



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

This is an author produced version of a paper published in
Forskning och Framsteg.

This paper is intended for the general public and has not been peer-
reviewed. It does not include the publisher pagination.

Citation for the published paper:

Christersson, Lars. (2018) Här växer framtidens drivmedel. *Forskning och
Framsteg*. Volume: 2018, Number: 3,

Access to the published version may require journal subscription.

Published with permission from: Forskning och Framsteg.

Epsilon Open Archive <http://epsilon.slu.se>

Här växer framtidens drivmedel

En ny typ av energiskog kan vara nyckeln till fossilfria bränslen i Sverige. Här skriver forskaren Lars Christersson om hur skördarna kan ökas dramatiskt.

Författare:

[Lars Christersson](#)

Publicerad:

2018-03-08

Sveriges finansminister får en fråga i tv sommaren 2017, om var alla alternativa drivmedel egentligen ska komma ifrån, då all bensin och diesel ska ersättas med alternativa energikällor fram till år 2050. Hon svarar med ett enda ord: "Skogen".

Regeringen vill se en övergång till en biobaserad ekonomi. Om målet ska kunna förverkligas, så krävs mer skogsråvara. Det är en av slutsatserna i regeringens nystartade strategiska samverkansprogram – Cirkulär och biobaserad ekonomi. Men företrädare för den svenska skogsindustrin oroar sig för att regeringens linje kommer att leda till råvarubrist. Man har därför börjat diskutera import av skogsråvara.

Samtidigt trycker en rad intresse- och lobbygrupper på och vill fridlysa ytterligare områden av produktiv skogsmark, för att bland annat bevara så många som möjligt av existerande livsformer och ekosystem. Även bär- och svamplockare – och inte minst jägarkåren – har synpunkter på skogens skötsel. Redan i dag är således konkurrensen om svensk, produktiv skogsmark påtaglig och eftersom trycket kan förväntas öka ytterligare kan man fundera på hur skogen ska räcka till i framtiden. En tänkbar lösning är att låta energiskogen möta de ökande behoven av vedbiomassa. Det skulle naturligtvis kräva utökade arealer. Dessutom måste produktiviteten – mängden producerad biomassa per hektar mark – förbättras avsevärt. Är detta verkligen möjligt? Ja, det visar vår forskning.

Odling av energiskog startades av professor Gustaf Sirén vid Sveriges lantbruksuniversitet, SLU, i Uppsala i mitten av 1970-talet. År 1979 blev jag anställd som fältchef vid det stora energiskogsprojektet på Ultuna, som tillhör SLU och ligger i Uppsala. Tio år senare efterträdde jag Gustaf Sirén som professor och fortsatte att driva de pågående energiskogsprojekten och startade också en rad nya.

Till en början koncentrerades arbetet inom det stora energiskogsprojektet till olika arter av pil och vide (släktet *Salix*). I början av 1980-talet kom även arter av popplar (släktet *Populus*) med i bilden. Olika *Salix*-arter kom till Sverige med munkarna på medeltiden och popplar har förmodligen funnits i vårt land sedan 1700-talet.



När energiskogarna blir tätare krävs nya maskiner med en arm som ger längre räckvidd.

Bild:

Tomas Nordfjell

Energiskog med pil och vide planteras med skottdelar – sticklingar – som oftast är 20 centimeter långa (se faktaruta). Sticklingarna växer och bildar en buske. Det är vanligt att man använder ett så kallat dubbelradsystem vid planteringen. Radavståndet i sådana planteringar är växelvis 75 respektive 150 centimeter och mellanrummet mellan plantorna i raderna är 60 centimeter. Det ger 15 000 *Salix*-buskar per hektar. Det stora radavståndet i varannan rad är nödvändigt för att skördemaskinerna ska få plats med sina breda hjul. Skörden sker efter tre till fyra år, varefter en ny energiskog växer upp från de gamla stubbarna.

Avkastningen från den här sortens odlingar är vanligtvis 6–8 ton torr vedbiomassa per hektar och år. Ett ton torr vedbiomassa innehåller 4,5 megawattimmar värme, vilket motsvarar en åttandedel av årsförbrukningen för en normalstor villa, om vi räknar med en 50-procentig verkningsgrad. Skörden från en hektar energiskog kan alltså täcka det årliga värmebehovet för en villa.

