

BIOMASA

Biomasa je u zavisnosti od izvora različito definisana, ali kao osnovna može da se navede direktiva EU i Veda Evrope: Biomasa je definisana kao biorazgradivi delovi proizvoda, otpada ili ostataka iz poljoprivrede, šumski otpad i otpad srodnih industrija kao i biorazgradivi delovi industrijskog i gradskog otpada.

Biomasa je obnovljiv izvor energije, a generalno se može podeliti u zavisnosti od agregatnog stanja na:

- Čvrsta (briketirana biomasa, peletirana biomasa)
- Tečna (bioetanol, biometanol i biodizel)
- Gasovita (bigas, deponijski otpad...)

U sirovine za proizvodnju navedenih biomasa spadaju različite vrste otpada, biljnog i životinjskog porekla, kao što su, kukuruzovina, koštice od voća, stajsko đubrivo ali i razne vrste industrijskog i gradskog otpada.

Prema sirovini koju koriste za dobijanje određene biomase data je sledeća podela:

1. Biomasa iz drvne industrije

Biomasa iz drvne industrije čine ostaci i otpad pri rezanju, brušenju, blanjanju kao i pri drugim vrstama obrade drveta. Biomasa iz drvne industrije koristimo kao gorivo u kotlovima i kao sirovinu za proizvodnju briketa. Često je otpad koji opterećuje poslovanje drvnih industrija mnogo jeftinije i kvalitetnije gorivo od šumske biomase (ostaci i otpad iz drvne industrije dobijen kao posledica korišćenja šuma (31% teritorije Srbije), drveća za gradivnu i ogrejnu komponentu), a takođe je daleko opravdanije za korišćenje nego fosilna goriva. Osnovne karakteristike pri upotrebi drvne biomase kao energenta iste su kao kod svakog goriva:

-hemijski sastav, toplotna moć, temperatura samozapaljenja, temperatura sagorevanja, fizička svojstva koja utiču na toplotnu moć (npr. gustina, vlažnost i dr). Osnovna veličina za proračun energije iz određene količine drveta jeste njegova toplotna vrednost (moć). Najveći uticaj na nju ima vlaga (vlažnost, udeo vlage), potom hemijski sastav, gustina i zdravost drveta. Za naše podneblje važno je utvrditi i vrstu drveta, radi određivanja njegove toplotne vrednosti, da li je listopadno ili četinarsko, odnosno tvrdo ili meko, jer je udeo pojedinih sastojaka pri tome različit, kao i materija koja se može koristiti kao gorivo.

2. Poljoprivredna biomasa

Poljoprivrednu biomasu čine ostaci jednogodišnjih kultura kao to su: slama, kukuruzovina, oklasak, stabljike, ljuške, koštice. Za Srbiju bi posebno bila interesantna upotreba ostataka i otpadaka iz poljoprivrede u cilju dobijanja energije, toplotne a i električne, plus ako se zna da je 58% teritorije pod obradivim površinama. Iskustva iz razvijenih zemlja, u Evropi posebno Danske, pokazuju kako se radi o vrednom izvoru energije koji ne bi trebao zanemariti. Sledi primer, nakon berbe kukuruza na obrađenom zemljištu ostaje kukuruzovina, stabljika s lišćem. Budući da je prosečni odnos zrna i mase 53% prema 47%, proizilazi kako biomase ima približno koliko i zrna. Iako je neosporno kako se nastala biomasa mora prvenstveno vraćati u zemlju, preporučuje se zaoravanje 30%-50% te mase, što znači da za energetska primenu ostaje najmanje 30%. To predstavlja značajnu količinu, a sa adekvatnim tretiranjem te količine biomase moglo bi se puno uštedeti, jer ako se ta energija iskoristi za ogrev zimi ili za sušenje poljoprivrednih kultura i sl. Uštedela bi se energija koja se do sad koristila za tu namenu. Procenat od 30% iskoristljivosti biomase kukuruzovine sa jedne strane se može činiti mali, ali za poljoprivredna područja kao što su Semberija, Vojvodina i dr. gde se godišnja proizvodnja kukuruza meri u stotinama hiljada tona to predstavlja jako veliki izvor energije.

