



**Одржливи
Кратко Ротирачки
дрвенести Растенија**
Прирачник

- Автори: Ioannis Dimitriou & Dominik Rutz
- Придонес: Rita Mergner, Stefan Hinterreiter, Laurie Scrimgeour, Ioannis Eleftheriadis, Ilze Dzene, Željka Fištrek, Tomáš Perutka, Dagnija Lazdina, Gordana Toskovska, Linda Drukmane
- Уредник: Dominik Rutz
- ISBN: 978-3-936338-36-2
- Преводи: Прирачникот е напишан на Англиски јазик. Овој прирачник е достапен и на следните јазици: Хрватски, Чешки, Француски, Германски, Грчки, Латвијски и Македонски.
- Објавен: © 2015 by WIP Renewable Energies, Минхен, Германија
- Контакт: WIP Renewable Energies, Sylvesteinstr. 2, 81369 Munich, Germany
Dominik.Rutz@wip-munich.de, Tel.: +49 89 720 12 739
www.wip-munich.de
- Веб страна: www.srcplus.eu
- Авторски права: Сите права се задржани. Ни еден дел од овој прирачник не може да биде репродуциран во било каква форма или со било какви средства, да биде користен за комерцијални цели, без писмена дозвола од издавачот. Авторите не гарантираат за точноста и/или комплетноста на информациите и податоците вклучени или опишани во овој прирачник.
- Општи услови: Целокупната одговорност за содржината на овој прирачник припаѓа на авторите. Тоа не ги рефлектира гледиштата на Европската Унија. Ниту EASME ниту Европската комисија не се одговорни доколку се направи било каква употреба на информациите содржани во прирачникот.

Благодарност

Овој прирачник е елабориран во рамките на проектот SRCplus со број (IEE/13/574), поддржан од Европската Комисија преку програмата Интелегентна Енергија за Европа (Intelligent Energy for Europe) (IEE), управувана од страна на Извршната агенција за мали и средни претпријатија (Executive Agency for Small and Medium-sized Enterprises) (EASME). Авторите сакаат да и се заблагодарат на Европската Комисија за поддршката на SRCplus проектот како и на рецензентите и партнерите за нивниот придонес во прирачникот. Им благодариме на Anderson Group (Biobaler) и Wald21, како и на нашите колеги од WIP и SLU за дозволата да се користат нивните слики.

Конзорциум на SRCplus проектот



WIP Renewable Energies, Германија (Проектен координатор)
Dominik Rutz [Dominik.Rutz@wip-munich.de]
Rita Mergner [Rita.Mergner@wip-munich.de]



Biomassehof Achental, Германија
Stefan Hinterreiter [s.hinterreiter@biomassehof-achental.de]



Community of Communes of Trièves, Франција
Laurie Scrimgeour [l.scrimgeour@cdctrieves.fr]



Centre for Renewable Energy Sources and Saving, Грција
Ioannis Eleftheriadis [joel@cres.gr]



Ekodoma, Латвија
Ilze Dzene [ilze@ekodoma.lv]
Linda Drukmane [linda.drukmane@ekodoma.lv]



Energy Institute Hrvoje Požar, Хрватска
Zeljka Fistrek [zfistrek@eihp.hr]



Energy Agency of the Zlin region, Република Чешка
Tomas Perutka [Tomas.Perutka@eazk.cz]



Latvian State Forest Research Institute Silava, Латвија
Dagnija Lazdina [dagnija.lazdina@silava.lv]



Secondary School Car Samoil – Resen, Република Македонија
Naumche Toskovski [toskovski@yahoo.com]



Swedish University of Agricultural Sciences, Шведска
Ioannis Dimitriou [ioannis.dimitriou@slu.se]

Содржина

Благодарност	2
Конзорциум на SRCplus проектот	3
Предговор	6
1 Вовед	7
2 Избор на област	9
2.1 Критериуми за избор на област	9
2.2 Клима	15
2.3 Изглед на плантажата	16
2.4 Законодавство	19
2.5 Аспекти за одржливост при избор на област	19
3 Видови на дрвја и клонови	23
3.1 Врба	23
3.2 Топола.....	25
3.3 Багрем.....	27
3.4 Еукалиптус	29
3.5 Бреза.....	30
3.6 Останати видови.....	30
4 Одгледување на KPP	31
4.1 Подготовка на околината	31
4.2 Саден материјал.....	34
4.3 Садење	36
4.4 Управување со плантажата	41
5 Берба на KPP	45
5.1 Приноси.....	45
5.2 Циклуси на берба	48
5.3 Карактеристики на собраниот материјал	49
5.4 Методи за берба.....	49
5.5 Сушење и складирање на дрвен чипс.....	55
6 Логистика и транспорт	60
7 Отстранување на KPP	61
8 Користење на производите од KPP	62
8.1 Квалитет на дрвен чипс.....	63
8.2 Опции за употреба на дрвен чипс	67

8.3	Согорување на дрвен чипс и пелети	69
9	КРР и нивното влијание врз животната средина	74
9.1	Растителен свет	74
9.2	Животински свет.....	77
9.3	Почва.....	82
9.4	Вода	85
9.5	Употреба на пепел и отпадна мил како ѓубриво	85
9.6	Агро-шумски системи	87
10	Економија на КРР	88
10.1	Пример1: КРР плантажа со врба во Грасторп, Шведска.....	89
10.2	Пример 2: КРР врба во SIA ECOMARK, Латвија.....	91
10.3	Пример 3: Топола КРР во Готинген, Германија	92
10.4	Пример 4: Врба КРР во Бретања, Франција	93
10.5	Пример 5: КРР врба во Енкопинг, Шведска	97
	Речник и Кратенки	100
	Општи единици мерки.....	105
	Референци.....	108

Предговор

Биомасата има клучна улога помеѓу обновливите извори на енергија, (анг. Renewable Energy Sources, кратенка RES), која вклучува скоро 70% од европските обновливи извори со тренд на брз пораст. Во иднина, побарувачката на дрво за добивање на топлинска енергија за греење, како материјал за конструкција или за биоматеријали, се очекува забрзано да се зголемува. Тоа главно ќе се должи на пазарните сили и ќе биде поддржано од целите на националните политики и енергетската политика на Европската Унија. Цврстата биомаса добиена од кратко ротирачките дрвени растенија (KPP), може значително да придонесе во достигнувањето на Европските цели кои се зацртани да се постигнат до 2020 година.

Држави во Европа каде во моментот има најголеми области на кои се одгледуваат KPP за добивање на енергија се: Шведска, Велика Британија и Полска. Во други Европски држави производството на KPP е ограничено, но постојат планови и политичка желба за зголемување на производството на KPP во најблиска иднина. Поради тоа се јавува потреба да се имплементираат активности во останатите Европски држави за активирање и создавање на локални синџири (поврзаност) од субјекти, за снабдување со KPP. Ова претставува и главната цел на SRCplus проектот. Името на проектот гласи „Плантажи со кратко ротирачки дрвени растенија за снабдување на локално поврзаните субјекти во ланци и за греење. (анг. Short Rotation Woody Crops Plantations for Local Supply Chains and Heat Use).

Проектот SRCplus промовира одржливо производство на KPP во седум различни целни региони во Европа:

- Ахентал регионот (Германија) Регионот Источна Хрватска (Хрватска)
- Видземе регионот (Латвија)
- Регионот Бретања (Франција)
- Злин регионот (Чешка Република)
- Регионот Централна Македонија (Грција)
- Преспанскиот регион (Република Македонија)

Главната цел на SRCplus проектот претставува забрзување и поддржување на развојот на поврзување на локалните субјекти во локални ланци, преку имплементирање на различни обуки за градење на капацитетите, како и регионални активности за мобилизација, наменети за клучните субјекти како алки во локалните ланци за снабдување со KPP.

Имплементацијата на SRCplus проектот започна во Март 2014 година и ќе трае три години. Проектот е поддржан од страна на програмата на Европската унија Intelligent Energy for Europe Program (Contract No IEE/13/574). Конзорциумот на проектот вклучува 10 партнери и координиран е од страна на организацијата WIP Renewable Energies од Германија.

Оваа публикација „Одржливи Кратко Ротирачки дрвени Растенија - Прирачник“ дава информации за KPP наменети за целните групи во проектот: фармери, сопственици на државно земјиште, мали единици за производство на топлина и комбинирани единици за производство на топлина и електрична енергија - CHP, трговци со дрвен чипс и сите останати заинтересирани индивидуалци. Во прирачникот се презентирани различни земјоделски практики од Европа земајќи ги во предвид различните рамковни и климатски услови. Дополнителна вредност на прирачникот претставува, фокусирањето кон одржливоста на ланците за снабдување и придобивките од KPP кои најчесто се непознати за клучните актери. Прирачникот е напишан на англиски јазик и преведен е на седум јазици од државите кои се вклучени во проектот.

1 Вовед

Кратко ротирачките дрвени растенија (KPP), (анг. *Short rotation woody crops*, кратенка SRC или SRWC) претставуваат брзорастечки видови на дрвја кои се одгледуваат со цел од нив да се произведе висок принос на биомаса во краток временски период. Добиената биомаса може да се користи за енергетски цели. Во литературата можат да се пронајдат различни термини со кои се именувани кратко-ротирачките или брзорастечките дрвени растенија: анг. *Short rotation plantations (SRP)* или краткоротирачки растенија, анг. *short rotation forestry (SRF)* или кратко-ротирачки шуми, *short rotation coppice (SRC)* или кратко ротирачки нискостеблести растенија. Овие термини некогаш се користат како синоними, но нивните дефиниции се малку различни.

Некои од KPP, после краток период од бербата мораат да се презасадат (пр. еукалиптус или багрем), а некои да се одгледуваат како нискостеблести дрвја (најчесто топола и врба), анг. *coppice*.

Рамка 1: Што претставува терминот *анг. Coppice* или во превод нискостеблести?

“**Coppice**” (Слика 1) всушност претставуваат селектирани видови на нискостеблести дрвени растенија кои се карактеризираат со способност, после нивното сечење, повторно да пуштаат нови гранки и да продолжат со својот раст. Овој прирачник, најповеќе се фокусира на одгледување на нискостеблести дрвја, а тука се опфатени и оние видови кои се пресадуваат веднаш после нивното сечење. Затоа во прирачникот, кратенката SRC или на македонски јазик KPP, се користи за двете спомнати групи на дрвја.



Слика 1: „Традиционално одгледувани“ најчесто одгледувани според постари практики во минатото како на пример врбата (дадени во преден дел на сликата) и „современо одгледувани“ насади со топола (во позадина на сликата). (Извор: Rutz D.)

КРР се повеќегодишни дрвенести видови, во кои спаѓаат: топола, врба, јасен, бука, бреза, еукалиптус, евла, пауловнија, црница, багрем, австралиско црно дрво, дудинка, јавор и други. Во Европа, најповеќе се одгледуваат и користат тополата и врбата. Затоа овој прирачник се фокусира на овие два вида.

КРР претставуваат одлична алтернативна замена за едногодишните енергетски култури и можат да бидат комплементарни за постоечкиот земјоделски систем. Општо гледано, КРР се дефинирани како култури со ниски вложувања во земјоделската пракса кои даваат ниски емисии на штетни гасови (GHG), не само поради ограниченото користење на хемиски заштитни средства, туку и затоа што се одгледуваат повеќе години, што води кон ограничени вложувања. Користењето на пестициди е занемарливо, а во најповеќе случаи и не се практикува. Ваквата пракса не се должи на тоа дека не постојат болести и штетници, туку најповеќе, поради релативно ниската економска вредност во споредба со конвенционалните земјоделски култури. Потребата за ѓубрива е мала во споредба со конвенционалните земјоделски култури: ѓубрење на брзорастечките дрвја не е честа пракса, тие пред нивното сечење растат повеќе години и притоа ги користат хранливите материји рециклирани во почвениот систем добиени од испаднати листови и исушени корења. Дури и во случај кога е препорачливо азотно ѓубриво N, на пример за врбата, количините се значително пониски во споредба со останатите земјоделски култури. Покрај тоа што се сечат за производство на енергија, КРР имаат и многу други предности во споредба со едногодишните енергетски земјоделски култури. КРР помагаат во подобрувањето на квалитетот на водата, ја подобруваат биолошката разновидност, обезбедуваат збир од еко-услуги (повеќе, одгледување на пчелни семејства, снабдување со вода, заштита од пожари), спречување на пренос на болести кај животните помеѓу фармите, заштита од ерозија, намалување на внесување на вештачки ѓубрива и користење на пестициди како и намалување на климатските промени преку складирање на јаглеродот во нив.

Сите овие предности на КРР како и нивното позитивно влијание врз животната средина, треба да се промовираат. Притоа, во предвид мора да се земат сите позитивни аспекти на одржливост: КРР најголемо позитивно влијание имаат врз маргиналната почва, служат како структурен елемент во изгледот на околината, се поставуваат како гранични појаси покрај патишта или далеководи за електрична енергија. Посебен осврт на одржливоста на ланците за снабдување, даден е во SRCplus проектот. (Dimitriou et al. 2014a, Dimitriou & Rutz 2014, Dimitriou & Fistrek 2014)

2 Избор на област

Многу важен чекор при подигањето на плантажи со КРР и успешност при одгледувањето на истите, претставува изборот на областа. Ова поглавје опфаќа различни фактори кои треба да се разгледаат, со цел да се направи успешна селекција на соодветна област, на пример, фактори поврзани со потребните карактеристики на околината, климата, изгледот на плантажата и други аспекти за избор на соодветна и одржлива област.

2.1 Критериуми за избор на област

Поголем број на критериуми треба да бидат исполнети за да се избере соодветна област за формирање на плантажи со КРР. Значајните фактори како локацијата на земјиштето, постоечката состојба на почвата и водата, директно се поврзани за приносот, а од тоа понатаму зависат и приходите добиени од плантажите со КРР.

Почвата и водата како поврзани фактори можат да бидат специфични за различни видови на КРР. Затоа, изборот на видовите на КРР (анализирано во поглавје 3), игра важна улога во одредување на барањата за избор на областа. Во овој дел од прирачникот, се разгледуваат општите работи кога се претставуваат различни видови, а посебен осврт ставен е на врбата и тополата, кои најчесто се користени во биоенергетскиот произведен систем на земјоделско земјиште.

Почва: За одгледување на КРР, не е потребна област со најквалитетна почва. Но сепак приносот е најдобар кога плантажите со КРР се подигнати на квалитетна почва. КРР се одгледуваат на широк спектар на почва, а продуктивноста ќе зависи од плодноста на почвата, температурата, достапноста до вода и светлина, исто како и за останатите земјоделски култури. Почвата со рН 5-7.5 е поволна и ќе произведе задоволувачки принос. Научните истражувачи посочуваат дека постои саден материјал (пр. за врба и топола) кој може да успее и на почва со рН вредност различна од горенаведената (Caslin et al., 2010). Во посушните области, светло песоковата почва има недостаток од вода и затоа овој вид на области се избегнуваат. Истото важи и за плитки почви кои ќе дадат низок принос. Во предвид треба да се земе и контролата врз плевелите која е многу важна на почетокот и која може да биде многу тешка на некои почви како што се органски или растресити почви. Средно до тешко глинените почви со добра вентилација и задржување на влага, претставуваат идеални за одгледување на КРР, посебно, ако е можно да се изврши механичко садење на длабочина од 200-250 mm. Потребно е внимателно да се процени дали ќе се одгледуваат КРР во поплавени или мочурливи области, (Слика 2, Слика 3) особено заради употребата на тешка механизација во фазата на садење и бербата. Влажната почва има негативно влијание заради натапувањето и набивањето на истата. На ваква почва, употребата на тешка механизација треба да се практикува во суви периоди од годината или во периоди кога почвата е замрзната.



Слика 2: Врба KPP, посадена на поле исчистено од плевели во Белорусија. И покрај тоа што не е препорачливо KPP да се садат на високо органски почви заради пониско производство на биомаса, врбата може успешно да се одгледува и на ваква почва и при тоа може да се искористи за обновување на почвата. (Source: Dimitriou I.)



Слика 3: Плантажа со врба KPP, одгледувана во област со високо ниво на подземна вода во Шведска. И покрај високото ниво на вода, кое треба да се избегне, врбата може да се одгледува успешно бидејќи толерира безкислородни услови. (Source: Dimitriou I.)

Достапност до вода: KPP културите имаат поголема потреба за вода во споредба со останатите земјоделски култури кои се одгледуваат во истата област. Затоа, доколку е можно, треба да се преферираат области каде има поголеми врнежи од дожд и области со подобар пристап до подземни или останати води (пр. реки, езера, отпадни води) (Слика 4). Некои видови на KPP како што е врбата се добро познати по толеранцијата на аноксични услови заради поголемата присутност на вода во областа, но при изборот на област, во предвид треба да се земат можните тешкотии кои би се појавиле при извршувањето на бербата.

Потребата на KPP за вода варира во зависност од видовите KPP кои се користат. Заради тоа, помеѓу различните сорти/вариетети/клонови од исти видови KPP, забележани се големи варијации во ефикасноста при користење на водата. Затоа, луѓето од расадниците или трговците со саден материјал, потребно е да даваат информации и совети на фармерите за одржливоста на садниот материјал во зависност од специфичните услови во различни области. Посебно ваквата помош е потребна во почетокот на подигање на плантажите, кога корените уште не се развиени и кога доволната количина на влага е пресудна за да се осигура успехот на плантажата. Па затоа, времето за почетно засадување мора добро да се испланира и да се избегнува садење во многу сушни периоди заради избегнување на сериозни загуби на плантажите.

Зголеменото влијание на подземните води се искажува кога KPP се засадени во сушни области, особено во државите каде достапноста до вода е ограничена и каде се користат видови на KPP кои се прилагодливи на потопла клима, како што е еукалиптусот.

Висок приоритет треба да се даде на ваквите проблеми, особено ако значителен процент од сливното подрачје е наменето за производство на KPP. Како и да е, во Европа вакви сериозни влијанија сеуште не се покажале, бидејќи досега само помали површини од сливни подрачја се засадени со KPP (Dimitriou *et al.*, 2012a). Со широк спектар на користење на земјиштето, зедничко во Европското земјоделство, влијанието на водата, програмирано е да биде минимално. Од друга страна, KPP се корисни кога

се садат во развиени земјоделски области и се користат како тампон зони. Таму, КРР се ефективен механизам за прекумерно задржување на хранливи материи. Намалените загуби на хранливи материи и зголемената евапотранспирација го намалуваат истекувањето на количините на хранливи материи во непосредна близина на водните тела или подземните води.

Со цел да стигнат до вода, корењата на КРР можат да растат подлабоко за разлика од едногодишните култури. Длабоките корења може да бидат причина за потенцијално оштетување на дренажните цевки. Во полињата каде е поставен систем за дренажа, не е потребно длабоко растење на корењата заради доволната количина на подземна вода на мала длабочина. Тука, корењата се на длабочина до 40-50см. Ако системот за дренажа е нов, фармерот може да се одлучи за друга локација за да се минимизира потенцијалниот ризик. Староста на системот за дренажа треба да се земе во предвид, особено во однос на очекуваниот животен век на КРР плантажата. Полиња со веќе оштетен или стар систем за дренажа кој нема да се заменува, може да се искористат за одгледување на КРР



Слика 4: Топола КРР која се ѓубри со преработена општинска отпадна вода во јужна Шпанија. Покрај сушните услови, КРР може успешно да се одгледува дури и без наводнување, но со наводнување со отпадната вода ќе се постигнат подобри резултати. (Source: Dimitriou I.)



Слика 5: Плантажа со врба КРР, насадена паралелно со рурален пат со лесен пристап за механизација и со широк оставен простор на краевите од плантажите, со што се овозможува полесно работење (пример при берба) (Source: Nordh N-E.)

Пристап: КРР плантажите треба да имаат добар пристап до земјоделски / рурални патишта (Слика 5) за лесно користење на потребната опрема и механизација наменета за КРР. Областите со поостра косина од 10% не се погодни за поголеми плантажи на кои би се користела практика за автоматизирано садење и берење, посебно ако при тоа постојат и влажни услови. За помалите плантажи, каде се користи практика за моторизирано-рачно садење и сечење, плантажите може да се постават и на поостри падини. Поинтензивен пристап на соодветна механизација до КРР областите се случува во зима кога се одвива бербата. Плантажата со КРР поповолно е да биде што е можно поблиску до асфалтирани патишта (или алтернативно да има лесен пристап до полски патишта).

Големина: Големината на плантажата е значаен фактор за спроведување на нејзината обработка, како и за логистиката и трошоците при обработката. Зависно од државата и целта за која се одгледува КРР плантажата, со цел да биде економично и практично, димензиите на плантажата треба да се минимум од 2 до 5 хектари. Но КРР плантажи може да се подигнат и на помали површини (Слика 6), ако на пример има неколку други плантажи во близина кои дозволуваат да се воспостави синергија (на пр. координирана берба во исто време за да се намалат трошоците поврзани со бербата).

Помали плантажи се погодни за фармери кои произведуваат само за задоволување на сопствени енергетски потреби и ако повеќето активности во плантажата ги извршуваат рачно.



Слика 6: Мала плантажа со врба KPP, сместена во средината на една земјоделска област; Поради нејзината мала површина (околу 2 хектари), посадена е блиску до друга KPP плантажа, па така нивното одгледување е заеднички комбинирано. (Source: Nordh N-E.)

Изборот на одредена форма на KPP плантажата може да има важна улога за избор на начинот и потребното време за обработка, како и за економијата на плантажата. Подолги и правоаголни парцели се полесни за обработка при засадување и берење (особено кога директно на плантажата при берба се врши и дробење за добивање на дрвен чипс). Исто така формата на плантажата е важна и кога станува збор за справување со штети нанесени од цицачите (пр. зајаци, срни и сл). Како и да е, во праксата едногодишните култури се засадуваат на добро оформени парцели. Па затоа помалите и неправилни форми на парцели најчесто се наменети за KPP, заради што и трошоците за инвестирање и одржување на истите се многу пониски за разлика од едногодишните култури (ЈТІ, 2014).

Локација во околината: Одгледувањето на KPP има повеќе сличности со одгледувањето на едногодишните култури отколку со шумарството. Неколку визуелни карактеристики на KPP, како што е висината на дрвјата (пр. до 8 метри после третата или четвртата година, зависно од избраната сорта и условите), како и потребата да се сади во ред, додаваат нови карактеристики во земјоделскиот пејсаж. KPP креираат нова тродимензионална видлива форма во околината, за разлика од едногодишните култури кои формираат отворен пејсаж. Затоа KPP може да дадат негативно влијание во изгледот на отворените области, но ако се добро дизајнирани, може да придонесат и за подобрување на изгледот на околината.

Независно од условите и законската рамка со која може да се бара од сопствениците на соседните земјишта дозвола за одгледување на KPP, добро би било да се практикува дијалог со соседите со цел да се избегнат конфликти и да се зголеми свеста и интересот.

Исто така, треба да се земе во предвид дека, KPP не треба да се засадуваат на, или блиску до области со историска важност заради тоа што висината на растенијата ќе предизвика негативни влијанија. Посебна претпазливост треба да се стави на конзервацијата на природата и пејсажот, како и на заштитените подрачја. Специјалните закони за ваквите области треба да се почитуваат. KPP плантажите подигнати под далеководи за електрична енергија, треба да вклучат и управување со далеководот. Дури и најниските KPP плантажи (нискостеблестите) може да достигнат висина до 8 метри пред бербата, па не смеат да допрат до жиците од далеководот.

Ако KPP се одгледуваат за да се добие биомаса која понатаму ќе се користи за потребите на енергетска постројка од повисок степен (Слика 9), на повеќе плантажи концентрирани во област со мал радиус околу енергетската постројка, тогаш промената на карактеристиките на пејсажот ќе биде очигледна. Тука, видот и густината на садење исто така ќе влијаат на изгледот на пејсажот.

Во случај на производство на КРР од помал обем, посебни ефекти не се очекуваат. Тоа може да се оцени со мала калкулација: ако на пример треба да се постигне 2 MW континуирано енергетско создавање, потребни ќе бидат приближно 15-20 илјади тони сува дрвена биомаса. Оваа количина може да се произведе на 1500-2000 хектари плантажи со КРР (ако биомасата е 10t DM/ha/yr). Оваа димензија на плантажата кореспондира на околу 1.5% од вкупната површина од област со радиус од 20 километри (кој економски е оправдан радиус, хипотетички спрема положбата на крајниот корисник на биомасата). Затоа во овој случај, очекуваното влијание на околината не може да биде суштинско.

КРР можат лесно да бидат интегрирани во постоечката околина со минимално негативно дејство ако веќе постојат шуми и зелени појаси каде постои и краток видик. Доколку линиите на видик се доги или ако КРР се засадуваат на рамен терен, треба да се формираат испреплетени блокови со органски, а не со геометриски форми со цел подобро да се вклопат во постоечката околина. Во овој случај, КРР плантажите треба да бидат прилично големи и поврзани со веќе постоечки шуми (Слика 7) и да дадат, не само визуелен бенефит, туку и придобивки за животната средина.

Природната разновидност на листопадните растенија која е создадена со вкрстување на сортите (пр. со различни клонови се добиваат различни форми и бои) и моделите за берба, даваат динамична функција во земјоделската област (ЈТI 2014).



Слика 7: Правоаголна и прилично мала КРР плантажа со врба подигната во земјоделска област, но во близина на постоечка шума, при што дава блага промена на изгледот на околината (Source: Nordh N-E.)

Во продолжение, наброени се поголем број на фактори кои се разгледуваат преку проектот, со цел да се избегне секако нарушување во КРР плантажите, но притоа во предвид треба да се земат и потенцијалните влијанија врз животната средина. Треба да се има во предвид дека се работи за многу општи податоци и дека состојбата на околината секогаш треба да биде детално прикажана (Dimitriou et al, 2014a).

- Засадувањето на КРР на земјоделско земјиште блиску до постоечки шуми, дава чувство дека има природно продолжување во областа и ваквото садење се препорачува. Засадување во само шумска околина треба да се избегнува заради тоа што изгледот на околината ќе постане хомоген – шумски.
- Бербата во различни делови од плантажата после различни циклуси на растење, креира разнолик изглед на околината кој истовремено и дава динамички карактер.
- Засадување на КРР покрај важни културни места може да даде негативно визуелно влијание.
- Засадување на различни клонови со различен изглед (бујност, големина и форма на листот, обоеност) ја зголемува визуелната разновидност. Широкиот

простор помеѓу полињата дава можности за рекреација во таа област (пр. пешачење).

- КРР се многу погодни за садење покрај патишта со фреквентен сообраќај заради тоа што ваквата површина најчесто не е искористена. При тоа зависно од патот, безбедноста не треба да е намалена. Со цел да се обезбеди добра прегледност за возачите, пр. на кривини и премини, на краевите на КРР плантажите треба да има оставено поширок простор, а дрвјата да се поодалечени од коловозот (Слика 8, Слика 10, Слика 11).
- На патишта со послаба фреквенција на сообраќај, пр. во рурални области, влијанието на КРР плантажите врз безбедноста е прилично мало, но сепак треба да постои доволна оддалеченост на дрвјата од патот за да се овозможи лесно одржување на плантажата (пр. вртење со механизација).
- Големите електрани кои користат КРР, најчесто се наоѓаат во развиени индустриски области каде воспоставувањето на КРР плантажи може да биде мерка за општо подобрување на зеленилото во таа област.
- Во отворени предели и области каде се одгледуваат едногодишни земјоделски култури, КРР може да дадат варијација во областа.
- Генерално, КРР можат да се засадат во области каде што ќе имаат помало влијание врз изгледот на околината (пр. блиску до шума, во ридски области, подалеку од области со културно-историско значење) и на начин со кој ќе се вклопат во окружувањето (пр. помали делови во шумски области, поголеми полиња во отворени земјоделски области, прилагодени на промени во ридски области).

Табела 1: Преглед на фактори кои го одредуваат изборот на околината за подигнување на КРР плантажи наменети за добивање на енергија

Локални географски и природни услови	Инфраструктурни и технички аспекти
<ul style="list-style-type: none"> • микроклима • почва • подложност на природни непогоди • подложност на напади од болести, штетници и оштетувања • биодиверзитет 	<ul style="list-style-type: none"> • оддалеченост од потрошувачите на биомаса • обезбеденост со пристапни патишта до КРР плантажата за лесно засадување и одржување на истата • далеководи кои поминуваат низ плантажата • достапност до соодветна механизација за засадување и берба (сеча)



Слика 8: КРР плантажи блиску до поголеми патишта. Широкиот простор помеѓу плантажата и патот му овозможува на возачите голема прегледност. (Source: Nordh N-E.)



Слика 9: Берба на голема плантажа со врба лоцирана блиску до комбинирана постројка за производство на топлина и електрична енергија (оџакот во левиот горен агол) која користи дрвен чипс од врба. Транспортните трошоци се помали кога биомасата за енергија е произведена блиску до крајниот потрошувач. (Source: Dimitriou I.)



Слика 10: Плантажа со топола КРР покрај пат во Германија: прегледноста на патот не е нарушена. (Source: Rutz D.)



Слика 11: Плантажа со врба покрај пат во Шведска: прегледноста на патот не е нарушена. (Source: Rutz D.)

2.2 Клима

Широк спектар од климатски услови може да биде погоден за одгледување на КРР во Европа, бидејќи постојат голем број на различни видови кои можат да се искористат како КРР за добивање на биомаса.