Självgallringen är ett problem som följer med *Salix*-odling. Den leder till att många buskar dör. Om man startar med 15 000 sticklingar per hektar, får man som regel ett bestånd av 8000–10000 *Salix*-buskar efter några skördar.

Vid vår institution på Ultuna har vi gjort försök med avsevärt tätare planteringar – ända upp till 40 000 sticklingar per hektar. Men på grund av självgallringen slutar det ändå med att vi får ett bestånd med endast 8 000–10 000 buskar per hektar efter några skördar.

Det finns dock en lösning på problemet. Nya korsningar, hybrider, mellan svensk korgpil, *Salix viminalis*, och *Salix schwerinii*, så kallad rysspil, har inte det typiska buskliknande tillväxtsättet (se faktaruta). I stället skjuter sticklingarna upp endast två till tre långa skott, varav ett – ibland två – dör. Det hela blir nästan som en odling med enstammiga träd i långa rader.

Om den här sortens hybrider planteras på det traditionella sättet med dubbelrader får vi en gles odling med liten bladyta – och det är naturligtvis inte önskvärt. För att få så hög produktivitet som möjligt vill vi ju ha en tät odling med stor bladyta. För den skull har vi genomfört demonstrationsplanteringar i Vombsjösänkans pil- och poppelpark i södra Skåne. Området är en mycket bördig mosse – en tidigare uppodlad högrötsäng – med bra vattenförhållanden. Det finns dock risk för sommarfrost, som kan inträffa nattetid i början av juni.

Den nya *Salix*-klonen Tora planterades år 2013, i demonstrationsförsök med radavståndet 70 centimeter och med 40 centimeters avstånd mellan sticklingarna i raden. Detta täta planteringsmönster ger 35 700 sticklingar per hektar.

Någon markberedning före plantering vidtogs inte. För om det hade gjorts i detta frostkänsliga område så hade det varit omöjligt att plantera några trädplantor över huvud taget. Men med meterlånga sticklingar – nerborrade en halv meter i marken – och med den befintliga örtvegetationen som skydd mot frosten, överlevde 99 procent av plantorna.

Markberedning leder ofta till att näringsämnen som kväve frigörs. Kväveläckaget kan bidra till övergödning av exempelvis närliggande vattendrag. Men det nya odlingsförfarandet medför att man slipper sådana problem.

Demonstrationsplanteringarna är nu drygt fem år gamla och har blivit 5–8 meter höga. Plantorna står i täta rader och består i de flesta fall av ett enda skott. De preliminära resultaten antyder helt andra tillväxtsiffror än de från de gamla odlingarna.

Efter fem år har klonen Tora producerat 150 kubikmeter biomassa per hektar, vilket blir 50 ton torr vedbiomassa per hektar. Tillväxten under det senaste året var 21 ton torr vedbiomassa per hektar – en dryg fördubbling jämfört med konventionell *Salix*-odling.

Det goda resultatet beror dels på att klonen Tora har en sådan snabb tillväxt, dels på den kraftigt ökade bladytan, som följer med det täta planteringsmönstret. Men värt att notera är att dessa stora bladytor inte hade varit möjliga att uppnå utan ett mycket gott kväve- och mineralnäringstillstånd och god tillgång till vatten i marken.



I en traditionell energiskog med buskformad *Salix* är radavståndet stort för att skördemaskinerna ska kunna ta sig fram. Det stjälar utrymme, vilket minskar avkastningen.

Bild:

Göran Gustafson/TT

Metoderna för poppelodling håller också på att förändras. Det beror framför allt på ett ökat intresse för alternativa energikällor och möjligheten att framställa fordonsbränsle av veden.

De första försöken att odla poppel i vårt land gjordes under 1930–40-talen. Orsaken var att ledarna för tändsticksfabriken i Jönköping fruktade att den svenska aspen inte skulle räcka till alla de tändstickor man räknade med att sälja världen över. Därför importerades kloner av två nordamerikanska arter: kanadensisk poppel och virginiapoppel samt den mellaneuropeiska arten svartpoppel. Dessa arter planterades i rader med tre meter mellan plantorna och tre meter mellan raderna. Det gleasa planteringsmönstret berodde på att man ville ha kraftigt stamvirke av god kvalitet.

Dessutom skapades hybrider mellan den svenska aspen, *Populus tremula*, och den amerikanska, *Populus tremuloides*, vars hybrider fick det logiska namnet hybridasp.

