Primjena obnovljivih izvora energije u kanalizacijskim sustavima

Posel, Kristina

Undergraduate thesis / Završni rad

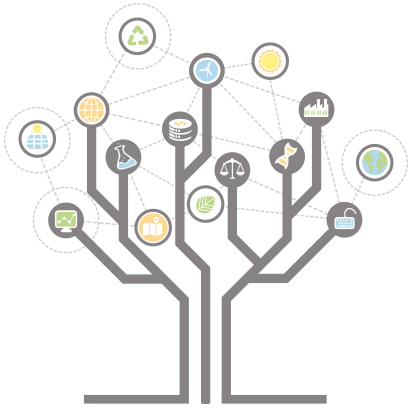
2016

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Geotechnical Engineering / Sveučilište u Zagrebu, Geotehnički fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:130:186721

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**



Repository / Repozitorij:

Repository of Faculty of Geotechnical Engineering - Theses and Dissertations

zir.nsk.hr

dabar
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

Primjena obnovljivih izvora energije u kanalizacijskim sustavima

Posel, Kristina

Undergraduate thesis / Završni rad

2016

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Geotechnical Engineering / Sveučilište u Zagrebu, Geotehnički fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:130:186721

Rights / Prava: In copyright

Download date / Datum preuzimanja: **2020-11-19**

Repository / Repozitorij:

Repository of Faculty of Geotechnical Engineering



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

GEOTEHNIČKI FAKULTET VARAŽDIN

KRISTINA POSEL

PRIMJENA OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE U KANALIZACIJSKIM SUSTAVIMA

ZAVRŠNI RAD

VARAŽDIN, 2016.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

GEOTEHNIČKI FAKULTET VARAŽDIN

ZAVRŠNI RAD

PRIMJENA OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE U KANALIZACIJSKIM SUSTAVIMA

KANDIDAT:

KRISTINA POSEL

MENTOR:

Doc.dr.sc. BOJAN ĐURIN

VARAŽDIN, 2016.

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da je završni rad pod naslovom

PRIMJENA OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE U KANALIZACIJSKIM SUSTAVIMA

(naslov završnog rada)

rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na istraživanjima te objavljenoj i citiranoj literaturi te je izrađen pod mentorstvom **doc.dr.sc. Bojana Đurina.**

Izjavljujem da nijedan dio rada nije napisan na nedozvoljen način, odnosno da je prepisan iz necitiranog rada te da nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava. Izjavljujem također, da nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.

U Varaždinu, 31.08.2016.

KRISTINA POSEL
(Ime i prezime)

Kristina Posel
(Vlastoručni potpis)

SAŽETAK RADA:

U ovom radu opisana je moguća primjena obnovljivih izvora energije u kanalizacijskom sustavu od samog nastanka otpadnih voda sve do uređaja za pročišćavanje otpadnih voda. Navedeni su i opisani pojedini dijelovi kanalizacijskog sustava kao i njihova uloga. Također su navedeni i opisani najznačajniji obnovljivi izvori energije. Doprinos ovog rada vidljiv je u analizi primjene pojedinih obnovljivih izvora energije u kanalizacijskom sustavu. Pri tome je pokazano da se pojedini obnovljivi izvori energije mogu koristiti u svrhu proizvodnje električne energije potrebne za rad crpne stanice. Time se ujedno smanjuju emisije stakleničkih plinova.

KLJUČNE RIJEČI: kanalizacija, obnovljivi izvori energije, crpne stanice, staklenički plinovi

SADRŽAJ:

1. UVOD 1
2. KANALIZACIJSKI SUSTAV 2
2.1. Općenito o kanalizacijskim sustavima 2
2.2. Tipovi kanalizacijskih sustava 3
2.2.1. Mješoviti tip kanalizacijskog sustava 3
2.2.2. Razdjelni tip kanalizacijskog sustava 5
3. DIJELOVI KANALIZACIJSKOG SUSTAVA 7
3.1. Kanalizacijska mreža 7
3.1.1. Podjela kanalizacijskih mreža 7
3.2. Crpne stanice 11
3.2.1. Centrifugalne crpke 12
3.2.2. Pužne crpke 13
3.3. Ostali objekti u kanalizacijskom sustavu 14
3.3.1. Revizijska okna (šahtovi) 14
3.3.2. Okna za prekid pada 14
3.3.3. Objekti za skupljanje površinskih voda s prometnica i drugih površina 15
4. OBNOVLJIVI IZVORI ENERGIJE 16
4.1. Podjela obnovljivih izvora energije 16
4.2. Oblici obnovljivih izvora energije 17
4.2.1. Energija Sunca 17
4.2.2. Energija vode 19
4.2.3. Energija biomase 20
4.2.4. Energija vjetra 25
4.2.5. Geotermalna energija 26
5. MOGUĆNOSTI PRIMJENE POJEDINIH OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE U KANALIZACIJSKIM SUSTAVIMA 27

