

Energiebosteelt in Zweden

The cultivation of "energy forest" in Sweden

R. Koster
Rijksinstituut voor onderzoek in de bos- en landschapsbouw
"De Dorschkamp", Wageningen

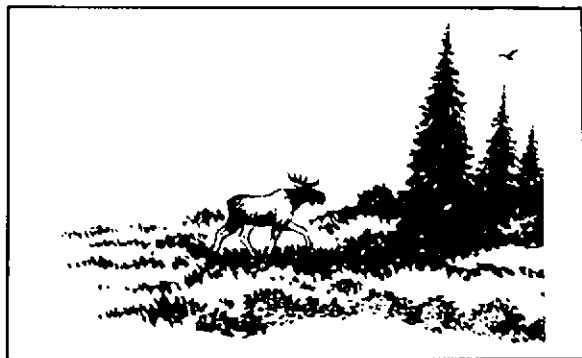
Zweden in de energieproblemen

Zweden is een groot land, rond 1700 km lang, en met 7 miljoen inwoners dun bevolkt. Zijn industrie behoort tot de modernste ter wereld. Klimatologisch zijn er grote verschillen tussen Z en N, tussen kustgebied, gebergte en andere uitgestrekte gebieden boven de boomgrens.

Zweden is bekend om zijn bossen en meren. Tot 1900 was hout de grootste energiebron van het land; daarna werd deze rol overgenomen door steenkool tot circa 1950. Nu komt 70% van de energie uit (geïmporteerde) olie.

Het Zweedse klimaat, de noodzaak van onderhoud van een wegennet en spoorlijnen over grote afstanden, dit alles in samenhang met een hoog ontwikkelde industrie stelt enorme eisen aan de energievoorziening van het land; eisen die bij de stijging van de olieprijs langzamerhand onbetaalbaar zijn geworden.

De helft van de 46 miljoen ha landoppervlakte van Zweden wordt heden ten dage benut voor de productie van grondstoffen voor de houtindustrie. Het uit die industrie verkregen exportoverschot wordt echter vrijwel geheel opgebruikt voor de aankoop van olie. Zweden is voor zijn energie afhankelijk van het buitenland. De Zweedse energiebehoefte wordt voor 70% gedekt door olie, 13% uit waterkracht, 8% uit hout, 4% uit kolen en 5% uit kernenergie. Er zijn thans 10 kernenergiecentrales die nog niet in volle productie zijn en die



Uit: Energiskogsbruk NE 1981: 8 door Per Edén.

Summary

Half of Sweden's 46 million ha of land produces the timber for its wood industry, the revenue from which currently barely covers the cost of importing oil: hence the need for biomass crops for energy to replace oil.

If 1 million ha were planted with energy crops (mainly Salix) grown in short rotation (1-5 years), 15 tons dry matter (wood + bark) would be produced per hectare per year – the equivalent of 6 tons of oil. The resulting equivalent of 6 million tons of oil would replace 20% of Sweden's present oil imports. The work is planned to start in 1985: 100 000 ha are to be planted in that year.

Research on energy production is co-ordinated by NE, the Swedish National Board for Energy Source Development. Research on biomass production is centred at the University of Uppsala.

Arable land is of course very suitable for energy crops, and most of the problems of biomass production on this land have been overcome. Peatlands are also suitable but still pose major problems, e.g. in water management, tillage and fertilizing. Intensive, well organized research of the highest scientific standing is being done on these problems.

Approximately 100 000 ha of farmland and 2.1 million ha of peatland are assumed to be available in the future for energy crop production. The area of farmland available will probably rise, as farmers are becoming interested in Salix as a farm crop. On arable land in southwest Sweden some farmers have achieved 18 tons of dry matter (wood + bark) from Salix per ha per year. The reason that trees produce more biomass than lower crops may be the interaction of the successive levels of the tree crown, resulting in very efficient photosynthesis. Research on this topic is being done at Ghent, Belgium.

Other species being considered for the Swedish energy production programme are Populus tremula, Alnus incana and Betula spp. In some areas these will probably be grown in longer rotations (5-15 years).

tot twaalf zullen worden uitgebreid. Elke centrale zal in 1% van de energiebehoefte voorzien. In het jaar 2010

zal de laatste van deze twaalf centrales moeten zijn stilgelegd, volgens een beslissing genomen op grond van een volksstemming.

Biobrandstof door energiebosteelt

Door zgn. intensieve energiebosteelt willen de Zweden een groter deel van hun energie zelf produceren. Snelgroeïende loofhoutsoorten, waarvan de wilg thans het meest in de belangstelling staat, worden bijvoorbeeld als stek geplant in dicht verband (20-40.000 planten per ha) en machinaal geoogst in korte omlopen (1-5 jaar). Het geproduceerde rijshout wordt als brandstof gebruikt voor energieproductie. Andere boomsoorten, die in aanmerking komen voor de productie van deze zgn. "biobrandstof" zijn populier, grauwe els (*Alnus incana*), esp (*Populus tremula*) en berk. Soorten, die niet als stek kunnen worden geplant beschouwt men als meer geschikt voor zgn. extensieve energiebosteelt, waarbij aan omlopen langer dan vijftien jaar wordt gedacht.