3. Energetski zasadi

Biljke bogate uljem ili šećerom, u velikim količinama (ugljenik C), kao što su:

- brzorastuće drveće i kineske trske s godišnjim prinosom od 17 tona po hektaru
- eukaliptus s prinosom 35 tona suve materije po hektaru
- zelene alge s prinosom od 50 tona po hektaru
- biljke bogate uljem ili šećerom
- u Srbiji se najveći prinosi postižu s topolama, vrbama i jablanima

Svojstva ovakvih energetski zasada su : kratka oplodnja, veliki prinosi. Korišćenje otpadnih voda, gnojiva i taloga (vegetacijski filteri). Izbegavanje viškova u poljoprivrednoj proizvodnji. Na toplotnu moć nedrvne biomase podjednako utiču udeo vlage i pepela. Udeo pepela u nedrvnim biljnim ostacima može iznositi i do 20% pa značajno utiče na toplotnu moć. Generalno, supstance koje čine pepeo nemaju nikakvu energetska vrednost.

4. Biomasa sa farmi životinja

Izmet životinja (anaerobna razgradnja u digestoru), spaljivanje lešina (npr. peradičvačke farme). Negde oko 110 tona stajnjaka (stajsko đubrivo) i 250 tona kukuruzne silaže godišnje je dovoljno da se dobije oko osam miliona kilovat/sati struje, što je ušteda oko

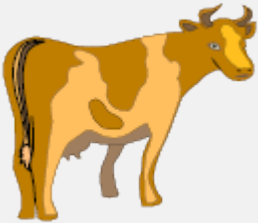


16000 tona lignita plus, ne ostaje velika količina štetnog pepela. Biogas je mešavina metana CH₄ (40%-75%), ugljen dioksida CO₂ (25%-60%) i otprilike 2% ostalih gasova


(vodonika H₂, sumporovodonika H₂S, ugljen monoksida CO). Biogas je oko 20% lakši od vazduha i bez mirisa i boje. Temperatura zapaljenja mu je između 6500C i 7500C, a gori čisto plavim plamenom. Njegova kalorijska vrednost je oko 20 MJ/Nm³ i gori sa oko 60%-om efikasnošću u konvencionalnim biogasnim pećima. Jedan i po kubik biogasa je ravan sa jednim kubikom prirodnog gasa, koji uvozimo. Jedan hektar kukuruzne silaže dovoljan je za proizvodnju 10000 kubika biogasa, od kojeg nastaje preko 20000 kilovat/sati struje, a to je dovoljno za oko pet domaćinstava na godišnjem nivou. Negde oko 500000 hektara raznih biljaka dalo bi snagu oko 1000 MW, što je u srazmeri proizvodnje jedne značajnije elektrane.

Proizvodnja biogasa se može proceniti na bazi sledećih praktičnih i iskustvenih podataka:

- na uređajima za prečišćavanje komunalnih otpadnih voda prosečna proizvodnja biogasa je 25 lit/ ekvivalentni stanovnik dan;
- kod industrijskih otpadnih voda (šećerane, prerada melase, prerada krompira, proizvodnja voćnih sokova, mlekare, pivare, papir i celuloza) prosečna proizvodnja metana je 0,20 - 0,40 m³/kg HPK sa udelom metana u biogasu od 60 - 80%;
- na stočnim farmama očekivana proizvodnja biogasa varira u zavisnosti od životinjske vrste i načina uzgoja i kreće se u granicama od 20 - 40 m³ biogasa/m³osoke.

Energetski potencijal biomase na farmama se određuje prema broju tzv. uslovnih grlastoke. Uslovno grlo (UG) predstavlja životinju (ili više njih), težine 500 kg žive vage, OSM je organska suva materija, a HPK - hemijska potreba kiseonika.

	<ul style="list-style-type: none">- 1 UG = 0,6 - 1,2 krava muzara- približno 1,3 m³ biogasa dnevno po UG- snaga biogasa: 6 kWh/Nm³
	<ul style="list-style-type: none">- 1 UG = 2 - 6 svinja- približno 1,5 m³ biogasa dnevno po UG- toplotna vrednost: 6 kWh/Nm³
	<ul style="list-style-type: none">- 1 UG = 250 - 320 koka nosilja- približno 2 m³ biogasa dnevno po UG- toplotna vrednost: 6,5 kWh/Nm³

	<ul style="list-style-type: none"> - Silaža kukuruza, trave, lisne mase... - 600 - 640 m³ biogasa po toni OSM - toplotna vrednost: 5,5 - 6 kWh/Nm³
	<ul style="list-style-type: none"> - Industrijske organski zagađene otpadne vode - 0,20 - 0,40 m³ CH₄/kg HPK - 60 - 80% CH₄ u biogasu

Toplotna moć biogasa zavisi od sadržaja metana i za prosečan sadržaj od 65% metana iznosi $H_u=6,4\text{kWh/Nm}^3$. Koristeći GE Jenbacher gasne motore, moguće je u praktičnom pogonu proizvoditi iz 1 Nm³ biogasa 2,5 kWh električne i 3,3 kWh toplotne energije.