5.1. Primjena energije Sunca 28
5.2. Primjena energije vode 28
5.3. Primjena energije biomase 28
5.4. Primjena energije vjetra 28
5.5. Primjena geotermalne energije 29
6. ZAKLJUČAK 30
7. LITERATURA 31
8. POPIS SLIKA 32

1. UVOD

Kanalizacijski sustavi značajni su potrošači energije urbanog vodoopskrbnog sustava. Danas se teži smanjenju potrošnje energije,povećanju energetske učinkovitosti te povećanju korištenja udjela obnovljivih izvora energije, što je sadržano u aktualnim smjernicama Europske unije „Target 20-20-20“ [1]. Kanalizacijske sustave čine skupovi objekata, uređaja i mjera za sakupljanje i odvodnju otpadnih i oborinskihvoda u urbanim i industrijskim sredinama,transport do uređaja za pročišćavanje, pročišćavanje do stupnja uvjetovanog lokalnim prilikama i zakonskim uredbamate ispuštanje pročišćene vode u odgovarajući prijamnik i zbrinjavanje mulja koji nastaje u postupku pročišćavanja. Kanalizacijski sustav treba ispuniti sve potrebne ciljeve kako bi se izgradio cijeli niz objekata i kanala koji čine kanalizacijski tehnološki sustav.Zadatak kanalizacije je da u skladu sa značajkama prostora najkraćim putem i u najkraćem vremenu odstrani otpadnu voduiz blizine ljudskih aktivnosti do mjesta pročišćavanja i konačnogispuštanja. Pri tom je najkraći put važan zbog povoljnih ekonomskih učinaka, a najkraće je vrijeme važno zbog dobrih ekoloških, sanitarnih i pogonskih učinaka.

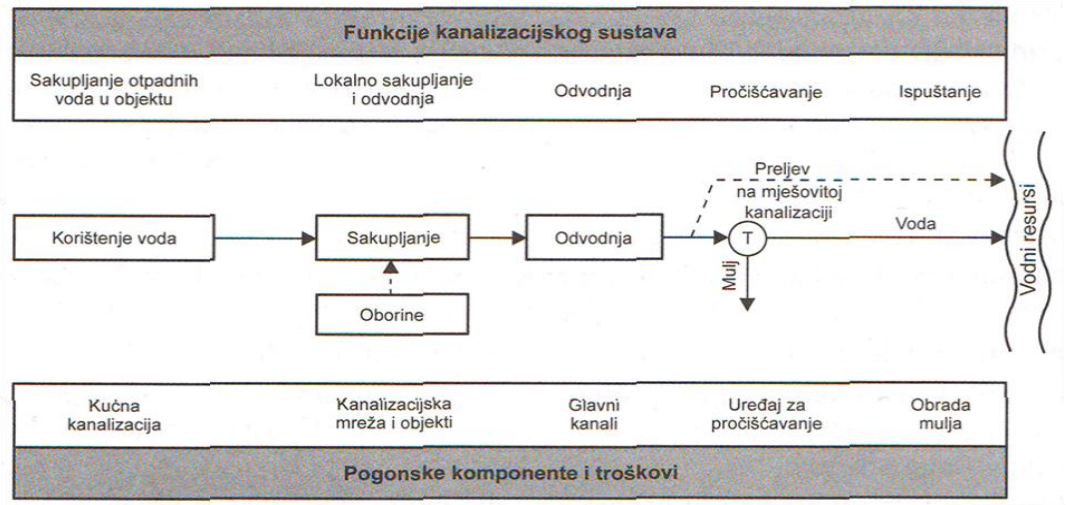
Obnovljivi izvori energije dobivaju se iz prirode i kao što sama riječ govori mogu se obnavljati. Strujanje obnovljivih izvora energije uključuje prirodne fenomene kao što su Sunčeva svjetlost, vjetar, valovi, geotermalna toplina, biomase i bioplin. Zbog sve većih potreba smanjenja ispuštanja stakleničkih plinova, primjena obnovljivih izvora energije postaje sve zastupljenija. Nužni uvjet za korištenje lokalnih obnovljivih izvora energije je postojanje odgovarajućeg rješenja za spremanje energije, pomoću koje se mogu primjenjivati obnovljivi izvori i u kanalizacijskom sustavu.