Houtproductie door stekken van wilg is nieuw voor Zweden, afgezien van een kleine oppervlakte van één eigenaar in Zuid-Zweden waar teenhout voor manden werd geteeld.

De bij ons sinds de 17e eeuw bestaande griendteelt, die de laatste vijftien jaar bovendien door de Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders gemechaniseerd is, vertoont vele punten van overeenkomst met het systeem dat in Zweden wordt ontwikkeld.

Veronderstellingen dat een dergelijke cultuur in Zweden geen lange levensduur beschoren zou zijn, omdat de wilgen snel zouden afsterven of de grond te snel uitgeput zou raken konden door verwijzing naar de griendteelt bij ons worden weerlegd.

Veel Zweden, waaronder de leden van de officiële Zweedse energiecommissie hebben dan ook het griendbedrijf in Oostelijk Flevoland bezocht. Het bezoek aan een grote oppervlakte griend die als bedrijf wordt geëxploiteerd bleek bijna altijd een effectiever argument ten gunste van de "haalbaarheid" van het Zweedse project dan argumenten, cijfers, schetsen, modellen of maquettes in eigen land.

Dekking van de volledige energie behoefte door deze biobrandstoffen zou in Zweden een oppervlakte van 5-6 miljoen ha vergen. Een reële schatting is, dat rond 1 miljoen ha op korte termijn beschikbaar kan komen en dat deze oppervlakte in een volgende fase belangrijk kan worden uitgebreid.

Uitgaande van een beplante oppervlakte van 1 miljoen ha en een produktieniveau van 15 ton drogestof per ha per jaar (ongeveer het equivalent van 6 ton olie) zou de opbrengst 6 miljoen ton olie vertegenwoordigen d.w.z. 20% van de huidige olie-import.

Ter vergelijking met de situatie in Nederland: wij

hebben 3 miljoen ha landoppervlakte (de Zweden als vermeld 46 miljoen); per hoofd van de bevolking hebben wij minder dan 1/30 van de ruimte, die Zweden heeft: 0.2 ha tegenover 6.5 ha.

Snelle aanpak van het plan is voor Zweden van belang, omdat de tijd dringt. Men heeft dan ook het voornemen in 1985 met uitvoering op praktijkschaal te beginnen, waarbij de jaarlijks te beplanten oppervlakte op 100.000 ha is gesteld. Alweer ter vergelijking: de huidige jaarlijks te verjongen bosoppervlakte in Zweden bedraagt 300.000 ha.

Onderzoek in Zweden (en elders)

Energiebosteelt ontstond in Zweden in de jaren na 1970 en stelde in de eerste jaren vooral op voorgaand onderzoek (dat toen "minirootatie" heette) van de Bosbouw Hogeschool te Stockholm. Dit onderzoek, onder leiding van professor Gustaf Sirén had productie in korte omloop van grondstoffen voor de vezelindustrie als doel.

Toen energiebosteelt een steeds belangrijker plaats in het onderzoeksprogramma kreeg is Sirén daarin de drijvende kracht gebleven; minirootatie ontwikkelde zich tot energiebosteelt.

De coördinatie van alle onderzoek op het gebied van energievoorziening is door het Zweedse parlement gelegd bij een in 1975 opgericht Bureau voor Onderzoek van Energie Productie, NE genaamd. NE stelt programma's op voor het onderzoek en sluit contracten hiervoor af met de onderzoekleiders.

Sedert 1975 wordt ook internationaal samengewerkt in het onderzoek op het gebied van de energiebosteelt; dit onderzoek wordt gecoördineerd in de OESO (Organisatie voor Economische Samenwerking en Ontwikkeling), die zijn zetel heeft in Parijs. In de IEA (Internationaal Energy Agency) is de samenwerking geformaliseerd. Het Zweede NE-bureau vervult daarbij een leidende rol als "Operating Agent". Andere deelnemers zijn de VS, België, Canada en Ierland.

Omdat voor de Zweden de tijd dringt en een groot aantal problemen nog om antwoord vraagt staat het onderzoek onder zware druk. Niet alleen heeft het Zweedse project betrekking op een enorme oppervlakte (circa 1 miljoen ha), maar zijn er vele problemen samenhangend met bodem en klimaat, de eis tot uitvoering op korte termijn en de noodzaak van rendabele bedrijfsvoering (energieproductie tegen met olie concurrerende prijs). Daarbij komen – zeker niet in de laatste plaats – aspecten van milieubescherming en natuurgebied die ook hun politieke weerslag hebben.

