

ISKORIŠTAVANJE ŠUMSKE BIOMASE ZA ENERGIJU U FINSKOJ

USE OF FORESTRY BIOMASS FOR ENERGY IN FINLAND

Julije DOMAC*

SAŽETAK: Šumarstvo i svi oblici produkata šumarstva predstavljaju jedan od najvažnijih dijelova finskog gospodarstva, a biomasom se zadovoljava značajan dio potreba za energijom. Cilj finskog programa istraživanja i iskorištavanja energije biomase, a trajao je od 1993. do 1998. godine, bio je povećati proizvodnju energije iz biomase na ekonomski konkurentan i ekološki prihvatljiv način s posebnim naglaskom na korištenje krute šumske biomase. Rezultati postignuti ovim programom, kao i aktivnosti u prošlosti, učinili su Finsku vodećom zemljom u energetskom iskorištavanju biomase. U članku se daje sažeti povijesni pregled i prikaz sadašnjeg stanja, neke osobitosti korištenja biomase u Finskoj te značajniji rezultati Programa korištenja biomase (BIO-ENERGIA) i nacionalnog operatera za biomasu, tvrtke Biowatty Oy.

Ključne riječi: Finska, šumska biomasa, energija

1. UVOD – Introduction

Finska je vodeća zemlja u korištenju energije biomase i ima značajne mogućnosti za povećanje udjela biomase u ukupnoj potrošnji energije sa sadašnjih 20% na 25 do 30% u skoroj budućnosti. Finska vlada postavila je cilj da se do 2005. godine postigne udio od 25%. To povećanje odgovaralo bi korištenju 1,5 milijuna tona ekvivalentne nafte godišnje. Istraživanja i razvoj tehnologija u zemlji smatraju se najvažnijim sredstvom za ostvarenje tog zahtjevnog cilja [1].

Stotinama godina, sve do sredine 19. stoljeća, šume u Finskoj su se u najvećoj mjeri koristile samo kao izvor energije za grijanje. Nakon 1870. godine počinje nagli razvoj pilana i drvne industrije, no zbog velikih šumskih površina i ogromnog potencijala drvne mase korištenje drva za proizvodnju energije nije značajnije smanjeno niti dovedeno u pitanje. Nakon II. svjetskog rata poteškoće održavanja održive proizvodnje drvnih sortimenata i povećana potražnja za bjelogoričnim drvetom (uglavnom brezom) uzrokuje zamjenu drva fosilnim gorivima, te udio drva u ukupnoj potrošnji energije pada po prvi puta u povijesti ispod 50% u pedese-

tim godinama. U isto vrijeme, u razdoblju od nekoliko godina sječa je nadmašila prirast [7]. Nakon četiri desetljeća intenzivnih uzgojnih radova, ukupan prirast finskih šuma povećao se za preko 40% i iznosi oko 80 Mm³ godišnje. Usporedo s tim razvojem, ukupni etat se zadržao na manje od 60 Mm³ godišnje. Danas održivo gospodarenje šumama više nije ugroženo, a postoje još i neiskorištene mogućnosti povećanja proizvodnje drvne mase za dobivanje energije i korištenje u industrijske svrhe [6].

S obzirom na brojne sličnosti s Hrvatskom (povijesne okolnosti, broj stanovnika, znatne šumske površine) finska iskustva i svijetli primjer korištenja biomase za proizvodnju energije, ali i odnosa prema vlastitoj zemlji i raspoloživom šumskom bogatstvu mogao bi biti koristan i poučan.

Većina podataka prikazanih u članku sakupljena je tijekom autorova boravka u Finskoj kao sudionika IEA Bioenergy workshop-a u rujnu 1998. godine, kada su snimljene i fotografije. Dodatne informacije dobivene su od prof. dr. Pentti Hakkila (Finnish Forest Research Institute), prof. dr. Kai Sipilä (VTT Energy), dr. Ilka Savolainen (IVO Group) te mr. Arto Heikkinen (IVO Group).

* Julije Domac, dipl. inž., Energetski institut "Hrvoje Požar", Ulica grada Vukovara 37, 10000 Zagreb

2. PROGRAM BIOENERGIA – Bioenergia programme

Od početka 1995. godine Program korištenja biomase – BIOENERGIA financirao je Centar za razvitak tehnologije (Technology Development Centre-TEKES). Dodatna značajna sredstva osiguralo je Ministarstvo trgovine i industrije (MTI), Ministarstvo poljoprivrede i šumarstva (MAF) te brojne finske tvrtke. Vođenje istraživačkog programa povjereno je Jyväskylä Science Park Ltd.