2. KANALIZACIJSKI SUSTAV

2.1. Općenito o kanalizacijskim sustavima

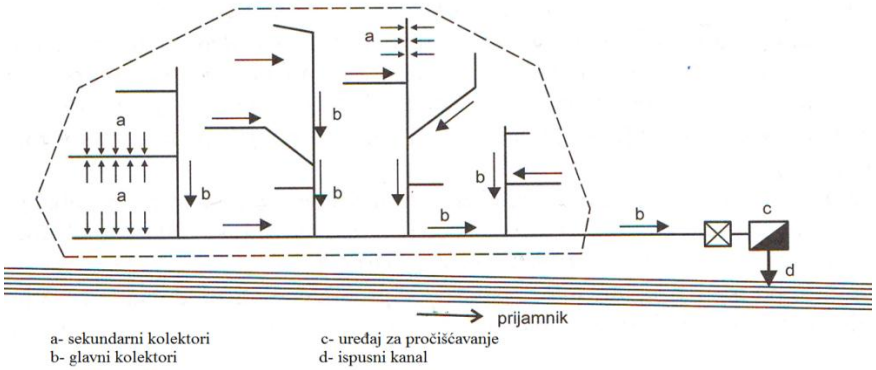
Da bi kanalizacija ispunila sve potrebne ciljeve mora se izgraditi cijeli niz objekata i kanala koji čine kanalizacijski tehnološki sustav koji se skraćeno u praksi naziva kanalizacija ili kanalizacijski sustav.

Na slici 1. shematski je prikazano korištenje kanalizacijskog sustava od početne do završne faze [2].



Slika 1. Općeniti prikaz kanalizacijskog sustava [2]

Slika 2. prikazuje tlocrtnu skicu kanalizacijskog sustava koji se sastoji od glavnih te sporednih kolektora, uređaja za pročišćavanje i ispusnog kanala [2].



Slika 2. Prikaz elemenata kanalizacijskog sustava [2]

Kolektor ili kanalizacijski kanal je cijev ili kanal odgovarajućeg oblika, uglavnom zatvoren i nikad ispunjen do vrha, koji služi za odvod otpadnih i oborinskih voda, odnosno njihovo sakupljanje. Sekundarni kolektori su odvodnici koji na sebe primaju cijeli niz lateralnih odvodnika koji nemaju nikakvih priključaka. Najjednostavniji primjer sekundarnih kolektora jesu kućni kolektori koje čine cijevni odvodnici od kućne instalacije do mjesta priključka na javni odvodni sustav. Glavni kolektor je kolektor koji sve sakupljene vode odvodi na uređaj za pročišćenje voda ili do ispusta. Uređaj za pročišćavanje je vodna građevina s postrojenjima kojima se otpadne vode iz sustava javne odvodnje pročišćavaju prije njihovog ispuštanja u prijemnik. Pročišćavanje otpadnih voda je postupak kojim se poboljšava kakvoća otpadnih voda, u cilju smanjenja ili eliminiranja njihovog štetnog djelovanja u prijamnicima ili kanalima kanalizacije. Ispusni kanal je odvodnik koji sakupljene vode uglavnom pročišćene odvodi u prijamnik [2].