Om deze veelheid van problemen het hoofd te bieden hebben de Zweden het onderzoek efficiënt georganiseerd. Zij beschikken over een keurcollectie van bekwame onderzoekers, een groep welks gelijke in

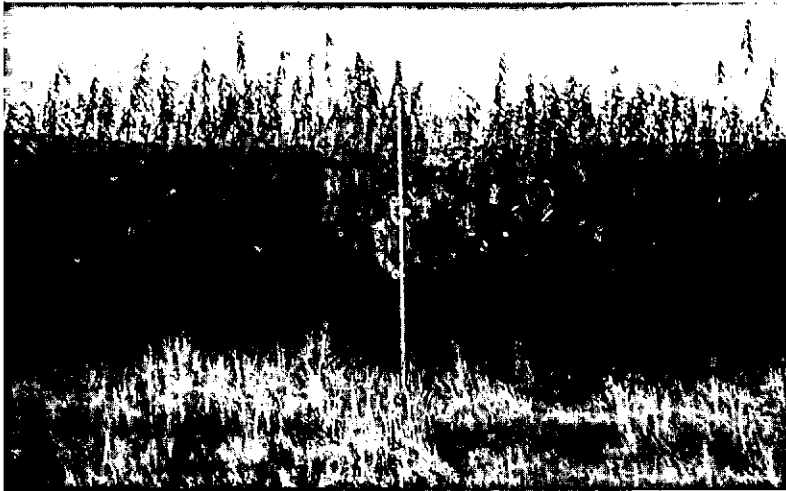


Foto 1 Eenjarige *Salix viminalis* kloon 683 op bemest veen, ca. 130 km ten W van Stockholm (lengte meetstok 3 m). Foto: Lars Christersson.

wetenschappelijk niveau, omvang en diversiteit waarschijnlijk in geen ander Europees land bijeen te brengen zou zijn.

Het Zweedse onderzoeksprogramma

NE sluit contracten af met de onderzoeksleider, professor Sirén, voor de uitvoering van het onderzoek. Hieraan werd in de vijf jaar van 1975 tot 1980 15 miljoen gulden besteed. Inmiddels is het kostenniveau belangrijk gestegen (thans 14 miljoen gulden per jaar).

Het onderzoek omvat enkele tientallen projecten en wordt gecoördineerd bij de Zweedse Landbouw Universiteit te Uppsala. Over heel Zweden beschikt men over onderzoekstations en proefvelden.

Het onderzoeksprogramma omvat zowel fundamenteel als toegepast onderzoek. Ook zuiver praktische zaken als de productie van stekhout, de problematiek van aanleg en teelt op praktijkschaal, de opleiding van kaderpersoneel voor de uitvoeringsfase e.d. zijn onderdeel van dit programma.

Fundamenteel onderzoek wordt o.m. gedaan naar de invloed van microklimaat, waterhuishouding en gaswisseling in de bodem op de groei van de plant. Ook wordt de gaswisseling van de plant, zijn minerale voeding en stikstofhuishouding onderzocht en de verdeling van fotosyntheseprodukten over wortel, stam en blad. Biologische stikstoffixering in verschillende bodemtypen en de invloed van bemesting op de bredere omgeving (i.v.m. milieuaspecten) zijn eveneens punten van onderzoek.

Het toegepaste onderzoek omvat onderwerpen als toetsing en selectie van klonen, hun houtkwaliteit, hun aantrekkelijkheid voor schadelijke insecten, hun specifieke eisen aan de groeiplaats in samenhang met hun produktieniveau; de problematiek van aanleg en beheer van grote oppervlakten klonale aanplant uit stek

en vergelijking van verschillende teeltsystemen in verband met kostenaspecten zowel als energiebalans.

Tenslotte is nog te vermelden het onderzoek in verband met de ontwikkeling van oogstmachines. Twee particuliere raadgevende bureaus zijn hierbij ingeschakeld, één voor het ontwikkelen van een oogstmachine voor grote homogene oppervlakten vochtige gronden (vroegere veenmoerassen) de ander voor de oogst op kleinere vlakten zoals percelen landbouwgrond van particulieren.

Prototypen van deze machines zijn in beproeving. De technische afdeling van de Bosbouwhogeschool doet fundamenteel onderzoek naar technische en biologische aspecten van het oogsten.

Klimatologische aspecten

Temperatuur is de belangrijkste beperkende factor voor de teelt van energiebos. In Zuidoost-Zweden is ook de regenval in sommige gebieden onvoldoende.