U razdoblju od 1993. do 1998. godine sredstva koja je država uložila u Program iznosila su čak 23 milijuna ECU-ja, a finske tvrtke uložile su dodatno još 12 milijuna ECU-ja. U ovom su razdoblju više od polovine sredstava potrošena na istraživanja proizvodnje biogoriva iz šumske biomase [1].

Osnovni cilj Programa je povećati korištenje biomase za proizvodnju energije na ekonomski konkurentan i održiv način uz što manji utjecaj na okoliš. Projekti istraživanja i razvoja trebaju isto tako razviti nove načine dobivanja biogoriva, novu opremu i metode za proizvodnju, rukovanje i korištenje biogoriva. Povećanje kori-

štenja biomase dovodi do smanjenja emisije stakleničkih plinova, boljeg održavanja šuma, povećanja samodostatnosti i sigurnosti opskrbe energijom te povećanja produktivnosti šuma. Stvaranje povoljnih uvjeta za poduzetničke i poslovne aktivnosti, kao i otvaranje novih radnih mjesta, važni su doprinosi korištenja biomase u Finskoj. Najvažniji ciljevi istraživanja su:

- razviti nove metode proizvodnje kako bi se smanjili troškovi do razine fosilnih goriva. Ukupno povećanje korištenja šumske biomase trebalo bi biti barem 1 milijun tona ekvivalentne nafte godišnje;
- razviti novu opremu i mehanizaciju za rukovanje i korištenje biomase te ih dovesti barem do demonstracijske razine;
- širiti osnovne informacije o metodama pretvorbe i korištenja biomase te vrednovati kvalitetu, primjenjivost, utjecaj na okoliš te troškove korištenja biomase;
- smanjiti troškove proizvodnje energije iz biomase u malim pogonima za 20% u odnosu na razinu iz 1992. godine [2].

Tablica 1. Godišnji proizvodni potencijal biomase u Finskoj [8]

Table 1 Annual production potential of biomass and peat in Finland [8]

	Izvori u PJ	Potrošnja u 1994. godini		Tehnički potencijal u 2010. u PJ
		Za energiju u PJ	Ostale svrhe u PJ	
Ogrjevno drvo		34		34
Posječeno drvo	550	0	220	90
šumski otpad	410	1		30
Drvni ostatak		43		55
Otpad industrije papira		104		135
Ukupno drvo	960	182	220	345
Biljni ostaci iz poljoprivrede	30	0		18
Brzorastuće biljke	15	0		5
Slama	15	0		7
Ukupno poljoprivreda	60	0		30
Gradski otpad	40	0.8		18
Građevinski otpad	8	1.8		4
Bioplin	3	0.3		2
Ukupno otpad	50	3		24
Ukupno biomasa	1070	185		400
Treset	100	66		100

Danas u Finskoj 98% biomase koja se koristi za proizvodnju energije dolazi iz šume, a većina te biomase (80%) koristi se za proizvodnju topline (pare) i električne energije u industriji. U budućnosti se očekuje da šumska biomasa ostane najznačajnija kategorija, ali i postepeno uvođenje drugih vrsta biomase, u prvome redu različitih vrsta otpada. Usporedo s razvitkom drvne

industrije, očekuje se do 2010. godine povećano korištenje otpada iz mehaničke i kemijske obrade drveta za 30%. Iskorištavanje ostataka iz poljoprivrede, gradskog i industrijskog otpada te uzgajanje energetskih biljaka dodatno će pridonijeti povećanju energetskog potencijala (tablica 1.).

3. OSOBITOSTI PRIDOBIVANJA I KORIŠTENJA ŠUMSKE BIOMASE

Characteristics of obtaining and using forestry biomass

Najvažnije područje istraživanja pridobivanja biomase iz šume je razvoj metoda, mehanizacije i sustava korištenja kako bi se energija proizvela na ekonomski konkurentnoj razini. Finska ima dugu tradiciju iskorištavanja šuma i razvoja mehanizacije i do danas su razvijene brojne tehnologije sakupljanja i korištenja biomase iz šume.