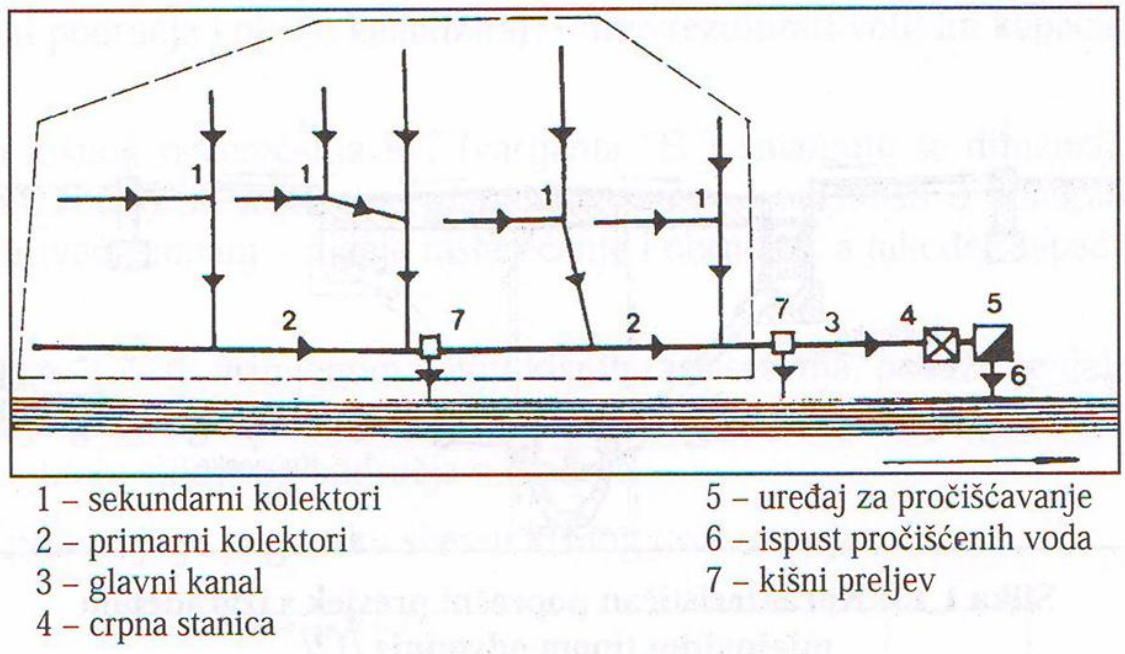
2.2. Tipovi kanalizacijskih sustava

U praksi se razlikuju dva osnovna tipa odvodnje koji se još nazivaju sustavima kanalizacije, a to su mješoviti ili skupni te razdjelni ili separatni. Pod pojmom tip odvodnje podrazumijeva se način sakupljanja i odvođenja različitih vrsta urbanih voda (kućanskih, industrijskih i oborinskih).

2.2.1. Mješoviti tip kanalizacijskog sustava

Mješoviti tip kanalizacijskih sustava sakuplja sve kategorije urbanih voda i odvodi ih zajedničkim kanalima i kolektorima. Najveći dio voda koje se prikupljaju ovim tipom su oborinske vode. Odnos oborinske i drugih voda u kanalima je između 1:20 i 1:60. U tom su smislu za dimenzioniranje veličine kanala najvažnije oborinske vode. Međutim, s obzirom na trajanje otjecanja, najkraće trajanje imaju oborinske vode (razdoblje kiša), a najduže kućanske vode, koje praktički teku neprekidno. Zbog toga kućanske vode imaju dugoročan i stalan, a oborinske vode periodičan utjecaj. Da bi se postiglo ekonomičnije rješenje, na mješovitom tipu se primjenjuju takozvana „kišna rasterećenja“. Pomoću ovih objekata razrijeđene se otpadne vode u vrijeme jakih kiša ispuštaju izravno ili posredno pomoću kišnih bazena u prijamnik uz odgovarajuće pročišćavanje prije otpuštanja. Mješoviti tip kanalizacijskih sustava je u pravilu

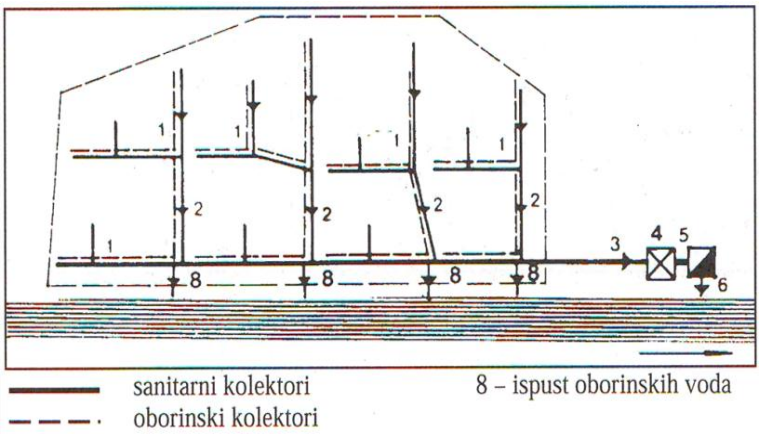
najjeftiniji u pogledu izgradnje kanalizacijskih kolektora, jer se umjesto dvije ili više kanalizacijskih mreža gradi samo jedna jedinstvena. U slučaju izgradnje na većim dubinama zbog kućnih priključaka, te većeg broja posebnih građevina (preljeva, ispusta, retencijskih bazena, uređaja za pročišćavanje preljevnih voda, crpnih stanica i drugo), izvedbeni, a posebno pogonski troškovi višestruko su veći jer se precrpljuju i pročišćavaju sve vode u kanalima (ako nema preljeva) ili veći dio ovih voda, tako da ovaj sustav postaje pogonski i investicijski nepovoljan. U sanitarnom i ekološkom pogledu, mješoviti tip odvodnje je nepovoljan zbog preljevnih voda koje u sebi sadrže i dio fekalnih i otpadnih voda koje u ovom slučaju izravno utječu na prijamnik. Danas je to neprihvatljivo, pa se preljevne vode moraju pročišćavati, odnosno moraju se primijeniti rješenja kojima se ograničava ispuštanje otpadnih tvari u prijamnike. S druge strane, ovim tipom kanalizacije veći dio oborinskih voda se pročišćava. Mješoviti tip kanalizacijskih sustava ima dodatne izvore onečišćenja okoliša u odnosu na razdjelni tip. Ovaj se tip danas ne preporučuje, prvenstveno zbog sanitarnih zahtjeva, odnosno velikih poteškoća kod pročišćavanja mješovitih voda i ispuštanja preljevnih voda. Uvijek je lakše pročišćavati kućanske otpadne vode zasebno od oborinskih voda te imati jedan umjesto više uređaja i ispusta. Na slici 3. prikazan je mješoviti tip kanalizacijskih sustava koji se sastoji od sekundarnih i primarnih kolektora, glavnog kanala, crpne stanice, uređaja za pročišćavanje, ispusta pročišćenih voda te kišnog preljeva [2].