Voor het beoordelen van de temperatuurkarakteristiek van een bepaald gebied in verband met groei van het gewas rekent men met daggraden. Het aantal daggraden is de jaarsom van dagtemperaturen op dagen dat de temperatuur de waarde $+5^{\circ}\text{C}$ gedurende enige tijd overschrijdt. Voor energiebosteelt met wilg is 900 daggraden het minimum.

Ongeveer 40% van het Zweedse grondgebied heeft minder dan 900 daggraden, nl. het noorden en de hoger gelegen westelijke delen van Midden-Zweden. Wat overblijft voor energiebosteelt met wilg is Zuid-Zweden, een groot deel van Midden-Zweden en een naar het noorden toe smaller wordende strook langs de Botnische Golf.

De regenval is alleen in enkele delen van Zuidoost-Zweden onvoldoende. Uit proeven is gebleken dat voor maximale groei van griend in de vegetatieperiode

per etmaal drie liter per m² nodig is, d.i. 375-450 mm in de vegetatieperiode. Bevløeing zou hier uitkomst moeten geven.

Categorieën gronden en groeiplaatskwaliteit

In grote trekken zijn er twee categorieën gronden die in eerste instantie in aanmerking komen voor energiebos: landbouwgronden en moerassen. Over bosgronden denkt men in Zweden verschillend.

Van elke categorie zijn de oppervlakten in miljoen ha:		waarvan ev. bruikbaar voor energiebosteelt:
bosgrond	24	1.3
moerassen	5	2.1
landbouwgrond	3	0.1 nu (tot wellicht 1.0 in jaar 2000)

Landbouwgronden De Zweedse landbouw lijdt, evenals die in andere Europese landen aan een overproductie. Winstgevende landbouw wordt in Zweden bijzonder moeilijk, volgens sommigen onmogelijk. Sedert 1960 zijn 300.000 ha uit de landbouwproductie genomen. De Zweedse landbouwer bezit behalve landbouwgrond ook veelal een aanzienlijke oppervlakte bos. Dit bos moet vaak de bedrijfsbalans in evenwicht houden. Het is dan ook begrijpelijk dat veel Zweedse boeren belangstellen in de mogelijkheden die de teelt van "energiegriend" voor hun bedrijf zou kunnen bieden.

Energiebosteelt op daarvoor geschikte landbouwgrond levert slechts weinig problemen. Er zijn al enkele landbouwers ingeschakeld bij de productie van eenjarig stek van wilg, dat zij op contractbasis telen voor de aanleg van proeven op semipraktijkschaal. Voorzover dat vanuit een buitenlandse blik op Zweedse problemen te beoordelen is, zal de grasbestrijding wel moeilijkheden gaan opleveren. Tot nu toe heeft men geen onkruidbestrijdingsmiddelen willen gebruiken (uit een oogpunt van milieubescherming). Afgezien echter van deze en andere details is de Zweedse landbouwer zeer wel in staat een goed energiegewas te telen. Zijn bereidheid daartoe zal afhangen van de financiële aspecten van deze teelt.

Gemechaniseerde oogst is daarbij onontbeerlijk.

Veenmoerassen Een veel moeilijker opgave is de teelt van griendgewas in moerassige veengebieden. Wilgen hebben volgens het Zweedse onderzoek een pH-water nodig van tenminste 5.5. In veen blijken ze nauwelijks wortels te vormen. In stekproeven bleek, dat bij een bekalking met 2 ton CaO/ha op veen de worteling enigszins verbeterde, maar dat bij een gift van 4 ton een duidelijke verbetering optrad.

Door grondbewerking verwacht men een betere stikstofmobilisering maar de minerale componenten moeten worden toegediend: kalium (liefst tijdens het planten in verband met uitspoelen), fosfor, magnesium, calcium (al genoemd) en sporenelementen als koper, zink en molybdeen. De resultaten zijn opmerkelijk (zie foto 1).

Met bemestingsonderzoek in samenhang met de fysiologie van de plant zijn de Zweden bijzonder ver. Hun proeven met geautomatiseerde dagelijkse toediening van gedoseerde meststoffen zijn indrukwekkend. Hiervoor zijn in veenmoerassen geperforeerde plastic slangen uitgelegd met tussenruimten van ca. 1 m. De dwerggroei van (daar natuurlijk ontstane) dennen met jaarringbreedten van een fractie van een mm verandert na inzetten van het door de computer gestuurde bemestingsprogramma. Na een jaar ziet men jaarringen van 1 cm en meer. De voedingsdosering wordt aangepast aan het groeiritme van de plant, waardoor een maximaal effect wordt verkregen en de verliezen door uitspoeling minimaal zijn. De mest wordt dus toegediend met water.

De toepassing van een dergelijk systeem op praktijkschaal is, zelfs in vereenvoudigde vorm, een kostenvraagstuk. De resultaten in de proeven rechtvaardigen vertrouwen in de toekomstige functie die veenmoerassen kunnen vervullen.