Tyvärr gick nästan alla dessa odlingar om intet. Det berodde delvis på att växtmaterialet kom alldeles för långt söderifrån i USA och Europa, delvis på att de arter och kloner som trots allt överlevde klimatet blev uppätta av älgar.

Men vi har lärt oss. Dagens poppelkloner kommer från norra delen av den kanadensiska provinsen British Columbia och från kustnära trakter i södra Alaska, det vill säga från breddgrader i Nordamerika som motsvarar de svenska.

I dag sneglar vi åt att använda producerad ved direkt till biodrivmedel. Vedens kvalitet och stammarnas tjocklek får då minskad betydelse – det är framför allt volymen vedbiomassa som räknas. Under dessa omständigheter tyder allt på att vi, precis som när det gäller *Salix*-odlingarna, ska plantera mycket tätt, så att vi snabbt

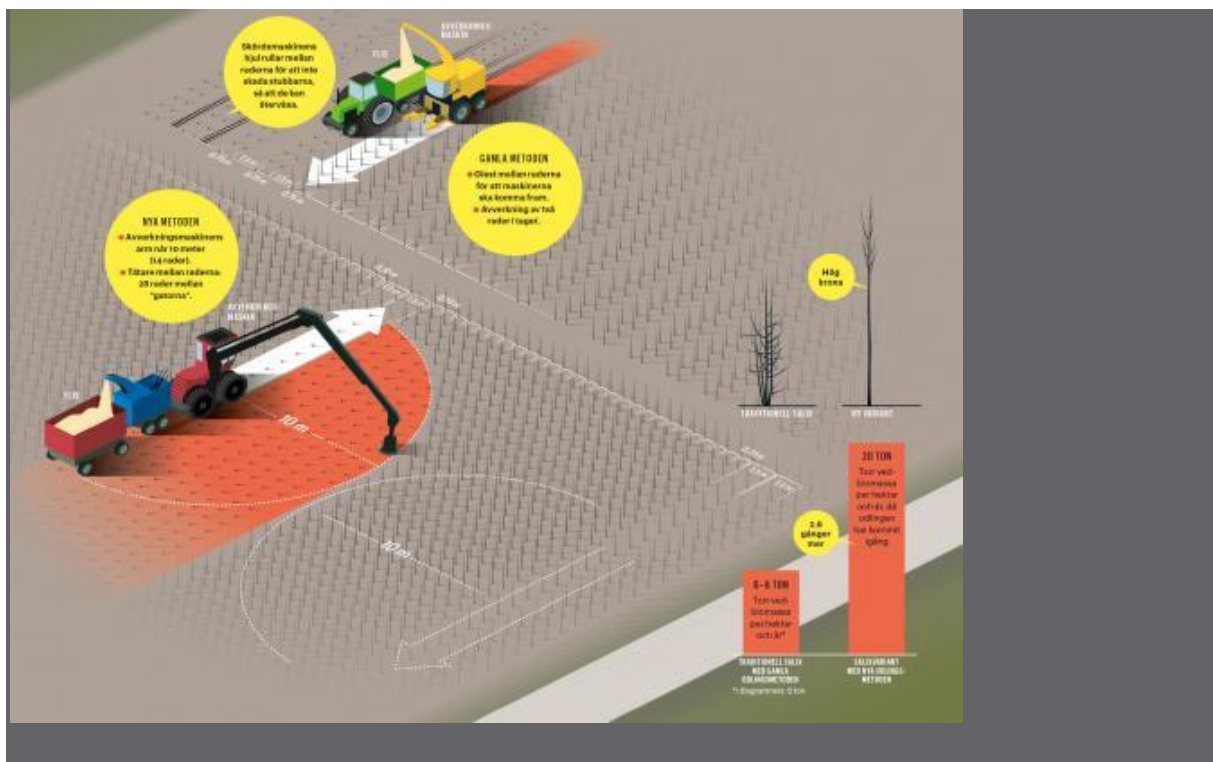
får upp en stor bladyta. Det maximerar tillväxten och minskar mängden solljus som når marken och den konkurrerande ogräsvegetationen.

Under perioden 2010–18 anlade vi poppelodlingar med en rad olika tätheter i Vombsjösänkans pil- och poppelpark. Målsättningen var att i detalj utforska vilket planteringsmönster som ger den högsta avkastningen.