Slika 3. Prikaz mješovitog tipa kanalizacijskog sustava [2]

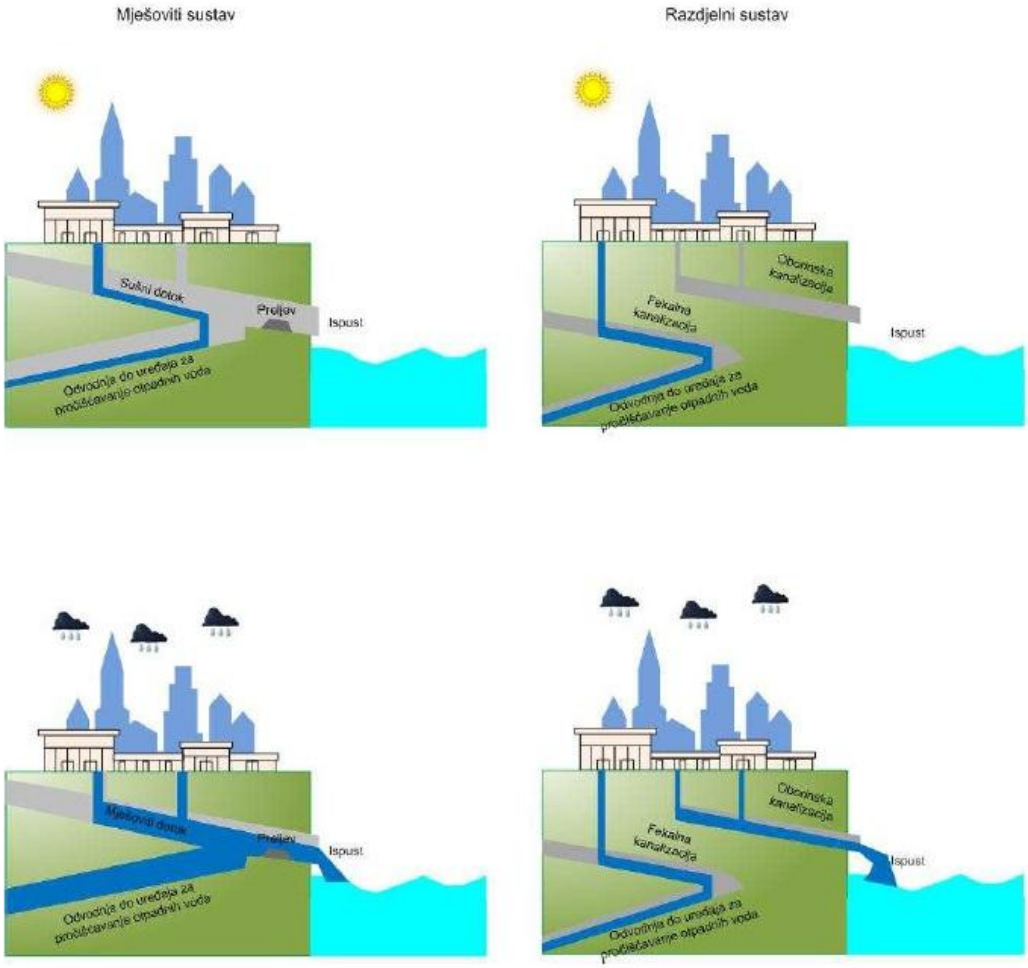
2.2.2. Razdjelni tip kanalizacijskog sustava