Andere problemen in verband met deze moerassen zijn waterbeheersing en grondbewerking. Ontwatering van moerassen is van oudsher het middel in de Zweedse bosbouw geweest om de veelal uiterst geringe groei van het naalddhout in die moerasgebieden te verbeteren. Thans zal beperking van waterafvoer in vele gevallen nodig blijken om te voorkomen dat vooral in de droge Zweedse voorzomer een acuut watertekort ontstaat. Toevoer van water in ondergrondse buizen, beregeningssystemen en het gebruik van draaibare niveauregelende drainagebuizen (die in Nederland zijn ontwikkeld) zijn in studie.

In veenmoerassen kan zelfs grondbewerking (om de vegetatie te verwijderen) moeilijkheden veroorzaken: de bovenlaag gaat als een deken isoleren en de ondergrond ontdooit te laat om inplanten nog mogelijk te maken.

In een aantal gevallen kan een andere oplossing zijn: het moeras af te graven, de turf te gebruiken als energiebrandstof en op de onderste veenlaag wilgen te telen.

Boomsoorten

Wilgen, populieren (waaronder de in Zweden inheemse esp, *Populus tremula*), grauwe els (*Alnus incana*) en berk zijn de soorten die men voor de teelt van energiebos het meest in aanmerking vindt komen.

Enige jaren geleden bleken sommige klonen van struikwilgen, vooral de zeer produktieve *Salix aquatica* uit Midden-Europa in Zuid- en Midden-Zweden de snelste groeiers. Nederlandse schietwilgen (boomvormige wilgen, *Salix alba*) en zeer snel groeiende balsempopulieren konden deze groei in Midden-Zweden niet evenaren, ook al waren ze elders in Europa en Oost-Canada de meest produktieve gebleken. Op deze hoge breedte zijn de beste struikwilgen winnaar gebleken. Voor Zuid-Zweden zullen populieren wel van belang blijven.

Vorst komt in geheel Zweden voor in alle maanden van het jaar. Wilgenblad van alle klonen sterft in de vegetatieperiode af bij een temperatuur van -2°C . Snel herstel is een vereiste voor de bruikbaarheid van een kloon.

Snelgroeiende inheemse klonen, die in verschillende delen van Zweden in het wild voorkomen, zijn verzameld door middel van een prijsvraag in de landbouwbladen. De inzenders van de snelstgroeiende klonen (naar het oordeel van een ingestelde toetsingscommissie) kregen prijzen. De inzendingen werden per gebied vergeleken. Een grote serie soms zeer goede nieuwe wilgenklonen staat thans ter beschikking van het project en de *Salix aquatica* klonen raken daardoor op de achtergrond.

Op hogere breedten en op grotere hoogten boven zee in Midden-Zweden nemen de problemen met de teelt van wilgen toe. Men meent, dat de teelt van grauwe elzen daar wellicht betere resultaten zal geven dan wilg, ook omdat deze elzen minder schade lijdt door zomervorst dan wilg. De verwachting is wel dat deze elzen minder produktief zullen zijn dan wilgen.

In het kader van de activiteiten van de International Energy Agency (zie blz. 207) wordt echter in vele landen, waaronder België en de VS, hard gewerkt aan het verzamelen van soorten en herkomsten van elzen uit de hele wereld. Herkomstenonderzoek en hybridisatie van elzensoorten is in volle gang om sneller groeiende elzen te verkrijgen.

De esp (*Populus tremula*) is een zeer algemene inheemse boom die in Zweden grote afmetingen kan krijgen. Ook voor energiebosteelt is de esp bruikbaar wegens zijn vermogen overvloedig wortelopslag te vormen. Het bezwaar voor energiebosteelt is dat door wortelopslag een rijverband wordt verbroken; dit geeft moeilijkheden bij de oogst met de typen oogstmachines die men thans ontwikkelt voor het oogsten van planten in rijen.

Van de elzen en esp en ook van berk denkt men in de

toekomst een beter gebruik te kunnen maken in extensieve energiebosteelt d.w.z. in omlopen van 15-50 jaar. Langs wegen en waterlopen en op ongebruikte terreinen kunnen ze een belangrijke bijdrage leveren voor de Zweedse energie, vooral in streken, waar de intensieve teelt met wilg minder goede vooruitzichten biedt.

Veredeling

Op het gebied van de veredeling van bosbomen heeft Zweden pionierswerk verricht en speelt het nog steeds een leidende rol (esp, diverse naaldhoutsoorten, berk e.a.). Ook in het kader van de intensieve energiebosteelt is thans een kruisings- en veredelingsprogramma in uitvoering dat zeker de resultaten van het werk belangrijk kan verbeteren.

