknas ännu för Nedre Dalälvens vidkommande.

Användningsmöjligheterna för vass är också till stora delar desamma som för ängsväxter. Traditionellt har även vass använts som foder. En annat historiskt viktigt användningsområde var som byggnadsmaterial, i första hand för taktäckning. Numer är det mer aktuellt att nyttja vasskörd för biogas, bränsle, gröngödsling eller kompost (Fredriksson, 2002; Aldentun, 2013; VELHO, 2013).

Särskilt intressant för vårt vidkommande är de resultat som avser vass i projektet ”Biogas – nya substrat från havet” som genomförts i Kalmar län (Seaside Consulting, 2010; Aldentun, 2013). Några slutsatser avseende vass från detta projekt är:

” …
- Energibalansen för vass som biogasmaterial är positiv.
- Befintlig teknik fungerar inte för storskalig skörd och hantering av vass för biogasändamål.
- Biogas från vass minskar utsläppen av växthusgaser med 80 procent jämfört med ett fossilt referenssystem.
- Biogödsel från vass återcirkulerar 60 procent av kvävet och nästan all fosfor.
- I dagsläget är vasskörd för biogasproduktion inte ekonomiskt lönsamt.

…” (Aldentun, 2013).

Ekonomiska analyser som gjorts i Kalmar-projektet visar att de samhällsekonomiska nyttorna är nödvändiga att inkludera för att få en hållbar ekonomi i verksamheten. Det ger dock hopp inför framtiden att avsedd miljönytta kunnat uppnås och att energibalansen blev positiv trots att logistiken under försöken var långt ifrån optimal. Den positiva energibalansen innebär att stigande energipris i framtiden kan ge större ekonomisk lönsamhet. Det finns också en stor potential för teknikutveckling och effektivisering av arbetsmetoder (Aldentun, 2013).

8. Restaurering

Majoriteten av älvängarna i Nedre Dalälvsområdet har legat obrukade i många år och många av de tidigare hävdade älvängarna har nu vuxit igen, ofta med tuvbildande starr och gräs samt vedväxter, främst sälg och viden, björk och al. På sådana marker måste en restaurering göras innan normal slåtter kan återupptas (jmf. även Eriksson, 2008). Under hösten 2011 yppade sig ett tillfälle att få se hur en sådan restaurering kan gå till i praktiken då ett sådant arbete just inletts på Ängsövallen i Färnebofjärdens nationalpark. Bilder från studiebesöket finns i lägesrapport för projektets första del t.o.m. år 2011. Nästa steg i restaureringen är en fräsning, som planeras ske under år 2013.

Omslagsbilden och figur 5 visar exempel på älvängar som restaurerats och även hävdas av två deltagare i arbetsgruppen för *Öppna landskap* inom den regionala landskapsstrategin.

9. Arbetets fortsättning

Det finns många aktörer vars verksamhet på ett eller annat sätt har anknytning till hävd av Nedre Dalälvens älvängar och det är angeläget att samarbetet mellan dem förstärks och utvecklas. Behovet av samordning accentueras av att älvängarna finns i gränstrakterna mellan fyra olika län. Förutom ett stort antal lantbruk och andra landsbygdsföretag återfinns bland aktörerna även

- Fyra länsstyrelser
- Nio kommuner
- Två regionala energikontor
- Fem kommunala energibolag
- Två regionala biogasprojekt
- Tre LRF-regioner
- Minst tre universitet/högskolor

Kontoret för det nyligen utnämnda biosfärområdet Älvlandskapet Nedre Dalälven har utsetts till att inneha en koordinerande funktion inom ämnesområdet. Ett huvudprojekt med denna förstudie som grund har godkänts av LAG för Leader Nedre Dalälven och startade sin verksamhet på allvar vid NeDa:s framtidsseminarium den 22-23 november 2012.

Referenser

- Aldentun, Y. 2013. (red.) Biogas – nya substrat från havet. Projektsammanfattning. Regionförbundet i Kalmar län.

- Alvinge, S. 2010. Evaluation of emergent macrophytes as a source for biogas production after mechanical, alkaline and fungal pretreatments. Examensarbete. Linköpings universitet, inst. för fysik och mätteknik, avd. för biologi.