5. Biogoriva

Etanol (alkoholno gorivo) nastaje hidrolizom molekula skroba enzimima u šećeru koji fermentira u alkohol (šederna trska, kukuruz, drvo, poljoprivredni ostaci). Za proizvodnju metanola mogu se koristiti sirovine s visokim udelom celuloze kao što je drvo i neki ostaci iz poljoprivrede. Sirovina se najprije konvertuje u gasoviti među proizvod iz kojeg se dobije metanol.

Biodizel nastaje esterifikacijom biljnih ulja s alkoholom (uljana repica, suncokret, soja, palme), kao i iz otpadnih ulja i masti, procesom trans-estrifikacije uz prisustvo katalizatora. Može se koristiti nezavisno ili u mešavini sadizelom dobijenim rafinacijom sirove nafte i to u bilo kom odnosu. U zavisnosti od udela bio-goriva u mešavini, biodizel se naziva B100 (čist, 100% biodizel), B20 (20% biodizel i 80% fosilni dizel), B5 (5% biodizel i 95% fosilni dizel), itd. U Srbiji je 2007 potrošeno oko 1,4 miliona tona dizela goriva.

Gradski otpad predstavlja zeleni deo recikliranog kućnog otpada, biomasa iz parkova i vrtova, mulj iz kolektora otpadnih voda. Gradski otpad zahteva velike investicijske troškove, ono predstavlja vredno gorivo koje sadrži značajne kalorične vrednosti, pa je njegovo zbrinjavanje metodom deponiranja i biološkom razgradnjom štetno u svakom pogledu. Danas se koriste tri najzastupljenije tehnologije sagorevanja otpada na rešetkama proizvođača Martin, Von Roll i Keppel-Seghers. Tehnologija sagorevanja otpada na rešetkama je trenutno najrasprostranjenija tehnologija za termičku obradu

otpada, a koristi se više od stotinu godina. Efekti u zaštiti životne sredine su i glavne prepreke, ali i prednosti tehnologije za sagorevanje otpada. Spaljivanjem (sagorevanjem) otpada smanjuje se zapremina i masa otpada, uništavaju se opasne materije iz otpada, ali ipak, gasovi nastali ovim procesom štetni su i moraju proći postupak prečišćavanja kako bi se slobodno pustili u atmosferu.

Primarne tehnologije prerade biomase

Osnovni problem u preradi biomase je velika vlaga, a nedostatak je mala energetska vrednost po jedinici mase. Prerada biomase se vrši sa ciljem dobijanja u pogodnijem oblika za transport, skladištenje i upotrebu.



Primarne i sekundarne tehnologije prerade biomase

Primarne tehnologije za preradu biomase su

-Mehanička prerada

Tehnologija briketiranja – peletiranja je postupak prilikom kojeg se usitnjeni materijal pod viskom pritiskom pretvara u kompaktnu formu velike zapreminske mase, pogodna za dalju manipulaciju i korišćenje. Konačan proizvod briketiranja naziva se briket. Proces briketiranja primenjuje se odavno u rudnicima uglja. Na klipnoj presi presuje se prašina i sitni otpatci od uglja. Reč „briquet“ na engleskom jeziku znači cigla ili opeka. Zbog toga briket može da bude u obliku opeke (prizmatičan) ili u obliku cilindričnog valjka. Reč „pellet“ na engleskom znači loptica, kuglica ili valjak.

Faze u procesu dobijanja briketa su:

- usitnjavanje sirovine do određene granulacije
- sušenje sirovinskog materijala do određene vlažnosti
- transport usitnjenog materijala

- doziranje sirovine
- presovanje u presama za briketiranje
- skraćivanje briketa na potrebnu dužinu
- hlađenje i pakovanje gotovih briketa.