Најзастапени видови кои тековно се користат во Европа, се врба и топола, кои потекнуваат од северната температурна зона. Тие можат да толерираат спектар од климатски услови и ниски температури. Ако се одгледувани во области со ниска влажност во почвата, сигурно ќе дадат резултат со незадоволителен принос. Затоа

треба да се преферираат видови или клонови/сорти со висока ефикасност при искористување на водата.

Во јужна Европа, може да се користат садници кои се осетливи на ниски температури, но често толеранцијата на сушата претставува важна карактеристика за избор на видовите и сортите. Посебно внимание мора да се посвети во годината кога се посадени садниците и кога сеуште немаат оформени корења.

Садниот материјал кој ќе се сади во КРР плантажите, треба да биде тестиран под локалните услови и емпириски успешно претставен на пазарот. Постојат бројни примери на колонови/сорти кои се добиени како резултат на програмите за размножување и кои се многу погодни за одредени географски подрачја, но и непогодни за имплементирање во други географски подрачја, при што даваат ниски приноси или загуби. Затоа, препорачливо е да се користи саден материјал од локални расадници кој е тестиран и проверен преку локална пракса.

2.3 Изглед на плантажата

Освен постигнувањето на максимален принос, неколку прашања мора да се земат во предвид за изгледот на КРР плантажата на конкретна локација. Тие се поврзани со практичното управување со плантажата, како и со зголемувањето на позитивните влијанија на КРР врз животната средина. Рамните површини или површините со пад не поголем од 10% се идеални од гледна точка на нивната обработка. КРР плантажите обично се формираат на поостри падини за да ја намалат ерозијата на почвата. КРР плантажите треба да бидат дизајнирани на начин кој ќе овозможи соодветен пристап на целата механизација која е потребна за садење и берба.

Многу е важно да се планира доволно голем дел од просторот на краевите од плантажата за да се овозможи лесно манипулирање со механизацијата за време на бербата (комбајн и/или трактор). Некои од деловите кои припаѓаат на плантажата и кои не се засадени со КРР овозможуваат развој на биодиверзитетот, домородни тревни растенија. Ако се користи специјално дизајнираната опрема за жетва на врба или нискостеблеста топола, тогаш просторот на краевите од плантажата треба да биде најмалку 6 – 7 метри широк. Оваа површина треба да биде исто така доволно голема за пренесување и чување за подолги периоди на дрвените трупци или дрвениот чипс добиен директно при бербата (Слика 12).



Слика 12: Комбајнот за КРР ги користи површините на широките краеве од парцелата за привремено складирање на добиениот дрвен чипс од бербата. Влажноста на чипсот ќе се намали пред транспортот на истиот до крајниот корисник. (Source: Dimitriou I.)

Изгледот на парцелата треба да има максимална должина на редовите со цел да се намали бројот на вртења на механизацијата. Идеално, должината на редот треба да обезбеди полнење на една или две приколици со дрвен чипс пред комбајнот да сврти во друг ред (ЈТІ 2014).

Создавањето на нова плантажа со КРР не треба да го блокира или одбегнува постоечкиот јавен пристап. Ова посебно е важно за површини за рекреативни активности, пр. во области блиску до градовите. Внимателното планирање на јавниот пристап и консултации со релевантни групи и засегнати страни може да го избегне создавањето на конфликти. Широките коридори помеѓу различни блокови на плантажите со КРР ќе го зголеми јавниот пристап и рекреативната вредност на плантажите со КРР. Некои коридори и широки краеве, како и долгите редови, исто така овозможуваат развој на растителниот и животинскиот свет.

Дизајнирањето на плантажата колку што може повеќе треба да се усогласи со изгледот на околината (како што е наведено погоре) и идеално би било ако КРР се засадат во непосредна близина пр. до постоечки шумски места (пр. живи огради и/или мали шуми). Рабовите се важни за карактеристиките на изгледот на околината. Тие треба да изгледаат колку што е можно поприродно оформени и во различен степен измешани со околината. Рабовите можат да се садат и обработуваат годишно со едногодишни култури.

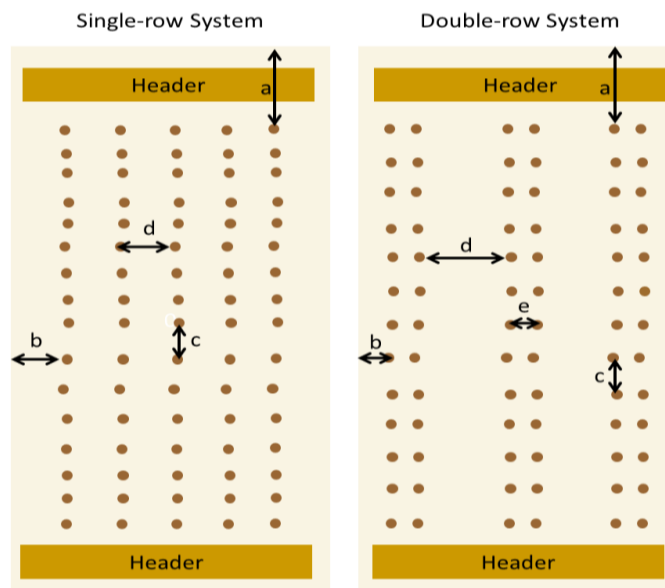
За формата на главниот дел на плантажата, може да се изберат различни форми во зависност од сортите кои се користат и од циклусот на берба (Тебела 2, Слика 13). Во плантажите со нискостеблеста врба и топола се врши засадување со голема густина, така што на еден хектар може да се засадат од 5,000 до 20,000 резници. Со цел да се постигнат услови за полесна обработка на плантажата со механизацијата за садење, наводнување и берба, се препорачува садење во еден ред или во дупли редови.

Табела 2: Дизајн на плантажа за врба и топола во Германија (Според Wald 21)

	Кратко ротирачки (3-5 години)	Средно ротирачки (6-8 години)	Долга ротација (> 10 години)
Врба	<ul style="list-style-type: none"> • 13000 резници / ha • Дупли редови: 2m*0.75m • Густина: 55cm во ред 	<ul style="list-style-type: none"> • Неприменливи 	<ul style="list-style-type: none"> • Неприменливи
Топола	<ul style="list-style-type: none"> • 8300-11000 резници / ha • Еден ред: 2m • Густина: ~45-60cm во ред 	<ul style="list-style-type: none"> • 5000 резници/ ha • Еден ред: 2 m • Густина: ~1m во ред 	<ul style="list-style-type: none"> • 2500-3333 резници/ha • Еден ред: 2m • Густина: ~1.5- 2 во ред

За плантажите со топола, најчесто се практикува засадување во еден ред. Растојанието помеѓу редовите треба да биде 2 m, а растојанието помеѓу садниците во редот треба да биде од 0.45m до 2m, во зависност од циклусот на ротација. Системот на засадување во дупли редови се применува и со тополата.

Користењето на дупли редови овозможува побрзо и поефтино управување со плантажата, посебно за плантажите со врба кои се карактеризираат со многу слаби гранки и многу кратка ротација. Дизајнот на вакви плантажи опфаќа 1,5m помеѓу два дупли редови, а 0,75m меѓу линиите во дуплиот ред. Растојанието помеѓу садниците во редот изнесува од 0,5m до 0,8m (во зависност од локацијата, клоновите или сортите кои се засадуваат). Промената на горенаведените растојанија може да даде несакан ефект врз крајниот производ, посебно на должината и дијаметарот на стеблото. Консултациите со крајните корисници за време на планирањето е неопходно заради целосно исполнување на нивното побарување.



Слика 13: Примери за изглед на планатажа со еден ред и плантажа со дупли редови.
a = простор од првата садница во редот до предниот раб на парцелата, (8m);
b = простор од редот до страничниот раб на парцелата (2m);
c = простор помеѓу садниците во редот (0.45-2m);
d = простор помеѓу редовите (2m);
e = простор помеѓу дуплите редови (0.75m). (Извор: Rutz D.)
 Single-row System = Систем со еден ред
 Double-row System = Систем со дупли ред
 Header = преден дел



Слика 14: Плантажи од различни клонови КРР врба, со различна старост кои даваат разноликост во околината. Исто така, различната висина и богатиот колорит придонесуваат за постоење на прекрасен пејсаж. Соседите, сопственици на плантажите имаат лесен пристап до истите заради широкиот простор помеѓу нив. (Source: Nordh N-E.)

2.4 Законодавство

Законодавството претставува многу важен аспект при изборот на подрачја во кои ќе се одгледуваат КРР. Така, легислативата на различни нивоа како што е национално, регионално и локално ниво, има посебна примена. Најчесто новата плантажа со КРР се поставува на површина која порано била користена за други земјоделски култури, пасишта, шума, напуштена површина итн.

Во повеќе држави, подигањето на нови плантажи со КРР не се препорачува или е забрането на шумско земјиште. Само во неколку држави КРР се класифицирани како шумски земјишта. Во некои држави или региони, како што е регионот Баварија во Германија, подигањето на КРР плантажа на површини со пасишта е забрането. Доколку бербата на КРР се одвива на одредени периоди (пр.на секои 20 години во Германија), тогаш КРР се третираат законски исто како и едногодишните земјоделски култури.

Покрај општите правила за подигање на КРР плантажи кои се разликуваат во Европските држави, во предвид треба да се земе и степенот на заштитата на земјиштето. Притоа, КРР секогаш не се забрануваат уште во првиот момент. Тоа зависи од типот на заштита и може да биде различно: ако има заштита на изгледот на околината, заштита на природата или од аспект на Натура 2000. Легислативата за управувањето со водите како ресурс, исто така треба да се земе во предвид и тоа: за сливни подрачја, поплавени речни области или области со подземни води.

Законодавството може да има влијание на изборот на дозволени сорти и клонови како што е пропишано. За дизајнот и изгледот на плантажата, растојанието до соседната плантажа, понекогаш е регулирано и се бара да биде на пр. 2 метри.

2.5 Аспекти за одржливост при избор на област

Со зголемената побарувачка на биомаса за енергија и био материјали, аспектите за одржливост стануваат се поважни во дискусиите за биоенергија. Гледано од неколку аспекти, воспоставувањето и користењето на КРР може да претставува мерка за зголемување на целокупната одржливост. Подетален опис на овие аспекти, даден е во извештајот од SRCplus проектот „Критериуми за одржливост и препораки за КРР“ (Dimitriou & Rutz 2014). Описот даден подолу дава само преглед на содржината на извештајот.

По дефиниција, КРР претставуваат земјоделски култури со ниски вложувања за нивно одгледување, со ниски емисии на GHG стакленички гасови што се должи на ограничено употребување на хемиски средства и нивно одгледувањето во текот на повеќе години.

Употребата на пестициди е занемарлива и во најповеќе случаи воопшто не се практикува. Тоа не се должи на непостоење на болести и штетници, туку причината е ниската економска вредност на КРР при производство на биомаса за добивање на енергија, во споредба со конвенционалните земјоделски култури. Употребата на ѓубрива исто така е ограничена во споредба со конвенционалните земјоделски култури при што, ѓубрење на дрвјата не е честа пракса бидејќи тие се повеќегодишни и растат неколку години пред нивната берба, па ги користат рециклираните хранливи материи од почвениот систем добиени од испаднати лисја и исушени корења. Дури и во случај кога се ѓубри со азот N, на пример, за врба КРР, количините кои се препорачуваат (околу 80kg N по хектар и годишно) се значително пониски во споредба со други земјоделски култури.

Во КРР плантажите со врба и топола, заради технички ограничувања и физиолошки причини (пр. висината на дрвјата), ѓубрењето не е изводливо секоја година каде густината во плантажите е голема. Орањето, исто така се извршува само еднаш и тоа

во периодот на засадување на плантажата. Друга обработка на почвата воопшто не е потребна се додека постои плантажата, а тоа се неколку децении.

Доколку се одгледуваат на одржлив начин, КРР можат да постигнат значајна поврзаност – синергија со останати земјоделски практики, со услуги кои ги дава еко системот и со мерките за заштита на природата.

КРР најчесто помагаат за подобрување на квалитетот на водата, подобрување на биодиверзитетот, овозможуваат услуги од еко системот (лов, чување на пчели, снабдување со вода, заштита од пожар), ги спречуваат пренесувањата на болести кај животните помеѓу фармите, даваат превенција од ерозија, ја редуцираат употребата на влезни материји (ѓубрива и пестициди), ги ублажуваат климатските промени и вршат складирање на јаглеродот. Сите овие предности треба да се промовираат за да се оствари одржливо производство на дрвен чипс од КРР, зголемувајќи ги позитивните влијанија од КРР врз животната средина.

КРР делуваат како структурен елемент во околината, граничат со други полиња, патишта, далеководи за електрична енергија и имаат најпозитивни влијанија врз маргиналните почви. Заради важноста на влијанието на КРР врз животната средина, следниот опис ги нагласува влијанијата на промените при користење на земјиштето. Тие се класифицирани како директни влијанија (dLUC) и индиректни влијанија (iLUC). Тие се меѓу најкритичните влијанија во било кој биоенергетски вредносен синџир заснован на некоја земјоделска култура, така што при идното користење на земјиштето, стануваат се поголемо ограничување за било која стока.

Намената за која се користело земјиштето предходно, има важна улога во развивањето на препораки за одржливо одгледување на КРР, како и за добивање на позитивни или негативни влијанија. Разликата се прави доколку КРР се планира да се одгледуваат на:

- **Постоечко земјоделско земјиште:** различни типови на земјоделско земјиште (изорано), зависат од квалитетот на почвата и достапноста до вода.
- **Постоечки пасишта:** треба да се направи разлика помеѓу интензивно и екстензивно управувани пасишта.
- **Постоечки шуми:** во повеќе држави КРР не треба да се одгледуваат на земјиште кое е класифицирано како шумско земјиште (од законски аспект и од аспект на животната средина).
- **Маргинално земјиште:** постојат различни дефиниции за тоа што претставува „маргинално земјиште“. Некои земјиште кое е класифицирано како маргинално има висока еколошка вредност. КРР можат добро да се вклопат на стрмнини (да спречат ерозија), на земјиште што се поплавувани, под далеководи итн.
- **Заштитено земјиште:** одгледувањето на КРР на заштитено земјиште зависи од статусот и целите на заштита на истото.

За да се постигне ефективно производство на биомаса од КРР како ресурс, најпогодно е да се користи високо плодно земјиште каде со правилно менаџирање во некои области дава највисоки приноси на биомаса по единица површина (и профит за фармерите). Воведувањето на КРР во некои области има цел да даде позитивни влијанија на квалитетот на водата, почвата и биодиверзитетот, во споредба со конвенционалните земјоделски култури кои најчесто се одгледувани на земјишта со плодна почва.

Фармерите најчесто се заинтересирани за воспоставување и одгледување на КРР плантажи на напуштено земјоделско земјиште или на пасишта заради тоа што тековните цени на дрвото и енергијата ги прават КРР неконкурентни во многу региони. Прашањето за промената на намената на земјиштето од пасишта во КРР плантажи, може да биде дискутирано различно заради напорите на Европското земјоделство да

се избегне намалување на склдирањето на јаглерод во еко системите и да се заштитат еко системите со висока разновидност како што се пасиштата.

Во однос на одгледувањето, како повеќегодишни култури со минимална употреба на пестициди, КРР повеќе се слични со пасиштата отколку со останатите пољоделски култури. При тоа влијанието врз квалитетот на водата и почвата не се очекува значително да се промени. Промената на намената на земјиштето мора да биде внимателно направена и притоа треба да се анализираат релевантни споредби со цел да се осигура усогласеност со заштитата на животната средина.

Влијанијата од КРР одгледувани на шумско земјиште најчесто се негативни. Затоа повеќе држави имаат елаборирано легислатива која спречува култивација на КРР на шумско земјиште.

Сите три типа на земјиште кое се користи (земјоделско земјиште, пасишта, шуми) може да се управува на различни начини. Во зависност од применетите практики, како и од климатските и почвените услови, „маргинално земјиште“ може да биде земјиште од сите три типа. Така, постојат различни дефиниции за маргинално земјиште, зависно од економските прашања, плодноста, ризиците итн.

Маргинално земјиште може да биде на пр. умерено или високо контаминирано земјиште, земјиште кое често се поплавува, земјиште под далеководи за електрична енергија, паралелно со железничка линија и земјиште на потенцијални свлечишта. Заради тоа што КРР можат да толерираат и да растат под неповолни услови, овие типови на земјиште даваат можности за одгледување на КРР (пр. земјишта контаминирани со тешки метали, со анаеробни услови, помалку плодни, поплавени области) каде многу други култури освен КРР не можат да се одгледуваат и да даваат принос и профит.

Иако очекуваното производство на биомаса и ефикасноста од користење на земјиштето се очекува да биде мало, сепак со оптимизирано менаџирање на плантажите, постои интерес за одгледување на КРР при што конкуренцијата од други култури би била избегната и би се нуделе неколку предности за животната средина. Сепак за одредени области, пр. маргинални земјишта со висок биодиверзитет, постои ризик за предизвикување на негативно влијание доколку се засадат КРР плантажи.

На крај, сите три видови на земјиште кое би се користело (земјоделско земјиште, пасишта, шуми) може да имаат статус на заштитени земјишта, според различни локални, национални и ЕУ класификации за заштита. Во ваков случај, кога ваков статус на земјиштето е поврзан со заштита на околината, одгледувањето на КРР може да има позитивно или негативно влијание. Општо гледано, целите за заштита на околината треба да бидат идентификувани, при што влијанието од одгледувањето на КРР ќе придонесе за нивно исполнување.

Во табела 3, даден е преглед на различните влијанија поттикнати од одгледувањето на КРР на трите типа на земјиште.

Табела 3: Влијанијата на КРР имплементацијата врз земјоделското земјиште, пасиштата и шумите (Преземено од BUND 2010; Dimitriou & Rutz 2014)

Критериум	КРР во споредба со земјоделско земјиште	КРР во споредба со пасиштата	КРР во споредба со шума
Користење на пестициди	За време на фазите на засадување и замена, слично како кај конвенционалното земјоделско земјиште; За време на краток период на ротација не е потребно.	За време на фазите на засадување и замена, слично како кај конвенционалните пасишта; За време на краток период на ротација не е потребно.	Високо
Користење на ѓубрива	Значително помали од конвенционалното земјоделство	Значително помали од високо менаџираните пасишта	Високо
Ерозија на почва	Значително пониско	За време на фазите на засадување и замена, повисоко од пасиштата; За време на краток период на ротација, слично на пасиштата.	Малку повисоко
Биодиверзитет	Обично многу повисоко од интензивно користено земјоделско земјиште; На екстензивно користено земјоделско земјиште, може да биде повисоко или пониско.	Зависно од интензитетот на користење на пасиштата како и составот на сортите кои се присутни.	Зависно од типот на шумата и дизајнот на КРР; Споредено со природните шуми, биодиверзитетот во КРР плантажите е далеку помал
Клима и вода	Повисоко испарување, повисока следење, повисока заштита од ветер и балансирање на температурата, редуција на прашина и загадувачи	Повисоко испарување, повисока заштита од ветер и балансирање на температурата,	Релативно негативни влијанија
Врзување на јаглерод диоксидот	Значително високо	Високо или еднакво; зависно од практиките за одржување.	Складирање на CO ₂ , значително пониско, но годишното врзување повисоко.

Важен фактор кој влијае на одржливоста на користената земја, претставува енергетскиот резултат од КРР по хектар во споредба со другите култури и потенцијалот да придонесе кон намалување на климатските промени. Во Табела 4 се презентирани просечни статистички податоци. Додека, податоци за енергетскиот баланс прикажани се во Табела 5.

Табела 4: Годишен енергетски излез - output од КРР, од енергетски култури и од шуми изразено во kWh/ha

КРР	Пченка (биогаз)	Семе од репка (биодизел)	Шума
16,000 – 60,000	37,000 – 55,000	11,000 – 21,000	10,000 – 27,000

Табела 5: Енергетски биланс како сооднос на влез / излез од селектираните култури

КРР (врба)	КРР (топола)	Пченка (цело растение)	Семе од репка (цело растение)	Пченица (вклучувајќи и слама)
1:24*	1:16 до 1:26**	1:11*	1:9*	1:11*

Извори: *Börjesson & Tufvesson 2011; **Burger 2011

Како што е опишано погоре, промената на намената за користење на земјиштето е само еден аспект кој треба да се земе во предвид при евалуацијата на одржливоста. Влијанијата врз разновидноста на растителниот и животинскиот свет, врз почвата, водата и промената на изгледот на околината, детално се опишани во извештајот „Критериуми за одржливост и препораки за кратко ротирачки дрвени растенија“ (Dimitriou & Rutz 2014).

3 Видови на дрвја и клонови

Во Европа, како суровина од биомаса за енергетски потреби се користат неколку брзорастечки видови на дрва. Во овој прирачник, акцентот е сатвен на врбата и тополата како КРР, заради фактот што тие се најзастапени во Европа и за кои постојат најповеќе истражувања и резултати од тие истражувања. Но исто така во прирачникот вклучени се и резултати од истражувања за останати КРР како што се багрем, еукалиптус, евла, бреза и јасен. Покрај тоа, информациите кои се дадени се однесуваат за голем број области во Европа.

3.1 Врба

Врби од родот *Salix* (Слика 15, Слика 16). Овој род вклучува околу 400 видови на листопадни дрвја и грмушки. Воглавно, природно овој род расте на влажна почва во умерено ладни региони на северната хемисфера. Врбата претставува вид кој во Европа најповеќе се користи во КРР плантажите за енергија. Широката употреба се должи на големиот број карактеристики како што се: брзото растење и високите приноси, способност за растење на различни видови почва (пр. идеално за рН 5-7.5, но и надвор од овој интервал) и во различна средина (од тешка глина до полесни почви), способност да расте и после сечењето (без потреба да се презасадува после сечењето), има корења кои можат да поднесат високо аноксични услови (можат да се засадат во влажни услови), способност да толерираат концентрација на тешки метали и зголемено количество на хранливи материи (може да се садат пр. за растителна санација). Врбите имаат и друга предност која ги прави најзастапен вид на КРР плантажите за енергија, а тоа е нивната широка генетска разновидност со многу различни видови кои даваат различни физиолошки карактеристики.

Врбата е вид кој може лесно да се одгледува и со вкрстување може да се произведат неколку различни клонови од овој вид, кои ќе дадат усовршен саден материјал.



Слика 15: Лисја од врба (*Salix viminalis*) која најчесто се користи како KPP во северните делови на Европа (Source: Aronsson P.)



Слика 16: Цвет од врба во рана пролет (Source: Rutz D.)

Програмите за генетско подобрување на врбата, што се имплементираат во Шведска и Велика Британија, имаат постигнато значителен прогрес во одгледувањето на врба како KPP за добивање на енергија. За да се зголеми производството, во текот на последните години, развиени се сорти кои се прилагодени на идните климатски промени и на условите во повеќе области од Европа. Примарната цел на горе споменатите програми е да се произведат високо приносни сорти кои се отпорни на болести и штетници и кои ќе овозможат олеснето користење на механизација во текот на бербата. Најголемиот дел од вкрстувањата направени преку Шведската програма за одгледување во Svalöf-Weibull AB (SW) ги вклучува *S.viminalis*, *S.dasyclados* и *S.schwerinii*. Оригиналниот матичен материјал беше поставен од Шведски и централно Европски колекции, подоцна дополнет со материјал од Русија и Сибир. Програмата за одгледување на Велика Британија основана во IACR-Long Ashton (финансирана од Европското партнерство за одгледување на врба-EWBP) искористи преку дваесет различни видови содржани во Националната колекција од врби на Велика Британија. Тоа ги вклучува егзотичните еквиваленти од *S.Viminalis* и *S.Caprea*, како и *S.rehderiana*, *S. udensis*, *S. schwerinii*, *S. discolor* и *S. aegyptica*.

Како резултат на оваа работа, сите нови KPP плантажи со врба вклучуваат понови сорти и клонови, кои се многу попродуктивни, имаат поголема отпорност кон болести и штетници и даваат постабилно ниво на приноси. Изборот на сорти и клонови зависи од специфичната потреба на одгледувачот и од климатските услови во околината. Исто така зависи и од достапноста до саден материјал од производителите на кои потребна им е најмалку една година да можат да произведат доволен број одрезоци од секоја сорта. Според тоа, кои сорти и клонови се побаруваат, производителите со резидба, од постоечките плантажи може да произведат едногодишни гранки за добивање на одрезоци во наредната зима. Моментално постојат околу 25 сертификирани достапни сорти, од кои околу десет, тековно, се во нормална комерцијална употреба. Приближно, годишно се развиваат од една до две нови сорти. Листа на најчесто

користени клонови, произведени во рамките на двете гореспомнати програми за одгледување, дадени се во Табела 6. За повеќе информации за посебните карактеристики и одржливоста на клоновите од врба, треба да се контактираат производителите на саден материјал.

Table 6: Листа на најчесто користени клонови од врба, произведени според програмите „European Willow Breeding Partnership (EWBP)“ во Велика Британија и „Swedish breeding programme at Svalöf-Weibull AB (SW)“ во Шведска (модифицирано од Caslin *et al.*, 2012)

Клон	Сорта	Пол	Посебни карактеристики	Програма
Beagle	<i>S. viminalis</i>	Женски	Повисока содржина на сува материја од просечната во период на берба	EWBP
Endeavour	<i>S. schwerinii</i> x <i>S. viminalis</i>	Женски	Не толерираат соленост на водата	EWBP
Gudrun	<i>S. dasyclados</i>	Женски	Подложни на габи на листот, бавен раст во првата година	SW
Inger	<i>S. triandra</i> x <i>S. viminalis</i>	Женски	Успева на сува почва, висок степен на сува материја, ниска калорична вредност	SW
Jorr	<i>S. viminalis</i>	Машки	Релативно подложен на мрзнење	SW
Olof	<i>S. viminalis</i> x (<i>S. viminalis</i> x <i>S. schwerinii</i>)	Машки	Подложен на габи, висок степен на содржина на вода во чипсот	SW
Resolution	(<i>S. viminalis</i> x (<i>S. viminalis</i> x <i>S. schwerinii</i>)) x (<i>S. viminalis</i> x <i>S. schwerinii</i>)	Женски	Високи приноси во првата ротација, добро успева во сушни области, чипс со ниска густина и калорична вредност	EWBP
Sven	<i>S. viminalis</i> x (<i>S. schwerinii</i> x <i>S. viminalis</i>)	Машки	Високи приноси во првата ротација, нема габи на листот, чипс со ниска густина но висока калорична вредност	SW
Terra Nova	(<i>S. triandra</i> x <i>S. viminalis</i>) x <i>S. miyabeana</i>	Женски	Релативно ниски приноси, но добро успева во непогодни средини (високи, суви почви)	EWBP
Tora	<i>S. schwerinii</i> x <i>S. viminalis</i>	Женски	Високи приноси, без габи на листот, висок принос во втор циклус, погоден за секакви области	SW
Tordis	(<i>S. schwerinii</i> x <i>S. viminalis</i>) x <i>S. viminalis</i>	Женски	Висок принос, прилагодливо на сува почва, ниска густина, висока калорична вредност, низок степен на сува материја	SW
Torhild	(<i>S. schwerinii</i> x <i>S. viminalis</i>) x <i>S. viminalis</i>	Женски	Релативно ниски приноси, низок степен на сува материја	SW

3.2 Топола

Тополата (Слика 17, Слика 18) припаѓа на родот *Populus* од фамилијата *Salicaceae* и заедно со врбата претставуваат најзастапените видови КРР за биоенергија во Европа.

Природната распространетост на тополата се протега од тропските предели па се до крајните напореднички и меридијански граници во северната хемисфера на земјата, до каде постојат услови за раст на дрвјата. Сортите од родот *Populus* се листопадни или (поретко) полу-зимзелени и се поделени во шест групи: Abaso (Мексиканска топола), Aigeiros (северно америчка и црна топола), Leucoides (тополи во мочуришта), *Populus* (бели тополи и јасики), Tacamahaca (балзам тополи), and Turanga (суви и тропски тополи).



Слика 17: KPP плантажа со топола посадена во земјоделска околина (Извор: Nordh N-E.)



Слика 18: Топола (Мах 3 клон) лисја во пролет, Германија (Source: Rutz D.)

Најчесто за плантажите со KPP се користат клонови од топола. Вкрстувањата најчесто се направени помеѓу *Populus trichocarpa*, *Populus maximowiczii*, *Populus deltoides*, *Populus tremula*, *Populus nigra*, *Populus koreana* и *Populus tremuloides*.

Главните клонови кои се користени во минатото како KPP, ги вклучуваат следните, 'Мах 1', 'Мах 3', 'Мах 4', 'Hybride 275', 'Muhle Larsen' and 'Androscoggin', кои се дадени во Табела 7. Подоцна се користеле клоновите 'Rochester', 'Weser 6', 'Beaupré', 'Münden', 'Monviso', 'Pegaso', и 'AF2'.

Тополите се самооплодувачки (пр. поединечни дрвја се машки или женски) и се регенерираат од самоникнати гранки или одсечоци. Различни сорти од овој род се засадени широко низ светот, во рамките на природните граници на растење или надвор од нив. Во Европа, поголемите стебла од зрела топола се користат за комерцијални цели како трупци, дрво и производи од дрво како и за пулпа. Во последните години, интересот за подигање на плантажи со топола како KPP системи кои ќе се собираат и користат за добивање биоенергија, се зголемува. Неколку држави во северна Европа (пр. Шведска), централна Европа (пр. Германија, Франција, Белгија и други) и јужна Европа (пр. Италија и други), имаат развиено соодветен саден материјал за KPP. Повеќе сорти/клонови се достапни на пазарот па затоа одгледувачите, треба, првобитно да се консултираат со претставници на расадниците и производителите на саден материјал, со цел да добијата точни информации за да направат правилен избор на саден материјал со потребните карактеристики за одредени области.