- Andersson, J. 2013. Uppgradering av biogas med aska från trädbränslen. Examensarbete 2013:01. Civilingenjörsprogrammet i energisystem. SLU, inst. för energi och teknik.

- Black is Green Pty Ltd (BiG) [2013]. http://www.blackisgreen.net/about/

- Borgman, T. 2012. Biokolmetoden ökade skörden med femton procent. Nyhet från Jordbruksaktuellt 2012-01-18. http://www.ja.se/?p=39744&m=3433&pt=105

- Carlsson, M. & Uldal, M. 2009. Substrathandbok för biogasproduktion. Rapport SGC 200. Svenskt Gastekniskt Center, Malmö.

- Cordell, D., Drangert, J-O. and White, S. 2009. The story of phosphorus: Global food security and food for thought. Global Environmental Change, vol 19 issue 2:292-305.

- Edström, M. 2011. Rötning och förbränning som behandlingsalternativ - Tekniska möjligheter och utmaningar.Baltic Manure – Baltic forum for inventive Techniques for sustainable MANure precessing. Arlanda, 6 Oktober 2011. http://www.avfallsverige.se/fileadmin/uploads/Arbete/Kurser/mats_edstrom.pdf

- Ericson Turstam, C. (red.) 2010. Sammanfattning av ansökan till Unesco om bildande av biosfärområde Älvlandskapet Nedre Dalälven. Nedre Dalälvens Intresseförening, Gysinge.

- Eriksson, P. 2008. Älvängsskötsel samt inventering av urskogslöpare *Platynus longiventris* i naturreservatet Bredforsen, Uppsala län. Rapport 2008/12. Upplandsstiftelsen.

- Fredriksson, H. 2002. Storskalig sommarskörd av vass – energiåtgång, kostnader och flöden av växtnäring för system med skörd och efterföljande behandling. Examensarbete. Institutionsmeddelande 2002:01. SLU, Institutionen för lantbruksteknik.

- Gerhardt, K., Iwarsson, M. & Tunón, H. 2013. Sammanställning och bedömning av myggbegränsningsmetoder i Sverige och andra länder. Dnr 500-7599-11. Länsstyrelsen Gävleborg.

- Granö, U-P. 2011. En utlokaliserad energiproduktion. I: Lassi, U. & Wikman, B. (red.) 2011. Förgasning av biomassa till värme, elektricitet och biobränslen. Publikation för HighBio-projektet. Interreg Nord. Jyväskylä universitet, Karleby universitetscenter Chydenius, Karleby.

- Gustavsson, N. 2010. 'Indianernas svarta jord' i dagens odling. Hur man tillverkar och använder sig av förkolnat växtmaterial i en fritidsodling. Examensarbete i biologi på trädgårdsmästarprogrammet. Högskolan i Gävle.

- Halmpellets [2013]. http://www.halmpellets.se/

- Hedin, K. 2005. Landsbygd som möjlighet – exemplet Nedre Dalälven. Huvudinriktning: attraktivitet ifråga om bosättning. I: Pilvesmaa, M.-L. (red.) Attraktivitet – hur och för vem? Kultur, natur och kulturarv som framgångsfaktorer och intressekonflikter. Tvärsektoriella seminariedagar i Sunne 19-20 oktober 2005. Rapport 2005:5. Riksantikvarieämbetet, Stockholm.

- Hertzman, T. & Larsson, T. 1997. Hornborgasjön – från vasshav till fågelrike. Rapport 4694. Naturvårdsverket.

- Hjerpe, K. (red.) 2012. Ett klimatvänligt jordbruk 2050. Rapport 2012:35. Jordbruksverket, Jönköping.

- Hylander, L. D., Günther, F. & Hansson, K. 2010. Climate saving soils with biochar. I: Sigvald (red.) NJF seminar 430, Climate Change and Agricultural Production in the Baltic Sea Region, 4-6 May 2010 Sweden: Focus on Effects, Vulnerability and Adaptation.

- Jacobson, A. 2009. Åtgärdsprogram för hotade natearter 2008-2011. Rapport 5854. Naturvårdsverket.