Kod vlažnih materijala ova procedura može biti dopunjena internim skladištima i sušarama koje treba da dovedu biomasu na odgovarajuću vlažnost za briketiranje. Pod biobriketima se podrazumeva proizvod tehnološkog postupka briketiranja - kompaktna forma biomase koja ima daleko veću zapreminsku masu, nego što je zapreminska masa materijala biomase od koga je biobriket napravljen. Našim standardom se pod energetskim briketom podrazumeva proizvod dobijen postupkom briketiranja lignoceluloznog materijala. Sam postupak briketiranja se sastoji u sabijanju lignoceluloznog materijala u što manju zapreminu pomoću presa. Obzirom na svojstva, koja čine glavne nepogodnosti za masovniju upotrebu biomasa kao goriva čini se da je jedno od rešenja izrada biobriketa. Time se postiže da biomasa prestaje da bude autonomno gorivo. Može biti namenjena širem krugu korisnika kao to su domaćinstva, poljoprivredna imanja, staklenici, i sl. Sa druge strane, sam proces briketiranja ima i određene nedostatke, kao što su:

- potrebna je priprema materijala na određenu vlažnost i granulaciju
- u izvesnim slučajevima su neophodni aditivi
- mora se ulagati u novu tehnologiju koja je nužna za odvijanje procesa neophodna je potrošnja energije

-Biohemiska prerada

Anaerobna digestija (truljenje, razgradnja) Kada se govori o biogasu, obično se misli na gas sa velikom količinom metana u sebi, koji nastaje fermentacijom organskih supstanci, kao što su stajsko đubrivo, mulj iz otpadnih voda, gradski čvrst otpad ili bilo koja druga biorazgradiva materija, pri anaerobnim uslovima. Postoje dva osnovna tipa anaerobne digestije (vrenja):

- Aerobna digestija (uz prisustvo kiseonika) proizvodi ugljen dioksid, amonijak i ostale gasove u malim količinama, veliku količinu toplote i konačni proizvod koji se može upotrebiti kao đubrivo.
- Anaerobna digestija (bez prisustva kiseonika) proizvodi biogas: metan, ugljen dioksid, nešto vodonika i ostalih gasova u tragovima, vrlo malo toplote i konačni proizvod (đubrivo) sa velikom količinom azota nego što se proizvodi pri aerobnoj fermentaciji.

Takvo đubrivo sadrži azota u mineraliziranom obliku (amonijak) koje biljke mogu brže preuzeti nego organski azot (posebno pogodno za poñubrivanje obradivih površina).

Sam proces anaerobnog vrenja se odvija u tri faze, i to:

1) Hidroliza – u ovoj fazi dolazi do razgradnje velikih molekula na manje i početak razvoja kiselinskih bakterija.

2) Kiselinska faza – u ovoj fazi se raspadaju molekuli proteina, masnoća i ugljenih hidrata – na organske kiseline, ugljendioksid, vodonik, amonijak, alkohole i dr. Raspad molekula izazivaju kiselinske bakterije.

3) Metanska faza – u ovoj fazi nastavlja se dalja razgradnja organskih materija i intenzivno stvaranje metana i ugljendioksida (u neznatnoj meri - i drugih gasova).

Za uspešan tok anaerobnog vrenja (postizanje visokog stepena razgranje organskih materija) potrebno je da budu ispunjeni određeni tehnološki uslovi:

- Krupnoća i vrsta materije koja se izlaže fermentaciji
- Temperatura procesa
- Otsustvo kiseonika
- Vreme trajanja procesa
- Otklanjanje plivajuće kore sa površine fermentisane mase
- Mešanje fermentisane
- Kiselost (pH vrednost) mase
- Kvalitet metanskih bakterija
- Pritisak u sudu (digestoru) u kojem se proces fermentacije odvija
- Odnos ugljenika i azota u fermentisanoj masi
- Odnos suve organske materije i vode u fermentisanoj masi
- Drugi specifični uslovi vezani za prisustvo različitih materija, antibiotika i dr.

Fermentacija

Bioetanol je alkohol proizveden iz biomase i/ili biorazgradive frakcije otpada, a koristi se kao biogorivo. Bioetanol je odlična zamena za benzin (do 20% udela u mešavini sa dizelom bez ikakvih prepravki na motoru automobila). Sirovine za proizvodnju bioetanola

su: šećer (šećerna trska, šećerna repa), skrob (kukuruz, pšenica, sirak, krompir), celuloza (drvo, poljoprivredni ostaci).