Geselecteerd wordt bij wilgen op snelle begingroei uit stek of stobbe, goede steekbaarheid, gehardheid, weerstand tegen zwammen en insecten, gunstige reactie op bemesting, hoge houtdichtheid en goede droogbaarheid.

Ander teeltkundig onderzoek

Men verwacht voordelen van klonenmenging, bijv. bij insecten- en virusaantastingen. Allerlei combinaties worden getoetst.

Het onderzoek naar de steekwaliteit heeft uitgewezen dat een beter slagingsresultaat wordt verkregen met 40 cm lang stek dan met 20 cm. Deze stekken worden 35 cm diep gestoken.

Wilgenstek wordt 1-3 etmalen gewaterd (3/4 van de lengte onder water) voor het steken; populier 3-4 etmalen.

Schade door insecten, zwammen, bacteriën en virus is nog weinig waargenomen. Wel komt roest voor bij wilgen in Zweden.

Woelmuizen en woelratten doen veel schade in de Zweedse bos- en landbouw. Zij zullen ook in de energiebosteelt moeten worden bestreden. Over elandenschade wordt veel gesproken. Deze enorm grote dieren zijn praktisch niet te keren door afrasteringen. Hun voorliefde voor wilg is bekend. De meeste schade ontstaat als ze door het gewas lopen.

Oriënterend onderzoek over stikstofbinding door elzen en de mogelijke betekenis hiervan voor wilg is eveneens een onderdeel van het programma. Men denkt daarbij aan menging van beide soorten of gewaswisseling.

Opbrengsten

De opbrengsten van de intensieve energiebosteelt in Zweden, die enkele jaren geleden werden gepubliceerd, hebben toen nogal wat opzien gebaard; in sommige gevallen ook ongeloof. Dit laatste vooral omdat de opbrengsten in kg per ha waren berekend door extrapolering van opbrengstgegevens uit kleine vakjes (4-15 m²), ook al waren daar dan correcties op toegepast voor randeffecten.

Tegenwoordig is al op meer plaatsen aangetoond dat ongedacht hoge opbrengsten kunnen worden verkregen met Salicaceae in nauw verband en onder gunstige omstandigheden. Hierbij dient men wel te bedenken, dat in de eerste omloop niet de beste omstandigheden aanwezig zijn voor maximale produktie. Een tweede of derde omloop, waarbij het gewas na afzetten gebruik kan maken van het bestaande wortelstelsel geeft in het algemeen hogere produkties, tenminste

indien het gewas is geselecteerd op krachtige groei uit stobben (dus na afzetten), en de teeltwijze aan het doel, maximale biomassa produktie, is aangepast.

In de proefvelden te Bogesund bij Stockholm is de produktie in kleine velden voor de beste wilgenkloon van hout met bast geweest in twee opeenvolgende jaren: 2.96 en 2.92 kg drogestof/m²/jr.; gemiddeld over de vijf beste klonen was de produktie 2.56 en 2.40 kg en over de tien beste klonen 2.04 en 2.08 kg. Dit is inderdaad ongekend hoog, doch men heeft hier doorlopend bemest en water gegeven. Dergelijke resultaten dienen ter bepaling van de verschillen in produktieniveaus van de beste klonen onder optimale omstandigheden. In de eerste jaren na aanleg is voor dergelijke hoge produkties gunstig weer noodzakelijk; later is de weersinvloed op de produktie geringer.

Ter vergelijking de volgende opbrengstcijfers van de Westkust van Zuid-Zweden (gewest Halland) in een beplanting van 0,3 ha gemiddeld over 2 jaar: zonder



Foto 2 Wilgen in het tweede groeijaar in Halland (ZW Zweden). Uit: Energiskogsbruk NE 1981: 8 door Per Edén.

bemesting en zonder besproeiing 18 ton drogestof/ha/jr. Deze beplanting is 20 jaar geleden op bouwland aangelegd (zie foto 2).

In Duitsland werd met Nederlandse populiereklonen na drie omlopen gemiddeld van 'Rap' 21 ton en van 'Blom' 16 ton drogestof/ha/jr. verkregen, eveneens op landbouwgrond. Soortgelijke gegevens zijn bekend uit proeven in België en Nederland met populier, waarbij een jaarproductie van 20 ton drogestof per ha werd overschreden op iets oudere leeftijd en in wijder verband.

In de praktijk verwacht men met wilgen een gemiddelde jaarproductie van 15 ton drogestof per ha op voormalige landbouwgronden in Zuid- en Midden-Zweden. Of dit gehaald zal worden is vooral afhankelijk van de vraag of de kwaliteit van aanleg en beheer over grote oppervlakten vergelijkbaar zal zijn met die van proefvelden op semipraktijkschaal (d.w.z. van 0.3-1.0 ha). In de praktijk zullen er tegenvallers zijn die de gemiddelde opbrengst ongunstig beïnvloeden. Daar staat tegenover dat mettertijd betere klonen beschikbaar zullen komen, de teelttechniek verbeterd zal worden en dat in de derde, vierde en latere omlopen een snellere groei kan worden verwacht dan in de eerste en tweede.