Razdjelni tip kanalizacijskih sustava sakuplja i odvodi različite vrste otpadnih urbanih voda zasebnim kanalima i kolektorima. Kod ovakvog tipa odvodnje postoje uglavnom dvije kanalizacijske mreže, jedna koja služi za odvodnju oborinskih voda i druganamjenjena za kućanske i industrijske otpadne vode. Kanali oborinskih voda dimenzijama su jednaki kao i u mješovitom tipu odvodnje, dok su kanali otpadnih voda prilagođeni njihovim količinama. S ekonomskog gledišta razdjelni tip kanalizacijskih sustava je skuplji jer je ukupna mreža dulja za 30 – 40 % u odnosu na mješoviti tip kanalizacijskog sustava. Obzirom na prepoznatljivi sastav kanalizacijske vode i s tim u vezi prilagođene uvjete pročišćavanja i ispuštanja, ovaj tip odvodnje ne mora biti skuplji kad se u razmatranje uzmu crpne stanice, uređaj za pročišćavanje i ispust. To vrijedi u slučajevima kada se oborinske vode mogu u cijelosti i najvećim dijelom direktno gravitacijski ispuštati u prijemnik. U tehničko-tehnološkom smislu ovaj je tip vrlo povoljan, jer je svaka mreža tehnički i tehnološki u najvećoj mjeri prilagođena karakteristikama voda koje odvodnjava. Iz tog razloga, velike oborinske vode ne utječu na uređaj za pročišćavanje komunalnih otpadnih voda, a manji kanali otpadnih voda lakše se održavaju i čiste. Kanalizacija oborinskih voda velikih profila polaže se pliće jer se sakupljaju samo oborinske vode, dok se kanali otpadnih voda malih profila polažu dublje radi kućnih priključaka te zbog toga nema značajnog povećanja zemljanih radova. U sanitarnom smislu ovaj je tip povoljan jer se sve fekalne vode odvode na uređaj za pročišćavanje. S ekološkog pogleda ovaj tip pruža mogućnosti dobre zaštite okoliša jer omogućava primjenu djelotvornog i ekonomski prihvatljivog pročišćavanja uz uvjet da se i oborinske vode adekvatno pročišćavaju.Slika 4. prikazuje razdjelni tip kanalizacijskih sustava koji se sastoji od sanitarnih i oborinskih kolektora te od ispusta oborinskih voda [2].



Slika 4. Prikaz razdjelnog tipa kanalizacijskog sustava [2]

Mješoviti sustav sakuplja sve kategorije otpadnih voda i odvodi ih zajedničkim kanalima, dok razdjelni sustav sakuplja različite vrste voda i odvodi ih zasebnim kanalima. Osnovna razlika prikazana je na slici 5.



Slika 5. Osnovna razlika između mješovitog i razdjelnog kanalizacijskog sustava [3]

3. DIJELOVI KANALIZACIJSKOG SUSTAVA

3.1. Kanalizacijska mreža

Kanalizacijska mreža je osnovni objekt sustava odvodnje i nerijetko čini preko 95 % ukupne izgradnje. Kanalizacijsku mrežu čini ukupnost glavnih i sporednih kanala ili kolektora, međusobno spojenih preko pojedinih objekata sustava odvodnje u funkcionalnu cjelinu, radi prikupljanja i odvodnje otpadnih voda.

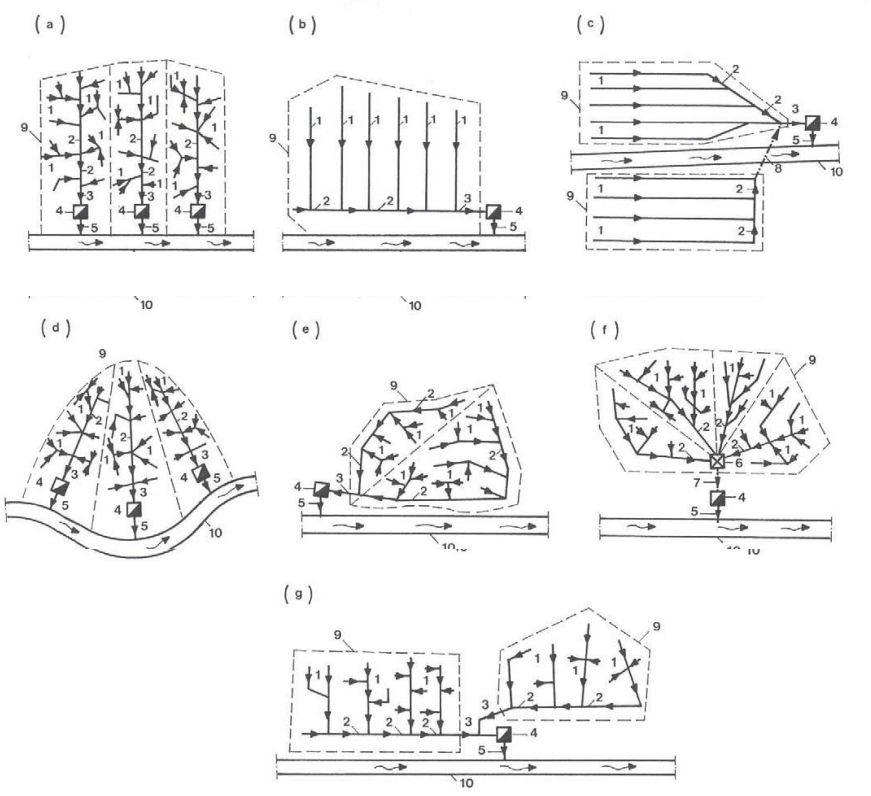
Kanalizacijski kanal ili kolektor je kanal ili cijev određenog oblika koji služi za prikupljanje, odnosno odvodnju otpadnih voda. Kolektori se dijele u tri vrste, a to su sporedni kolektori koji na sebe primaju niz priključaka, glavni kolektori koji na sebe primaju niz sporednih kolektora te glavni odvodni kolektori koji sve prikupljene vode odvode do uređaja za pročišćavanje ili do ispusta [4].