Во споредба со врбата, тополите кои се одгледуваат за биоенергија во Европа, најчесто се засадуваат во области со: i) Поблага клима отколку за врбата, па така во централна и јужна Европа интересот за одгледување на топола е најголем, но постојат плантажи со топола и во северна Европа, кои даваат задоволителни приноси; ii) Во песочни и посуви почви, што произлегува од пониската потреба за вода за разлика од врбата и во глиненача почва каде тополата може да даде висок принос; iii) Насади од топола со помала густина, како за KPP системите со врба (пр. растојание од 2-3 метри помеѓу дрвата и нивна берба во подолги ротации > 10-15 години) се засадени како

нискостеблести системи KPP со иста густина и одгледувани исто како врбите (повеќе примери за овие прашања се дадени во следните поглавја); iv) Помали површини каде тополата како KPP може да се одгледува многу добро во системи кои не се интензивни како оние со врба KPP и каде не се бара посебна опрема за пр. садење и берба при подолги периоди на ротација (во некои случаи за садење и берба треба да се употреби рачна работа или опрема за шуми).

И покрај овие потенцијални разлики помеѓу двете најдоминантни видови во Европа, постојат примери каде врбата и тополата може да растат еднакво добро во исти области. Тоа се должи на широкиот избор на саден материјал од овие видови (различни клонови и сорти кои се достапни и погодни за различни држави/ климатски услови) и различни стратегии за менаџирање избрани од страна на фармерите (пократки наспроти подолги ротации, интензивни наспроти помалку интензивен менаџмент итн.) Повеќе вакви прашања се опфатени во останатите делови од прирачникот.

Табела 7: Список на најчесто користени клонови од топола за KPP (составен од Sailer Baumschulen GmbH)

Клон	Вид	Пол	Посебни карактеристики
Max 1	<i>P. nigra</i> x <i>P. maximowiczii</i>	женски	
Max 3	<i>P. nigra</i> x <i>P. maximowiczii</i>	женски	Високо производство на биомаса
Max 4	<i>P. nigra</i> x <i>P. maximowiczii</i>	женски	
Matrix	<i>P. maximowiczii</i> x <i>P. trichocarpa</i>		
Androscoggin	<i>P. maximowiczii</i> x <i>P. trichocarpa</i>	машки	Средно производство на биомаса на сите почви; <i>Hybrid</i> и <i>Matrix</i> со високо ниво на раст, посебно на поладни и повлажни локации
Hybrid 275	<i>P. maximowiczii</i> x <i>P. trichocarpa</i>		
Muhle Larsen	<i>P. trichocarpa</i>	женски	
Fritzi Pauley	<i>P. trichocarpa</i>	женски	Средно производство на биомаса на секакви почви
Trichobel	<i>P. trichocarpa</i>		
Koreana	<i>P. trichocarpa</i> x <i>P. koreana</i> x <i>P. maximowiczii</i>		Висок принос на биомаса после втората ротација; Во Германија не е дозволен.

3.3 Багрем

Багрмот (*Robinia pseudoacacia* L.), (Слика 19), претставува донесен вид на дрво во Европа кое потекнува од САД. Во Европа багрмот беше донесен во текот на 17 век. Од тогаш, во Европа брзо се рашири, најпрво како орнаментално дрво, а подоцна со садење за производство на трупци. Денес, големи области од централна и јужна Европа се покриени со багрем. Овој вид е релативно отпорен на суша и врши одредување на азотот. Заради овие причини, докажано е дека багрмот е погоден вид на дрво за регенерирање на загадена почва и околина на поранешни рудници.

Багремот се карактеризира со неговата способност да расте на гола почва под екстремни услови, со неговата способност за брзо нискостеблесто растење после бербата и со неговата дрвна густина. Затоа, докажано е дека багремот може да биде многу корисен како КРР за производство на биоенергија. Големи области од централна Европа се засадени со багрем (најповеќе во Унгарија, а помалку во други држави како Италија и Полска), а интересот за негово одгледување како КРР на земјоделско земјиште е во пораст, посебно во области каде е потребно подобрување на својствата на почвата. Треба уште да се спомене дека багремот во некои случаи е дефиниран како инвазивен вид и потребно е внимателно да се контролира.

Кога се произведува на земјоделско земјиште, багремот може да расте на разновидна почва во споредба со другите КРР видови, но сепак не на сува или загадена почва. Преферира области со слабо структурни почви, посебно песочни и калливи почви богати со хумус и има отпорност на суша, високи и ниски температури и загаден воздух. За успешно растење на багремот, воздухот во почвата (аерацијата) и водниот режим се најважни карактеристики на почвата.

Размножувањето на багремот е можно преку сечење на коренот, со сечење на млади гранки, со садници или со микроразмножување. Размножувањето со сечење на коренот или млади гранки дава сигурен квалитет, но е поскапо од размножувањето со семе. За разлика од останатите видови брзорастечки дрвја како врбата и тополата, багремот има трње на гранките и стеблото, а тоа ја отежнува рачната сеча, па затоа најдобро би било да се дроба на самата парцела каде што се сечи. Багремот може да никне од коренот, па после тртото или четвртото берење расте и меѓу редовите што го отежнува користењето на механизација. Исто така, багремот има потешко дрво од останатите брзорастечки дрвја па бербата е потешка од нормалната.

Иако багремот како вид, има предности кој го одредува азотот и е дрво кое има подобар квалитет со повисока густина и повисока калорична вредност во споредба со тополата и врбата, сепак обработката и организацијата на работата во плантажата е многу по проблематична. Садници со старост од една година се садат во густина од (околу 10,000) во КРР плантажа (во споредба со поефтините одрезоци од врба и топола). Бербата може да биде проблематична и приносите може да бидат поголеми од оние на врбата и тополата, што зависи од локацијата на плантажата и организацијата на работата во истата. Мрзнењето и кршењето на гранки од силни ветрови, може да биде закана за приносите од багремот, посебно во раните фази после засадувањето.



Слика 19: Одгледување на багрем за енергија во Унгарија (извор: Simon L.)

3.4 Еукалиптус

Eucalyptus (Слика 20, Слика 21) претставува род на брзорастечки дрвја со потекло од Австралија, кој се користи од поодамна во Европа за производство на пулпа и хартија. Во последните години, интересот за користење на еукалиптусот за биомаса се зголемува не само во јужна Европа, туку и во Велика Британија и Ирска. Родот *Eucalyptus* содржи повеќе од 700 видови. Најпознати видови кои се користат во поголемите плантажи за производство на биомаса во јужна Европа се *E.globulus* и *E.camaldulensis*, а во северна Европа *E.gunnii* и *E.nitens* кои се поприлагодливи на студена клима. Плантажите со еукалиптус традиционално се садат на 3x3 метри растојание (или слично) и се берат после 7 до 12 години, при што се користат за производство на пулпа. Во зависност од состојбата на пазарот, еукалиптусот може да се користи и на пазарот за енергија. Од неодамна, интересот за нискостеблести плантажи со еукалиптус се зголемува, при што се тестираат и воведуваат системи за поинтензивно производство. Ваквите системи личат на нискостеблестите системи од врба со многу краток период на ротација од 2-4 години и управувањето е поблиско до земјоделството отколку до шумарството.

Повеќето од ваквите земјоделски КРР системи во Европа, тековно се во фаза на испитување, спротивно на другите делови од светот (пр. Бразил, Австралија) каде еукалиптусот како КРР е застапен во поголем обем.

Засадувањето на плантажите најчесто се врши со садници со разгранет корен, кои обично се резултат на вкрстување на видовите еукалиптус, кои се погодни за област со одредена клима. Губрењето, посебно со азот претставува предуслов за достигнување на високи приноси. Но и покрај високите приноси кои може да се постигнат во различни климатски услови во Европа, еукалиптусот претставува контроверзен род од аспект на заштита на животната средина. Неговото негативно влијание може да предизвика сериозни проблеми и тоа гледано од страна на повеќе аспекти, како што е квалитетот на почвата, подземните води, био диверзитетот и шумските пожари. Кога се планира да се подигне плантажа со еукалиптус како КРР, ваквите проблеми треба внимателно да се разгледаат од страна на заинтересираните субјекти. Во најмногу случаи истражувањата покажуваат дека повеќето перцепции за еукалиптусот се претерани и ефектите врз животната средина се слични на ефектите од било кој интензивен произведен систем во земјоделството.



Слика 20: Плантажа со еукалиптус како КРР за добивање биомаса за енергија на 6 годишна старост во Нов Зеланд (Извор: Dimitriou I.)



Слика 21: Плантажа со еукалиптус со подолг циклус на ротација во Аргентина (Извор: Rutz D.)

3.5 Бреза

Брезата спаѓа во родот (*Alnus*) и како цветно дрво, припаѓа на фамилијата *Betulaceae*. Овој род се состои од околу 30 видови на хермафродитни дрвја и грмушки. Тие се распространети во северната умерена зона со неколку видови застапени во Централна Америка и северните Анди.

Искуството со култивирање на бреза како КРР сеуште е мало. Подигнати се само неколку плантажи и мал број испитувања. Брезата има потреба од многу светлина, хранливи материи и вода, но може да толерира и повремени поплави. Сивата бреза (*Alnus incana*) расте и успева на височини до 1500 метри, преферира варовита почва и умерено ладна клима. Црната бреза (*Alnus glutinosa*), најповеќе успева во влажни области со висока достапност на вода и умерена клима.



Слика 18 Плантажа со бреза во Германија со заштитна ограда (лево) и листови од бреза (десно) (Source: Rutz D.)

3.6 Останати видови

Постојат голем број на останати видови кои може да се одгледуваат како КРР за производство на биомаса за енергија во Европа, како што се: *Acacia saligna*, *Ulmus* sp, *Platanus* sp, *Acer* sp, *Corylus avellana*, *Paulownia* sp и други. Сите тие се претставени со помал успех отколку досега опишаните. Некои се егзотични и/или инвазивни видови и не се темелно испитани. Потенцијалната инвазивност на овие видови е загрижувачка за животната средина за разлика од останатите кои можат да се прилагодат во одредени климатски услови.

Рамка 2: Зошто е потребно јас да засадам други видови?

Општо гледано, за фармерите не е многу тешко и ризично да направат сопствени испитувања и да соберат искуства и за останати видови, а не само за топола и врба. Препорачливо е еден мал дел од КРР плантажата да биде засаден со овие останати видови. Така ќе се зголеми диверзитетот на плантажата.

Бербата на биомасата може да се одвива во исто време и најчесто со иста опрема која се користи за поголемиот дел од плантажата засаден со врба или топола. Но, приносите во вака измешаните плантажи се пониски отколку кај оние во кои е засаден еден вид.

4 Одгледување на KPP

Во ова поглавје дадени се информации за различните чекори во процесот на одгледувањето на KPP, од фазата на подигање на плантажата (подготовка на теренот, засадување) и опфаќајќи ги сите останати фази при одгледувањето на KPP. Притоа, главен акцент е ставен на одгледувањето на врбата и тополата.

4.1 Подготовка на околината

Доколку KPP се одгледуваат на земјоделско земјиште, потребно е да се направи добра обработка на почвата пред засадувањето, исто како за конвенционалните земјоделски култури. Квалитетното чистење на плевелите се докажа како еден од најважните фактори кои влијаат на приносот од KPP во текот на животниот век на плантажата, па затоа при подигнување на плантажа со KPP се практикуваат неколку чекори, со цел да се постигне максимално отстранување на плевелите (Слика 22).

Интензитетот и притисокот од плевелите зависи од тоа за што се користело земјиштето предходно, како и од присуството на семе од плевелите во почвата. Посебно, на почвата која не се обработувала подолг период, постои голем ризик од размножување на плевелите (Gustafsson *et al*, 2007). Затоа, со подготовката на почвата на која ќе се подига плантажа со KPP, потребно е да се започне во предходната година, со цел да се искоренат повеќегодишните плевели.



Слика 22 Садница од врба во плантажа со KPP (црвен круг) опкружена со плевели во поле каде плевенењето не успеало. И покрај тоа што врбата ќе ги надрасти плевелите во наредните години, сепак производството ќе биде пониско од она кое се очекува. Затоа плевенењето се препорачува како активност со висока важност која треба да се реализира пред подигање на плантажа со KPP. (Извор: Dimitriou I.)

Употребата на хербициди претставува најлесен начин за уништување на плевелите. Исто така може да се применува и механичкото уништување, но тоа е потешко и поризично за спроведување. Контролата врз плевелите најважна е само во првата година од подигањето на плантажата. Со оглед на подолгиот период во кој се одгледуваат КРР, кој може да достигне и до 20 години, употреба на хербициди се врши само во првата година од подигањето на плантажата и не претставува голем трошок.

Рамка 3: Минималното користење на хемиски средства претставува важен фактор за зголемување на позитивната перцепција во јавноста за подигањето на плантажи од ваков вид.

Потребата од употреба на хемиски средства (хербициди, пестициди) зависи од повеќе фактори. Големината на плантажата е еден од главните фактори за употреба на хербициди, затоа што мануелното чистење на плевелите е потешко и бара повеќе време. Друг фактор претставува и профитот кој се очекува да се добие во наредниот период.

Како и да е, употребата на хемиски средства треба да се избегнува и да се сведе на минимум колку што е можно повеќе.

Површината која ќе се засадува, потребно е една година пред тоа да се третира со хербициди за плевели обично во летниот период. Доколку површината предходно била посадена со други обработливи култури, после бербата на истите, може да се употребат хербициди за уништување на плевели и да се изврши потребната култивација на почвата.

Во случај на зголемено растење на плевели, потребно е да се исечи и отстрани останатата непотребна вегетација и на тој начин да се овозможи ефективна контрола над плевелите. Во ваков случај, треба да се даде потребното време за да се дозволи повторно растење и активно делување на хербицидите. Ако постојат проблеми со инсектите, може да се користат органо-фосфорни пестициди во фазата пред орање на почвата. Доколку постојат било какви повеќегодишни плевели во период на доцна пролет, може да се прска дополнително со хербициди, колку што е можно подоцна пред садењето. Повеќегодишните плевели мора да имаат по 3-4 ливчиња за да се постигне ефект со прскањето. За ваквото касно прскање, важно е земјата предходно да не е обработувана. (Gustafsson *et al.*, 2007).

Во случај на органско земјоделство, употребата на хербициди не е дозволена. Тука потребна е механичката контрола, мануелна или со примена на лесна механизација. Големината на плантажата има важна улога при што механичката контрола на плевелите во големи парцели може да биде тешка. Направени се обиди со примена на црни фолии со кои почвата се покрива и на тој начин се спречува р'тење на плевелите.

Орањето на почвата треба да се изврши во текот на есента, бидејќи се очекува студена зима и набивање на почвата. Во случај кога нема набивање на почвата, орањето може да се изврши во раната пролет пред засадувањето. При тоа треба да се чека да поминат десет дена од третирањето со хербициди, па после тоа почвата да се изора. Ако почвата е тешка глина, препорачливо е плитко орање со длабочина од 6-10cm. Кај други видови на почва, минимална длабочина при орањето треба да биде 20-25cm, што ќе овозможи подобро засадување, посебно ако садниот материјал се состои од одрезници. Доколку на парцелата има поголеми камења, истите треба да се одстранат за да не се случи оштетување на механизацијата и останатата опрема наменета за берба.



Слика 23: Ново посадена површина со врба KPP, исчистена од плевели кои предходно биле присутни. (Извор: Aronsson P.)

Новите плантажи со KPP можат да бидат оштетени и од животни како што се зајаци, срни, лосови и слично (зависно од тоа за која држава се работи). Подигањето на ограда околу плантажата не е препорачливо затоа што повлекува високи трошоци. Подигање на ограда можно е само во области со висок ризик на оштетување и каде постои субвенционирање со што би се покриле дел од трошоците. Оградувањето е потребно привремено само во првите неколку години. Во областите во кои има опасност од сериозни оштетувања предизвикани од животни, на пример, од големи цицачи како што се срните или лосовите, во повеќе делови на Европа, се поставуваат средства со одбивен мирис кои ги одвраќаат животните од KPP плантажата (Слика 24). Со ова се зголемуваат трошоците за подготовка на KPP парцела со еден вид, која се наоѓа во област со висок ризик од напади од животни (Caslin *et al.*, 2012).



Слика 24: Инсталација на средства со одбивен мирис, со цел да ги одвратат срните од KPP плантажата во Германија (Извор: Rutz D.)



Слика 25: Оштетено стебло на топола од срна во Германија; оштетувањата најчесто се случуваат на краевите од плантажата (Извор: Rutz D.)

4.2 Саден материјал

Каков саден материјал ќе се користи при подигање на KPP плантажа, зависи од одлуката кој растителен вид ќе се одбере и каква шема за засадување ќе се примени. Неколку фактори влијаат на одлуката за тоа кој вид ќе се одбере за засадување. Тие се поврзани со специфичните услови на околината, со соодветноста и достапноста на видот, гарантираниот квалитет на садниот материјал, посебно кога се потребни големи количини на саден материјал.

За KPP кои се засадуваат со цел да се добие биомаса за енергија, преовладува начинот на засадување во густе плантажи кои ќе ротираат (ќе растат и после бербата без пресадување) и затоа, засадувањето на резници е најчесто (Слика 26, Слика 27), при што и трошоците се значително помали во споредба со трошоците ако се садат садници. Поретко, KPP плантажите за енергија се дизајнирани со многу помала густина. Во вакви случаи се засадуваат садници.



Слика 26: Најчесто за садење се користат резници со должина од околу 25cm. На сликата се гледаат резници кои се клон на топола (Извор: Rutz D.)



Слика 27: Резница од врба со должина од 20cm која се користи за садење во плантажа со КРР врба (споредба на должината со пенкало) (Извор: Aronsson P.)

Во случај на користење на врба и топола како КРР за подигање на плантажи, садниот материјал го претставуваат едногодишни прачки кои се сечат на резници со околу 25 cm должина. Овие прачки се собрани најчесто во зима кога пупките се во целосно мирување. Се складираат до засадувањето на температура од -4°C , спакувани во кутии и така се доставуваат до парцелите пред садењето. Еднаш доставените кутии важно е да се чуваат во темни и ладни услови пред садење (Gustafsson *et al.*, 2007). Како што предходно е спомнато, комерцијално достапниот саден материјал содржи подобрени клонови/сорти. Многу од нив се заштитени со Европските права на одгледувачите на растенија. Тоа значи дека е незаконски да се произведува пропаганден материјал за продажба без дозвола. Така, резниците се произведуваат од специјални одгледувачи во расадници, кои имаат лиценца и договор со матични компании, кои снабдуваат со саден материјал како едногодишни прачки или резници за механичко садење. Ова се однесува за саден материјал од врба и топола. Фармерите кои ќе засадуваат КРР или луѓето кои работат на проекти за КРР, треба пред садењето добро да ги контактираат компаниите кои имаат лиценца за производство и продажба на саден материјал (Слика 28) и да направат соодветна нарачка. Во повеќе случаи, компаниите даваат гаранција за минимален успех од засадувањето. Успешноста на новата плантажа ќе зависи од добриот квалитет на резницата. Затоа резниците треба да се добиени од едногодишни прачки кои немаат зрело дрво на местото каде е пресечена прачката.

Кога резниците се засадуваат, треба да имаат минимална должина од 15cm и дијаметар од 0,8cm за да се осигурени адекватните резерви на јаглексихидрати содржани во резницата пред засадувањето. Други карактеристики за квалитет кои треба да ги имаат врбата и тополата за успешно засадување се и доволно создадената дрвна маса со цел да се превенира деформација за време на засадувањето на резникот во подготвената почва, како и не променетата боја и набори на површината што создава дехидратација и лоши услови за складирање. Ова ги зголемува шансите за неуспех од воспоставување на плантажата.



Слика 28: Едногодишни прачки кои ќе се искористат за добивање на резници од врба за подигање на плантажа со КРР. Прачките се доставени од страна на приватна компанија за производство на резници, во Шведска. Квалитетот на садниот материјал е важен за развојот на КРР плантажата и затоа треба да е загарантиран од страна на лиценцирана компанија. (Извор: Dimitriou I.)

Исто така и садниците за плантажи мора да се купени од лиценциран расадник или трговец кој треба да е во позиција да ги даде сите потребни информации за посебните карактеристики на различни видови или сорти. Сето ова е од голема важност за избегнување на неуспех предизвикан од несоодветен саден материјал, при што ќе е потребно повторно засадување, што ќе чини дополнително време и пари. И за резниците и за садниците од конкретни видови, препорачливо е да се порача материјал од различни сорти што ќе овозможи диверзификација во смисла на осетливост на различни болести и штетници. Ова го намалува ризикот од неуспех на новозасадената плантажа.

4.3 Садење

Постојат различни стратегии и операции за садење на КРР, кои се адаптираат во зависност од изборот на видовите, опремата за садење, трошоците за работна рака, планирањето на бербата итн. Сите овие фактори ќе бидат анализирани во продолжение на овој поднаслов, најповеќе за садењето на одрезоци од КРР како најзастапена пракса и нивното одгледување (самоници после бербата). Доколку плантажата е засадена со садници, а не со одрезоци, праксата за одгледување е слична како за шумите. Затоа садењето на садниците е само спомнато во овој прирачник а не е детално анализирано.

Процесот на засадување треба внимателно да се испланира, за одгледувањето и бербата да се одвиваат рационално и да се постигне најефикасно искористување на просторот во полето. Засадувањето на КРР во редови е најсоодветен метод, при што редовите треба да бидат што е можно подолги. Идеално би било кога крајот на редот излегува на пат. На крајот на редот треба да има празен простор од 8 – 10 метри, кој се нарекува преден дел во кој ќе може да се движи механизацијата за берба. Ако постојат подлабоки канали, на пример за дренажа, тогаш треба да има 10 метри празен простор, а во спротивен случај 8 метри се доволни. По должината на КРР плантажата, на краевите треба да има појас широк околу 2-3 метри.

Садењето најчесто се извршува во **пролет**, во Април/Мај во северна Европа и порано во јужна Европа, кога временските услови овозможуваат да се направи подготовка на почвата. Садењето на одрезоци е возможно и подоцна (Мај или Јуни) доколку садниот материјал е складиран на ниска температура. Раното садење е добро заради продолжување на сезоната на раст. Одрезоците почнуваат да пуштаат корени само ако имаат доволно достапна вода и ако почвата е доволно затоплена. Клучен фактор за успех е достапноста до вода, во спротивно во подолг сушен период нема развој на коренот и одрезоците се сушат. Генерално, достапноста до вода е поважен фактор од пораното или покасното засадување во текот на пролетта. За одредување на периодот за садење, важни се актуелните и минатите временски услови, како и следењето на временските прогнози.

Понекогаш се применува практиката, англ. **cutback** или „резидба“ на новите прачки во текот на првата година. Оваа практика (посебно кај врбата) се применува со цел да се постигне построг раст со повеќе гранки и подобро развивање на коренот во текот на втората година. Иако оваа цел се достигнува со резидба после првата година од засадувањето, повисоко производство на биомаса за време на животниот век на плантажата не е докажано, па затоа не се препорачува како задолжителна процедура за работа. Ако се одлучи, резидбата може да се направи со сечило за трева, срп или некој друг вид на ножица. Придобивката од резидбата после првата година од засадувањето сеуште е дискутабилна.

Направени се доволен број на истражувања за густината и обликот на КРР плантажите. Одлуката за каква да биде плантажата зависи од избраниот вид на КРР и постоечката механизација за берба. Ако за берба е потребна специјализирана механизација, се препорачува систем со дупли редови (види во наслов 2.3). При тоа треба да се овозможи влез на механизацијата во КРР плантажата без оштетување на засадениот материјал и после 3-4 години од растот. Растојанието треба да биде 1,5m помеѓу дуплите редови и 0,75m од ред до ред во дуплите редови. Растојанието помеѓу резниците во редовите се движи од 0,5m до 0,8m (во зависност од локацијата, клоновите или видовите кои се садат). Според овие податоци може да се засадат од 5000–20000 резници по хектар во зависност од видовите. Општо, врбата се засадува погусто во споредба со тополата.

Засадувањето може да се изврши со различни методи. Една опција е да се користи специјално дизајнирана машина за садење на едногодишни прачки како саден материјал (Слика 29). Со неа може да се садат два или три дупли редови во исто време. Оваа машина автоматски сечи одрезоци од прачките и ги засадува во дупли редови одеднаш. Капацитетот на оваа машина приближно изнесува 1 час работа за засадување на еден хектар. Другите машини се оспособени за садење само на предходно исечени одрезоци (Слика 30).



Слика 29: Машина за садење на КРР врба. Машината сади три дупли редови одеднаш. За извршување на операцијата потребни се четири работници и еден возач на машината. (Извор: Nordh N-E.)



Слика 30: Машина за автоматско садење на одрезоци од топола како КРР. (Извор: Wald 21)



Слика 31: Рачно посадена плантажа со топола во единечни редови (Извор: Dimitriou I.)

Рачно садење се применува во недостиг на соодветна опрема за садење или кога трошоците се високи за да се донесе таква опрема од подалеку (Слика 31, Слика 32, Слика 33). Исто така трошоците за работна рака се пониски од трошоците за изнајмување на опрема или кога парцелата е помала од 1 хектар, рачното садење е најдобра опција. Во тој случај, важно е редовите да се постават паралелно еден на друг и да се задржи еднакво растојание помеѓу растенијата во редовите со цел да се избегне внатрешна нерамнотежа. Резниците треба да се турнат со рака или со стапало вертикално во предходно подготвената почва. Пупките треба секогаш да бидат поставени нагоре. Крајот на резникот треба да биде поставен рамно со земјата, но не да се покрие целосно.

За садење на врба и топола, тестирани се неколку различни системи, со цел доминантниот систем со дупли редови да се замени и да се добие повисоко производство. Еден таков систем претставува систем со методот на **хоризонтално садење** (Слика 34) на прачки од врба. За разлика од вертикалното садење на одрезоци во почвата, со овој метод прачките се поставуваат хоризонтално во почвата. Овој систем има широка употреба во ридести области заради нивна стабилизација и предели покрај речни корита.

Резултатите покажуваат дека производството на биомаса со хоризонтално садење може да биде еднакво високо како и со системот на дупли редови, но бербата може да е потешка. Доколку постојат трошоци за дозволи за садење, овој систем може да стане поскап за фармерите. Исто така со примена на овој систем, потребно е поголемо количество на саден материјал отколку кај системот на дупли редови со садење одрезоци.



Слика 32: Туркање на садницата со рака во почвата (црвена стрелка): пупката (зелена стрелка) мора секогаш да е свртена нагоре! (Извор: Rutz D.)



Слика 33: Туркање на резниците со стапало во почвата доколку почвата е многу компактна (Извор: Rutz D.)

После садењето, во зависност од видот и карактеристиките на почвата, како и од интензитетот на плевелите, површината на почвата треба да се израмни за да се обезбедат услови за примена на резидуални хербициди. Ако се користела механизација за садењето, најчесто со истата истовремено се врши и зарамнување.



Слика 34: Хоризонтално поставена прачка од врба: прачката треба да се покрие со земја (Извор: Rutz D.)

4.4 Управување со плантажата

Постојат повеќе различни чекори за одржување на КРР плантажата после засадувањето. Сите тие се подетално опишани во овој дел од прирачникот по „хронолошки“ ред. Посебен акцент е ставен на широко применуваните видови од врба и топола кои се одгледуваат на земјоделска почва.

Контрола врз плевелите после садењето: Како што предходно е наведено, контролата врз плевелите за време на подигање на КРР плантажа е многу важна. Таа вклучува мерки кои се преземаат пред засадувањето и мерки за време на првата година од подигањето. Контролата врз плевелите и нивното отстранување се значајни заради обезбедување на светлина, вода и хранливи состојки за посадените КРР. Во плантажа со многу плевели, КРР ќе бидат слаби и ќе растат поспоро. Најпрактикуван метод за контрола на плевели, претставува нанесување на погоден почвен хербицид за превенција од размножување на плевелите, веднаш после засадувањето и пред моментот на израснување на млади гранки од посадените одрезоци. (Gustafsson *et al.* 2007). Како што е објаснето во поглавје 4.1, контролата врз плевелите може да се врши и механички, особено на помалите парцели.

Подоцна, кога ефектот од употребата на хербицидите ќе заврши, плантажата мора да се контролира и понатаму. При тоа, може да се применат механичките мерки (Слика 35) со цел размножувањето на плевелите да се држи под контрола. Доколку се користи култиватор, препорачливо е таа операција да се изведува три пати за време на сезоната. Ако се употребува фреза за контрола врз плевелите, повеќе операции може да се изведат со неа (пр. 6-8 зависно од локацијата). Сепак кој метод или која опрема ќе се користи не е толку значајно, колку што е важно да се има континуирана контрола над размножувањето на плевелите.

Времето за поништување на плевелите е многу битно за потенцијалниот успех на плантажата. Механичката контрола треба да се практикува ако постојат 2-3 видови на плевели повисоки од 8cm. Доколку контролата се врши според препораките, тогаш никоја друга контрола над плевелите нема да биде потребна во наредните години, откако КРР дрвјата ќе ги надраснат и засенат плевелите после втората година од нивниот раст.



Слика 35: Едногодишна КРР плантажа засадена со врба каде доминираат плевелите. Површината може да биде третирана само механички заради тоа што малите листови врба штотуку никнале (не се видливи на сликата). (Извор: Dimitriou I.)