Vi ville också försöka lösa problemen med sommarfrost, som ibland drabbar poppelodlingar. Poppelsticklingarnas frostkänsligaste del är skottens sträckningszon, som är belägen alldeles under själva skottspetsen. Sommarfrost förekommer bara under några få timmar på natten och når som högst en meter upp från markytan. Om man redan från början kunde få upp dessa sträckningszoner några meter, så att de säkert kom över gränsen för risken att bli skadade av eventuell sommarfrost, så borde mycket vara vunnet. För att undersöka detta planterade vi 3,5–4 meter långa poppelsticklingar i meterdjupa borrhål.

När vi gjorde de första poppelförsöken våren 2010, utgick vi ifrån en ny produktionshypotes som lyder: Täta poppelplanteringar med långa sticklingar och med nya poppelkloner kan producera 500 kubikmeter vedbiomassa per hektar, på 15 år. I dag börjar det bli möjligt att avgöra om något av de olika planteringsmönstren kan bekräfta vår hypotes.

De sticklingar som år 2010 planterades med tre meter mellan både plantor och rader (3 x 3 meter) – verkar inte nå produktionsmålet – planteringarna är alldeles för glesa.



Mer lovande är produktionsresultaten från 2013 års planteringar, med en täthet på 1 x 2 meter. Här är vedbiomassaproduktionen uppe i 36 kubikmeter per hektar efter fyra år och under det senaste året var produktionen hela 24 kubikmeter per hektar.

Om inga allvarliga angrepp av bakteriekräfta, svampar eller insekter inträffar, så kommer planteringar med den här tätheten att bekräfta hypotesen med råge.

Unga *Salix*- och poppelskott är begärlig föda för allt klövvilt. Älgen raspar av löven på den yttersta halvmeteren av skottet och bryter också ner de långa skotten för att komma åt topparna. Kronhjorten flänger barken på stammarna. Dovhjortarna kan promenera rad upp och rad ner på vintern och bita av själva toppknoppen på varje nysatt planta i en poppelodling. Rådjuren äter de yngsta bladen och bryter också ner skotten på ettåriga *Salix*-skott, om de inte når upp till de unga bladen. Dessutom kan sorkbestånden, både åkersork och vattensork, vara synnerligen besvärande för popplar under vissa år.

Genom att hägna in planteringarna kan bestesskadorna undvikas. Men den metoden är olämplig för *Salix*-planteringar. Det beror dels på att dessa planteringar inte kan bära en sådan börda ekonomiskt, dels på att *Salix*-buskarna växer så snabbt att betesskadorna ändå blir begränsade, totalt sett.

För poppelplanteringar är det precis tvärtom. De måste skyddas mot betande vilt på något sätt – och det är dyrt. Att inhägna med viltstängsel kostar 100 kronor per löpmeter. Dessutom kräver inhägnaderna täta kontroller. Det är så lätt att ett träd eller en stor gren faller ner och tynger ner nätet på ett ställe och vips står där en flock kronhjortar inne i den nysatta poppelodlingen och betar. Detta har hänt vid flera tillfällen på Vombsjösänkans pil- och poppelpark.

Nu provar vi därför ett annat sätt att stoppa djurens framfart. Det handlar om individuella skyddscylindrar kring varje stam av en mängd olika material, såsom plaströr, papprör, hönsnät, rundbalsnät, tjärpapp, viltstängselnät, tyg av olika grovlek och säckväv.

Fördelen med dessa individuella plantskydd är att de inte behöver samma intensiva övervakning som ett hägn. Dessutom stänger de inte ute människor och djur, utan tillåter dem att ströva fritt i poppelodlingarna.

Skyddscylindrar gjorda av viltstängselnät har visat sig vara bäst hittills, men de är alldeles för dyra. De kostar 100 kronor styck. Här välkomnas nya lösningar.



Lite drygt fyra ton flis från energiskogen ger lika mycket värme som en kubikmeter eldningsolja.

Bild:

Trons/TT

Den vedråvara som *Salix*- och poppelplantering producerar är i första hand en källa till förnybar energi – den ska helt enkelt eldas upp och på så sätt ersätta oljan vid uppvärmning eller elproduktion. När det gäller el och dess lagring i batterier, så har allt fler börjat inse att världens största batteri är alla våra skogar (se faktaruta). Den totala elanvändningen i vårt land var år 2016 140 terawatt-timmar. Det svenska "skogsbatteriet" innehåller 3,1 miljarder kubikmeter biomassa, som skulle kunna omvandlas till hela 2 200 terawattimmar el.