3.1.1. Podjela kanalizacijskih mreža

Kanalizacijske mreže djele se prema *shemi mreže*, *obliku kanala* te *materijalu izvedbe*.

3.1.1.1. Podjela prema shemi mreže

U ovoj podjeli podrazumijeva se situacijski oblik mreže s pripadnim objektima unutar kanaliziranog urbanog područja. Ona se radi prema tehničko- ekonomskom rješenju sistema odvodnje, uz uvažavanje relevantnih lokalnih čimbenika i perspektivnog razvoja kanalizacijske mreže. Postoje poprečne (a), obuhvatne (b), uzdužne (c), radijalne (d), prstenaste (e), razgranate (f) i zonirane (g) sheme mreže kao što je prikazano na slici 6 [4].



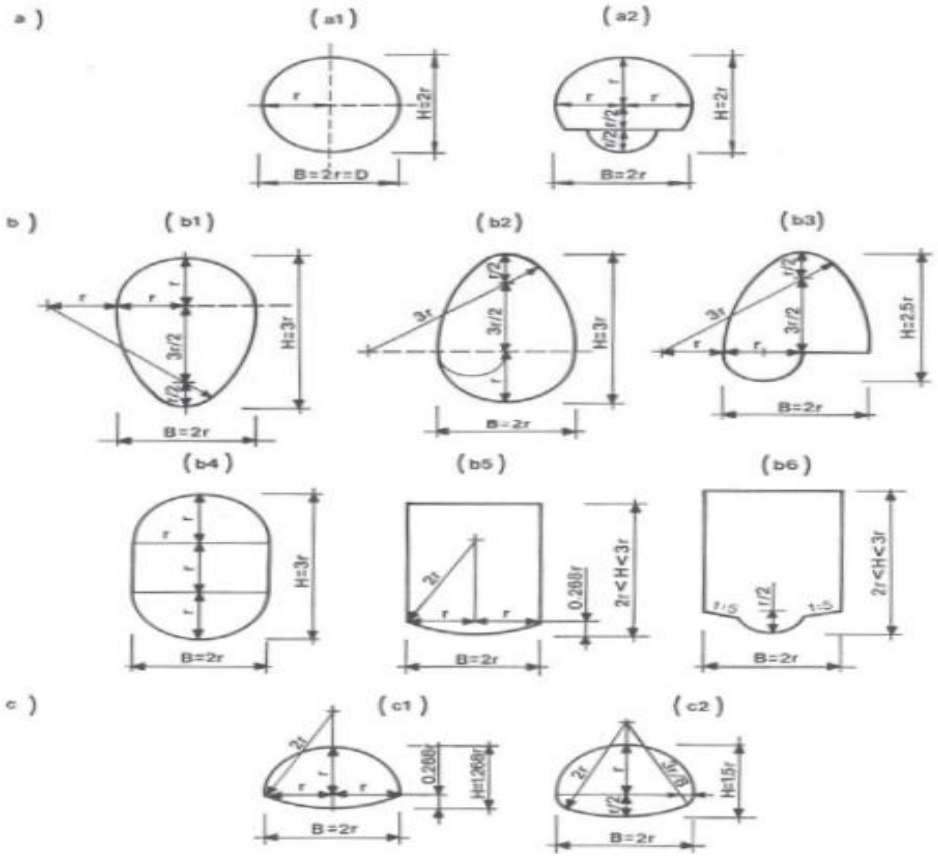
Slika 6. Sheme kanalizacijskih mreža [4]

3.1.1.2.Podjela prema obliku kanala

Kanali ili kolektori mogu biti otvoreni ili zatvoreni. Kod otvorenih kanala je vodno lice vidljivo, jer kanal nema pokrovnu konstrukciju, kanali su najčešće trapeznog oblika i mogu se koristiti isključivo za odvodnju relativno čistih voda, odnosno voda koje u sanitarnom smislu nisu opasne po okoliš.