Контрола над инсектите: Во случај на проблеми со инсекти во конкретна област, може да се третира со инсектицид истовремено со третирањето со хербицид додека инсектите се во фаза на ларва, затоа што така полесно може да се соочиме со нив. Висок волумен на апликации (наспроти концентриран, низок волумен на апликации) се препорачани за солидно опфаќање на површината со хербициди и адекватна количина на инсектициди. Како и да е, употребата на хемикалии треба внимателно да се планира и да се избегнува каде што е можно. Обично, употребата на инсектициди не е неопходна.

Резидба после првата година: Како што предходно спомнавме, резидбата на засадените КРР после првата година е неопходна во текот на зимскиот период (после паѓањето на лисјата) за да се постигне поостар раст со повеќе гранки и подобро развивање на коренот во текот на втората година. За време на првата година од растењето, резниците ќе произведат 1-3 гранки зависно од тоа за кој клон се работи, со максимална висина од 2-3 метри. Сечењето при резидбата треба да биде колку е можно поблиску до земја користејќи соодветен тип на сечило. Останати типови на сечила кои се несоодветни може да предизвикаат посериозни оштетувања.

И покрај тоа што резидбата била воспоставена како почетна практика за КРР уште од почетокот на 1990 година, прашањето за резидбата после првата година сеуште е дискутабилно. Иако се постигнува подобро развивање на коренот, израснување на повеќе гранки, повисоко производство на биомаса за време на животниот век на плантажата, кога ќе се спореди со КРР плантажа во која не се практикувала резидбата, сеуште не се докажало што е подобро. Затоа, резидбата не може да се препорачува како задолжителна оперативна процедура. Доколку е потребно третирање со хербицид

после засадувањето, пример во климатски услови или области каде се очекува силна експанзија на плевели, со резидбата се дава неопходна втора можност за третирање со хербицид.

Некои од експертите препорачуваат, во плантажите со топола да се порежат сите гранки освен оние кои се најдолги (Слика 36). Ова би го поддржало развојот на плантажи со системот „едно–стебло“. Но, искуствата покажуваат дека резидбата бара вложување на поголеми напори, а користа од тоа е занемарлива.



Слика 36: Едногодишна топола во Германија, каде втората гранка е пресечена при резидбата со цел да се овозможи подобар раст на примарната гранка. (Извор: Rutz D.)

Ѓубрење: При производството на КРР се очекува да се добијат високи производни резултати исто како и за било кои останати култури кои се одгледуваат на земјоделска почва. Еден од факторите за постигнување на оваа цел, е потребата од дополнителни хранливи материи. Почетно, кај КРР како повеќегодишна култура, ѓубрењето се врши преку листот или преку коренот, имајќи ја во предвид анализата на хемискиот состав на почвата која е направена пред подигање на новата плантажа. Направени се голем број истражувања за количината и фреквенцијата на ѓубрење кај главните КРР видови (врба и топола) во неколку земји, но сепак не е можно да се предложат конкретни препораки затоа што во најповеќето случаи ѓубрењето зависи од карактеристиките на областа и почвата.

Ѓубрењето во текот на првата година од подигањето на плантажата не се препорачува, прво, за да се избегне поттикнување на растењето на плевели, и второ, заради тоа што корените на КРР не се целосно развиени и навлегувањето на хранливи материи не е осигурено.

Неколку експерименти покажале дека на умерена до плодна почва, посебно во раните ротации, нема потреба од ѓубрење. Во области каде има почва со природно посиромашна содржина на хранливи материи, ѓубрењето е потребно и во раната фаза заради одржување на продуктивноста. Најчесто потребата се однесува на додавање азот во KPP плантажите при почетните ротации, а фосфатите и калиумот најчесто ги има во доволни количини во почвата, посебно во раните ротации. Заради тоа, може да се применува неорганско ѓубриво азот (Aronsson *et al.*, 2014).

Милта од локалните пречистителни станици може да се искористи исто така (ова е објаснето подоцна во овој прирачник), но треба да биде преработена и збогатена со дополнителни количини азот. Потрбата од азот варира, зависно од староста на KPP плантажата и развојот на гранките. Во постарите плантажи азотот ќе се ослободува од слојот на паднати лисја, што значи дека потребата од ѓубриво е намалена. Во принцип, тоа е изгубената количина на азот содржана во гранките кои се отстранети за време на бербата, која мора да се надомести со ѓубрење. Податоците за изгубените хранливи состојки во KPP плантажа после бербата, варираат, и се движат во граници од 150–400kg N, 180–250kg K и 24–40kg P по хектар за три годишна ротација базирана на околу 8t DM/ha/годишно произведена биомаса во Шведска. Во споредба со интензивно одгледувани пасишта во кои потрбата за азот се движи околу 900kg N/ha за три години, во KPP плантажите потребата е значително пониска количина.

За пресметување на количините азот кои се потребни за ѓубрење на KPP плантажа, треба да се земе во предвид ефикасноста од користење на азотот, бидејќи значителен дел од хранливите состојки се користат од старна на почвената микрофлора, се губат во атмосферата или се врзани во коренот и листот на KPP иако истите подоцна се рециклираат како ѓубриво добиено од паѓани листови и се враќаат во коренот.

Додавање на фосфор и калиум во KPP плантажите, најчесто не е потребно. Зголемување на количината на фосфор се одвива континуирано во текот на повеќе години, но малата потреба од фосфор за развојот на KPP, не го оправдува ваквиот начин на аплицирање. Калиумот може да е релативно стабилен во почвата, но и недостапен за лесно консумирање од страна на растението. Враќање на пепел од согорени дрва на почвата во плантажата (подетално е објаснето во продолжение на прирачникот) може да го балансира поголемиот дел од калиумот кој е изгубен за време на бербата.

Земајќи ги во предвид горе спомнатите работи меѓу кои и анализата на почвата и очекуваните приноси, како груба препорака за врба KPP, потребно е додавање на хранливи материи кое не би ги надминало следните еквиваленти, 120-150kg N азот, 15–40 kg P фосфор и 40 kg K калиум по хектар годишно (и пониски вредности од наведените) (Gustafsson *et al.* 2007). Истите вредности би требало да се користат и за останатите видови KPP. Потенцијалниот одгледувач на KPP треба да знае дека ѓубрењето во плантажата со опрема и механизација потребно е да се преземе за време на првата и втората година од растот, но не и подоцна во тртата или четвртата година заради висината на дрвјата и можноста за нивно оштетување при влез на механизација.

Најновите истражувања за ѓубрењето на KPP плантажи засадени со ново добиени клонови, покажуваат дека кај нив ѓубрењето е повеќе потребно отколку кај постарите клонови (Aronsson *et al.* 2014). Од тука произлегува и одговорот на прашањето дали фармерот треба или не треба да ѓубри. Во плантажите со нов расплоден материјал мора да се ѓубри со поголеми количини на азот од порано (ако не се случи загуба на азотот, што е редок случај). Очекуваните годишни приноси и цената на ѓубривата исто така влијае на одлуката дали да се ѓубри или да не се ѓубри.

5 Берба на КРР

Бербата е многу важен дел во животниот циклус на КРР што вклучува 50-80% од целокупните производни трошоци (Liebhard 2007). Затоа има значително влијание на економијата на еден проект за производство на КРР.

Бербата се извршува најчесто во зима после паѓањето на листовите, пред пукање на пупките и идеално, кога почвата е замрзната. Зависно од намената на крајниот производ, бербата на КРР се врши во интервали од 2 до 20 години. Различни техники, практики и опрема може да се употребат при бербата на КРР што зависи од следните фактори:

- **Видовите и сортите:** број и дијаметар на стеблата
- **Посакуван краен производ:** дрвен чипс, пелети, трупци
- **Квалитет на крајниот производ:** формата на дрвениот чипс, количина на влага
- **Достапност до механизација:** сопствени машини или договор за изнајмување
- **Форма на обработка:** со единечен или дупли ред, растојание меѓу редови
- **Големина и форма на парцелата:** големи или мали парцели, рамни или ридести
- **Количина на собрано дрво:** потребна логистика, интервал на берба
- **Влага во почвата:** можност за влегување со машини

За време на првата берба, стеблата треба да се сечат блиску до почвата и последователно на секоја наредна берба по 1-2cm повисоко. Сечењето треба да е остро, хоризонтално и без рабови, така што големината на резот да е минимална.

5.1 Приноси

Приносите од КРР многу зависат од локацијата која главно се карактеризира по климата (температура и достапноста до вода) и типот на почвата. Видовите, сортите и клоновите треба внимателно да се изберат, соодветно за секоја локација со цел да се постигнат максимални приноси. Во северна Европа, главен критериум за избор може да биде издржливоста на ладно (на мрзнење), додека во јужна Европа тоа може да биде издржливоста на топлина и суша. Во Табела 8, дадени се некои од клучните карактеристики и приносите за врба, топола и багрем.

Покрај физичките фактори, на големината на приносите значително влијае и човечкиот фактор: практики за одгледување, избор на КРР видови и сорти, контрола врз плевели и штетници и контрола врз хранливите материји.

Интервалот за берба зависи од општата цел за која се одгледува КРР плантажата. Тој се движи најчесто од 1-7 години, но може да биде и подолг, дури до 20 години. Обично после 20-30 години, се врши ново засадување или замена со други култури.

Во Европа, очекуваниот годишен принос од сув дрвен чипс, се движи во границите помеѓу 5 и 18 тони/хектар (DM; 0% влага). Вкупниот износ на биомаса за една жетва се пресметува преку годишниот принос, годините на одгледување и количеството на вода, што обично изнесува околу 55% за свежо набрано дрво. На пример, ако годишниот принос изнесува 10 тони/хектар сув дрвен чипс, ако циклусот на берба се врши на секои 4 години и ако количеството на вода е 50%, вкупната количина на собрана водена биомаса, изнесува околу 80 тони по хектар, количината на сув дрвен чипс ќе биде 40 тони/хектар.

Најчесто, приносите од првата берба се пониски во споредба со приносите од втората и третата берба. После тоа, зависно од условите, приносите може да бидат стабилни

за наредните берби и потоа да се намалуваат со стареењето на планатажите. Општи препораки за тоа како да се максимизираат приносите, дадени се во Рамка 4.

Табела 8: Преглед на главните карактеристики на Кратко ротирачките дрвени растенија (КРР)
(Извор: изменет после Dallemand et al. 2007)

Видови	Врба	Топола	Багрем
Делови од Европа	Северна, централна и западна Европа	Централна и јужна Европа	Медитеранска Европа, Унгарија и Полска
Густина на култура, број на стебла по хектар	12,500 – 15,000	8,000 - 12,000	8,000 - 12,000
Циклус на берба (години)	1 - 4	1 - 6	2 - 4
Просечен дијаметар на стебло при берба (mm)	15 - 40	20 - 80	20 - 40
Просечна висина при берба (m)	3.5 - 5.0	2.5 - 7.5	2.0 - 5.0
За продажба од берба (свежи t/ha)	30 - 60	20 - 45	15 - 40
Содржина на вода во дрвото (%)	45 - 62	50 - 55	40 - 45

Рамка 4: Како да се постигнат максимални приноси од КРР? (Изменето после Lindegaard 2013)

Рано планирање: Потребно е најмалку една година пред подигањето на КРР планатжа да започнете со размислување и планирање. На тој начин добивате време за правилно подготвување на површината според најдобрите практики. На крај на летото и раната пролет се започнува со отстранување на плевелите и орање на почвата.

Познавање на карактеристиките на земјиштето: Како и за останатите култури, така и за КРР, најдобри резултати ќе добиете ако изберете најпогодно земјиште за одгледување. Затоа, потребно е да се познаваат клучните параметри на вашето земјиште: составот на почвата и достапноста до вода. Доколку засадувате култура на вашето најлошо земјиште, тогаш приносите ќе бидат разочарувачки. Пример, врбата како КРР дава најдобри приноси на плодно обработлива почва со рН вредност од 5.5 - 8.0. Исто така, поволни резултати се добиваат и на тешка почва со висока содржина на глина, додека прашливи и песочни почви треба да се избегнуваат. Врбата КРР годишно има потреба од врнежи помеѓу 600–1000 mm. Засадувањето на КРР треба да биде во близина, најмалку од 30 метри од главните канали за вода. Како и со останатите култури, така и со КРР најнефективни резултати се добиваат со подигање големи плантажи. Кај помалите и неправилно обликувани плантажи, се зголемуваат трошоците за засадување и берба, а исто така се зголемува и времето за нивна обработка.

Контрола врз плевели: КРР се брзорастечки, но потребно е, при подигање на плантажите да се заштитат од плевелите. Контролата врз плевелите започнува уште

со подготвувањето на почвата за садење во есен и продолжува за време на првата година после садењето. Кога е возможно треба да се применат техники без употреба на хемиско третирање, но сепак тоа зависи од големината на плантажата, видовите плевели, видовите КРР итн.

Користење на најдобрите сорти: КРР треба да се тестираат и внимателно да се одберат пред да се засадат. Вака проверените сорти даваат многу поголеми приноси во споредба со непроверените сорти. Локалните сорти се повеќе препорачливи за засадување. Потребно е да се земат во предвид повеќе сорти кои ќе даваат високи приноси и кои поседуваат голема генетска позадина за отпорност кон болести и штетници. Изборот на правилна сорта е суштински за постигнување на успех и истовремено претставува мерка да се избегне или да се намали дејството на болестите и штетниците.

Контактирајте со субјектот кој е ангажиран за засадување: Во повеќе случаи садењето на КРР не можете да го извршите сами, туку ангажирајте субјект, со договор за извршување на садењето. Контактирајте го субјектот пред склучување на договор и побарајте му референци. Прашајте ги останатите фармери за нивните искуства со субјектот. Празнините во плантажата каде дрвјата не растат, најчесто се поврзани со грешки направени во текот на садењето. Ако садењето трае подолго, се постигнува повисоко ниво на успешност и не остануваат празнини во плантажата. Запомни: квалитетот на садењето е многу поважен од ултра-ниските трошоци.

Пополнување на празнини во плантажата: Колку и да сте претпазливи во текот на садењето, секогаш ќе останат празнини каде што ќе недостасува садница или резник или пак истите нема успешно да се засадени, па затоа во периодот на резидбата треба да се пополнат празнините со нов саден материјал. После првата берба, може да се посадат прачки со должина од еден метар или да се посадат резници. Тоа зависи од сортата која ќе се засадува.

Намалување на штета предизвикана од дивеч: Дивечот, како што се зајаци, срни и елени, може да направат сериозни оштетувања во новите КРР плантажи, посебно во помалите парцели. Соработувајте со локалните ловци на дивеч со цел да се врши заплашување на дивечот и да се воспостави контрола врз него. Друга мерка за спречување на оштетувањата од дивеч, претставува, оградување на парцелите со ограда. Оваа мерка повлекува високи трошоци, но може да биде корисна за долг период. Високите приноси за период преку 20 години ќе зависат од првите неколку месеци кои се најкритични после засадувањето. Затоа потребно е да се избере најдоброто пред да се подигне нова плантажа.

Ѓубрење со органски отпад: КРР се базираат на хранливите материји. Потребно е да нанесувате органски ѓубрива како што се органски кашести маси, изгниена мил, компост или отпадок од растенија за биогаз. Најдобро е плантажата да се ѓубри после бербата. Најчесто потребата за ѓубрење е поголема колку што е плантажата постара. Запомнете дека треба да се почитуваат регулативите, законите и условите кои се релевантни за ѓубрење на вашите плантажи.

Максимизирајте ги вашите приноси: Секогаш кога се извршува бербата, вашата желба е сите дрва да се исечат. Најчесто се договара компанија која ќе ја изврши бербата. Компанијата треба да има одлично искуство за извршување на берба за да се избегнат оперативни грешки и загуби од несоодветно преполнување на приколки. Исто така, многу е важно ножевите на машината со која се сечат дрвјата, да бидат точно подесени за ниско сечење каде стеблата се најдебели и имаат најголема маса. Наредните циклуси на растење ќе бидат подобри, доколку одсечоците се многу остри и не се отворени. Квалитетот на дрвениот чипс е подобар, ако ножевите се многу остри.

Минимизирање на загубите при складирање: Обиди се да ги сведеш на минимум загубите при складирањето после бербата. Складирањето и сушењето на

чипсот/трупците, зависи од методот на берба, времето за кога се потребни и потребниот квалитет на чипсот кој треба да се достигне. Пронајди го најдобриот метод со цел да се намалат загубите при складирање и да се направат минимални трошоци.

5.2 Циклуси на берба

Најчесто интервалите за берба на КРР се движат од 1 до 7 години, но може да бидат и на 20 години. После 20 до 30 години на плантажата се врши ново засадување со КРР или се садат други култури. Не постојат конкретни правила за должината на интервалот во кој ќе се врши бербата. Одлуката за тоа зависи од различните услови кои се присутни во местото кадешто е плантажата (Tubby & Armstrong 2002), па затоа крајната одлука се носи од страна на одгледувачот на плантажата. Тој го дефинира времето за берба според следните фактори:

- **Видови на КРР:** најдобро време за берба, максимизирање на приносите од конкретната култура
- **Поставеност во околината:** затворената лисна крошна на дрвото прима најмногу сончева светлина при што има највисока продуктивност;
- **Посакуван краен производ:** дрвен чипс, трупци со висок квалитет на материјалот
- **Достапност до механизација за извршување на бербата:** раното планирање и одбирање на компанија за извршување на берба е многу значајно, затоа што непосредно пред бербата можеби компанијата ќе биде веќе ангажирана од други лица.
- **Состојба на почвата:** најпогодно е бербата да се изврши кога почвата е сува или замрзната; во некои региони зависно од временските услови, подобро е бербата да се одложи додека состојбата на почвата не биде најоптимална за берба. Во спротивно настанува оштетување на почвата и растенијата.
- **Планирањето на готовински средства:** зависи од општите цели на операторот при управувањето со плантажата.
- **Цената на дрвениот чипс:** операторот може да „чека“ висока цена за дрвото со цел да оствари поголеми приходи; но цените не се предвидливи и варираат.
- **Сопствена побарувачка за греење:** ако дрвениот чипс се користи за сопствено греење, тогаш треба да го има секоја година.
- **Останати придобивки:** да се зголеми биодиверзитетот, да се заштити дивечот

Циклусите за берба имаат големо влијание врз логистиката потребна за извршување на бербата. Колку е подолг интервалот меѓу две берби, толку е повисока и количината на биомаса добиена со бербата. Тоа е множење на растот од една година со бројот на годините до бербата. Некои од операторите може да имаат недостиг на логистички капацитет (простор за складирање, камиони, работна сила) за да се справат со поголема количина на биомаса од бербата изведена после подолги интервали. Треба да се има во предвид дека најдобро е секоја година да се планира берба на различна парцела, а не да се чека сите парцели да се берат наеднаш во иста година. Исто така, потребната технологија за берба зависи од циклусот на берба. Колку е постара плантажата, стеблата се подебели и потребна е потешка механизација. Најчесто, дијаметарот на стеблата кои се наоѓаат на краевите на парцелата е поголем заради тоа што полесно стигнуваат до сончева светлина и вода, за разлика од оние кои се во внатрешноста на парцелата.

5.3 Карактеристики на собраниот материјал

Како краен производ од KPP се добива дрвениот чипс, кој најчесто се користи за процеси на согорување. Може да се користи во индустријата за хартија и за пулпа, или за други био-производи. На пример, во Германија беше предвидено да се произведуваат големи количини на дрвен чипс за понатаму да се произведуваат BtL (Biomass-to-liquids) т.е био-горива (Rutz et al. 2008).

Зависно од методот на бербa, се произведуваат различни меѓупроизводи, кои влијаат на карактеристиките на дрвениот чипс, главно на формата, големината, како и на присутноста на влага. Меѓупроизводите може да се класифицираат во следните категории (DEFRA 2014):

- **Прачки:** со должина до 8 метри
- **Снопови:** прачки врзани во снопови
- **Парчиња дрво:** сечен материјал со должина од 5-15cm.
- **Чипс:** сечен материјал со димензии до 5 x 5 x 5 cm.

Методите на бербa за овие меѓупроизводи се именувани како „цела прачка или бербa на прачки“, „бербa на чипс“ или „метод сечи и дроби“, и „бербa на парчиња“ или „метод сечи и прави парчиња“ (Kofman 2012).

Свежо собраното дрво, обично содржи вода од 40–60%. Многу потрошувачи на дрвен чипс, особено оние кои имаат мали котли, бараат влажност под 20% (содржана вода 17%). Понизок степен на содржана влага, дава повисок квалитет на дрвениот чипс и полесно се складира.

Исечени прачки (Слика 45) и парчиња дрво, може да се остават на плантажата или на фармата и да се исушат до 30% содржана вода за период од 4-6 месеци. Помеѓу чипсот и прачките, по големина, се наоѓаат парчињата дрво кои можат да се складираат во купови. На тој начин се олеснува сушењето и се спречуваат проблемите поврзани со складирањето на чипсот (поглавје 5.5).

Производството на дрвен чипс, парчиња дрво и прачки, има предност заради тоа што сушењето е релативно лесно. Дробењето на сув материјал, најчесто има негативни влијанија на квалитетот на дрвениот чипс, затоа што со сечење на свеж материјал се добиваат поостри производи отколку со сечење на сува биомаса. Исто така при дробење на сув материјал се добиваат поголем број на делчиња кои се со различна големина.

5.4 Методи за бербa

Постојат различни методи за изведување на бербa. KPP културите може да се сечат и да се дробат во **една бербена операција**. Алтернативно, KPP културите може прво да се сечат и да се остават во полето (како прачки/трупци или помали парчиња) малку да се исушат, па дробењето да се изврши подоцна како **посебна операција**.

Постојат различни технологии за бербa кои може заемно да се комбинираат. Тие може да се класифицираат според нивото на автоматизација и видот на механизацијата, како што е дадено во Табела 9.

Механизацијата за бербa на KPP, континуирано се развива. Следните механизации може да се користат за механизирани бербa:

- **Комбајн за дрва:** комбајните кои се користат во стопанисувањето со шумите, може да се користат и за берба на КРР. Со нив се сечат стебла со поголем дијаметар. Стеблата на КРР не може да имаат многу голема дебелина и затоа може да се користат помали и полесни комбајни. Комбајните немаат опрема за истовремено сечење и дробење, па затоа потребна е дополнителна опрема. Понекогаш се користи и багер на кој се монтира дополнителна опрема за олеснување на бербата (Слика 40)
- **Опрема која се монтира на трактор:** Оваа опрема ја има во неколку облици. Опрема која може да се монтира на трактор и која служи истовремено и за сечење и за дробење, опрема само за сечење или опрема само за дробење. Доколку се работи за опрема која е комбинирана, со неа се сечат дрвата и хоризонтално се ставаат во дробилката или пак може да се сечат и веднаш да се дробат во исправена положба како што е предложено од Ehlert et al. (2013).
- **Само-движечки машини :** овие машини имаат специјална намена за берба на КРР (Слика 38, Слика 39) или модифицирани (Слика 37) со кои се сече и дробат симултано, слично како комбајн за жетва на житни култури за силоси. Постојат неколку производители кои тековно ги нудат овие машини. Со овие машини, во текот на бербата, наместо истовремено берење и дробење во дрвен чипс, може да извршуваат берење и сечење на КРР на цепеници или на поголеми парчиња.

Само-движечките машини и опремата која се монтира на трактор со кои истовремено се врши операција на сечење и дробење, се развиени од страна на жетварите на шеќерна трска и сточна храна. Механизацијата од неколку производители, како што се Claas (Jaguar) (Слика 37), Austoft (7700), и New Holland (Слика 38, Слика 39) може да е опремена со специјални делови за берба на КРР. Во наредните години може да се очекува поголем развој на механизацијата доколку се рашири одгледувањето на КРР.



Слика 37: Класа само-движечка машина за берба на КРР „Jaguar“ (Извор: Dimitriou I.)



Слика 38: New Holland само-движечка машина и приколка за дрвен чипс (Извор:Rutz D.)



Слика 39: Преден дел на само-движечка машина New Holland (Извор: Rutz D.)



Слика 40: Помошен дел, монтиран на дигалка од багер за берба на топола во Австрија (Извор: Mergner R.)

За многу слаби гранки, пример од врба, се користи балирачка со која гранките се пресуваат во бали исто како балите за слама и сено. На (Слика 41) прикажан е „биобалер“ од Andersons Canada (Caslin et al. 2010).

Технологиите за посебно дробење (Слика 43) на пример од Jenz, Komptech, Husman, Jensen, Pezzolato, Spapperi, Heizomat, Vogt, итн, може да бидат статични, монтирани на приколки или директно на тракторот, или само-движечки. Често имаат кран кој го користат за подигање на пресечените дрва и ставање во дробилката. Зависно од процесот на дробење, постојат три различни типови на технологии:

- **Цилиндрична дробилка:** има голем ротирачки челичен цилиндар со 20 монтирани ножеви. Цилиндарот врти кон излезната цевка, а служи и како механизам за ставање на материјал во дробилката и дробење на истиот. Дробилките од овој тип се многу бучни и опасни за работникот, па затоа потребно е да се преземат мерки за заштита при работа. Добиениот дрвен чипс може да биде многу голем и затоа се вметнува многу тенок материјал и се сече на помали парчиња. Современите цилиндрични дробилки најчесто имаат капацитет за материјал од 15-50cm.
- **Дробилка со диск:** има челичен диск со 2-4 монтирани ножеви како механизам за дробење. Овој механизам функционира така што повратни хидраулични тркала го земаат материјалот за дробење од купот и го носат до дискот кој е вертикално монтиран најлесно да го прима материјалот. Со вртење на дискот, ножевите го дробат дрвениот материјал во чипс и го фрлаат низ цевка. Овој дизајн не е енергетски ефикасен како што е цилиндричниот систем, но сепак од него се добива чипс со поголема еднаквост во големината и формата. Помалите дробилки имаат капацитет од 15-46cm, а поголемите индустриски дробилки имаат поголем капацитет за материјал и тоа до 4,1m во дијаметар.
- **Спирална дробилка:** Внатрешноста на оваа дробилка се состои од долг нож со спирална форма со остри краеве. Ротацијата на ножевите е паралелно подесена со правецот на отворите од каде доаѓа материјалот и преку спиралното вртење го повлекува материјалот и го дроба.

Машините кои се употребуваат за сечење на шума се тешки механизации. Тие се употребуваат заедно со шпедитер кој ги турка трупците до краевите каде е погодно за товарење. Ваква механизација за бербa, произведуваат повеќе компании како што се John Deere, Caterpillar, Hyundai, Valmet, Rottne, Dorfmeister, итн.

Новиот концепт го разви компанијата Anderson: Така наречениот био-балер (Слика 41) ја балира дрвената биомаса во бали со дијаметар од 120cm со цилиндрична форма кои се спремни за употреба во индустријата.



Слика 41: „Биобалер” од Андерсон, Канада (Извор: Anderson Group)

Табела 9: Методи за берба, опис и нивни карактеристики (од LWF 2011, Kofman 2012)

Опис	Карактеристики
За рачна и комбинирана берба, се употребува моторна пила и останати алатки кои се користат рачно.	
<ul style="list-style-type: none"> • Сечење и уривање на стебла со рачна пила, секира и слично • Рачно собирање на пресечените стебла или со трактор • Складирање или директно дробење во чипс • Полнење на мала дробилка со дрвна маса, рачно или со употреба на кран 	<ul style="list-style-type: none"> • Личен придонес • Опасна работа • Ниска продуктивност • Намалени трошоци и лесна употреба на опремата • Погодна за парцели помали од 5ha и за сопствени или заеднички печки за дрвен чипс • Работата се извршува со најмалку 2 работници
Берба со употреба на механизација	
<ul style="list-style-type: none"> • Берба на големи дрвја со користење на механизација од шумарството. • Собирање на дрва или снопови со употреба на трактор. • Складирање на дрва/снопови за нивно сушење или директно дробење во чипс. • Полнење на дробилката со дрва при што се користи кран. 	<ul style="list-style-type: none"> • Помалку ергономски активности заради високата автоматизација • Можно е сушење на дрвата/сноповите уште на полето. • Услугата за берба треба да ја изврши компанијата со која е потпишан договор за берба – трошоците за услугата се високи. • Економично е само за големи парцели. • Погодно за горење во секаков вид на печки за дрвен чипс.
Механичка берба со употреба на опрема која се монтира на трактор или со само-движечки машини	
<ul style="list-style-type: none"> • Со опрема која се монтира на само-движечки машини (комбајн со модифициран преден дел за директно дробење) • Истовремено одвивање на бербата и дробењето • Потребно е континуирано користење на приколки за транспортирање на дрвениот чипс директно од полето • Дрвениот чипс може директно да се користи, да биде складиран или да се суши 	<ul style="list-style-type: none"> • Помалку активности за работниците заради високата автоматизација • Економично за средно големи или големи парцели • Генерално погодни за поголеми печки за согорување на дрвен чипс и за комбиниран центри за производство на електрична енергија и топлотна енергија (СНР) • Сушењето на дрвен чипс претставува предизвик и може да биде скапо • Покрај количеството влага содржано во дрвениот чипс, друг параметар за негов квалитет претставува степенот на хомогеност и чистота добиена при сечење на свежо дрво



Слика 42: Опрема за собирање на сечени дрва монтирана на трактор, во Австрија (Извор: Mergner R.)



Слика 43: Дробилка за добивање на дрвен чипс монтирана на трактор, во Австрија (Извор: Rutz D.)



Слика 44: Собрана плантажа со врба KPP во зима, во Шведска: видливи се дуплите редови (Извор: Rutz D.)



Слика 45: Собрана и складирана врба на крајниот дел од KPP плантажата во Шведска (Извор: Rutz D.)