Energie in biomassa als rendement van straling

Tijdens een televisiedebat in Zweden werd een blokje vers hout van 300 gram (waarvan 100 gram water) getoond. Tot verbazing van de televisie kijkers bleek de verbrandingsenergie hiervan 1 kilowatt uur (kWh) d.w.z. gelijk aan de energie geleverd door een elektrische kachel van 1000 watt gedurende een uur. De 200 gram drogestof in dit blokje leveren 1,07 kWh, waarvan 0,07 kWh nodig is om het aanwezige water te verdampen.

De zogenaamde energie-inhoud van 1 kg dergelijke drogestof is dus $5 \times$ zo groot, of 5,35 kWh d.w.z. 19,26 MJ¹⁾. Per m³ vers hout rekent men voor populier 393 kg drogestof. Voor wilg is dit cijfer veelal wat hoger.

In onderzoek van de Universiteit van Gent werd bij een dichtheid van 3035 populieren per ha de in een jaar geproduceerde energie-inhoud berekend uit de bijgroei van dat jaar, nl. 13,65 ton drogestof per ha (hout + bast).

Uit de verhouding tussen de energie-inhoud en de in dat groeiseizoen ontvangen totale korte golf straling (2039 MJ per m²) werd het rendement berekend, de zogenaamde fotosynthetische efficiëntie²⁾.

Dit rendement bleek uiteen te lopen van 1% in be-

gin- en eindfase van de vegetatieperiode tot 5 à 7% tijdens groeipeken; gemiddeld over de vegetatieperiode 2,5%. Voor de totale biomassa stammen, takken en blad was dit rendement 3,7%.

Over de mechanismen waarvan de populier gebruik maakt om straling zo gunstig mogelijk te benutten werden in het Belgische onderzoek een aantal belangwekkende gegevens verkregen.

Zo was de maximale bladoppervlakte per eenheid van standruimte 4, d.w.z. er was maximaal 4 m² bladoppervlakte aanwezig per m² beschikbare grondoppervlakte. Vorming van meer blad leidt tot afsterven van bladeren onderin de kroon. Bij een tweejarige opstand werd dit verhoudingsgetal 4 bereikt bij 3700 bomen per ha, bij een zesjarige opstand bij 330 bomen per ha.

Ook bleek, dat de bladmassa in de hele kroon zich doet verspreiden. Bij 11 m hoge populieren in dichtverband (1355 bomen per ha) is het grootste deel van de bladmassa geconcentreerd in de bovenste kroonlagen. De bladeren vertonen hier een hellingshoek van 66°, zodat ondanks de aanwezigheid van zeer veel blad een groot deel van het licht wordt doorgelaten naar diepere lagen. Van boven naar beneden in de kroon wordt de hellingshoek van het blad geleidelijk geringer: op 1 m hoogte is deze nog maar 25°. Het blad staat hier dus meer horizontaal.

Voor de kroon als geheel geldt dan ook, dat een groot deel van de inkomende straling in de hogere kroonlagen daar in relatief geringe mate wordt benut, waardoor lager gelegen kroonlagen meer licht ontvangen. Deze maken hiervan efficiënt gebruik.

Het lijkt waarschijnlijk, dat bij wilgen in griendcultuur soortgelijke mechanismen aanwezig zullen blijken. In vergelijking met lager blijvende kruidachtige vegetaties zijn bomen in dit opzicht in het voordeel door hun grotere hoogte.

Proefaanleg op praktijkschaal: een voorbeeld

In Midden-Zweden is een 80 ha groot arm veengebied uitgezocht voor de aanleg van een praktijkproef. Dit wordt ingeplant met 30.000 wilgenstekken per ha in twee gedeelten: 1981 en 1982. De omloop zal twee jaar zijn. De helft van het terrein wordt met vaste meststoffen bemest op basis van 150 kg N 28 kg fosfor 115 kg K per ha, daarnaast sporenelementen; de andere helft wordt bemest door middel van een geautomatiseerd druppelsysteem d.w.z. aangepast aan de behoefte en gebaseerd op grond- en gewasanalyse. Naar voorlopige berekening zal het tweede systeem 50% meer op moeten brengen om de hogere kosten eruit te krijgen. Uitgegaan wordt van een jaarproductie van 12 ton drogestof/ha overeenkomend met de verbrandingsenergie van 5 ton olie. Bij een olieprijs van

¹⁾ 1 kW = 3,6 Mega Joule (MJ) = $3,6 \times 10^3$ kilo Joule = $3,6 \times 10^6$ Joule.