U sklopu Programa (od 1993. do 1998. godine) testirano je šest komercijalnih prototipova za proizvodnju goriva u malim pogonima. Za proizvodnju sječke razvijen je sustav prozvan "toplinski poduzetnik", pri čemu proizvođač sječke ujedno vodi i kotlovnici ili postrojenje za grijanje (slika 1.). Na taj način izbjegava se problem određivanja energetske vrijednosti jer se plaćanje obavlja prema isporučenoj energiji, a tako se najčešće rješava grijanje škola, bolnica i drugih javnih objekata u manjim gradovima. Poslovanje se vodi na osnovi višegodišnjih ugovora, a prednosti su zapošljavanje mjesnog stanovništva, korištenje vlastitih sirovina, sigurnost opskrbe energijom, povećanje prihoda i zadržavanje novca koji kruži unutar lokalne zajednice (investicije-zarade.porezi) umjesto nepovratnih izdataka za fosilna goriva.



Slika 1. Oprema za iveranje jednog od malih "toplinskih poduzetnika" koji opskrbljuje energijom osnovnu školu u gradiću Huittinen

Figure 1 Chip-fired heating equipment of small-scale heating entrepreneurship at Huittinen primary school

(Foto: J. Domac)

Za korištenje tradicionalnog ogrjevnog drveta razvijeni su novi uređaji, a razvijen je i već u funkciji novi sustav isporuke za rukovanje i distribuciju "iz šume do potrošača".

Sustav gospodarenja za mlade sastojine je nedavno promijenjen. Prethodna sječa obavlja se kasnije nego što se to preporučivalo prije, tj. stabla su danas visoka od 4 do 7 metara kada se sijeku. Na ovaj način se prinos biomase po hektaru povećava za 40 do 50 m³, što odgovara 100 m³ sječke. Procjenjuje se da se godišnje može

sakupiti oko 2,5 milijuna m³ drvene mase (oko 0,5 milijuna tona ekvivalentne nafte) iz mladih sastojina i prethodne sječe [5].

Posebno područje istraživanja predstavlja integrirana proizvodnja sječke za industriju papira i celuloze te biogorivo. Integrirana proizvodnja nudi brojne prednosti, mogućnost smanjenja troškova, a energetska potencijal iznosi oko 0,5 milijuna tona ekvivalentne nafte godišnje [1].

Istraživanja su posebno usmjerena na prethodnu sječu i proizvodnju biomase u borovim sastojinama, budući da sastojine gdje prevladava bor iznose oko 80% mladih šuma.

Na području šumske mehanizacije postignuti su osobito vrijedni rezultati. Razvijeno je nekoliko tipova iverača, sustava za sakupljanje i transport usitnjene šumske biomase, a većina opreme je već godinama na tržištu i znatno utječe na smanjenje ukupnih troškova (slika 2.). Samo na primjer, nedavno razvijeni iverač u Oy Logset Ab, proizvodi 20% više drvene mase na sat od postojećih iverača, čime se smanjuju troškovi za 5 do 15 FIM po m³ drvene mase [9].



Slika 2. Centralizirano iveranje šumskih ostataka. Šumska se biomasa dovozi kamionima iz šume.

Figure 2 Centralised handling and chipping of logging residue
(Foto: J. Domac)

Da bi šumska biomasa s dovršne sječe (ogrjevno drvo) u Finskoj bila ekonomski konkurentna fosilnim gorivima, ukupni troškovi proizvodnje moraju biti niži od 45 FIM/MWh (slika 3.) [7]. U sklopu programa provedena su brojna istraživanja i tehnološka poboljšanja, te je u demonstracijskim projektima postignut i taj cilj.

Napredne tehnologije iskorištavanja ovako pridobivena šumske biomase široko su rasprostranjene, a osim malih sustava područnog grijanja najznačajnije mjesto imaju kogeneracijska postrojenja, odnosno elektrane-toplane za istovremenu proizvodnju električne i toplin-



Slika 3. Sakupljanje i iveranje ostataka šumske biomase iz dovršne sječe na staništu gdje prevladava omorika kraj Tampere
Figure 3 Recovery of logging residue from spruce dominated clearcut near Tampere

(Foto: J. Domac)

ske energije. Ukupno se u Finskoj iz biomase zadovoljava preko 10% potreba za električnom energijom [4]. Elektrane na biomasu podižu ne samo lokalne zajednice (gradovi, općine) već i velike elektroprivrede (slika 4.).