- Johansson, B. (red.) 2011. Återvinna fosfor - hur bråttom är det? Forskningsrådet Formas. Kompletterande litteratur: http://www.formas.se/PageFiles/1458/Kompletterande%20litteratur_2.pdf

- Jordbruksaktuellt. 2007. Hästgödsel med 50 % vattenhalt kan eldas. Nyhet från Jordbruksaktuellt 2007-10-22. http://www.ja.se/?p=27592&m=3433&pt=105

- Karltun, E., Jacobson, A. & Lennartsson, T. 2010. Inlagring av kol i betesmark. Rapport 2010:25. Jordbruksverket, Jönköping.

- Landfors, K. & Hollsten, R. 2012. Energigräs – en kunskapssammanställning. Artikelnr OVR254. Jordbruksverket, Jönköping.

- Lassi, U. & Wikman, B. (red.) 2011. Förgasning av biomassa till värme, elektricitet och biobränslen. Publikation för HighBio-projektet. Interreg Nord. Jyväskylä universitet, Karleby universitetscenter Chydenius, Karleby.

- Lehmann, J., Gaunt, J. & Rondon, M. 2006. Bio-char sequestration in terrestrial ecosystems – A review. Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change (2006) 11:403-427. Springer.

- Länsstyrelsen i Dalarnas län. 2007. Dalarnas miljömål 2007-2010. Rapport 2007:7.

- Malgeryd, J. 2006. Hästgödsel – en naturlig resurs. Jordbruksinformation 7 – 2006. Jordbruksverket, Jönköping.

- Martins, M., 2009. Biogaspotential hos våtmarksgräs. Examensarbete. SLU, Institutionen för mikrobiologi.

- Mühldorfer Hästfoder [2013]. http://muhldorfer-hastfoder.se/

- Naturvårdsverket. 2011. Svämängar. Nordliga, boreala alluviala ängar. EU-kod: 6450. Vägledning för svenska naturtyper i habitatdirektivets bilaga 1. NV-04493-11.

- Nilsson, D. & Bernesson, S. 2008. Pelletering och brikettering av jordbruksråvaror - En systemstudie. Report 001. SLU, inst. för energi och teknik.

- Nordberg, U. & Nordberg, Å. 2007. Torrötning – kunskapssammanställning och bedömning av utvecklingsbehov. JTI-rapport 357. JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik, Uppsala.

- Nygren, Ulf (pers. komm., 2011). http://www.unykonsult.se/Kontakt.htm

- Paulrud, S. & Wallin, M. 2009. Småskalig pelleteringsanläggning för lantbruket. Rapport B1854. IVL Svenska Miljöinstitutet AB, Göteborg.

- Paulrud, S., Holmgren K., Rosenqvist H. & Börjesson P. 2009. Förutsättningar för nya biobränslesråvaror – system för småskalig brikettering och pelletering. Rapport B1825. IVL Svenska Miljöinstitutet AB, Göteborg.

- Pieniniemi, K. & Muilu, Y. 2011. Förgasning och analys av produktgasen. I: Lassi, U. & Wikman, B. (red.) 2011. Förgasning av biomassa till värme, elektricitet och biobränslen. Publikation för HighBio-projektet. Interreg Nord. Jyväskylä universitet, Karleby universitetscenter Chydenius, Karleby.

- Rodhe, L., Baky, A., Olsson, J. & Nordberg, Å. 2012. Växthusgaser från stallgödsel – Litteraturgenomgång och modellberäkningar. Rapport 402, Lantbruk & Industri. JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik, Uppsala.

- Sanne, C. 2012. Hur vi kan leva hållbart 2030? Rapport 6524. Naturvårdsverket.

- Seaside Consulting AB, Kalmar. 2010. Maskiner och utrustningar för vasskörd och algskörd. En studie av befintlig maskinutrustning och tekniker för att skörda vass och alger.

- SERO (Sveriges Energiföreningars RiksOrganisation) [2013]. Biokol för en finare framtid. http://www.sero.se/Filer/Informationsmaterial/Microsoft-Word---Biokol-for-en-finare-framtid.pdf

- Sjöholm, A. 2010. Vegetationsförändringar i Hornborgarsjöns naturreservat - med fokus på restaureringens följder. Examensarbete inom huvudområdet ekologi. Högskolan i Skövde.