Osnovne faze u procesu proizvodnje etanola su:

- Priprema sirovine
- Fermentacija
- Destilacija etanola

Priprema sirovine je zapravo hidroliza molekula skroba enzima u šećeru koji može da se fermentuje. Uobičajna tehnologija za proizvodnju etanola je fermentacija u peći s običnim kvascem za proizvodnju 8 do 10%-tnog alkohola nakon 24 do 72 sata fermentacije. Nakon toga sledi destilacija tog alkohola u nekoliko faza čime se dobija 95%-tni etanol. Za proizvodnju čistog etanola, kakav se koristi za mešanje s benzinom, dodaje se benzen i nastavlja destilacija pa se dobija 99,8%-tni etanol.

Vodeća zemlja u proizvodnji i primeni etanola za vozila je Brazil, u kojem se svake godine proizvede više od 15 milijardi litara. Oko 15% brazilskih vozila se kreće na isti etanol, a oko 40% koriste 20%-tnu smesu s benzinom. Kao efekat toga imaju smanjenu zavisnost od uvoza nafte i otvaranje dodatnih tržišta domaćim proizvođačima šećera (troškovi proizvodnje: 0,16 US\$/l, 1000000 litara etanola - 38 radnih mesta, a 1000000 litara benzina - 0,6 radnih mesta). U SAD-u etanol čini oko 9% ukupne godišnje prodaje benzina.

Transesterifikacija

Proces transesterifikacije je najčešće primenjivan postupak industrijske sinteze metilestara masnih kiselina (MEMK) odnosno biodizela. Biodizel je komercijalni naziv pod kojim se metilester (ME), bez dodatnog mineralnog dizelskog goriva, nalazi na tržištu tečnih goriva i prodaje krajnjim korisnicima. Ono je standardizovano, tečno nemineralno gorivo, nije otrovan, biorazgradiva zamena za mineralno gorivo, a može se proizvoditi iz biljnih ulja, recikliranog otpadnog jestivog ulja ili životinjske masti.

Transesterifikacija

triglicerida je reakcija u kojoj dolazi do hidrolize estarskih grupa glicerida u prisustvu drugog alkohola i ponovne reakcije esterifikacije u kojoj sada nastaje metilestar masnih kiselina. Pri ovoj reakciji nastaje glicerol kao sporedni proizvod.

Biodizel može da se proizvede od bilo koje vrste biljnog ulja (zrno repice, suncokreta, soje, palme i sl.) ili bilo koje druge mešavine ovih ulja. Pri proizvodnji biodizela postoje određeni zahtevi prema kavalitetu ulazne sirovine (ulje), koji moraju da se poštuju:

- Vrsta ulja - proces sinteze metilestera funkcionira sa bilo kojim trigliceridima, ali su neke osobine estara direktno povezane sa vrstom ulja: jodni broj, viskoznost, održivost i dr.

- Sadržaj slobodnih masnih kiselina - postoji pravilo da "visok sadržaj slobodnih masnih kiselina znači visoku potrošnju katalizatora (što je skupo) i veliki sadržaj sapuna". U toku transestrifikacije slobodne masne kiseline momentalno reaguju sa katalizatorom i formiraju sapune. Kako se ovi sapuni nakon faze razdvajanja nalaze u glicerolskoj fazi, bide potrebno više kiseline da razdvoji sapune na masne kiseline i vodu. Konačno, više katalizatora i više kiseline znači više soli u dobijenom glicerolu, a to opet znači umanjenje kvaliteta. Kako bi se izbegli ovi problemi potrebno je da se ulje delimično rafiniše. Najbolji rezultati se postižu sa neutralnim uljem (neutralizacija je standardan proces u rafinaciji biljnih ulja), sa sadržajem slobodnih masnih kiselina ispod 0,5%.

- Sadržaj fosfora/fosfatida - fosfor je u ulju prisutan kao deo kompleksnih molekula fosfolipida, koji su veoma dobri emulgatori. Veliki sadržaj fosfora/fosfatida u ulju utiče na gubitak estera (smanjivajući prinos biodizela i ekonomičnost procesa), kao i na pad kvaliteta masnih kiselina. Povoljan nivo fosfora u ulju je od 3 do 5 mg/kg.