IVO Group je jedna od najznačajnijih elektroprivreda u Finskoj, a posjeduje objekte i gradi postrojenja u



Slika 5. Drveni pepeo i otpad industrije papira spreman za rasipavanje po šumi

Figure 5 Spreading of wood ash and pulpmill sludge in forest
(Foto: J. Domac)



Slika 4. Kogeneracijsko postrojenje Forssa (17,2 MWel, 48 MJ/s, ukupna investicija 94 milijuna FIM) na šumsku biomasu ("zelena sječka")

Figure 4 Wood ("green chips") fired Forssa CHP plant (17,2 MWel, 48 MJ/s, total investment 94 mill. FIM)

(Foto: J. Domac)

cijeloj Skandinaviji, ali i u Mađarskoj, Tajlandu i u drugim zemljama. Proizvodnja električne energije iz biomase se u kompaniji pridaje posebno značenje. Uvođenjem poreza na fosilna goriva i emisiju CO₂ cijena električne energije iz biomase postala je potpuno konkurentna, a deregulacijom tržišta i uvođenjem tarifnog sustava koji omogućava izjašnjavanje krajnjeg potro-



Slika 6. Polje treseta u južnoj Finskoj
Figure 6 Peat harvesting area in southern Finland

(Foto: J. Domac)

šača za "Zelenu energiju", proizvodnja električne energije iz biomase postala je zanimljiva i velikim elektroprivredama. Tako se samo u sastavu IVO Group u Finskoj danas nalaze 7 većih elektrana na biomasu snage od 30 do 80 MWe, a ukupna godišnja proizvodnja električne energije iz biomase iznosi više od 1700 GWh [4].

Osim pridobivanja i iskorištenja razmatraju se i ostali aspekti odgovornog gospodarenja šumama, pa se tako istražuju i mogućnosti vraćanja drvnog pepela u šumu (slika 5.) te miješanje drvene mase s tresetom te zajedničko izgaranje (slika 6.).

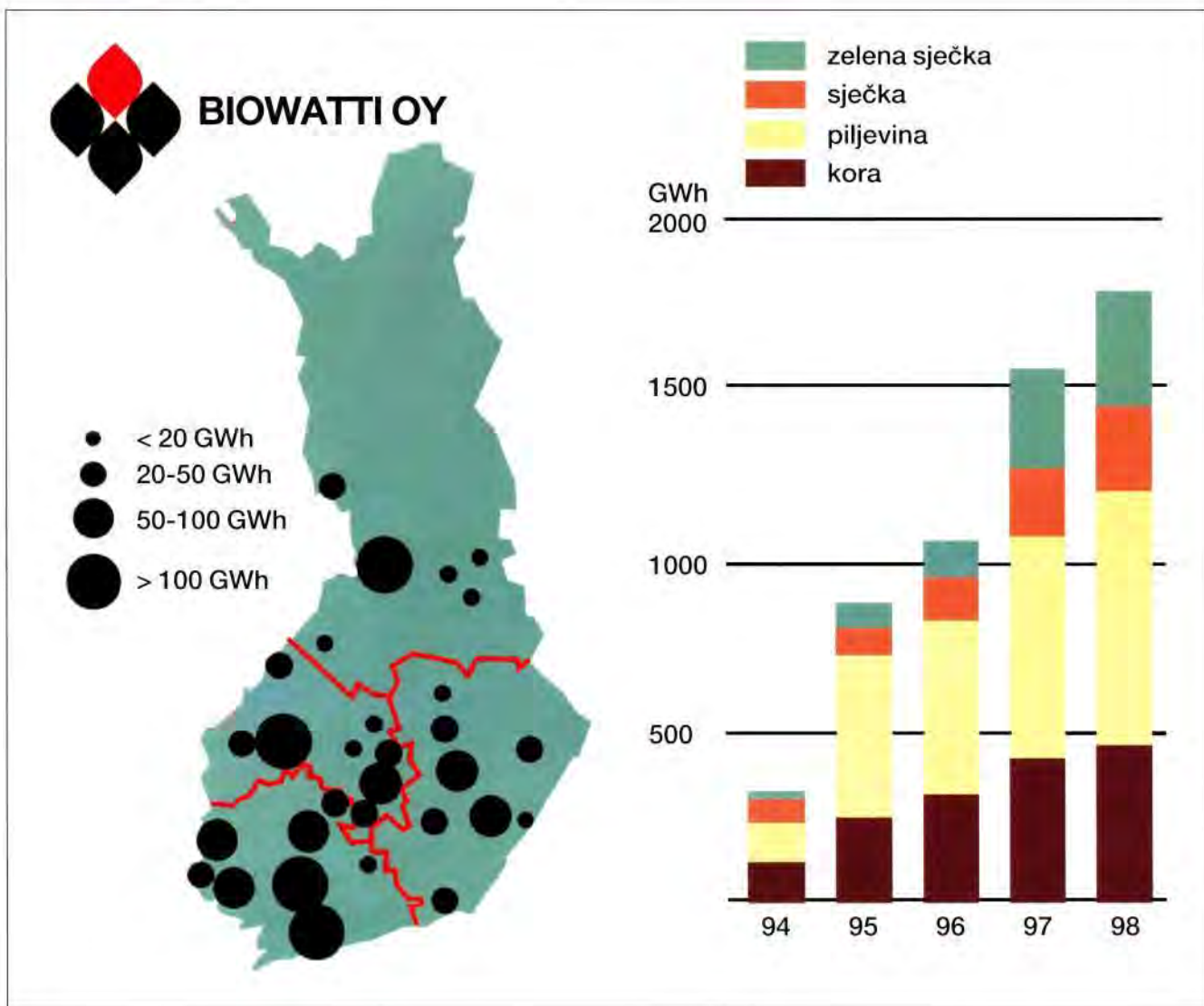
Za energetska iskorištavanje šumske biomase često se koristi iveranje, čime nastaje tzv. zelena ili šumska sječka, gorivo koje se često koristi u Finskoj. U 1995.