Veden kan också utgöra råvara till någon form av biodrivmedel, till exempel metanol, etanol, lignol och vätgas. Den går även att använda vid finpapperstillverkning samt till korslimmade trävaror, så kallad OSB-skiva, som just nu är på stark framväxt inom byggnadsindustrin i USA.

Dessutom finns det storföretag i vårt land som av miljöskäl undersöker möjligheten att ersätta bomullsfiber i textilier med cellulosafiber från främst lövträd. Det överblivna ligninet från veden kan sedan utgöra utgångsmaterial för produktion av biodrivmedel.

I dagsläget tvingas våra energiskogsodlare konkurrera med import av sopor från en rad länder i Europa. En annan konkurrent är rivningsvirke från Norge, som transporteras till bland annat Enköping på dieseldrivna lastbilar. Men när det gäller konkurrensen från soporna så kan man anta att den kommer att försvinna efter hand, i takt med att övriga Europa börjar inse hur mycket energi som i själva verket finns i avfallet. De kommer då att snabbt börja bygga ut sin egen avfallshantering. Dessutom kommer sannolikt andra länder i Europa att behöva importera exempelvis träflis från Sverige, när de ska uppfylla sina bindande åtaganden att senast 2020 utnyttja alternativa energikällor till 20 procent – en procentsats som man inom EU just nu beslutat att höja till 35 procent.

Vi kan alltså konstatera att allt detta – tillsammans med möjligheten att fördubbla produktiviteten – gör att ekonomin för den nya energiskogen har helt andra förutsättningar än den gamla. I

Vill du veta mer om energiskog? Läs Lars Christerssons bok Papperspopplar och energipilar. Du kan ladda ned den gratis i pdf-format här: fof.se/energiskog

Du har just läst en artikel från tidskriften Forskning & Framsteg.

Ett par centiliter olja i timmen

Den energimängd som genom ljusinstrålning faller på en kvadratmeter markyta en vacker sommardag i södra Sverige motsvarar den energimängd som finns i en liter olja. En skog bestående av ett snabbväxande trädslag kan absorbera 1–3 procent av den inkommande strålningen och omvandla den till ämnen och beståndsdelar som mänskligheten kan utnyttja.



I en traditionell energiskog med buskformad *Salix* är radavståndet stort för att skördemaskinerna ska kunna ta sig fram. Det stjälar utrymme, vilket minskar avkastningen.

Bild:

Göran Gustafson/TT

Hybrider, sticklingar och kloner

- De arter av *Salix* och *Populus* som beskrivs här har hon- och hanblommor på skilda individer (de är *dioika*). *Salix*-buskar blommar redan efter 1–2 år, poppelträd efter 11–13 år. Blomningen sker i april–maj, oftast på bar kvist, fröspridningen i maj–juli. Ur varje frö växer det upp en ny individ: en buske med 3–5 skott från *Salix*-fröet och ett enstamigt träd från poppelfröet.
- Hybrider är korsningar mellan olika arter. De kloner som beskrivs här är korsningar mellan *Salix*-arter samt till en mindre del korsningar mellan *Populus*-arter. De flesta poppelkloner som används är kloner av den rena arten *Populus trichocarpa*.
- Sticklingar, 5 centimeter till 1 meter långa, klipps från ettåriga skott, från både *Salix*-buskar och poppelträd, med undantag av långa sticklingar, 3,5–4 meter långa, som helst klipps från 3-åriga skott. Sticklingarna planteras och blir nya buskar och träd, som alltså har exakt samma genetiska konstitution som "moderplantan" – de är alla samma klon.
- Sticklingar med synliga knoppar slår ut och börjar växa 5–7 dagar efter plantering, sticklingar utan synliga knoppar efter 1–2 månader.

Så blir jorden näringsrik

Näringsrik jord bildas i lågpunkter i landskapet, dit regnvattnet transporterar växtnäring från omgivningen. Rester av växter som frodas i den våta miljön ansamlas i tjocka skikt. Med tiden omvandlas växtresterna i dessa skikt till organogen jord.