- Nerastvorljive materije (negliceridni sastojci) – sadržaj ovih materija u ulju bi trebao da bude što manji. Budući da one ne učestvuju u procesu transestrifikacije, na kraju se pojavljuju u estarskoj fazi. Maksimalna dozvoljena količina ovih materija unutar biodizela ne bi trebala da pređe granicu od 0,8%.

- Termičko-hemijska prerada

Sagorevanje

U zavisnosti od vrste, vlažnosti i krupnoće komada otpadne biomase razlikuju se tehnologije njene pripreme i sagorevanja – odnosno tipova (konstrukcija) ložišta kotlova u kojima se vrši sagorevanje (kotlovi malih, srednjih i velikih snaga). Za sagorevanje se, uglavnom koriste klasične tehnologije sagorevanja na rešetci (nepokretnoj, pokretnoj, kosoj i stepenastoj), sagorevanje u letu, sagorevanje u mehurastom fluidizovanom sloju i cirkulacionom fluidizovanom sloju. Najčešće korišćeni oblici goriva za ovakva postrojenja su drveni otpadci iz šumarstva i drvne industrije, slama i razni poljoprivredni otpad, komunalni i industrijski otpad koji je biorazgradiv.

Prema načinu neposredne pripreme biomase za sagorevanje, razlikuju se:

- Tehnologije kod kojih se vrši neposredno sagorevanje biomase (sa većim ili manjim stepenom pripreme) u ložištima klasičnih ili posebnih konstrukcija kotlova.

- Tehnologije kod kojih se prvo vrši gasifikacija biomase u predložištima i sagorevanje gasa u ložištima klasičnih konstrukcija kotlova za sagorevanje gasnog goriva.

Princip funkcionisanja ovih tehnologija se zasniva na proizvodnji vruće vodene pare za grejanje u industrijskim postrojenjima i kućama ili za dobijanje električne energije u malim termoelektranama napravljenim za korišćenje biomase kao goriva.

Najjednostavnije rešenje sagorevanja biomase predstavlja sagorevanje krupnih komada biljne (bolje reći drvene) mase koja se vrši u kotlovima klasičnih konstrukcijai rešenja. To se takođe odnosi i na sagorevanje briketa biomase.

Faze u tom procesu su:

1. Zagrevanje i sušenje
2. Destilacija (isparavanje) sastojaka - piroliza
3. Vañenje sastojaka (mase)
4. Sagorevanje (mase) čvrstog uglja

Što veći deo energetskog potencijala biomase potrebno je iskoristiti, kako bi se ostvarilo povećanje udela zelene energije. Čvrsta biomasa može da energetski valorizuje na razne načine (kotlovi, parne turbine i slično), a verovatno najefikasniji način je upotrebom tzv. ORC turbina.

ORC turbine (ORC = Organski Rankinov ciklus), za razliku od parnih, ne koriste paru, već organske ugljovodonike. Kao izvor toplote ovih organskih elemenata, koriste se toplotna ulja (silikonska ulja sa velikim udelom organskih supstanci), zagrejana na temperaturu od oko 300°C. Tako zagrejano ulje se vodi u dvostepeni isparivač, gde se njegova toplota prevodi u sekundarni krug. Dobijene silikonske pare radnog fluida se nakon toga guraju u turbinu, koja je direktno spojena sa generatorom električne energije. Nakon hlađenja, pare odlaze u kondenzator, gde se kondenzacijska toplota pretvara u vruću vodu. Ova voda se može iskoristiti na brojne načine, npr. za grejanje, pranje ili za neki tehnološki proces.

Prednosti ORC turbina:

-niski radni troškovi, proces je zatvoren i potpuno automatizovan

-gotovo 80% dovedene toplote toplotnog ulja pretvara se u toplotu; gotovo 20% se pretvara u struju i sve to uz minimalne gubitke (do 3%)

-veća sigurnost rada i rad bez potrebe za stalnim nadzorom (toplotno ulje za prenos toplote ne zahteva povećanje pritiska)

-minimalno održavanje; koristi se medij koji isparava već na niskim temperaturama, pa se koriste sporohodne turbine, koje zadržavaju visok stepen efikasnosti i kod delimičnog opterećenja.