godini, ukupna potrošnja zelene sječke iznosila je 258000 m³, a najvažniji izvor sječke bilo je iveranje manjih cijelih stabala (slika 7). Korištenje zelene sječke datira još iz sredine pedesetih godina, a uzlazni se trend bilježi sve do danas. Značajan porast potrošnje zelene sječke i broja kotlovnica koje ju koristi, zabilježen je nakon 1979. godine kada finska vlada uvodi program subvencioniranja ovog izvora energije. Danas postoje 102 kotlovnice na zelenu sječku, što uključuje 60 energana za područno grijanje, 9 kotlovnica u školama, 12 industrijskih kotlovnica, 5 u bolnicama i 4 u vrtićima. Dodatno, za energetske svrhe se u šumarstvu i drvenoj industriji koristilo 84000 m³ te u poljoprivredi 120000 m³ zelene sječke [3].

4. TVRKA BIOWATTI OY – Biowatti Oy Company

Osiguranje tržišta za biomasu jedan je od najvažnijih preduvjeta uspješnog korištenja energije biomase u

svim zemljama svijeta. Uz znatne poticajne mjere (subvencije, tarifni sustav za toplinsku i električnu energiju,



Slika 7. Biowatti Oy – logo, potrošači i isporučena energija
Figure 7 Biowatti Oy – logo, customers and wood energy delivered

porezi i porezne olakšice), sudjelovanje i ulaganje lokalnih zajednica, u Finskoj se korištenje biomase za proizvodnju energije potiče i aktivnostima nacionalnog proizvođača i operatera biomasom Biowatti Oy. Najvažnija djelatnost tvrtke je otkup, obrada, transport te distribucija i prodaja biomase krajnjem korisniku. Tvrtka je utemeljena početkom 1994. godine kao dioničko društvo, a svojim aktivnostima pokriva cijelu zemlju.

5. ZAKLJUČAK – Conclusion

Finska je vodeća zemlja svijeta u održivom i učinkovitom korištenju biomase za proizvodnju energije. Danas je udio biomase u ukupnoj potrošnji energije 20%, a brojnim aktivnostima finske vlade, ustanova i institucija taj se udio planira i povećati. Od razvijenih zemalja finskim rezultatima u korištenju biomase i ovako visokom udjelu u ukupnoj potrošnji energije približile su se jedino Švedska i Austrija.

Danas u Finskoj 98% biomase koja se koristi za proizvodnju energije dolazi iz šume. Za korištenje šumske biomase razvijene su brojne metode i postupci, stalno se usavršava tehnologija, a uvedeni su i brojni tržišni mehanizmi koji energiju iz biomase čine i gospodarsveno prihvatljivom.

Glavni izvor biomase kojom se tvrtka bavi su ostaci i otpad iz šume koji se ivera i obrađuje te isporučuje potrošačima. Biowatti Oy također sakuplja otpad iz drvne industrije, kao što je kora i piljevina. Poslovanje se temelji na potpunoj usluzi i godišnjim ugovorima prema utvrđenom programu isporuke, a stalno se bilježi sve veći broj potrošača (slika 7.).

Za istraživanja proizvodnje energije i pridobivanja biomase iz šume finska vlada i gospodarstvo izdvajaju znatna sredstva, a posvuda je razvijena svijest o prednostima biomase i opravdanosti racionalnog korištenja vlastitog šumskog bogatstva.