5.5 Сушење и складирање на дрвен чипс

Откако KPP плантажата ќе се собере, добиената биомаса треба да биде складирана пред да се употреби за сопствени потреби или пред да биде продадена. Дрвениот чипс, гранки, стебла и помали парчиња дрвна биомаса, може да се складираат на краевите од самите плантажи, или да се донесат на места од каде понатака ќе се користат.

Содржаната вода во дрвото (Табела 10), или влагата присутна во дрвната биомаса (за дефиниции, види Рамка 5), претставува многу важен параметар за квалитет. Со воздушно – сушење, содржината на влагата може да се намали од 50-55% до околу 30% за неколку месеци.

Табела 10: Содржана вода во дрвото, класифицирана во четири категории

Категорија	w (содржина на вода)
Апсолутно суво дрво	0%
Воздушно исушено дрво	15%-20%
Складирано дрво	< 30-35%
Свежо дрво	> 50%

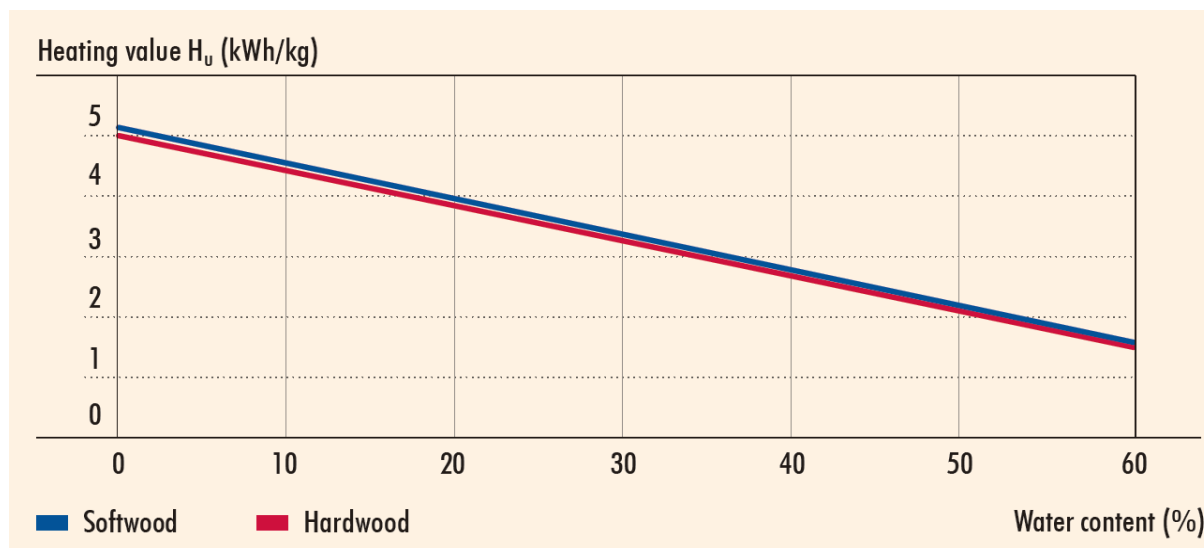
Складирање на свежо дробено дрво за долг период е многу тешко заради следните ризици (LWF 2012):

- **Губење на биомаса:** 2-4% загуба месечно заради тековните биолошки процеси и распаѓањето.
- **Ризик по здравјето:** појава на габични спори кои имаат негативно влијание врз здравјето.
- **Квалитет:** зголемување на количеството влага во незаштитени купови заради врнежи и појава на кондензација на врвот на купот.
- **Технички ризици:** Зафрзнат дрвен чипс во грутки кои тешко се употребуваат и можат да предизвикаат оштетување на опремата.
- **Спонтано согорување:** Микробиолошките процеси ја зголемуваат температурата во купот која може да предизвика согорување.
- **Влијание врз животната средина:** Може да се појават непријатни миризби во околината, а течните исцедоци може да предизвикаат загадување на водните тела.

Дрвениот чипс од воздушно сушено дрво со количество на влага од околу 30%, може релативно полесно и побезбедно да се складира во купови на отворено. Со покривање на куповите или нивно ставање под стреи, се врши превенција од зголемување на количеството влага после врнежи. Исто така свежиот дрвен чипс може да се складира под покрив и понатаму да се остави да се суши до 30% присуство на влага. При тоа потребна е добра вентилација и мешање на дрвениот чипс со погодна машина, со цел да се избегне гниење и само-согорување.

Идеалното количество на вода во дрвениот чипс би било на ниво под 20%. Според Европските стандарди, дрвениот чипс е класифициран во 5 категории (количество влага на влажни основи) (M20, M30, M40, M55, M65) (Rutz et al.2012). Парчињата од дрвениот чипс се мали, па ако содржината на вода е висока, тогаш е можна појава на микроорганизми и зголемување на температурата. Тоа предизвикува процес на гниење.

Колку е повисоко количеството на вода во дрвениот чипс (види Рамка 5), толку е помала енергетската ефикасност при неговото согорување во печки (види поглавје 8.3) поради тоа што дел од енергијата е „изгубен“ за испарување. Ако дрвото е исушено, тогаш неговата вредност за греење е повисока (4.3 kWh/g). Ако станува збор за свежо или водено дрво, неговата вредност за греење е помала (1.5 kWh/g) (Liebhard 2007). Релацијата меѓу вредноста на дрвото во однос на присутната количина на вода во него е обратно пропорционална и прикажана е на Слика 46. Повисоко количество вода, значи пониска грејна вредност.



Слика 46: Грејна вредност на дрвото во однос на содржината на вода во него (Извор: FNR 2012)
 Heating value = Грејна вредност; Softwood = меко дрво, иглолисно; Hardwood = цврсто дрво;
 Water content = содржина на вода

Рамка 5: Што е разликата помеѓу содржана вода и содржана влага?

Важна информација за квалитетот на горивото претставува количеството на вода содржано во горивото. За да може да се пресмета и спореди содржината на вода, два физички мерни параметри се употребуваат, **содржана вода (w)** (исто така наречена „влага на влажна основа“) и **влага во гориво (u)** (исто така наречена „влага на сува основа“).

Содржаната вода (w) се однесува на масата на вода m_W врзана во свежа биомаса ($m_d + m_W$), а влажноста на горивото се однесува на масата на вода m_W во сувата биомаса (m_d).

$$w = m_W / (m_d + m_W)$$

$$u = m_W / m_d$$

Вредностите за влага може да се конвертираат во вредности за содржана вода. На пример, содржана вода од 50% одговара на влага од 100%. Вредностите за влага може да пораснат и над 100%. „Влага“ е термин кој се употребува во шумарството и производството на трупци. Во енергетскиот сектор често се користи „содржана вода“ или „содржана влага на влажна основа“

Постојат различни софистицирани технологии за сушење (Табела 11). Дрвениот чипс најчесто се суши во „**сушални со полнење**“ кои може да бидат контејнери, приколки или простории за складирање низ кои се пушта топол воздух (Слика 47 до Слика 52).

Контејнерите или приколките обично имаат дупло дно со решетки или цевки низ кои се пушта топол воздух. Често, земјоделските приколки се само-адаптирани, што е значително евтино решение. Во вакви контејнери и приколки, дрвениот чипс не се меша и тоа резултира со нехомогено и неконтролирано сушење.

Пософистицирани сушални се таканаречените „**Сушални со полнење и мешање**“. Низ дуплото дно во нив се пушта топол воздух, при што постои механизам кој континуирано или во серии го меша дрвениот чипс неколку пати во спротивен правец.

Во „сушална на движечка лента“ дрвениот чипс континуирано и рамномерно се става на лента преку комора за дотурање на перфорирана лента. Лентата која е најчесто во хоризонтална положба, го носи продуктот низ сушалната која може да е поделена на неколку ќелии. Во ќелиите струи топол гас преку водениот продукт и го суши. Секоја ќелија може да е опремена со вентилатор и адаптирана според бараните услови. Идеален и евтин извор на топлина за сушење е отпадната топлина, на пример, од индустриски процеси или од центри на биогаз (Rutz et al. 2012).

Табела 11: Технологии за сушење и нивни основни карактеристики (Извор: Rutz et al. 2012)

Тип на сушална	Карактеристики
Сушални со полнење	Топол воздух струи низ материјалот во хоризонтални или вертикални контејнери, низ силоси, или приколки. Тоа е една од наједноставните сушални каде материјалот не се меша, а исто така е најевтино и најпогодно решение за мали капацитети.
Сушални со полнење и мешање	Топол воздух се пушта низ дуплото дно (со решетки) во производот. Механизмот за мешање, го меша и преместува материјалот.
Сушална на движечка лента	Топол воздух го суши материјалот кој полека се движи заедно со лентата на која е нанесен. Трошоците за инвестирање во ваков тип на сушална се релативно високи.



Слика 47: Контејнер со цевки за топол воздух во централа за биогаз во Минхен, Германија. (Извор: Rutz D.)



Слика 48: Контејнер за сушење дрвен чипс во Минхен, Германија (Извор: Rutz D.).



Слика 49: Сушална на приколка со отпадна топлина од централа на биогаз во Германија (Извор: Rutz D.).



Слика 50: Сушална со мешање инсталирана во централа на биогаз во Германија (Извор: Rutz D.).

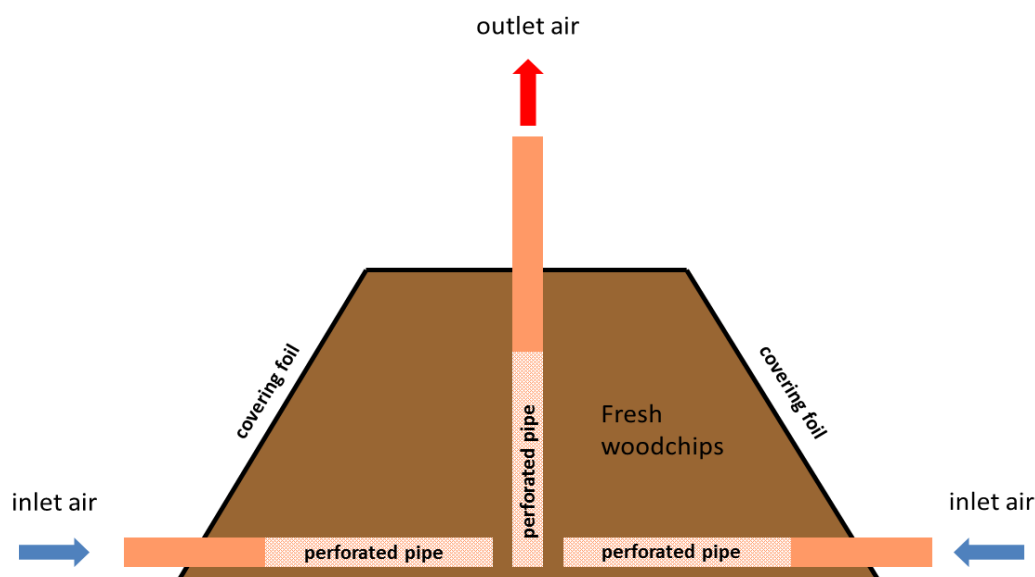


Слика 51: Вентилација во подот на објектот за складирање во Центарот за трговија со биомаса во Ахентал, Германија (види Слика 52) (Извор: Rutz D.).



Слика 52: Идеален објект за складирање на дрвен чипс во Центарот за трговија со биомаса во Ахентал, Германија (Извор: Rutz D.).

Конечно, погоден метод за сушење на дрвен чипс, добиен од КРР, беше развиен и патентиран (PCT/EP2005/009241) од страна на Техничкиот Универзитет во Дрезден, Германија. Системот се базира на принципот на складирање на свежиот и влажен дрвен чипс во купови каде самостојно се загрева. Преку перфорирани цевки со отвори кои се спроведени во долниот дел на купот, се пушта воздух, а преку вертикално поставена цевка како оџак се ослободува топлиот воздух загреан од дрвениот чипс. Ова е ефективен метод на вентилација за сушење без дополнителни вложувања. Содржаната вода, со користење на овој систем може да се намали на 30% за три месеци (Grosse et al.2008). Купот со дрвен чипс може да се направи и во плантажата или на местото каде дрвениот чипс се користи.



Слика 53: Шема за сушење на дрвен чипс во куп со поставена вентилација (Извор: Rutz D.)

- perforated pipe = цевка со отвори
- inlet air = довод на воздух
- outlet air = излез на воздух
- covering foil = фолија за покривање
- fresh woodchips = свеж дрвен чипс

6 Логистика и транспорт

Пред да се почне со проект за КРР, потребно е внимателно да се види кои се потрошувачите и за колкава оддалеченост се работи. Транспортот на дрвен чипс добиен од КРР, колку е можно повеќе, треба да се сведува на минимум, бидејќи подолгиот транспорт има негативно влијание врз ефектот на стакленички гасови и економијата на синџирот на вредности. Најголемата препорачана оддалеченост и избор на најпогоден тип на транспорт за дрвениот чипс, зависи од локалните околности, но најчесто најдобри се следните оддалечености:

- **0-40 km:** сопствени трактори
- **30-90 km:** тешки камиони со капацитет од 70-95 m³
- **>70 km:** возови

Во фазата на планирање, важно е да се согледа оддалеченоста на плантажата од патиштата, заради непречена употреба на тешка механизација и товарни тешки возила. При тоа треба да се почитуваат ограничувањата на патиштата и мостовите за дозволената тежина и висина на употребуваната механизација.

Тежината на дрвен чипс во одреден волумен, зависи од количеството на вода содржана во него, видот на КРР, големината и формата на дрвениот чипс и од соодносот кора/дрво. Еден тон целосно исушен дрвен чипс има волумен околу 6.5 до 7 метри кубни. Во Табела 12 дадена е тежината на неколку видови КРР и останати видови по кубен метар, како и поврзаноста со количеството вода содржано во него.

Табела 12: Тежина по рефус m³ дрвен чипс од KPP видови и останати видови (просечни типични вредности; реалните вредности зависат од неколку фактори!)

Содржина на вода [%]	0	15	20	30	50
Маса [kg]					
Топола (KPP) (густина 353 kg сува материја/цврст m ³)	164	145-174***	181**	203** 167-200***	284**
Врба (KPP) (густина 420 kg сува материја/цврст m ³)	168*	181-217***	181**	208-250***	n.a.
Бреза (KPP) (густина 530 kg сува материја/цврст m ³)	n.a.	177-212***	n.a.	204-245***	n.a.
Багрем (KPP) (густина 750 kg сува материја/цврст m ³)	n.a.	264-317***	n.a.	304-365***	n.a.
Смрека (не е KPP) (густина 379 kg сува материја/цврст m ³)	151	178	189	216	302
Бука (не е KPP) густина 558 kg сува маса/цврст m ³)	222	261	278	317	444

(Извор: CARMEN 2014, * SLL n.d., ** Biomasseverband OÖ n.d., *** ETA Heiztechnik GmbH n.d. (прва вредност за G50, втора вредност за G30), други извори)

На краевите од плантажите треба да се остава простор за манипулација со механизацијата, кој не треба да е засаден со KPP туку со треви кои цветаат, па така се придонесува и кон разубавување на околината. Собраниот материјал може исто така да се складира на овие делови од плантажата, доколку истиот веднаш не се носи до местото на неговото понатамошно користење.

7 Отстранување на KPP

После повеќе години одгледување на плантажа со KPP, поради различни причини, може да се донесе одлука за нејзино прекинување и отстранување. Фармерот може да одлучи дали во иднина земјиштето ќе го обработува, ќе биде ливада или пасиште, или пак ќе го засади со понови видови KPP. Најчесто, прекинувањето на KPP плантажите се случува од страна на фармерите кои предходно не одгледувале KPP и кои се среќаваат со потешкотии во текот на култивирањето. Можноста за да се врати земјиштето во неговата првобитна состојба треба да остане отворена. Подигањето на свеста и размената на знаења и искуства, помага во надминувањето на ваквиот предизвик. Прекинувањето и отстранувањето на KPP плантажа, технички не е тешко, затоа што корењата се релативно плитки иако се повеќегодишни. Постојат неколку методи и чекори кои треба да се преземат за корнење и чистење на KPP плантажата. Изборот на методот ќе се направи во зависност од тоа за што ќе се користи земјиштето во иднина.

За промена во ливада или пасиште, доволно е само чистење, култивирање и сееење на трева на површината. Во некои случаи, ова е доволно и за рекултивирање во ораница. Капацитетот на култиваторот (Слика 54, Слика 55) да ги сече дрвените остатоци на ситни парчиња е доста важен ако е потребно понатамошно обработување на почвата.

Поригорозен метод претставува комбинирањето на механички и хемиски апликации. Кога последната берба ќе заврши, корењата треба да останат и да никнат нови гранки за време на пролетта. Кога гранките ќе пораснат до 30-40cm должина, тогаш може да се аплицира хербицид на целата плантажа. Бидејќи врбата и тополата се осетливи на дејството на хербицидите, младите гранки ќе се исушат. За целосно дејство на хербицидот, потребно е да поминат најмалку две недели после прскањето за тој целосно да се абсорбира и транслоцира. Кога гранките целосно се мртви, корењата може да се исечат со користење на тежок култиватор на длабочина од 5-10cm. Откако корењата целосно ќе се уништат, почвата може да се подготви со тежок и голем диск по должина на редовите при што, се сечат останатите корења без да се извадат на површината на почвата. Едно превртување на корењата во земјата, доволно е за на неа повторно да се посадат нови КРР врба или останати земјоделски култури, без отстранување на корењата од почвата, бидејќи тие немаат негативно влијание врз новозасадените култури.



Слика 54: Култиватор за превртување на останатите корења во почвата, Австрија (Извор: Mergner R.)



Слика 55: Ре-култивирана почва во Австрија (Извор: Mergner R.)

8 Користење на производите од КРР

За време на планирањето и подигањето на плантажа со КРР, циклусот на берба точно е дефиниран, затоа што за различни циклуси на берба потребно е да се постават различни растојанија помеѓу дрвјата во плантажата. Во случај кога растојанието е мало и кога циклусот на берба е помеѓу 2 и 8 години, материјалот кој се бере, најчесто ќе биде дробен во дрвен чипс кој понатаму ќе се користи за различни намени. Доколку циклусот на берба е подолг, тогаш може да се сечат стеблата во трупци (индустриско дрво), а не да се дробат во дрвен чипс заради избегнување на поголеми трошоци. Трупците може да се користат за различни намени во зависност од нивниот квалитет. Ова најповеќе се однесува за топола и еукалиптус, а од врбата КРР не може да порасне стебло со доволна дебелина во еден ротирачки КРР циклус, па затоа не може да се произведуваат трупци од врба. Во овој прирачник не е објаснет процесот на производство на трупци, туку фокусот е ставен на енеретската корист од дрвениот чипс.

8.1 Квалитет на дрвен чипс

Во зависност од намената за која ќе се користи, се бара различен квалитет на дрвениот чипс (Слика 56, Слика 57). Клучните параметри за квалитет на дрвениот чипс се следните:

- **Влага/содржана вода:** Пониско количество содржана вода, повисока грејна вредност.
- **Хомогеност и големина на дрвен чипс:** Димензиите на дрвениот чипс треба да одговараат на системите во кои се употребуваат и да се погодни за ракување.
- **Содржина на фини честички:** овие честички (прашина) се ризични за здравјето.
- **Форма на дрвениот чипс:** парчињата дрвен чипс треба да се остри и мали со цел да се зголеми густината и да се обезбеди непречено снабдување на системот.
- **Потекло:** одржливоста на обработката и системот на управување; колку е поблиско потеклото на дрвениот чипс до крајниот корисник, помали се растојанијата за транспорт и помала е емисијата на CO₂ при транспорт.
- **Содржина на пепел:** пониско содржано количество на пепел, повисок енергетски резултат и најмалото количество на пепел треба да се отстрани.
- **Загадувачи:** дрвениот чипс не трба да содржи нечистотии (земја, камења).
- **Состав:** поголемо количество на дрво а помалку кора, помала содржина на лисја и мали гранки, поголем квалитет како енергетско гориво.

Главен критериум за квалитетот на дрвениот чипс, претставува содржаното количество на вода кое предходно е објаснето во поглавје **Error! Reference source not found.** и **Error! Reference source not found.**. За дрвен чипс добиен од КРР, содржаното количество на вода главно зависи од бербата и бербените практики, логистиката и процедурата за сушење.

Хомогеноста и големината на дрвениот чипс, содржината на честички и формата на дрвениот чипс, главно зависат од опремата за берење и применетите технологии за берба. Од начинот на бербата како и од видот на складирање, зависи содржината на загадувачи во дрвениот чипс. Доколку дрвениот чипс се складира во полето на самата плантажа, ризикот дека ќе содржи повеќе делови од загадувачи е поголем. Составот и содржината на пепел главно зависат од стилот на обработката и засадените видови. Дрвениот чипс добиен од КРР има повисоко количество на пепел ако постојат повеќе гранки и кора отколку дрво и ако стеблата и корените имаат релативно мали дијаметри.

Со цел да се обезбеди квалитет на дрвениот чипс, се користат стандарди. Европскиот комитет за стандардизација (CEN), постави стандарди за својствата на дрвениот чипс, брикети, огревно дрво и пелети, а исто така и за методите на тестирање, правила за конверзија и осигурување на квалитетот. Стандардите беа изменети во 2014 и поставени како меѓународни ISO стандарди (Меѓународна организација за стандардизирање). Следните стандарди се однесуваат за биогорива добиени од дрво:



Слика 56: Висок квалитет (лево) и низок квалитет (средина и десно) (не е од КРР) дрвен чипс во Германија (Извор: Rutz D.)

- ISO 17225-1:2014-09 (former EN 14961-1:2010) Спецификација на гориво и класи – Дел 1: Општи барања
- ISO 17225-2:2014-09 (former EN 14961-2:2011) Спецификација на гориво и класи – Дел 2: оценка за пелети од дрво
- ISO 17225-3:2014-09 (former EN 14961-3:2011) Спецификација на гориво и класи – Дел 3: оценка за брикети од дрво
- ISO 17225-4:2014-09 (former EN 14961-4:2011) Спецификација на гориво и класи – Дел 4: оценка за дрвен чипс
- ISO 17225-5:2014-09 (former EN 14961-5:2011) Спецификација на гориво и класи – Дел 5: оценка за огревно дрво



Слика 57: Свеж дрвен чипс од врба KPP во Шведска (Извор: Rutz D.)

Целта на ISO 17225 сериите е да се обезбедат недвосмислени и чисти принципи за класификација на цврсти биогорива; да служи како алатка за овозможување на ефикасна трговија со биогорива; да обезбеди добро разбирање и доверба помеѓу продавачот и купувачот, како и да послужи како алатка за комуникација со производителите на опрема и механизација. Исто така ги олеснува процедурите за добивање на дозволи од институции и известувања (ISO 2014).

Во Табела 13, даден е пример за изгледот на декларацијата за дрвен чипс од страна на Alakangas (2009), специфицирано според EN 14961-1 нормативни параметри за димензија (P), влага на влажна основа (M), пепел (A), како и информативни параметри за густината (BD), калорична вредност (Q), сулфур (S), азот (N) и хлор (Cl).

Табела 13: Пример на декларација на производ, дрвен чипс (Извор: Alakangas 2009, адаптиран)

EN 14961-1		
Општи податоци	Производител	ЕАА Биогорива
	Локација	Jyväskylä, Финска
	Потекло	1.1.1.1 and 1.1.1.2 (Цело дрво)
	Форма за тргување	Дрвен чипс
	Квантитет (t)	4.00
Нормативна	Димензии	P45A
	Влага, w-%	M35
	Пепел, w-% сув	A1.5
Информативна	Густина, kg/m ³	BD250
	Нето калорична вредност по примање, MJ/kg	Q11.5
	Сулфур, w-% сува база	0.05
	Азот, w-% сува база	N0.3
	Хлор, w-% сува база	Cl0.03

Како што е наведено погоре, при трговијата со дрвен чипс, потребен е ISO стандард со цел купувачот да се информира за квалитетот. Тоа влијае и на висината на цената. Деталите од овој стандард можат да бидат значајни и за сопственикот на плантажата кој користи дрвен чипс и кој се стреми да го подобри квалитетот на дрвениот чипс.

8.2 Опции за употреба на дрвен чипс

Во следната листа се наведени опциите за тоа каде се искористува дрвениот чипс:

- За **мали печки** и системи за греење (помали фарми или неколку домаќинства)
- За **поголеми печки и системи за греење** (за микро централно греење во неколку поврзани домаќинства)
- За **комбинирана топлинска и електрична енергија** (CHP) со дрвен чипс (ORC циклуси, парни турбини)
- За гасификација т.е добивање на гас.
- За **согорување** на дрвен чипс во големи електрани (на база на фосилни горива)
- Како **суровина за био-рафинирачки процеси** (пр. пиролиза, гасификација, печење, биохемиска конверзија етанол, био пластика)
- За натамошно **процесирање во пелети** за различни намени
- За **декоративни апликации**: Како декоративна прекривка во градинарството и одржувањето на парковите, во леглата на животните, како субстрат во производството на печурки, како структурен материјал за био филтри или како покривка за игралишта

Основната употреба на дрвениот чипс, денес во Европа, е главно за греење, за CHP и за согорување. Во поднаслов 8.3 дадени се детали за согорувањето на дрвен чипс и пелети во печки.

Во иднина, побарувачката на дрвен чипс за био-рафинирачки процеси може да се зголемува. KPP плантажите се подигнуваат за производство на така наречената втора генерација на течни биогорива. Горивата добиени од биомаса-до-течност (BtL), се во фаза на развивање. При тоа лигно-целулозната биомаса пр. дрвен чипс од KPP, преку термо-хемиски процес се претвора во синтетичко биогориво.

Малку поразвиена е биохемиската технологија каде лигно-целулозниот материјал се претвора по биолошки пат во шеќери и потоа ферментира во етанол (Слика 58). Етанолот се користи како замена за нафта. Неколку Европски и меѓународни пилот и демонстративни плантажи, интензивно го истражуваат користењето на дрвен чипс за овие процеси, каде фокусот се става на користење на тревна биомаса (како слама, разни треви, итн). Во интегрираните концепти за био-рафинирање, можат да се произведат и други производи како што се лигнин, енергија, топлина, био-пластика, био-хемикалии и сл. Со ова се креира идниот пазар за дрвен чипс добиен од KPP.

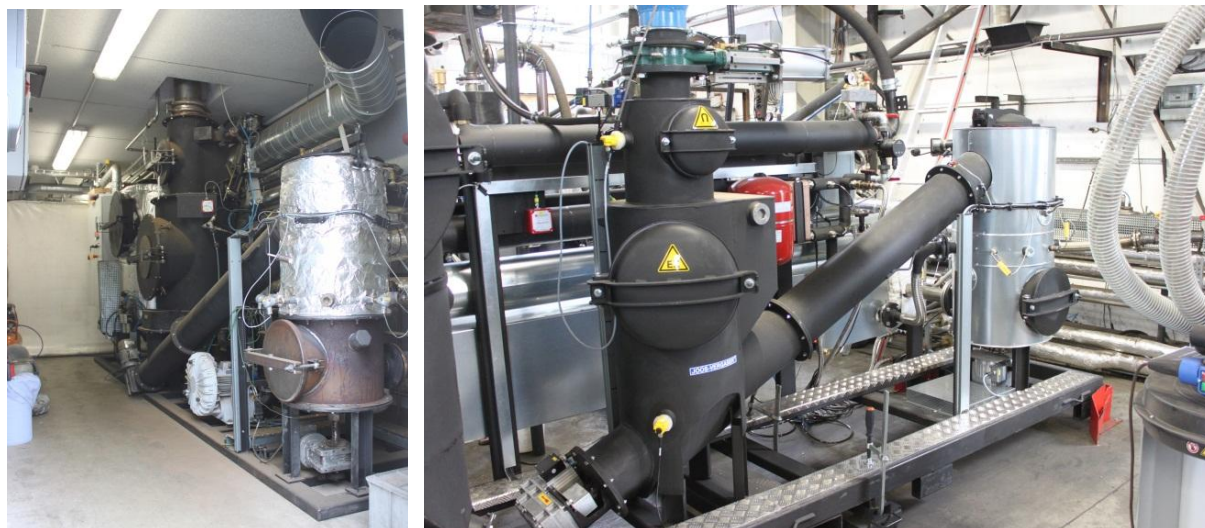
Во помали размери, од дрвениот чипс преку термохемиски процес може да се добие нафта која може да ја замени на пр. нафтата за греење или може понатаму да се обработува. Денес често се применува гасификацијата на дрвен чипс, која е погодна за фармерите и континуирана употреба на гасот за работа на моторите за добивање на електрична енергија (Слика 59).

Во почетната фаза пелетите се произведуваа само од пилевина добиена од пиланите, која се сметаше за отпад (Слика 60). Денес, пелетите се произведуваат од дрво (дрвен чипс) добиен од KPP плантажите. Со цел да се задржи стандардот за квалитет заради поголемото количество на кора во дрвениот чипс добиен од KPP во споредба со оној кој е добиен од шумско дрво, се препорачува да се користи дрвен чипс од плантажи со KPP кои имаат подолги циклуси на берба, заради намалување на односот кора/дрво.

Покрај енергетската корист од дрвениот чипс, тој може да се користи и како декоративна, пејсажна покривка во парковите, покривка во легла на животни (пр. за коњи), како подлога за производство на печурки, како био-филтер (пр. во постројки добивање биогас од отпад) или како материјал за покривање на поголеми површини.