²⁾ men rekent hierbij dat de fotoactieve straling 50% bedraagt van de korte golf straling.

f 500,- per m³ is de brutowaarde van die jaarooft
f 2500,-.

Een buitenlands oordeel

Het Zweedse project wordt in en buiten Zweden zowel bewonderd als bekritiseerd. Een hoofdzakelijk uit buitenlandse onderzoekers bestaande evaluatiegroep gaf, na uitvoerige bestudering van het programma, het onderzoek en de bereikte resultaten, in 1981 als zijn oordeel dat de gestelde produktieniveaus reëel zijn en bereikt kunnen worden op gronden van normale kwaliteit.

Een uitzondering moet worden gemaakt voor jaren met extreem ongunstig weer bijvoorbeeld strenge vorst in een kwetsbare periode van het gewas. De schade in een dergelijk jaar zal men moeten aanvaarden. Groot risico voor het programma zou ontstaan als in de aanvangsjaren van het project dergelijke schade voorkomt en men daardoor het hele project als niet levensvatbaar zou brandmerken.

Over de vooruitzichten van wilgenteelt op veenmoerasgronden van goede kwaliteit was de evaluatiegroep optimistisch gezien de reeds bereikte resultaten bijvoorbeeld met bemesting.

De groep vond, dat de grootste bedreiging van energieboosteelt is gelegen in een te snelle overgang met semipraktijkproeven naar uitvoering op praktijkschaal. Geleidelijkheid is noodzakelijk om voldoende ervaring op te doen.

Literatuur

- Bengtson, C., and S. Linder. 1978. En litteraturssammanställning (Een literatuuroverzicht betreffende ecofysiologische aspecten van gaswisseling bij voornamelijk populier en wilg). Teknisk rapport Projekt energiskogsodling Sveriges Lantbruksuniversitet, nr. 1.
- Clarholm, M., and U. Granhall. 1981. Biological nitrogen fixation in relation to energy forest production. Teknisk rapport Projekt energiskogsodling Sveriges Lantbruksuniversitet, nr. 22.
- Edén, P. 1981. Energiskogsbruk (Energy Forest Cultivation). IEA Report National Swedish Board for Energy Source Development, Spånga, nr. NE 1981: 8.
- Elowson, S. 1981. The optimisation of production on a Sphagnum mire. 1. Experimental design and some preliminary results. Teknisk rapport Projekt energiskogsodling Sveriges Lantbruksuniversitet, nr. 21.
- Flower-Ellis, J. G. K., and L. Olsson. 1981. Wood density and the weight and proportion of bark in current shoots of Salix clones. Teknisk rapport Projekt energiskogsodling Sveriges Lantbruksuniversitet, nr. 18.
- Grip, H. 1980. Hydrological conditions for energy forestry analyzed for two regions. Teknisk rapport Projekt energiskogsodling Sveriges Lantbruksuniversitet, nr. 4.

- Lemeur, R. 1982. Stand architecture, primary productivity and photosynthetic efficiency in a poplar plantation. In: Seminar on biomass production with fast growing poplars. International Energy Agency, Ghent, April 7, 1982. 12 p.
- Lindström, O. Den gröna energin. Ingenjörsförlaget, Stockholm.
- McDonald, J., T. Lohammar and S. Linder. 1981. Effect of leaf nitrogen content on CO₂ exchange in a number of Salix clones. Teknisk rapport Projekt energiskogsodling Sveriges Lantbruksuniversitet, nr. 16.
- Newbould, P. J., B. Nihlgård, R. Koster e.a. 1981. Evaluation of energy forestry research in Sweden. IEA Report National Swedish Board for Energy Source Development, Spånga, nr. NE 1981: 15.
- Nilsson, L. O. 1982. Methods for determination of current energy forest growth and biomass production. Energy Forestry Project Sweden. International Energy Agency, Planning Group "B" - Biomass growth and production, 9th meeting Belgium, April 6-9, 1982. 24 p.
- Sirén, G., and E. Silvertsson. 1976. Survival and dry matter production of some high yielding clones of Salix and Populus selected for forest industry and energy production. Rapporter och Uppsatser Institutionen för Skogsförnyring, Stockholm, nr. 83.
- Sirén, G., T. Lestander, and L. Sennerby. 1979. Preliminary tests of fast-growing Salix-clones. In: IUFRO Proceedings of the meeting concerning Poplars in France and Belgium 17-22 September 1979 of Working parties S2-02-10 Poplar provenances and S2-03-07. Breeding poplar with participation of the International Energy Agency Forest Biomass (Planning Group B). Dorschkamp Research Institute for Forestry and Landscape Planning, Wageningen. pp. 162-177.



Wilg als energieleverancier: ook aan elanden. Uit: Energiskogsbruk NE 1981: 8 door Per Edén. Tekening: Sven Jerdén.