S obzirom na brojne sličnosti s Hrvatskom (povijesne okolnosti, broj stanovnika, znatne šumske površine) finska iskustva i primjer korištenja biomase za proizvodnju energije, ali i odnosa prema vlastitoj zemlji i raspoloživom šumskom bogatstvu mogao bi biti koristan i poučan.

6. IZVORI – References

- [1] Asplund, D. (1997): The Finnish bioenergy research programme. Forest management for bioenergy. The Finnish Forest Research Institute. p. 7-13.
- [2] Asplund, D. (1998): Green energy. Energy in Finland 1998. IVO Group. p. 48-50.
- [3] Hakkiila, P. i Riippo, K. (1997): Logging residue as a source of energy in Finland. Forest management for bioenergy. The Finnish Forest Research Institute. p. 90-102.
- [4] Heikkinen, A. (1998): Bioenergy and power production; Power company's perspective. IEA Bioenergy Task 25 International Workshop "Between COP3 and COP4: The role of bioenergy in achieving the targets stipulated in the Kyoto protocol". Nokia.
- [5] Korpilahti, A. (1994): Research on production of wood fuels in the Finnish Bioenergy Research Programme. IEA Bioenergy Agreement Task IX, Integrated Harvesting Systems, Meeting 15-21 May 1994. Sweden p. 9.
- [6] Kuusela, K. (1984): Timber utilisation and the potential of forest energy in Finland with reference to the IEA member countries. IEA/ENFOR Joint Report 7. p.31.
- [7] Mielikäinen, K. (1997): The impact of fuelwood harvesting on forest management in Finland. Forest management for bioenergy. The Finnish Forest Research Institute. p. 53-63.
- [8] Pinguod, K. i Lehtilä, A. (1997): Role of forest sector and bioenergy in limiting carbon emissions. Biomass and Bioenergy. Vol. 13, No. 6, p. 413-420.
- [9] Saksa, T. (1996): A large scale production of wood chips from forest for energy. 9th European Biomass Conference. Copenhagen.

SUMMARY: Finland is a leading country in the use of bioenergy and has excellent opportunities for increasing bioenergy use from the level of 20% of today up to 25-30%. The Finnish Government has set as an objective for the promotion of bioenergy a 25% increase from the present level by 2005. This increment corresponds to 1.5 million tonnes of oil equivalent (toe) per year. R&D work has been considered to be the most important means to achieve this ambitious goal.

The aim of the Finnish Bioenergy research programme for the years 1993-1998 is to increase the use of economically profitable and environmentally sound bioenergy by improving the competitiveness of solid biofuels. The main research fields concern production methods of wood fuels, use of bioenergy, and conversion of biomass to bio-oils. This paper concentrates on wood fuels and forestry biomass production research.

Finnish forests contain substantial biomass reserves. The most important resources of energy wood are trees removed during the precommercial and early commercial thinning of young stands, residual stemwood and crown mass from regeneration cuttings and poor quality, small-sized deciduous trees from under-productive stands. The main utilisation of wood-based fuels is in the forest industry, which uses a substantial amount of wood raw material for the production of energy. The volume share of energy raw material is 15-25% for the saw-milling industry, 40-50% for the plywood/veneer industry, 10-15% in the mechanical pulp industry and 50-60% in the sulphate pulp industry of all raw material, bark included. In all cases, the fuel component is processed from industrial residue, so that the use of wood-based fuels in the forest industry is essentially passive. Great emphasis has been placed on wood-fired heating and cogeneration plants in the prevailing discussion on the use of wood-based fuels. Today share of biomass in electricity generation is more than 10%.

Data presented in paper were collected and photos taken during authors visit Finland in September 1998 as a participant of IEA Bioenergy International Workshop. Additional informations were collected from Prof. Dr. Pentti Hakkila (Finnish Forest Research Institute), Prof. Dr. Kai Sipila (VTT Energy), Dr. Ilka Savolainen (IVO Group) and Mr. Arto Heikkinen (IVO Group). For Croatia is in some points similar to Finland (history, population, significant forest areas) Finnish experiences and bright example of bioenergy use could be interesting and useful. This paper gives a brief historical overview of bioenergy use and state of the art today in Finland, main characteristics of Bioenergia programme and current trends of bioenergy use, some information about bioenergy market and electricity generation from biomass in Finland and short description of the Biowatty Oy, a national producer and marketer of bioenergy

Key words: Finland, bioenergy, forestry biomass