Слика 58: Втора генерација на постројка за етанол, ABENGOA во Шпанија (Извор: Rutz D.)



Слика 59: Мал гасификатор во контејнер (лево) и за време на производство (десно), во компанијата „SpannerRE2“ (Извор: Rutz D.)



Слика 60: Пресување на пелети (лево) и високо-квалитетни пелети (десно) (Извор: Rutz D.)

8.3 Согорување на дрвен чипс и пелети

Согорувањето на дрвен чипс и пелети како основна енергетска пракса се користи за добивање на топлотна енергија (види Рамка 6). Затоа, во следниот опис дадени се основните информации за процесот на согорување. Подетални информации се достапни од Hiegl et al (2011) или Rutz et al. (2006).

Биомасата од растенија е составена од јаглерод(C), водород(H) и кислород (O). Процентот на јаглерод ја определува енергијата ослободена за време на согорувањето (оксидацијата). Водородот содржан во цврстата биомаса дава енергија кога согорува. Заедно со јаглеродот ја определува топлотната вредност на сувото гориво. Кислородот само го поддржува процесот на согорување и нема влијание на енергетскиот состав на горивото.

Горивата од дрво имаат високо количество на јаглерод од 47% до 50%. Количеството на кислород во горивата од дрво е помеѓу 40% и 45%, количеството на водород се движи помеѓу 5% и 7%. Покрај овие три елементи, исто така содржани се и други елементи. Иако се застапени во мали проценти, сепак имаат силни ефекти врз емисијата на штетни гасови. Сулфур, хлор и азот се елементи со најголем ефект врз загадувањето со штетни гасови. Горивата делумно можат да се диференцирани во зависност од емисијата на релевантни компоненти.

Енергијата од одредена маса се изразува во пониски и повисоки грејни вредности (види Рамка 7) како што е дадено во Табела14. За дрвен чипс, најчесто се корист енергетски состав по одреден волумен - по кубен метар. Соодветен пример е даден во Табела 15. Зависно од типот на дрвото, големината на дрвениот чипс и влагата, кубен метар од дрвен чипс изнесува околу 200 – 300 kg. Бојлерите (котли) за согорување на дрвен чипс (Слика 61, Слика 62) се користат за системите за греење почнувајќи од околу 20 kW. За помалите грејни системи се користат и котли за согорување на пелети. Греењето со дрвен чипс најекономично е само за поголеми домаќинства, фарми, неколку домаќинства или за помали села. Греењето со пелети најчесто се користи за едно или неколку домаќинства.

Технологијата за греење со дрвен чипс и пелети е развиена и практикувана од многу произведувачи. Таа се состои од бункер за складирање, систем за хранење, котел за биомаса, издувен систем и систем за дистрибуција на топлината (често вклучен и тампон резервар).

Инвестицијата во котел за дрвен чипс или за пелети, често е повисока од инвестицијата во котел за фосилно гориво, но често трошоците за гориво се пониски, па за долгорочен период поекономични се котлите на дрвен чипс и пелети.

Рамка 6: Зошто биомасата е обновлива?

Во процесот на согорување најповеќе се ослободува јаглерод диоксид (CO_2), кој претставува стакленички гас што придонесува за глобалното затоплување. Овој гас се ослободува при согорување на фосилни горива (пр. лигнит, камен јаглен, нафта, природни гасови), но и при согорување на биомаса. Разликата се состои во тоа што биомасата го отстранува CO_2 од атмосферата за време на растењето (процесот на фотосинтеза). Во плантажите со КРР, фотосинтезата се врши во период од на пр. 4-6 години додека растат, а откако ќе се исечат циклусот на ротација се повторува со нивното повторно никнување, па затоа биомасата од КРР е обновлива и помага да се заштити климата.

Но сеуште, биомасата како извор на енергија не е комплетно 'CO₂-неутрална', заради тоа што сеуште се употребува опрема и механизација за бербa и транспорт која работи со фосилни горива. За новите КРР плантажи, треба да се земе во предвид влијанието од промената на намената за која ќе се користи земјиштето, при што тоа може да е негативно или позитивно за ослободување или акумулирање на јаглерод во почвата. Во споредба со едногодишните култури, акумулацијата на јаглерод во КРР плантажите е повисока и има позитивен ефект на ублажувањето на климатските промени.

Рамка 7: Која е разликата помеѓу пониската и повисоката грејна вредност?

Грејната вредност претставува важна информација за својсвата на горивото. **Ниска грејна вредност (LHV)** (нето калорична вредност (LCV)) го покажува количеството топлина кое се ослободува со целосно согорување (оксидација) на биомасата. Оваа вредност не ја вклучува топлината од кондензацијата (топлината од испарувањето) на водена пареа содржана во ослободените гасови. Значи, грејната вредност се намалува со зголемување на содржината на вода во биомасата.

Високата грејна вредност (HHV) (калорична вредност, вкупната вредност на топлотна енергија, највисоката топлотна вредност (H_o), вкупната калорична вредност (GCV), највисоката калорична вредност (HCV)) зависи од враќањето на сите продукти од согорувањето назад до температурата од пред согорувањето. За биомасата HHV се движи во просек од 6 % (кора), 7 % (дрво) од 7.5 % (земјоделски производ) над LHV (Табела 14).

Горенаведеното важи само за цврсти горива во апсолутно сува состојба, без вода (wf). За влажна биомаса ова несовпаѓање се зголемува. Во Табела 15 дадени се вредности за КРР врба и топола, споредени со други горива.

Табела14: Карактеристики на согорување на цврси горива (Hiegl et al. 2011) (просечни/типични вредности; реалните вредности зависат од неколку фактори!)

Тип на гориво	LHV [MJ/kg]	HHV [MJ/kg]	Количество на пепел [%]	Пепел, точка на омекнување [°C]
Дрво од топола	18.5	19.8	1.8	1,335
Дрво од врба	18.4	19.7	2.0	1,283
Дво од бука	18.4	19.7	0.5	/
Смрека	18.8	20.2	0.6	1,426
Кора (зимзелена)	19.2	20.4	3.8	1,440
слама	17.2	18.5	5.7	998
жито	17.0	18.4	2.7	687
Камен јаглен	29.7	/	8.3	1,250
Лигнит	20.6	/	5.1	1,050



Слика 61: Мал систем за греење со дрвен чипс (24-50 kW греев капацитет) со котел (лево), систем за дотур (средина) и склад за дрвен чипс (десно), производител Fröling (Source: Rutz D.)

Табела 15: Преглед на енергетскиот состав на дрвен чипс од КРР и од друго, во зависност од содржаното количество на вода (просечни / типични вредности; реалните вредности зависат од неколку фактори !)

Содржина на вода [%]		0	15	20	30	50
	Единица	Грејна вредност [kWh]				
	kg	5.00	4.15	3.86	3.30	2.16
Топола (густина 353 kg сува материја/ волумен m ³)	Полн m ³	1765	1723	1705	1662	1525
	Насипен m ³	706	689	681	666	610
	kg	4.54*	3.76**	n.a.	2.97**	n.a.
Врба (густина 420 kg сува материја/ волумен m ³)	Полн m ³	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
	Насипен m ³	n.a.	680-810**	n.a.	620-740**	n.a.
	kg	n.a.	4.06**	n.a.	3.23**	n.a.
Бреза (густина 530 kg сува материја/ волумен m ³)	Полн m ³	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
	Насипен m ³	n.a.	720-860**	n.a.	660-790**	n.a.
	kg	n.a.	4.11**	n.a.	3.27**	n.a.
Багрем (густина 750 kg сува материја/ волумен m ³)	Полн m ³	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
	Насипен m ³	n.a.	1,090-1,300**	n.a.	990-1,190**	n.a.
	kg	5.20	4.32	4.02	3.44	2.26
Смрека (густина 379 kg сува материја/ волумен m ³)	Полн m ³	1970	1930	1900	1860	1710
	Насипен m ³	788	770	762	745	685
	kg	5.00	4.15	3.86	3.30	2.16
Бука (густина 558 kg сува материја/ волумен m ³)	Полн m ³	2790	2720	2700	2630	2410
	Насипен m ³	1116	1090	1077	1052	964

Извор: CARMEN 2014, *Verscheure 1998, ** ETA Heiztechnik GmbH n.d. (Првата вредност на насипен m³ е поврзана со G50, втората со G30, други извори)



Слика 62: Средна големина на систем за греење со дрвен чипс (3,000 kW греен капацитет) со котел (десно) и резервоар (лево) во центарот за биомаса, Ахентал, Германија (Source: Rutz D.)

Системот (ORC) може да се користи за производство и на електрична енергија. Овој систем претставува термодинамички процес кој го придвижува генераторот за производство на електрична енергија. Во споредба со останати CHP системи, како системот за гасификација на пример (Слика 63), ORC процесот обично се користи на многу повисоко ниво.

Дури и на повисоко ниво, дрвениот чипс или индустриските пелети при согорувањето се комбинираат, често со камен јаглен или лигнит. Често генерираат електрична енергија во парни турбини. Овие постројки се користат и за греење на населени области. Комбинирано согорување на дрвен чипс се користи најповеќе во Европа и тоа во Холандија, Велика Британија и Белгија.



Слика 63: ORC систем (1,520 kWel) (Grünfütterertrocknungsgenossenschaft Kirchdorf a.H. eG) во Германија (Source: Rutz D.)

9 КРР и нивното влијание врз животната средина

КРР во споредба со останатите едногодишни земјоделски култури, даваат голем број на позитивни влијанија врз животната средина. Ризикот од појава на негативни влијанија е многу мал. Некои од влијанијата беа опишани во насловот 2.5 и во последователните наслови исто така. Во следните наслови и под наслови, подетално се дадени специфичните влијанија кои исто така се прикажани и во брошурата „Критериуми и препораки за одржливо производство на КРР“ (Dimitriou & Rutz 2014).

9.1 Растителен свет

Растителниот свет го сочинуваат голем број на различни растенија и заедници на растенијата. За растителниот свет голем број на експерименти се реализирани во КРР плантажите, најповеќе во Шведска и Германија, но и во останати држави, при што се идентификувани, квантифицирани и проучени разликите помеѓу КРР плантажите и останатите плантажи, пр. со житарици, пасишта и сл. Како и разликите помеѓу КРР и шумите (Dimitriou et al., 2012a). Во продолжение даден е преглед на резултатите:

- КРР плантажите го зголемуваат растителниот свет во земјоделските области: како дополнителен структурен елемент во околината.
- КРР овозможуваат развој на живеалишта на композиции од различни растителни видови и можат да го зголемат диверзитетот на видовите, посебно во областите каде што има обработливо земјиште и зимзелени шуми.

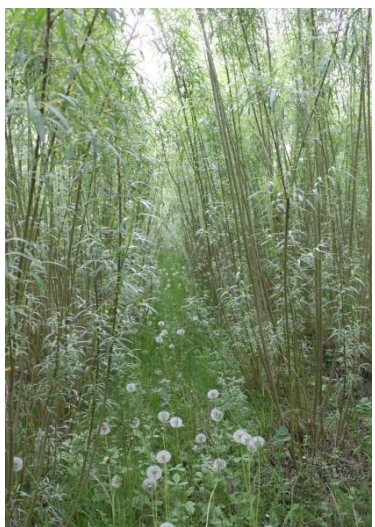
- Композицијата на растителни видови во КРР плантажата е мешавина од видови трева, вегетација која расте во оштетени подрачја и шума.
- КРР плантажите до три пати се побогати со растителни видови отколку обработливите површини, а во некои случаи се побогати и од зимзелените и мешаните шуми



Слика 64: Вегетација во 3 годишна плантажа со топола во пролет во Германија (Извор: Rutz D.)



Слика 65: Вегетација во плантажа со топола во есен во Германија (Извор: Rutz D.)



Слика 66: Вегетација во плантажа со врба КРР, во пролет во Шведска (Извор: Rutz D.)



Слика 67: Плантажа со два различни клона на врба може да придонесе за развој на зголемен број на растителни видови во истата (Извор: Weih M.)

- Придонесот на КРР за разновидноста на растителниот свет на земјоделски површини се менува во текот на времето. Со намалување на зрачењето за ниската вегетација, процентот на шумските видови се зголемува. Затоа засадените видови на дрва, густината, годините на ротација, влијаат на композицијата на видовите.

- Плантажите со врба повеќе се погодни за поддршка на шумските видови отколку плантажите со топола, поради највисокото зрачење и неговите варијации во плантажите со топола.
- Влијанието од новата плантажа со КРР, секогаш зависи од различни фактори и тоа треба да го знае сопственикот на плантажата. Едноставни и ефикасни мерки за зголемување на растителната разновидност може лесно да се спроведат. Тие може да вклучат плантажа со различни видови и клонови, сееење на цветни растенија на краевите од плантажата, засадување на домородни грмушки на граничните делови меѓу повеќе плантажи, оставајќи празни места во плантажата каде може спонтано да р'тат други растенија, итн.

Во продолжение дадени се следниве препораки со цел да се спречат негативните влијанија и да се зголемат позитивните влијанија врз растителниот свет (Demetriou et al., 2012a).

- Подигнување на КРР насади во области со висок еколошки статус треба да се избегнува (на пример области со статус на заштита на природата, области со ретки видови, мочуришта, тресетни подрачја).
- Високата структурна хетерогеност обезбедува погодни живеалишта за различни растенијата и со тоа се зголемува различноста. Високата структурна разновидност во една плантажа со КРР, може да се постигне преку (1) садење на различни видови на дрвја и клонови и со (2) берба на плантажата во различни периоди, така што дрвјата би имале различна старост и различна ротација во една област.
- Рабовите на плантажите со КРР се одликуваат со голема разновидност на бројни видови. Засадувањето на неколку помали плантажи со КРР наместо една голема е повеќе препорачливо поради тоа што помалите насади имаат подолги рабови заедно отколку поголемите. Ако тоа не е можно, садењето на долги правоаголни насади може да обезбеди повеќе бенефиции со оглед на зголемената растителна разновидност.
- Зголемување на шумските видови може да се постигне со намалување на зрачењето врз вегетацијата. Ова може да се постигне во текот на долги периоди на ротација, со висока густина на растенијата и садење врба наместо топола. Друга можност е усогласување при садењето на редови во правец исток-запад со цел да се намали зрачењето кое достигнува на земјата со засенување на засадените култури.
- Рабовите на насадите треба да овозможат полесно извршување на бербата па затоа треба да бидат што е можно пошироки. Циклусите на косење треба да се прилагодат со цел да се зголемат бенефициите на животната средина.
- Составот на видовите во плантажите со КРР е под влијание на зрачењата (види погоре) и својствата на почвата. Висок квалитет на хумус и достапноста на растенијата до хранливи материи го поддржува азотот како индикатор. Зголемувањето на киселоста на почвата, е индикатор за кисела реакција на почвата .
- Пропорциите на покриеност со видови во плантажите со КРР се повеќе хетерогени и повисоки отколку во обработливо земјиште.
- Колку е поразлична околината, толку е помала пропорцијата на видовите КРР во плантажите со бројот на видови во околината (гама разновидност, вкупната разновидност на видовите во околината).
- Колку е повисок бројот на типовите на живеалишта повисока е гама разновидноста.

- Составот на резервите на семе во почвата има мало влијание врз вегетацијата на КРР и ова влијание се намалува со зголемување на животниот век на насадите со КРР.



Слика 68: Работ на плантажа со врба кој граничи со зимски посев со жито; зголемениот растителен свет е забележлив (Извор: Nordh N-E.)

9.2 Животински свет

Животинскиот свет претставува разновидност или мноштво од животни и животински заедници. Исто како за растителниот свет, така и за животинскиот свет собрани се и анализирани се растенија и растителни заедници.

Плантажа со КРР врба во Шведска е добро позната за привлекување на животни како елени. Голем број на плантажи со КРР во Шведска се подигнати за ловење. Забележани се и диви свињи кои бараат живеалишта во земјоделски области, што покажува дека во КРР плантажите се зголемува бројот на цицачи.

Елените и зајците можат да направат и штети во КРР плантажите, така што некогаш нивниот зголемен број може негативно да влијае, па дури и да се уништи плантажата. Бројот на зајците може повеќе да се намали ако засадувањето на КРР стане широко распространето, затоа што овој вид сака да живее во мешана земјоделска околина а не во густо засадени предели.



Слика 69: Зајак во плантажа со КРР врба. Во некои области, различни цицачи можат да направат поголеми оштетувања на КРР. Заградувањето на плантажите не е препорачливо поради зголемување на трошоците. (Извор: Dimitriou I.)



Слика 70: Срна која влегува во плантажа со КРР врба. Плантажите со КРР ги привлекуваат цицачите во нив, каде им нудат прибежиште и храна. (Извор: Nordh N-E.)

Постојат повеќе дискусии за порастот на бројот на птици во КРР плантажите и нивната околина. Во продолжение се наведени најважните објаснувања од извршените соодветни истражувања (Dimitriou et al., 2012a).

- Општо гледано, КРР плантажите се побогати со разновиден птичји свет во споредба со останатите обработливи површини.
- Во КРР плантажите, застапени се многу видови на птици кои тука се размножуваат и кои не се загрозени.
- Загрозени можат да бидат мал број на птици и тоа оние птици кои се во млади плантажи со КРР или кои се размножуваат на краевите од плантажите.
- Погодноста на КРР како живеалишта за размножување на птици во голема мерка зависи од староста и структурата на плантажата, дали е посадена со врба или топола. Од различните старосни класи на КРР, зависи и тоа кои видови на птици ќе се најприсутни.
- Со растењето на плантажата и составот на видовите на птици во неа се менува. Најпрво се застапени птици кои живеат на отворени површини, потоа птици кои се гнездат во грмушки и на крај птици кои живеат во шумски живеалишта.
- Најбројни и најповеќе птици се забележани во 2-5 годишни нискостеблести плантажи.
- Разновидноста на птици и нивното изобилство се поврзани и со густината на засадување на плантажите со нискостеблести дрвја и со зголемен број на плевели.
- Различниот број на видови на птици зависи од повеќе фактори како што се оклината, големината на просторот, управувањето и разновидноста на живиот свет. Контекстот на околината има суштинско значење за влијанието на КРР врз разновидноста на видовите птици во земјоделските области.
- Севкупниот ефект на животинската разновидност ќе зависи во голема мера од тоа на која земја се засадени КРР и каква е структурата на околината околу плантажите.

Доколку значителен дел од хомогена и интензивно управувана околина (пр.. 20) е засадена со КРР, тогаш (Dimitriou et al., 2012a):

- ќе има повеќе видови на птици, затоа што КРР овозможуваат нови структурни живеалишта.
- ќе има повеќе видови на птици кои живеат во грмушки, доколку во областите со КРР растат повисоки дрвја (висина на тополи/ врби поголема од >1m).
- не ќе постои квалитативна разлика на земјиштето за птици кои бараат отворени области за нивните живеалишта, за размножување и за хранење.
- ќе има повеќе видови на птици на краевите од плантажите кон отворено поле и на кои им се потребни ниско стеблести дрвја и грмушки
- ќе има повеќе видови на птици во мали необработувани тревни области со високи треви и билки на краевите од КРР плантажите.
- Малку повеќе загрозени видови, заради некои поврзани структури со КРР (пр. висока тревна вегетација) или повисок број на структурни богатства.

Друго позитивно влијание на КРР е влијанието врз разновидноста на без р`бетниците, како што се црви, пајаци, бубачки и пеперутки кои се наоѓаат во плантажите со КРР, во биомасата и во почвата. Зголемувањето на црви во плантажите со КРР во изминативе години е рекордно (споредено со обработливите полиња).

И покрај зголемениот број на животински свет во плантажите со КРР, сепак интензивно обработуваните не обезбедуваат богат ботанички свет како и живеалишта и заштита за без р`бетниците. Појавата на без р`бетниците е поттикната и од ниската употреба на пестициди при практиките на обработка на КРР.



Слика 71: Кула за набљудување поставена на меѓа од плантажа со врба како живеалиште за птици и за животни. Некои видови на птици најповеќе се вгнездени на краевите од плантажата со КРР. (Извор: Dimitriou I.)



Слика 72: Цвет на врба каде се врши опрашувањето како важен процес во екосистемот (Извор: Nordh N-E., (лево) Rutz D. (десно))

Чувањето на пчели треба да се спомне затоа што пчелите се важен дел во функционирањето на екосистемот. КРР ги овозможуваат следните предности за пчелите, како за питомите, така и за дивите пчели (единки и во рој):

- Бенефит од ниската употреба на хемикалии за разлика од нивното користење кај годишните земјоделски култури.
- Во рана пролет, врбата најпрва дава полен кој е од голема важност за пчелите после презимувањето без нивни активности.
- Смолата од пупките на цветот на тополата и брезата се важен извор на прополис. Прополисот е смолеста смеса која пчелите ја собираат од пупките на дрвјата, течности и останати ботанички извори. Се користи од страна на пчелите како антисептик за одржување на хигиената во кошницата, како и материјал за затворање на несакано настанатите отвори на ѕидовите од кошницата.
- Ниската вегетацијата во плантажата претставува важен извор на нектар.
- Цветот од багрем дава најголемо количество на нектар, со што обезбедува значаен извор на храна за пчелите
- Во повеќето плантажи со КРР се остава простор на краевите за манипулирање со механизацијата за берба. Тој простор може да се посади со домородни диви цвеќиња од кои би се хранеле пчелите.



Слика 73: Широк простор помеѓу две плантажи со врба КРР каде растат и останати видови растителен свет, кој служи и како пролаз за животинскиот свет (Ивор: Nordh N-E.)

За да се превенира негативното влијание и да се зголеми позитивното влијание врз животинскиот свет, во фазата на планирањето за подигање на плантажа со КРР, дадени се следните препораки: (Dimitriou et al., 2012a):

- Каде што е возможно, КРР плантажите треба да се дизајнираат при што да се остави празен простор на краевите
- Треба да се засадуваат различни сорти и клонови.
- Треба да се практикува берба по парцели со различна старост на дрвјата.
- Големите парцели со КРР треба да се разделат со празен дел или пролаз.
- Каде што е возможно, посебно во плантажи со врба, треба да се практикува засадување на хибриди од врба (*Salix* sp.) кои имаат различен интервал на цветање.
- Користењето на пестициди треба да се избегнува колку што е можно повеќе. Со помош на биолошки мерки може да се спречи ризикот од штетници.
- Еден процент од областа со КРР плантажи треба да се остави за мали живеалишта како што е тревната површина.
- Нови плантажи со КРР не треба да се подигнуваат во области со висока застапеност на флора и фауна. Такви области се мочуриштата, влажни пасишта, угари и ливади.

9.3 Почва

Една од најголемите предности која ја даваат плантажите со КРР кои се засадени на земјоделско земјиште како замена за едногодишните култури, претставува позитивниот ефект врз квалитетот на почвата. Во продолжение се наброени предностите од плантажите со КРР кои се подигнати пред неколку години на земјоделско земјиште (преку 15 години) (Dimitriou et al., 2012b).

- Складирањето на јаглерод (C) во почвата под насадите со КРР е поголемо во споредба со складирањето под конвенционалните земјоделски култури како што се житните култури или одржуваниите пасишта.
- Стабилноста на органските материи во почвата е повисока под насадите со КРР во споредба со конвенционалните земјоделски култури. Во насадите со КРР се поддржува врзувањето на јаглеродот C во почвата.
- Ерозијата на почвата е значително помала кај насадите со КРР во споредба со конвенционалните земјоделски култури.
- Вкупното содржано количество на азот во почвата е повисоко. Пропорционалната достапност на азотот за раст на плантажата е пониска поради зголемениот сооднос C/N на органските материи кај насадите со КРР во споредба со конвенционалните земјоделски култури.
- Достапноста до фосфор е пониска во насадите со КРР во споредба со онаа кај конвенционалните земјоделски култури.
- Густината на насадите е повисока во насадите со КРР во споредба со онаа кај конвенционалните земјоделски култури.
- рН вредноста на почвата може да биде малку пониска во насадите со КРР во споредба со онаа кај конвенционалните земјоделски култури.
- Микробиолошката активност е пониска пред да се створи нова биомаса (лисја, корења). Ова придонесува за поголема акумулација на органски материи во споредба со онаа кај конвенционалните земјоделски култури.

- Концентрацијата на кадмиум (Cd) во почвата под КРР е пониска споредено со концентрацијата кај конвенционалните земјоделски култури.



Слика 74: Стебло на три годишно дрво од топола, клон Мах3, сликано во Март во Германија: лисјата испаднати од предходната сезона, сеуште ја покриваат почвата (Извор: Rutz D.)

Набивањето на почвата може да биде пониско отколку кај другите култури доколку бербата се извршува во зимскиот период од годината кога земјата е замрзната и кога побарувачката за дрво за греење е најголема. Под тополата, врбата, брезата и еукалиптусот се развива повеќе микориза или габични организми кои придонесуваат за кружно движење на хранливите материи.

КРР може да се искористат за фиторемедијација на загадена почва. Фиторемедијацијата претставува третман на контаминирана почва (пр. со тешки метали, пестициди, растворувачи) преку растенијата, без копање и пренесување на земјата на друго место. Посебно некои врсти на врба имаат капацитет да ги апсорбираат тешките метали.



Слика 75: Плантажи со КРР врба (во позадина) покрај изорана плодна почва (сликано во есен). Почвата во плантажите со КРР не е многу обработувана и затоа тука јаглеродот е застапен во поголема количина отколку во почвата засадена со останати земјоделски култури. (Извор: Nordh N-E.)

Со цел да се спречат негативните влијанија и да се зголеми позитивниот ефект врз почвата, при планирање на подигање на КРР плантажи, треба да се следат следните препораки:

- КРР може да се одгледуваат на почва со низок состав на органски материи со цел да се зголемат количините на хранливи материи а со тоа и складирањето на јаглерод С во почвата.
- КРР може да се одгледуваат во ерозивни области (ветровити или почвени), пр. да се намали загубата на горниот плоден дел од почвата богат со хранливи материи.
- Примена на остатоци од милта за рециклирање на хранливи материи во плантажите со КРР, бидејќи КРР може да придонесат кон спречување на загубата на хранливите материи, а исто така има капацитет ефикасно да ги извлече тешките метали од почвата.
- КРР треба да се користат за ремедијација, односно санирање на почва со зголемена концентрација на кадмиум предизвикана од на пр. долгогодишно користење на ѓубрива, хемикалии и други извори на загадување.
- Плантажи со КРР треба да се подигаат на иста локација за најмалку три циклуси на сечење за да се постигне квалитетен напредок во подобрување на почвата и нејзините карактеристики во однос на складирање на јаглерод С и повлекување на кадмиумот.
- КРР треба да се берат во зима кога температурите се ниски и кога почвата е замрзната со цел да се избегне натапување или набивање на почвата.

9.4 Вода

Кога се врши истражување на влијанието на KPP врз водата, испитувањата се фокусирани главно на истекувањето на хранливите материи во подземните води. Очекуваното влијание обично е позитивно. Но, во некои области во летен период водата е во недостиг и таму влијанието поретко може да биде и негативно. Подетални заклучоци од направените експерименти во плантажите со KPP во однос на квалитетот и квантитетот на водата се дадени во продолжение (Dimitriou et al. (2012c):

- Истекувањето на $\text{NO}_3\text{-N}$ во подземните води е значително помало кај KPP културите отколку кај традиционалните земјоделски култури.
- Истекувањето на $\text{PO}_4\text{-P}$ во подземните води е скоро исто или во некои случаи малку повисоко кај KPP од останатите земјоделски култури.
- Малку поголемо истекување на $\text{PO}_4\text{-P}$ во подземните води не е во корелација со нанесување на отпадната мил во плантажите со KPP.
- Како заштитни појаси, KPP се ефикасни во намалувањето на дифузното загадување со пестициди.
- Значително помалку подземна вода се исцедува во насад со врба отколку во ливада, но во област со 20% KPP, негативното влијание врз нивото на водата е умерено.
- Бербата на плантажа со KPP врба, води кон поголемо надополнување на количината на подземна вода во првата година од растот после бербата, затоа што при испарувањето и следењето загубата на вода е помала.

Следните препораки треба да се земат во предвид при изборот на локацијата и планирање на резултатот при подигање на плантажа со KPP, така да се избегнат негативни влијанија, а да се зголемат позитивните врз водата:

- KPP може да се одгледуваат на полиња лоцирани блиску до извори на азот N (пр. фарма за животни, N чувствителни зони, постројки за третирање на отпадна вода и сл.) за да се намали одливот на азот N во соседни водни тела.
- KPP треба да се одгледуваат во области каде има ниско ниво на подземна вода (области кои се потенцијални да бидат поплавувани и области покрај водни тела кои може да се прелијат и да поплават).
- Примената на цврст комунален отпад како што е милта за рециклирање на хранливите материи, нема негативен ефект врз квалитетот на водата и затоа оваа активност треба да се поттикнува за почесто да се применува.
- Повеќе бројните берби водат кон повисок просек и надополнување на подземните води, па затоа треба да се преземаат мерки за спречување на намалување на подземните води.