- Svensson, J. & Moreau, A. 2012. Ängar. Artikelnr OVR3:10. Jordbruksverket, Jönköping.

- Soutukorva, Å., Johansson, K., Hasselström, L., Cole, S., Remvig, H. & Kriström, B. 2013. Samhällsekonomisk analys av myggproblemets kostnader. Dnr 500-6801-2012. Länsstyrelsen Gävleborg.

- Söderqvist, S. & Enbom, U-K. 2010. Älvängarna – grönmassa för biogasframställning. Publik slutrapport från förstudien om Älvängarna januari – juni 2010. Biogas Mitt, Gävle

- Tyni, S.K., Tiainen, M.S. & Laitinen, R.S. 2009. The Suitability of Horse Manure and Bedding Materials for Combustion. In: Paukkeri, A., Ylä-Mella, J. & Pongrácz, E. (eds.) Energy research at the University of Oulu. Proceedings of the EnePro conference, June 3rd, 2009, University of Oulu, Finland. Kalevaprint, Oulu, ISBN 978-951-42-9154-8. pp. 41-43.

- VELHO. [2013]. Kustområdesplanering. http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=26426&lan=sv med undersidor

- de Verdier, U. 2012. Terra preta – den bördiga svarta jorden. Sveriges Radio. Vetandets värld 2012-03-28. http://sverigesradio.se/sida/avsnitt/48622?programid=412

- Wanntorp, H.-E. 2011. Åtgärdsprogram för älvängslöpare 2011-2015 *(Platynus longiventris)*. Rapport 6447. Naturvårdsverket.

- Westerdahl, Lennart (pers. komm., 2011). http://www.gronahagarskott.se/kontakt

- Zanzi, R. 2001. Pyrolysis of biomass. Dessertation. KTH, inst. för kemiteknik.

- Östman, Ö. & Wengström, Å. 2013. Hävdens betydelse för mängden översvämningsmyggor i Nedre Dalälvsområdet. Dnr 500-1300-2012. Länsstyrelsen Gävleborg.

AGRILAB AB

FODRETS IDENTITET

Fodertyp:	**Hö**
Märkning:	**Ove**
Skördedatum:	**2011-07-25**
Skörd:	**1**

Journalnr:	**12151**
Till Agrilab:	**2012-02-01**
Från Agrilab:	**2012-02-03**

Länstyrelsen i Gävleborg
XACLUND Natur o Viltenheten
80170 Gävle

ANALYSRESULTAT

Fodermedlets sammansättning och näringsvärde för häst	Per kg foder	Per kg ts	Enhet
Torrsubstans (ts)	80		%
Råprotein (RP)	106	133	gram
Smältbart råprotein	75	93	gram
Omsättningsbar energi	6,5	8,1	MJ
Smältbart RP/Omsättningsbar energi	11,5		Kvot
Kalcium (Ca)	4,3	5,4	gram
Fosfor (P)	0,9	1,1	gram
Magnesium (Mg)	1,7	2,2	gram
Kalium (K)	13,0	16,1	gram
Kalcium/Fosfor (Ca/P)	4,8		Kvot

Uppsala 2012-02-03
Mohammad Bigee

AGRILAB AB

FODRETS IDENTITET

Fodertyp:	**Hö**
Märkning:	**Pär**
Skördedatum:	**2011-07-25**
Skörd:	**1**

Journalnr:	**12152**
Till Agrilab:	**2012-02-01**
Från Agrilab:	**2012-02-03**

Länstyrelsen i Gävleborg
XACLUND Natur o Viltenheten
80170 Gävle

ANALYSRESULTAT

Fodermedlets sammansättning och näringsvärde för häst	Per kg foder	Per kg ts	Enhet
Torrsubstans (ts)	72		%
Råprotein (RP)	84	115	gram
Smältbart råprotein	56	77	gram
Omsättningsbar energi	5,8	8,0	MJ
Smältbart RP/Omsättningsbar energi	9,6		Kvot
Kalcium (Ca)	5,1	7,0	gram
Fosfor (P)	0,6	0,9	gram
Magnesium (Mg)	1,3	1,8	gram
Kalium (K)	10,2	14,0	gram
Kalcium/Fosfor (Ca/P)	8,1		Kvot

Uppsala 2012-02-03
Mohammad Bigee