9.5 Употреба на пепел и отпадна мил како ѓубриво

KPP не се прехранбени и не се фуражни култури одгледувани на земјоделско земјиште. Затоа може да послужи како решение за третирање на милта од пречистителните станици и нејзино нанесување на плантажите бидејќи ризикот од директна контаминација на синџирот на исхрана е минимален. Овој метод е во согласност со политичките одлуки во Европа и го поттикнува рециклирањето на фосфорот (кој е краен извор) и азотот во земјоделството. Исто така, придонесува за зголемување на јаглеродот во земјоделската почва. Отпадната мил содржи хранливи материи но и тешки метали. Затоа кога милта се користи во плантажите треба да се

контролира содржината на тешки метали содржани во неа. Милта која се внесува во почвено–растителниот систем, треба да биде строго контролирана со цел да се избегне акумулација на тешки метали во земјата и нејзино загадување, а доколку подоцна се засадуваат земјоделски култури за исхрана на истото земјиште и тие ќе се загадат. Постои регулатива во сите земји на ЕУ која ја одредува вкупната количина на мил која се аплицира и дозволеното количество на тешки метали во почвата после нанесувањето на милта. Овие регулативи се различни од држава во држава, па затоа потребно е фармерите да се консултираат со надлежните локални агенции за заштита.

Отпадната мил не претставува балансирано ѓубриво во однос на хранливите состојки, бидејќи содржи некое количество на азот (органиски врзан), како и високо количество на фосфор и мало количество на калиум. Поради тоа, милта се меша со пепел и се нанесува во плантажите со КРР кога пепелта од дрво е достапна за употреба (Dimitriou et.al.2006).

Пепелта од дрво содржи високо количество на калиум, многу мало количество на фосфор и воопшто не содржи азот. Ова повеќе избалансирано ѓубриво го заменува конвенционалното неорганиско ѓубриво во КРР, иако во некои случаи може да се дополни азот доколку постои потреба. Акумулацијата на тешки метали и фосфор во мешавината од мил и пепел може да се намали преку растенијата. Во бербата оние гранки кои содржат тешки метали се отстрануваат од системот и се спалуваат. Пепелта добиена од согорувањето содржи „подна“ пепел со ниска концентрација на тешки метали и „летечка“ пепел со висока концентрација. Само „подна“ пепел повторно се нанесува во плантажите со КРР. „Летечката“ пепел се фрла на безбедно определени места и на тој начин се отстранува од системот.

Отпадната мил и пепелта како мешавина се нанесуваат во плантажите со КРР за време на подигнувањето на истите и после секоја берба – со други зборови, на секои три до пет години – со цел да се надополнат хранливи материји кои се губат со бербата. Во пракса, количествата од оваа мешавина кои се нанесуваат во плантажите се прилагодени до максимумот на фосфор кој е дозволен (тие обично се рестриктивни, пр. во Шведска се еднакви на 22 до 35 kg фосфор по хектар, годишно).

Кадмиумот е еден од најштетните метали за човечкото здравје. Врбата е способна да повлече и апсорбира високо количество на кадмиум во нејзините гранки. Тие се берат на секои три до четири години, неколку пати, зависно од животниот век на плантажата со КРР (Dimitriou and Aronsson, 2005). Кога добиената биомаса се согорува, кадмиумот и останатите тешки метали ќе останат во различни фракции на пепелта. Со тоа се овозможува сепарирање или одделување на тешките метали од пепелта која понатаму ќе се користи како ѓубриво. Бидејќи овој процес обично не се плаќа, најчесто се случува целата пепел да се исфрли во депонии.



Слика 76: Растурање на отпадна мил (овде измешана со пепел од дрво) е вообичаена пракса во Шведска. (Извор: Dimitriou I.)

9.6 *Агро-шумски системи*

Агро-шумарство е систем за управување со земјиштето во кој дрвјата, во овој случај КРР видовите се одгледуваат околу или меѓу култури или пасишта. Тоа е комбинација на технологии од земјоделството и шумарството со цел да се создадат повеќе различни, продуктивни, профитабилни, здрави и одржливи системи за користење на земјиштето .

Можности за агро-шумарски системи со КРР постојат особено во многу големи области со висок ризик од ерозија на почвата. Истражувањата покажаа дека плантажа со КРР има позитивен ефект врз микроклимата. Дури и зголемените сенки во лето имаат позитивно влијание врз производството и приносите на пченица и семе од репка кои се посеани до полето со КРР (Слика 72).

Исто така, постојат примери во кои агро-шумарство со КРР вклучува и одгледување на живина. Особено во тропските предели, агро-шумарство е корисно за подобрување на квалитетот на почвата и на тој начин, безбедноста на храна и хранливите материји за малите земјоделци (Kaufmann et al. n.d.).



Слика 77: Агро-шумски систем на поле од 40 ha во Дорнбург, Германија: Појасите со топола КРР се користат за ублажување на ветрот и позитивно влијаат на микроклимата на ова големо поле. Предходно, овие 40 ha се користеле за едногодишни култури. (Извор: Rutz D.)

10 Економија на КРР

Пресметките кои се однесуваат на економијата на КРР значително се разликуваат и постојат многу случаи каде што КРР се покажаа како добар бизнис за земјоделецот, но исто така има и случаи каде што економијата на КРР не се докажало дека е профитабилна. Тоа е така затоа што економијата зависи од повеќе фактори кои пак зависат од областа. Ваквите фактори се однесуваат на трошоците за управување со КРР, кои може да варираат од земја до земја, или меѓу области во една иста земја, па дури и меѓу фарми во иста земја, но се однесуваат и на добивката бидејќи цените за продажба на биомаса од дрво може да се разликува од место до место, а секако и од земја до земја.

Особено продажната цена на дрвото зависи од цените на другите извори на енергија во една земја или област, а исто така може да се разликуваат во времето, во зависност од периодот на годината. Кога зборуваме за економијата на КРР, сите овие фактори го прават тешко и ризично генерализирањето. Затоа, во овој дел од прирачникот предвидени се голем број на конкретни примери со економски детали за КРР практиките во повеќе делови на Европа со различно управување, наместо општи пресметки (Dimitriou *et al.*, 2014b).

Притоа, полесно е да се направи споредбата и да може да се споредат вистински факти. За да се овозможи повеќе холистички поглед, позадината со информации за праксата на КРР, управувањето, како и други сродни информации дадени се пред општите економски пресметки со трошоците и добивката.

10.1 Пример1: КРР плантажа со врба во Грасторп, Шведска

Овој пример го претставува одгледувањето на врба КРР на земјоделско земјиште. Дрвениот чипс од врба, како и останати извори за дрво се користат за производство на биоенергија за греење во локалната топлана. На фармата Puckgården (50 ha вкупна големина), 21 ha се посадени со врба КРР за производство на биомаса која понатака се користи за производство на енергија. На остатокот од површината се одгледува овес, пченица, грав и семе од репка. Puckgården е член на локалната асоцијација на 12 одгледувачи на врба на 100 ha. Тие соработуваат во сите аспекти при управувањето со врба: Асоцијацијата прави нарачка за бербата кај претприемачи кои ја вршат таа дејност (каде се плаќа одделно секој учесник врз основа на трошоците за потрошено време на работната сила), нарачува превоз и го продава дрвениот чипс на локалната топлана (DHP). Фармерот исто така дробри и други суровини за биомаса во Puckgården и сето тоа го продава на топланата. Топланата му исплаќа на земјоделците во €/m³ дрвен чипс, што е многу поволно за земјоделците, бидејќи разликите во квалитетот на горивото не се земени во предвид.

Различни плантажи со врбата во Puckgården се подигнале во текот на 1991, 1992 и 1993 година, кога субвенциите за садењето изнесувале 10.000 шведски круни (околу 1.110 евра, 1€ = 9SEK) при што со таа сума, во тоа време, се покриваа сите трошоци за плантажата. За ѓубрење, се користел околу 100kg азот N по хектар во втората година по жетвата. Плантажата, користела и некои отпадни води од локалните фарми, но хранливите материи по хектар сепак биле ниски.

Врбите се собираат секоја 4-та година, во рана пролет (март), кога почвата се уште е замрзната. Бербата се врши со Claas Jaguar машина за директно дробење од страна на локален претприемач. Производството на биомаса варира меѓу 8 и 10,7 t DM/ha/годишно. Дрвениот чипс од врба се чува во купови околу 1 месец настрана во полињата, пред да се транспортира и продава во локалната топлана во Грасторп. Топланата DHP има капацитет од 3,5 MW мегавати и е 40% во сопственост на општината, а 60% од Lantmännen (земјоделската заедница во сопственост на голем дел од активните земјоделци во Шведска). Топланата DHP ги обезбедува со топлотна енергија општинските згради во општината Грасторп (со население од околу 5641 жител) и приватните станови во областа. Во период од 6 месеци котелот на топланата користи само дрвен чипс од врба (остатокот од годината користи дрвен чипс од останати шумски дрва). Дрвениот чипс треба да се чува 1 месец во Puckgården за да се суши со цел да биде прифатлив во топланата.

Во продолжение, во Табела 16, презентирани се пресметки за трошоците за производство и приход во €/ha/yr (евро по хектар, годишно) за нивото на цените во 2011 година. Еденечни исплати по фарма не се вклучени. Трошоци поврзани со садењето (пр. опрема за садење, сечење и трошоци за работна сила) се вклучени и изнесуваат околу 1110 €/ha. Субвенциите за садење изнесуваат околу 1.110 €/ha и исто така се вклучени во Табела 16.

Табела 16: Трошоци за производство, приход и добивка изразено во €/ha/yr за плантажи со врба во Puckgården.

Трошоци (€/ha/yr)	
Ѓубрење	38
Надгледување/одржување	22
Берба	139
Транспорт	105
Општи трошоци	55
Каматна стапка	11
Вкупно	370
Приход (€/ha/yr)	
Чипс	864
Вкупно	864
Добивка (€/ha/yr)	494

* Калкулациите се направени со користење на девизен курс 1 € = 9 шведски круни и за плантажа со врба со 4 годишен циклус на сечење во петтиот циклус на сечење

** Сите трошоци се вклучени, освен трошоците за сопственоста на земјиштето

*** Трошоците за администрација, телефон и патните трошоци, вклучени се во "Општи трошоци"

Ако има пониско производство и повисоки трошоци, како резултат на почетните циклуси на сечење, пресметките за плантажа со врба се дадени во Табела 17.

Табела 17: Пресметки за остварена добивка на плантажа со врба во Puckgården во текот на 5 циклус на сечење на секои 4-години, но, исто така, кога сите циклуси на сечење се земени во предвид (вклучувајќи го и помалку продуктивниот, првиот циклус на сечење).

	Производство на биомаса (t/ha/yr)	Цена на чипсот (€/t DM)	Трошоци за производство (€/t DM)	Субвенции за садење (€/ha/yr)	Добивка (€/ha/yr)
5^{ти} циклус на берба	9.5	91	38.5		494
Сите циклуси на берба	8.8	91	52	50.5	392

* Калкулациите се направени со користење на девизен курс 1 € = 9 шведски круни и за плантажа со врба со 4 годишен циклус на сечење, во петтиот циклус на сечење

** Сите трошоци се вклучени, освен трошоците за сопственоста на земјиштето

10.2 Пример 2: KPP врба во SIA ECOMARK, Латвија

Овој пример го опишува производството на дрвен чипс од плантажа со врба KPP подигната на напуштено земјиште и производство од други достапни извори на дрво во Латвија. Побарувачката за квалитетен дрвен чипс, брикети и пелети за производство на топлотна енергија и/или електрична енергија, како и дрвен материјал за градба, е од поголема важност во Латвија. Ова се главните причини за start-up компании кои одгледуваат врба на земјоделски земјишта во Латвија. Главната цел на овие компании е да ги користат обновливите извори на енергија и продаваат суровина за производство на топлина и електрична енергија со брзорастечки видови кои се одгледуваат на напуштено земјоделско земјиште и нивно конвертирање во продуктивни KPP плантажи. Компанијата Sia Ecomark има договор со шведската компанија Salixenergy AB да произведуваат и продаваат саден материјал во Латвија од новоформираните плантажи. Едногодишните гранки се користат за производство на исечоци како саден материјал за новоформираните насади. Од 2012 година, компанијата има две машини за садење во двоен ред за подигање на нови насади, со што се независни од давателите на услуги за садење.

Овој бизнис потекнува од мала плантажа со врба што беше подигната за демонстрација и за учење преку одгледување на врба на земјоделските почви. Почетната плантажа беше посадена со најдобрите достапни клонови од врба во тоа време, шведскиот клон Тора и Torhild, но исто така и со материјал од Литванија и Унгарија. Унгарскиот Salix alba клон може да опстане на латвиски услови, но нивните гранки во зима страдаат од оштетување од мразот во текот на сите години од 2008 до сега. Првичната идеја да се одгледуваат нискостеблести дрвја како земјоделски култури за производство на енергија од дрво, како инспирација доаѓа од Шведска. Во почетниот период, земјоделското земјиште претставувало евтин и поволен економски ресурс (500-700 €/ha). Во текот на последните години цената на земјата станувала поскапа и во моментов, дури и напуштените површини, достапни се за суми до 1,000 €. Компанијата, исто така се занимава со подобрување на земјиштата со отстранување на природно воспоставените листопадни шуми кои се користат за производство на чипс. Во текот на последниот квартал на 2012 година, SIA Ecomark започнаа со производство на дрвен чипс. SIA Ecomark, планира да користи индустриска дробилка за остварено производство од околу 7.000м³ месечно. Дрвен чипс е произведен од различен материјал достапен на пазарот: чипс од земјоделски и шумски остатоци, пилани, огревно дрво, грмушки од напуштено земјоделско земјиште. Купувачите исто така можат да купат услуги за дробење од компанијата. Плантажата со врба подигната во пролетта 2012 година ќе биде готова за берба во текот на зимата во 2014-2015 година.

Реалните трошоци (за 2013 година) за различни чекори во управувањето на оваа студија на случај се прикажани подолу. Треба да се земе во прдвид дека компанијата се уште не извршила берба во насадите со врба, поради што нема податоци за активностите на ова управување.

- Цена за лиценциран саден материјал: 0.065 €/резница или 0.325 €/m (трошоци по ha еднакво на 780-975 €);
- Подготовка на почва: 230-360 €/ha (вклучувајќи и прскање со хемиски средства, орање, отстранување на корења од прдходни дрвја, отстранување на камења рамнење пред засадување);
- садење: 215 €/ha;
- механичка контрола на плевели: 55 €/ha (еднаш спроведена);
- Контрола на плевели со хербициди (Stomp CS): 80 €/ha.

10.3 Пример 3: Топола КРР во Готинген, Германија

Германскиот производител на котли за греење Viessmann пред неколку години започна со својата програма "Ефикасност плус". Во рамките на оваа програма, главната цел е да ги снабдуваат нивните индустриски објекти со топлина произведена од дрвена биомаса, главно со КРР топола. Котелот на биомаса се храни со дрвен чипс од КРР, која се добива од плантажи на 180 хектари земјоделско земјиште.

Со цел да го обезбеди био-котелот со дрвен чипс, Viessmann воспостави тест компанија /пилот-постројка за закуп или купување на локално земјоделско земјиште со цел да засади КРР. Собствените плантажи со регистрирано потекло, беа собрани во 2007 година, а во мај 2008 година суровината се искористи за садење на првите 130 хектари топола КРР. Покрај тоа, други видови КРР како Paulownia, Igniscum, Salix и други, беа засадени во други помали области. Плантажите со КРР биле собрани во 2009/10 за првпат и произведениот дрвен чипс се искористил за загревање на фабриката Viessmann.

Оваа КРР плантажа на инженеринг компанија за греење Viessmann е еден од најдобрите примери за практики во Германија, поради следниве причини:

- Од почетните фази на проектот, беа вклучени следниве партнери: органи за конзервација на природата, канцеларија за управувањето со водите, локалната власт и општините, администрацијата на земјоделството, локалните земјоделски организации и локалните ловечки друштва.
- На локацијата во Allendorf и плантажата со КРР, соодветно беа спроведени неколку истражувачки проекти, а на некои се уште се работи, како што се "ELKE", "ProLoc II" и "Naturschutzfachliche Anforderungen an KUP". Со овие се обезбедуваат аспекти на одржливоста на КРР во Германија.
- Проектот беше награден со неколку награди, како што е наградата на Германија за одржливост (2009, 2011), награда за енергетска ефикасност 2010 година и Светската награда за енергетика глобус 2012 година.

Првите садници беа засадени во 2008 година, но не постојат податоци за густината (на пр. садници по хектар) и бројот на садници. Ова се должи на фактот дека за секоја плантажа, беше развиен посебен план. Некои климатски податоци за Allendorf се прикажани подолу:

- Надморска висина: 250 – 708 m
- Почва: Песоклива
- Средна годишна температура: 6.5 – 8.5 °C

Земајќи го во предвид фактот дека Viessmann произведува системи за греење, како што се котли за дрво, плантажите со КРР совршено се вклопуваат во синџирот за биоенергија на Allendorf. Покрај тоа, со користење на биомасата од КРР во постојните синџири за биоенергија е идеално и го намалува притисокот за зголемување на дрвена биомаса од шуми, кои повеќе служат за рекреативни и слични намени во оваа област. Сепак, некои нови техники треба да се подобрат, главно оние кои се однесуваат на бербата и на квалитетот на дрвен чипс кој треба да се произведува. Пресметката е направена врз основа на практиките на бербата кои се применуваат во Allendorf. Резултатите од оваа пресметка се прикажани во Табела 18, заедно со некои претпоставки кои исто така се наведени.

Табела 18: Преглед на пресметаните трошоци и приходи (во €) на плантажа КРР во Allendorf
(Извор: von Harling и Viessmann, 2009)

Трошоци / приходни категории	Трошоци	Приходи*	Коментари
Резници	1,650		11,000 резници по хектар
Резници (сопствено производство)	0		
Хербицид во есен (хемиска заштита)	20		Цена / резница 0.08-0.23 €/парче (0.15 €/парче)
Прскање со хемиски средства	22		
Есенско орање	94		Прскање (есен): 5 l/ha
Хербициди, пролет (хемиска заштита)	12		Прскање (пролет): 3 l/ha
Прскање со хемиски средства	22		
гребење, пролет	47		
Трошоци за садење и средување	1,100		
Мулчирање во рана пролет	33		
Трошоци за берба	7,500		Дробилка 15 €/t Транспорт 10 €/t
Финансиски извештаи и даноци	2,071		
Придонеси за вработени	1,036		
Консултации	31		
Лични трошоци Viessmann	3,000		
Реконверзација (1,000 €/ha)	1,000		
Продавање на дрвен чипс на Viessmann		19,500	Продажна цена (дрвен чипс): 65 €/t апсолутно исушен
Субвенции		571	
Примања од имот (закуп на ливади и пасишта)		166	
Бонус (енергетски култури)		300	
Примања од продавање на резници од сопствено производство		0	
Биланс	-4,000	6,899	2,899

* Претпоставка: 30 години користење (берба на секоја 3-та година)

10.4 Пример 4: Врба КРР во Бретања, Франција

100 ха со врба беа засадени во Бретања, од 2004 до 2007 година, за производство на топлинска енергија, како дел од истражувачкиот проект " ЕУ животна средина". Целта на проектот беше да се засадат КРР во регионот и да се покажат начините за третман на отпадните води. Посебен акцент беше ставен на економската оправданост на проектот, на изнаоѓање на најдобрите културни практики за оваа област и за начините за развој на локалните синџири за производство на топлина.

Спроведени се различни студии со цел да се постават критериуми и да се анализираат резултатите за да може да се применува концептот и во други заинтересирани области. Резултати во проектот Wilwater се презентирани според три различни модели, според главната цел на проектот:

- Цел 1: производство на дрвен чипс за производство на топлинска енергија
- Цел 2: заштита на природните ресурси, наводнување со отпадните води или заштита на сливот со вода за пиење
- Цел 3: разнесување на милта од пречистителните станици

Проектот Wilwater беше започнат со цел да се најде мулти-критериумски пристап за KPP, со цел надминување на економските проблеми поврзани со производство на KPP во Франција. Всушност, насадите со KPP за производство на топлинска енергија се од мал обем во земјата, а и политичката поддршка за KPP е маргинална, затоа е важно да се најдат нови начини за воведување на KPP. Сите актери вклучени во проектите, исто така, инсистираат на тоа дека тие имале повеќе а не само економски мотиви:

- мотивации да станат поавтономни (со производство на сопствена енергија, да ги направат трајни своите системи за разнесување на милта, за креирање на локални синџири за снабдување)
- мотивации да креираат нови регионални и локални партнерства (градење на капацитетите на сите учесници)
- мотивациите во однос на сликата (комуникација за иновационата дејност)

Партнерства за соработка беа започнати помеѓу локалните општини, кои започнаа со единици за локално производство на топлинска енергија, локалните постројки за третман на локалните отпадни води, земјоделците и локалните енергетски компании. Неколку пилот-области беа поставени за време на проектот, со одредени бизнис стратегии за секоја од нив. Подолу е дадена бизнис стратегијата за една област од текот на проектот Wilwater во селото Pleyber-Christ:

Pleyber-Christ е село со 2800 жители. Отпадни води се користат во процесот на одгледување на врба KPP (100 m³/ha во период од 3 години), кој потоа се користи како дрвен чипс за производство на топлинска енергија за општинските згради (150 kW). Годишната потрошувачка на енергија се проценува на 217 MWh, што е еквивалентно на 110 тони дрвен чипс со 25% влажност. KPP беа засадени на јавно земјиште од страна на земјоделски стопанства со помош на STEP машина (цена 2800 €/ha вклучувајќи ја и подготовката на земјиштето). Милта е нанесена од страна на земјоделците од селото групирани во задруга (CUMA de Pleyber-Christ) во првата и втората година. Во 3-та година врбата е премногу висока за оваа машина да може да се користи. Бербата започнува во 3-та година, а потоа на секои 3 години, се извршува од страна на регионалната задруга за услуги (CUMA Breizh Energie) кои инвестирале во STEMSTER машина. Земјоделската задруга на земјоделците од селото е задолжена за транспортот на дрвен чипс во единицата на сушење, кој е спроведен од страна на транспортно претпријатие (Société Cooperative d'Intérêt Collectif) создадено за таа акција. Проектот доби субвенции на различни нивоа (50% за системот за производство на топлина, на пример од регионално ниво). Се проценува дека општината ќе заштеди 20.000 € годишно при замената на фосилните енергенци со KPP.

Од 1998 до 2001 година, беа засадени 13 ха со KPP во Бретања во 10 различни зони за тестирање на економската и техничката изводливост на KPP насадите.

Од 2002 до 2006 година, беа засадени 5 хектари во село за да се тестира распостелувањето на милта во KPP плантажата, поврзани со изградба на топлана за селото.

Здружението на d'Initiatives Locales pour l'Énergie et l'Environnement (AILE), беше

партнер во овие проекти и го започна проектот Wilwater за да се овозможи следење на овие експерименти.

Фокусот на третман на отпадни води/користењето во плантажи со КРР, беше потенциран после промената на законот: земјоделците долго не ќе може да ја користат милта на нивните полиња (култури за храна) и затоа мора да најдат други земјишта. Општините започна да градат партнерство со земјоделците и локалните индустрии за да се изнајдат нови начини да се надмине оваа промена.

КРР беа засадени со користење на специфичен колонист и 4 различни видови на врба, соодветно избрани од аспекти на продуктивноста и нивниот отпор кон расипување (Björn, Tora, Torhild and Olof). Густината на насадите изнесува од 16.000 дрвја по хектар. Се применуваат производи за спречување на ртење, како и биоразградливи пластични покривки. Земјоделската механизација се користи за механичко плевеење меѓу редовите. Создадени се и специфични машини, за распространување на милта кај плантажите со 2 годишни и 3 годишни врби.

Со цел да се прилагоди на климатските услови во Бретања, беше избрано, бербата да се изврши во две фази: берба, а потоа производство на чипс од врба кога дрвото е суво и сите лисја се паднати. STEMSTER претставува машина за берење, и е во сопственост на регионалната задруга за услуги (CUMA Breizh Energie) која може да собере до 250 ha КРР во една зимска сезона: затоа може да ги опфати сите плантажи во оваа област.

Употребата на дрвен чипс добиен од КРР во локалниот систем на производство на топлинска енергија, има суштинско значење за проектот, со цел да се постигне економска рамнотежа. Се чини дека ќе биде предуслов за успехот на овој проект, каде дрвениот чипс се користи во многу кратко растојание од страна на локален колективен систем за греење или директно од страна на земјоделецот за лична употреба. Општините во Бретања веќе ги имаат локалните системи за производство на топлина или се во процес на инвестирање во нови инсталации. Затоа КРР насадите беа дел од локалните размислувања за развој на локалниот биоенергетски синџир. Примери за локална употреба на дрвен чипс:

- Локален фармер да произведува топлинска енергија за 3 куќи
- Производство на топлинска енергија за греење на локалното школо
- Производство на топлинска енергија за греење на локалните административни згради

Во продолжение се презентирани пресметки за производните трошоци и приходот во €/ha/годишно за цени актуелни во 2007 (Табела 19 до Табела 21).

Табела 19: Производни трошоци, во годината на засадување €/ha/yr

Трошоци (€/ha/yr)	
Подготовка на почва	250
Ѓубрење	100
Анти-паразит третман	90
Третман за Анти- ртење	305
Садење	1,800
Одржување (механичко плевене)	85
Плевене (друго)	210
Сечење до земја за поттикнување на растот	60
	<i>Вкупно</i>
	2,900

* Трошоците поврзани со сопственоста на земјиштето не се вклучени

Табела 20: Производни трошоци, берба €/ha/yr

Трошоци (€)	Ниска проценка	Висока проценка
Засадување (види детали во Табела 1)	2,300 €/ha	2,800 €/ha
Ѓубрење - 1 или 2 пати во 3 годишен циклус	180 €	480 €
Вклучувајќи ја и бербата на секои 3 години, со користење на STEMSTER, дробење и транспорт	850 €/ha	1,800 €/ha
Годишни трошоци за период од 20 години		
• Со дистрибуирање	424 €/ha/yr	824 €/ha/yr
• Без дистрибуирање	370 €/ha/yr	680 €/ha/yr
Складирање на дрвен чипс (25% влажност)	6 €/t	36 €/t
Принос (приближно) (25% влажност)	10.7 t/ha/yr	13.3 t/ha/yr

Инвестицијата во STEMSTER машина (комбајн) за берба може да биде оптимизирана на годишна берба од 200 ha.

Табела 21: Профит од КРР плантажа (трошоците за садење и берба се намалени поради тоа што нема склучен договор со други изведувачи за садење и берба, туку фармерот самостојно си ги завршил тие активности)

Профит (€/ha/yr)	Максимална берба (200 ha)	денес
Без дистрибуција; продадено без сушење	38	-250
Без дистрибуција, искористено на фарма	406	118
Со дистрибуција; продадено без сушење	-43	-331
Со дистрибуција; искористено на фарма	325	37

10.5 Пример 5: КРР врба во Енкопинг, Шведска

Овој проект опфаќа 76 хектари плантажи засадени со КРР врба кои се наводнуваат со отпадна вода соодветно третирана и прочистена во локална општинска постројка. Биомасата се користи за добивање на топлотна и електрична енергија, како и во локална општинска постројка за третирање на отпадна вода.

Nynäs Gård, е името на фармата, која соработува со ENA-Energi, која е комбинирана постројка за производство на топлотна и електрична енергија. Плантажата со врба е наводнувана со околу 200,000 m³ вода која е мешавина од третирана и нетретирана отпадна вода (20,000 m³ нетретирана отпадна вода богата со хранливи материји). Склучен е договор на 15 години помеѓу фармерот и постројката за прочистување на отпадната вода за користење на вода од страна на фармерот за наводнување на плантажите со врба. Во договорот стои тека ENA-Energi ќе добива чипс од Nynäs Gård по пазарна цена. На почетокот бербата се организира од страна на Ena Energi, а подоцна фармерот ќе склучи договор со некоја фирма од околината по негов избор. Плантажата од 76 хектари била засадена со врба во 1998 и 2000 година. Областа е поделена на различни делови, најголемиот дел има 30 хектари, а другите делови се со површина помеѓу 6 и 15 хектари. Субвенциите во годината на подигањето на плантажите изнесувала 5,000 SEK (околу 550 Euros) за хектар и покривале приближно половина од трошоците за засадување на плантажата. Пред засадувањето, почвата се третираше со хербициди за поништување на тревата, била изорана и механички исчистена од плевелите. Чистењето на плевелите по механички пат се практикувало и после една година од засадувањето. Површината од 76 хектари била засадена со различни видови на клонови од врба, во ленти од 15 дупли редови (0.75 и 1.25 m во рамките на и помеѓу редовите со врба, односно, на околу 0,5 m растојание помеѓу резниците во ред). Плантажите се наводнуваат со отпадна вода околу 100 дена за време на периодот на вегетација. Плантажата со врба се бере на секои три години со специјално дизајниран комбајн кој директно ги дроба пресечените стебла од врба во дрвен чипс. Чипсот не мора да се складира за да се намали количеството на вода содржана во него, но може да се транспортира директно во комбинираната постројка за производство на топлотна и електрична енергија, која се наоѓа на оддалеченост од околу 2 km од плантажата. Котелот има капацитет за греење од 55 MW и 24 MW за електрична енергија. Чипсот од врба се користи измешан со друга дрвна биомаса како гориво за производство на топлотна и електрична енергија.

Подолу се дадени направените калкулации за производните трошоци и приходот, изразени во €/ha/yr со цените во 2011. Тука не се вклучени поединечните плаќања од фармата. Трошоците поврзани со засадувањето (пр. опрема за садење, резниците и трошоците за работна сила) изнесуваа околу 1,222 €/ha и се претставени во Табела 22. Субвенциите за засадување на КРР изнесуваа 555 €/ha.

Табела 22: Производни трошоци, приход изразен во €/ha/yr за полиња со врба во Nynäs Gård

Трошоци (€/ha/yr)	
Надгледување/ одржување	22
Берба	238
Транспорт	148
Општи трошоци	55
Каматна стапка	15
<i>Вкупно</i>	478
Приход (€/ha/yr)	
Чипс	896
Надомест на отпадни води	219
<i>Вкупно</i>	1115
Профит (€/ha/yr)	637

* * Пресметките се направени со користење на девизен курс 1 € = 9 SEK (шведски круни), за плантажа со врба со берба на секои 4 години и при третата берба.

** Сите трошоци се вклучени со исклучок на трошоците за сопственоста на земјиштето

*** Трошоците за администрација, телефон и патни трошоци се вклучени во „генералните трошоци“

Ако се вклучени пониското производство и повисоките трошоци во првиот циклус на сечење, пресметките за плантажа со врба at Nynäs Gård се претставени во Табела 23.

Табела 23: Пресметки за профитот од плантажа со врба која е наводнувана со отпадна вода во Nupäs Gård за време на третиот циклус на сечење кој се врши на секои 4 години, кога сите циклуси на сечење се вклучени во калкулацијата (вклучувајќи го и првиот најниско продуктивниот циклус на сечење).

	Производство на биомаса (t/ha/yr)	Цена на чипсот (€/t DM)	Производни трошоци (€/t DM)	Субвенции за засадување (€/ha/yr)	Надомест отпадни води	Профит (€/ha/yr)
Трет циклус на сечење	9	99.5	53		219	637
Сите циклуси на сечење	8.3	99.5	65	227	219	529

* Пресметките се направени со користење на девизен курс 1 € = 9 SEK, за плантажа со врба со берба на секои 4 години и при третата берба.

** Сите трошоци се вклучени со исклучок на трошоците за сопственоста на земјиштето

Речник и Кратенки

Белешка: Речникот и листата на кратенки ги опишува и дефинира различните специфични или општи изрази, термини и зборови, кои се користени во овој прирачник. Главната цел на оваа листа е да се олесни преводот на прирачникот на повеќе јазици. Неколку изрази се прилагодени според Wikipedia.

Barrel of oil equivalent (boe): Количеството енергија содржано во еден барел сурова нафта, приближно 6.1 GJ, еквивалентно на 1,700 kWh. "**Petroleum barrel**" претставува мерка за течност еднаква на 42 U.S. галони (35 Imperial галони или 159 литри); околу 7.2 барели се еквивалентни на еден тон нафта (метрички).

Billets: исечени прачки од КРР долги од 5 – 15 cm (голем дрвен чипс)

Bundles: снопови од исечени прачки од КРР

Capacity: Максимална сила која може безбедно да ја произведе една машина или даден систем (максимум сегашен резултат од даден ресурс под специфични околности). Капацитетот на опремата со која се произведува електрична енергија се изразува во киловати или мегавати.

Carbon dioxide: Јаглерод диоксид CO₂, е природно соединение од два атоми на кислород кои се во ковалентна врска со еден атом на јаглерод. Тоа е гас со стандардна температура и стандарден притисок, кој постои во атмосферата во оваа состојба, како во трагови гас во концентрација од 0,039% по волумен.

Chips: Исечени гранки КРР на парчиња со големина од 5 x 5 x 5 cm (Види дрвен чипс)

CHP: Комбинирано производство на топлотна енергија и електрична енергија: (Синоним. **Co-generation**): Последователно производство на електрична енергија и топлотна енергија од заеднички извор на гориво. Непотребната топлотна енергија од индустриските процеси може да се искористи за снабдување на генератор за производство на електрична енергија. Спротивно на тоа, вишокот топлотна енергија добиена од електрична централа, може да се искористи за индустриски процеси, или за загревање на простор и вода (врв циклус).

CO₂: види Carbon dioxide

Co-generation: види (CHP)

Condensing boiler: кондензациони котли служат за загревање на вода и имаат голема ефикасност (поголема од 90%) која се достигнува со користење на отпадна топлина од издувни гасови за презагревање на ладна вода во котелот. Котлите можат да се наполнети со гас или нафта. Кондензациони се викаат заради произведувањето на водена пареа за време на согорувањето, се кондензира во вода.

Coppice: Способност на еден одбран вид на дрво, повторно да расте и се развива со нови гранки и стебло веднаш после бербата т.е сечењето.

Cuttings: Одрезоци со должина од 25 cm добиени од едногодишни КРР гранки. Одрезоците се засадуваат во КРР плантажата.

DH: Систем за греење на одредена област

District cooling: Систем за ладење на одредена област преку разнесување на ладна вода или вода/мраз од централизирана локација до домаќинства и за комерцијални простории како што се клима уредите.

District heating: Систем за дистрибуција на топлина (жешка вода или пареа) произведена во централизирана локација за загревање на домаќинства и деловни простории.

Feedstock: Суровина која се процесира и се претвора во друга форма или производ.

Fossil fuel: Фосилни горива се создавани во текот на милиони години со природен процес како што е анаеробно разградување на мртви организми.

Gamma diversity: Овој термин (γ -diversity) беше објаснет од страна на R. H. Whittaker заедно со терминот *alpha diversity* (α -diversity). Неговата идеја беше вкупната разновидност на видовите во околината (γ) зависи од две различни работи, од различноста на видовите во околината или живеалиштата повеќе на локално ниво (α) и различноста помеѓу тие живеалишта (β). Според овие причини, алфа и бета диверзитетот создаваат независни компоненти на гама диверзитет: $\gamma = \alpha * \beta$

Global warming potential: GWP, Глобален потенцијал за загревање е релативна мерка за тоа колку топлина се задржува во атмосферата како резултат на стакленичките гасови. Со тоа се споредува количеството топлина задржано во атмосферата од страна на одредена маса на гас со количество на топлина заробено од слична маса на јаглерод диоксид. GWP се пресметува за одреден временски интервал, обично за 20, 100 или 500 години. Се изразува како фактор на јаглерод диоксидот, чиј GWP е стандардизиран на 1. На пример, 20 годишен GWP на метанот изнесува 72, што значи дека ако истата маса на метан и јаглерод диоксид се наоѓаат во атмосферата, метанот ќе задржи 72 пати повеќе топлина од јаглерод диоксидот во наредните 20 години.

Greenhouse gas (GHG): Гасови кои ја задржуваат топлината од сонцето во атмосферата на Земјата, го даваат ефектот на стаклена градина. Двата главни стакленички гасови се водената пара и јаглеродниот диоксид. Други стакленички гасови се метан, озон, хлоро-флуоро-јаглероди и азотен оксид.

GWP: види Global warming potential

Header: Површина на краевите од плантажата која се користи за манипулација со механизација, складирање на собраните KPP итн. За време на периодот во кој нема активности, овие површини може да се посадат со едногодишни култури, трева или локални цветни растенија.

Heat: Топлината е енергија трансформирана од еден систем во друг преку топлотна интеракција. За разлика од работата, топлината секогаш е придружена со пренос на ентропија. Топлинскиот проток од тело со висока на тело со ниска температура се случува спонтано. Овој проток на енергија може да се искористи и делумно се конвертира во корисна работа со помош на топлински мотор. Вториот закон на термодинамиката го спречува протокот на топлина од тела со носка кон тела со висока температура, но со помош на пумпа може да се пренесе енергија од тело со ниска температура на тело со висока температура. Во обичниот јазик „топлината“ има различни значења. Во физиката по дефиниција топлината е трансфер на енергија и секогаш е поврзана со некој вид процес. "Топлина" се користи како замена на "топлински проток" и "за пренос на топлина". Пренос на топлина може да се случи на различни начини: со спроводливост, зрачењето, конвекција, нето пренесување на маса, триење или вискозитет и од страна на хемиски дисипација.

Heating value: Топлинска вредност претставува количеството топлина ослободено за време на согорувањето на одредено количество на гориво (биогаз, биометан)

Installed capacity: Инсталиран капацитет, претставува вкупниот електричен или топлински капацитет, генериран од уреди за производство на енергија

Invertebrates: без р`бетници, животни кај кои нема и воопшто не се развива р`бет. Тука спаѓаат сите животни за разлика од subphylum Vertebrata. Слични примероци на без р`бетници се инсектите, ракови, јастози и нивните роднини, полжави, школки, октоподи и нивните сродни, морска ѕвезда, морски ежови и нивните сродни и црви.

Joule (J): Единица мерка за енергија, еднаква на сила од еден Њутан на растојание од еден метар. 1 џул (J) = 0.239 калории; 1 калорија (cal) = 4.187 J.

Kilowatt (kW): Мерка за електрична енергија или топлински капацитет еднаков на 1000 вати.

Kilowatt-hour (kWh): Најчесто користена единица за електрична енергија е Киловат-час. Тоа значи еден киловат електрична енергија или топлина потрошена за еден час.

kW_{el}: електрична енергија (капацитет)

kWh: види Киловат – час

kW_{th}: топлински капацитет

m³: Кубен метар е волумен на 1x1x1 m. Еден кубен метар е околу 1 t вода.

Moisture: Однос на количество вода содржано во биомаса и масата на самиот исушен материјал.

Oil equivalent: Еквивалент на нафта (toe) претставува единица за енергија: Количеството енергија ослободено при согорување на еден тон сурова нафта, изнесува приближно 42 GJ.

ORC: Organic Rankine Cycle

Organic Rankine Cycle: Процесот ORC именуван е по неговата употреба на органски, високо молекуларни маси течност со фаза на промена од течност во пареа, или точка на вриење на пониска температура од точката на вриење на водата. Течноста овозможува преку Rankine cycle добивање на топлина на пониска температура од извори како што се растенијата за биогаз.

pH: Вредност која ја покажува киселоста или базичноста на едно соединение (или почвата). Почва со pH помало од 7 е кисела почва, а со pH поголемо од 7 е базична или алкална. Чистата вода има pH 7.

Rods: собрани (исечени) стебла од KPP со должина до 8 m.

Shoot: Во ботаниката, тоа се стебла вклучувајќи ги и нивните додатоци, листовите, страничните пупки, цветните стебла и цветните пупки. Новиот раст добиен со ртење на семе е младо гранче на кое ќе се развијат лисја. Во пролет, во тревни површини растат нови повеќегодишни стебла или нови матични или цвет што расте на дрвести растенија.

SI: Интернационален Систем на единици мерки (кратенката SI доаѓа од францускиот превод на: *Système international d'unités*) кој е современа форма на метрички систем од единици мерки базиран на околу седум основни мерки.

SRC: Кратко ротирачки дрвени растенија (брзорастечки кои после сечење повторно сами никнуваат)

SRF: кратко ротирачки шуми

SRP: Плантажи засадени со кратко ротирачки растенија

SRWC: Кратко ротирачки дрвени растенија (брзорастечки)

Water content: Соодносот на масата на содржаната вода во материјалот (биомаса) и масата на самиот влажен материјал.

Watt (W): Стандардна единица мерка (SI Систем) за брзината со која енергијата се конзумира од страна на дадена опрема или за брзината со која енергијата се движи од една до друга локација. Исто така тоа е стандардна единица мерка за електрична сила. Ознаката 'kW' се однесува на „киловат“ или 1000 вати. Ознаката 'MW' се однесува на „мегават“ или 1,000,000 вати.

yr: Година

Латински и заеднички имиња на растенија

Белешка: Сите подолу наведени видови се користени за КРР, за вкрстување на клонови или пак се погодни потенцијално да се користат како КРР. За исти видови, искуствата покажуваат дека нивната погодност за КРР е ограничена. Повеќе се користат англиските имиња, но некогаш не се доволно јасни и прецизни. Имињата на клоновите се опишани во поглавје 3.

<u>Ботаничко име</u>	<u>Заедничко Англиско име</u>
<i>Alnus spp.</i>	Alder
<i>Alnus glutinosa</i>	Common alder, Black alder, European alder, Alder
<i>Alnus incana</i>	Grey alder, Speckled alder
<i>Amorpha fruticosa</i>	Indigo bush
<i>Acacia melanoxylon</i>	Australian blackwood
<i>Acacia saligna</i>	Coojong, Golden wreath wattle, Orange wattle, Blue-leafed wattle, Western Australian golden wattle, Port Jackson willow
<i>Acer pseudoplatanus</i>	Sycamore (sycamore се користи за различни видови од родот <i>Ficus</i> , <i>Acer</i> , <i>Pseudoplatanus</i>)
<i>Betula spp.</i>	Birch
<i>Broussonetia papyrifera</i>	Paper mulberry (исти видови како <i>Morus papyrifera</i>)
<i>Corylus avellana</i>	Hazel, Hazelnut
<i>Eucalyptus spp.</i>	Eucalyptus
<i>Eucalyptus globulus</i>	Tasmanian blue gum, Southern blue gum, Blue gum
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	River red gum
<i>Eucalyptus gunnii</i>	Cider gum, Gunnii
<i>Eucalyptus nitens</i>	Shining gum
<i>Fraxinus excelsior</i>	Ash
<i>Morus papyrifera</i>	Paper mulberry (исти видови како <i>Broussonetia papyrifera</i>)
<i>Nothofagus</i>	<i>Southern beech</i>
<i>Paulownia</i>	Paulownia
<i>Platanus occidentalis</i>	Sycamore (sycamore се користи за различни видови од родот <i>Ficus</i> , <i>Acer</i> , <i>Pseudoplatanus</i>)
<i>Populus spp.</i>	Poplar
<i>Populus deltoides</i>	Eastern cottonwood
<i>Populus koreana</i>	Korean poplar
<i>Populus maximowiczii</i>	Maximowicz' Poplar, Japanese Poplar
<i>Populus nigra</i>	Black Poplar
<i>Populus tremula</i>	Aspen, Common aspen, Eurasian aspen, European aspen, Quaking aspen (Not to be confused with <i>Populus tremuloides</i> , the American aspen, also called trembling aspen and quaking aspen)

<i>Populus tremuloides</i>	Quaking Aspen, Trembling Aspen (Not to be confused with <i>Populus tremula</i> , the European aspen, which is also called quaking aspen)
<i>Populus trichocarpa</i>	Western Balsam Poplar, Black Cottonwood
<i>Robinia pseudoaccacia</i>	Black locust, Robinia, Acacia
<i>Salix spp.</i>	Willow (Most species are known as willow, but some narrow-leaved shrub species are called osier , and some broader-leaved species are referred to as sallow)
<i>Salix aegyptiaca</i>	<i>Egyptian willow, Musk willow</i>
<i>Salix caprea</i>	<i>Goat willow, Pussy willow, Great sallow</i>
<i>Salix dasyclados</i>	n.a.
<i>Salix discolor</i>	American willow
<i>Salix rehderiana</i>	n.a.
<i>Salix schwerinii</i>	n.a.
<i>Salix triandra</i>	Almond willow, Almond-leaved willow
<i>Salix udensis</i>	n.a.
<i>Salix viminalis</i>	Common osier
<i>Ulmus spp.</i>	Elms

Општи единици мерки

Табела 24: Префикси за енергетски мерки

Префикс	Кратенка	Фактор	Количина
Deco	Da	10	Десет
Hecto	H	10 ²	Сто
Kilo	K	10 ³	Илјада
Mega	M	10 ⁶	Милион
Giga	G	10 ⁹	Билион
Tera	T	10 ¹²	Трилион
Peta	P	10 ¹⁵	Квадрилион
Exa	E	10 ¹⁸	Квинтилион

Табела 25: Терминологија за волумен на различни типови дрвна биомаса на различни јазици

Јазик	Терминологија		
Ахглиски	Solid cubic meter Solid m³	Bulk cubic meter Bulk m³	Stacked cubic meter Stacked m³
Хрватски	Puni kubni metar m³	Nasipni metar Nasipni m³	Prostorni metar Prostorni m³
Чешки	Plinometr-pevný metr (plm) [m3]	Sypný metr (prms) [m3]	Prostorový metr-rovnaný (prm) [m3]
Француски	Mètre cube de bois plein m³	Mètre cube apparent plaquette MAP	Stère stère
Германски	Festmeter Fm	Schüttraummeter Srm	Schichtraum. (ster) rm
Грчки	Συμπλεγές кубικό μέτρο к.μ. ή m³	Χωρικό кубικό μέτρο χύδην χ.к.μ. χύδην	Χωρικό кубικό μέτρο στοιβαχτού χ.к.μ. στοιβαχτού
Италијански	Metro cubo m³	Metro stero riversato msr	Metro stero accastato msa
Латвиски	Kubikmetrs (cieškubikmetrs) m³	Berkubikmetrs m³_{ber}	Kraujmetrs vai sters m³_{kr}
Македонски	Полн кубен метар m³	Насипен метар Насипен m³	Просторен метар Просторен m³
Полски	metr sześcienny m³	metr nasypowy mn	metr przestrzenny mp
Словенски	Kubični meter m³	Prostrni meter prm	Nasut kubični meter Nm³

Табела 26: Промена на мерки за енергија (кило џул, кило калорија, киловат час, тон еквивалент на јаглен, кубен метар природен гас, тон еквивалент на нафта, барел, Британска термална мерка)

	kJ	kcal	kWh	TCE	m³ CH₄	toe	barrel
1 kJ	1	0.2388	0.000278	$3.4 \cdot 10^{-8}$	0.000032	$2.4 \cdot 10^{-8}$	$1.76 \cdot 10^{-7}$
1 kcal	4.1868	1	0.001163	$14.3 \cdot 10^{-8}$	0.00013	$1 \cdot 10^{-7}$	$7.35 \cdot 10^{-7}$
1 kWh	3.600	860	1	0.000123	0.113	0.000086	0.000063
1 TCE	29,308,000	7,000,000	8,140	1	924	0.70	52
1 m³ CH₄	31,736	7,580	8.816	0.001082	1	0.000758	0.0056
1 toe	41,868,000	10,000,000	11,630	1.428	1,319	1	7.4
1 barrel	5,694.048	1,360.000	1,582	0.19421	179.42	0.136	1
1 BTU	1.055						

Табела 27: Промена на мерките за сила (кило калории по секунда, киловат, коњски сили, Pferdestärke = коњска јачина)

	kcal/s	kW	hp	PS
1 kcal/s	1	4,1868	5,614	5,692
1 kW	0,238846	1	1,34102	1,35962
1 hp	0,17811	0,745700	1	1,01387
1 PS	0,1757	0,735499	0,98632	1

Табела 28: Промена на мерките за температура

	Мерка	Целзиус	Келвин	Френхајт
Целзиус	°C	-	$^{\circ}\text{C} = \text{K} - 273.15$	$^{\circ}\text{C} = (^{\circ}\text{F} - 32) \times 1.8$
Келвин	K	$\text{K} = ^{\circ}\text{C} + 273.15$	-	$\text{K} = (^{\circ}\text{F} + 459.67) \times 1.8$
Фаренхајт	°F	$^{\circ}\text{F} = ^{\circ}\text{C} \times 1.8 + 32$	$^{\circ}\text{F} = \text{K} \times 1.8 - 459.67$	-

Референци

- Alakangas (2009) Fuel specification and classes, multipart standard. - http://p29596.typo3server.info/fileadmin/Files/Documents/05_Workshops_Training_Event_s/Training_materials/english/D19_2_EN_Fuel_specification.pdf [accessed: 29.08.2014]
- Anderson Group (www.grpanderson.com/de/resources/photos) [accessed: 09.09.2014]
- Aronsson, P., Rosenqvist, H., Dimitriou, I., 2014. Impact of nitrogen fertilization to short-rotation willow coppice plantations grown in Sweden on yield and economy. *Bioenergy Research*, 7: 993-1001.
- Bärwolff M., Hansen H., Hofmann M., Setzer F. (2012) *Energieholz aus der landwirtschaft.* – FNR, Gülzow-Prüzen, Germany
- Burger F. (2011) Energiebilanz klar positive: Kurzumtriebsplantagen. - 13/2011 AFZ-DerWald; http://www.lwf.bayern.de/mam/cms04/service/dateien/afz_der_wald_nr_13.pdf [accessed: 18.05.2015]
- Biomasseverband OÖ (no date) >Masse und Energiegehalt von Hackgut in Abhängigkeit vom Wassergehalt. - Biomasseverband OÖ, Austria, http://www.biomasseverband-ooe.at/uploads/media/Downloads/Publikationen/Umrechnungstabellen_Brennstoff_Holz-BMV-OOe.pdf [accessed: 09.09.2014]
- CARMEN (2014) Heizwert , Wassergehalt und Gewicht. <http://www.carmen-ev.de/biogene-festbrennstoffe/brennstoffe/hackschnitzel/579-heizwert-wassergehalt-und-gewicht> [accessed: 09.09.2014]
- Caslin B, Finnan J, Mc Cracken A (eds) (2012) *Willow Varietal Identification Guide*. ISBN: 10 1-84170-590-X.
- Caslin B., J. Finnan, Mc Cracken A. (eds.) (2010) *Short Rotation Coppice; Willow Best Practice Guidelines.* - http://www.seai.ie/Renewables/Bioenergy/Willow_Best_Practice_Guide_2010.pdf [accessed: 21.07.2014]
- Dallemand J. F., Petersen J.E., Karp A. (eds.) (2007) *Short Rotation Forestry, Short Rotation Coppice and perennial grasses in the European Union: Agro-environmental aspects, present use and perspectives.* - JRC; Proceedings of the Expert Consultation; 17 and 18 October 2007, Harpenden, United Kingdom
- DEFRA (2004) *Growing Short Rotation Coppice; Best Practice Guidelines For Applicants to Defra's Energy Crops Scheme.* - http://www.naturalengland.org.uk/Images/short-rotation-coppice_tcm6-4262.pdf [accessed: 21.07.2014]
- Dimitriou I., Rutz D. (2014) *Sustainability criteria and recommendations for short rotation woody crops.* – WIP Renewable Energies, Munich, Germany; Report elaborated in the framework of the IEE project SRCplus (Contract No. IEE/13/574)
- Dimitriou I., Fištrek Z., Mergner R., Rutz D., Scrimgeour L., Eleftheriadis I., Dzebne I., Perutka T., Lazdina D., Toskovska G., Hinterreiter S. (2014a) *Optimising the Environmental Sustainability of Short Rotation Coppice Biomass Production for Energy.* – Proceedings Natural Resources, Green Technology & Sustainable Development; 26-28 November 2014, Zagreb, Croatia; Faculty of Food Technology and Biotechnology, University of Zagreb, Croatia; ISBN 978 953 6893 04 1; pp. 117-123
- Dimitriou I., Fištrek Z. (2014) *Optimising the Environmental Sustainability of Short Rotation Coppice Biomass Production for Energy.* *South-east Eur for* 5 (2): 81-91. DOI: <http://dx.doi.org/10.15177/seefor.14-15>

- Dimitriou I., Mergner R., Rutz D. (2014b). Best practice examples on sustainable local supply chains of SRC. WIP Renewable Energies, Munich, Germany; Report elaborated in the framework of the IEE project SRCplus (Contract No. IEE/13/574)
- Dimitriou, I., Baum, C., Baum, S., Busch, G., Schulz, U., Köhn, J., Lamersdorf, N., Walter-Schmidt, P., Leinweber, P., Aronsson, P., Weih, M., Berndes, G., Englund, O., Bolte, A. 2012a. RATING-SRC Final Report. ERA-NET Bioenergy Internal Report.
- Dimitriou, I., Mola-Yudego, B., Aronsson, P., Eriksson, J., 2012b. Changes in organic carbon and trace elements in the soil of willow short-rotation coppice plantations. *Bioenergy Research* 5(3) 563-572.
- Dimitriou, I., Mola-Yudego, B., Aronsson, P., 2012c. Impact of willow Short Rotation Coppice on water quality. *Bioenergy Research* 5(3) 537-545.
- Dimitriou, I., Eriksson, J., Adler, A., Aronsson, P., Verwijst, T., 2006. Fate of heavy metals after application of sewage sludge and wood-ash mixtures to short-rotation willow coppice. *Environmental Pollution* 142 (1), 160-169.
- Dimitriou, I., Aronsson, P., 2005. Willows for energy and phytoremediation in Sweden. *Unasylva* 221 (56); 46-50.
- Ehler, D.; Pecenka, R.; Wiehe, J.(2012): Harvesters for Short Rotation Coppices: Current Status and New Solutions. In: Proceedings. International Conference of Agricultural Engineering CIGR-Ageng 2012. Valencia, p. 1-6. Online: http://cigr.ageng2012.org/images/fotosg/tabla_137_C0365.pdf
- ETA Heiztechnik GmbH n.d.Brennstoffdaten – Scheitholz, Hackgut, Pellets. - http://www.bad-klein.de/pdf/Broschuere_Brennstoffdaten_dt_01.pdf [accessed: 09.09.2014]
- FNR (2012) Bioenergy in Germany: Facts and Figures. – Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR); Gülzow, Germany; http://www.fnr-server.de/ftp/pdf/literatur/pdf_484-basisdaten_engl_web_neu.pdf [10.07.2012]
- Grosse W., Landgraf D., Scholz V., Brummack J. (2008) Ernte und Aufbereitung von Plantagenholz. - *Schweiz Z Forstwes* 159 (2008) 6: 114–119
- Gustafsson, J., Larsson, S. & Nordh, N. (2007). Manual för salixodlare. Available from: <http://www.bioenergiportalen.se/attachments/42/406.pdf>
- von Harling H.M., Viessmann F. (2009) Die Holzfelder der Fa. Viessmann – 3 Jahre KUP-Praxis. Proceeding of „The Institute for Applied Material Flow Management (IfaS)“, http://www.stoffstrom.org/fileadmin/userdaten/bilder/Veranstaltungen/Biomasse/Harling_KUP_Praxis_Biom-Tag_Birkenfeld_5-11-09-1.pdf.
- Hiegl W., Rutz D., Janssen R. (2011) Information Material Module Biomass. - Training material of the Install+RES Project, Updated Version 2011; WIP Renewable Energies; <http://www.resinstaller.eu/en/training-material>
- ISO (2014): ISO 17225-4:2014(en) Solid biofuels — Fuel specifications and classes — Part 4: Graded woodchips <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:17225:-4:ed-1:v1:en> [accessed: 29.08.2014]
- JTI (2014) Inför plantering av energiskog Lokalisering, samråd och investeringsstöd JTI:s skriftserie 2014:1 (in Swedish).
- Kofman P.D. (2012) Harvesting short rotation coppice willow. – CONFORD; Harvesting / Transport No. 2; Dublin, Ireland; http://www.woodenergy.ie/media/coford/content/publications/projectreports/cofordconnects/HAR29_LR.PDF [accessed: 21.07.2014]
- Kaufmann F., Lamond G., Lange M., Schaub J., Siebert C., Sprenger T. (no date) Benwood – Short Rotation Forestry in CDM Countries and Europe. -

- Landgraf D., Setzer F. (2012) Kurzumtriebsplantagen: Holz vom Acker - So geht's. – DLG Verlag, Frankfurt am Main, Germany
- Liebhart P. (2007) Energieholz im Kurzumtrieb: Rohstoff der Zukunft. - Leopold Stocker Verlag, Graz, Austria
- Lindegaard K. (2013) 10 ways to maximise yield from your short rotation coppice (SRC) crop
- LWF (2012) Bereitstellung von Waldhackschnitzeln. – Merkblatt 10 der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft; Freising, Germany
- LWF (2011a) Anbau von Energiewäldern. – Merkblatt 19 der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft; Freising, Germany
- LWF (2011b) Der Energieinhalt von Holz. – Merkblatt 12 der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft; Freising, Germany
- Rutz D., Janssen R., Letsch H. (2006) Installateurs-Handbuch Biomasseheizanlagen. - EU-IEE EARTH Project; 241p; WIP Renewable Energies, Munich, Germany; http://www.wip-munich.de/images/stories/6_publications/books/installateurs_handbuch.pdf
- Rutz D., Mergner R., Janssen R. (2012) Sustainable Heat Use of Biogas Plants – A Handbook. WIP Renewable Energies, Munich, Germany; Handbook elaborated in the framework of the BiogasHeat Project; ISBN 978-3-936338-29-4; translated in 9 languages; www.biogasheat.org
- Rutz D., Janssen R., Hofer A., Helm P., Rogat J., Hodes G., Borch K., Mittelbach M., Schober S., Vos J., Frederiks B., Ballesteros M., Manzanares P., St James C., Coelho S.T., Guardabassi P., Aroca G., Riegelhaupt E., Maser O., Junquera M., Nadal G., Bouille D. (2008) Biofuels Assessment on Technical Opportunities and Research Needs for Latin America. - Proceedings of the 16th European Biomass Conference and Exhibition; pp. 2661-2669; ISBN 978-88-89407-58-1
- Sailer Baumschulen GmbH (no date) Ratgeber Energiewald. - <http://www.sailer-baumschulen.de/RatgeberEnergiewald.pdf> [accessed: 13.05.2015]
- SLL (no date) Anbauempfehlungen für schnellwachsende Baumarten. – Fachmaterial Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft; http://www.schnepf-pro-lignum.de/uploads/pdf/Anbauempfehlungen_f%C3%BCr_schnellwachsende_Baumarten.pdf [accessed: 09.09.2014]
- Wald21 (2015) <http://www.wald21.com/energiewald/anbaupraxis.html> [accessed: 30.03.2015]
- Wickham J., Rice B., Finnan J., McConnon R. (2010) A review of past and current research on short rotation coppice in Ireland and abroad. - COFORD, National Council for Forest Research and Development; <http://www.coford.ie/media/coford/content/publications/projectreports/SRC.pdf> [accessed: 21.07.2014]
- Verscheure (1998) Energiegehalt von Hackschnitzeln – Überblick und Anleitung zur Bestimmung. - FVA, <http://192.168.0.121:9091/servlet/com.trend.iwss.user.servlet.sendfile?downloadfile=IRES-648385774-E63F29C8-4677-4647-7> [accessed: 09.09.2014]