Zatvoreni kanali su kanali kod kojih se cijeli profil nalazi u zatvorenoj konstrukciji, u pravilu potpuno ukopanoj ispod prometnih ili slobodnih površina te se oni obavezno primjenjuju na kanalizacijskoj mreži unutar urbanog područja. Zatvorene kanale možemo još podijeliti prema obliku i veličini profila. Kanali koji se dijele prema obliku mogu biti kanali kružnog oblika, kanali izduženog oblika te kanali stlačenog oblika. Kanali koji se dijele prema veličini profila mogu biti prohodni i neprohodni. Prohodni kanali su oni čije dimenzije omogućuju ulazak radnika u kanale radi njihove revizije, čišćenja i popravka, u protivnom oni su neprohodni. Granična veličina podjele kanala je

1000 mm. Slika 7. prikazuje karakteristične oblike kanala koji su kružnog oblika (a), izduženog oblika (b), te stlačenog oblika (c) [4].



Slika 7. Karakteristični oblici kanala [4]

3.1.1.3. Podjela prema materijalu izvedbe

Osnovni parametri izbora materijala izvedbe kanalizacijskih mreža jesu količina i svojstva otpadnih voda, geomehanički i hidrogeološki uvjeti zemljišta. Prema materijalu izvedbe postoje cijevi od tvornički izvedenih proizvoda i cijevi građene na licu mjesta. Kod izbora cijevi bitne karakteristike su:kvaliteta materijala, čvrstoća, elastičnost, trajnost, vodonepropusnost i antikorozivnost, troškovi nabave, transporta i montaže, hidraulička hrapavost unutarnjih cijevi te pogonska sigurnost.

Betonske cijevi primjenjuju se kod kanalizacijskih mreža s tečenjem sa slobodnim vodnim licem. Ova vrsta cijevi može se izgraditi od tvornički izvedenih cijevi i cijevi građenih na licu mjesta. Betonske cijevi koriste se za odvodnju oborinskih voda, budući da industrijske i kućanske otpadne vode sadrže agresivne sastojke koji razgrađuju

stijenke cijevi, stoga je kod odvodnje otpadnih voda potrebna zaštita unutarnjih stijenki antikorozivnim sredstvom, primjerice bitumenom. Slijedeći nedostatak betonskih cijevi je velik broj spojeva te kao rezultat toga dobivamonjihovu nedovoljnusigurnost na vodonepropusnost. Nadalje, ovu vrstu cijevi karakterizira i relativno velika hrapavost, što rezultira smanjenjem protoka i većom mogućnošću taloženja krutih otpadnih tvari.

Armiranobetonske cijevi također mogu biti izgrađene od tvornički izvedenih cijevi koje su obično kružnog oblika, te cijevi građenih na licu mjesta koje se izvode iz istih razloga kao i betonske. Razlog postavljanja armiranobetonskih cijevi je izloženost cijevi znatno većim vanjskim opterećenjima [4]. Armiranobetonske cijevi karakterizira velika hidraulička hrapavost koja se tijekom izgradnje s vremenom još povećava, što za posljedicu ima smanjenje protoka i veću mogućnost stvaranja taloga. Beton je osjetljiv na spojeve koji se javljaju kao rezultat procesa razgradnje organske tvari u kanalizacijskim kolektorima, tako da nije dobar materijal za kanalizaciju otpadnih voda [2].

Azbest cementne cijevi proizvode se tvornički, a kružnog su profila. Primjena pojedinih tipova cijevi ovisi o veličini vanjskog opterećenja, dubini ugradnje cijevi i osobinama tla. Laki tip (KC-L) koristi se kada se ne očekuju veća vanjska opterećenja, dok se teški tip (KC-T) upotrebljava u svim teškim uvjetima izvedbe i kod većih vanjskih opterećenja. Azbest cementne cijevi više se ne koriste niti se proizvode.

Plastične cijevi su cijevi novijeg datuma i čine suvremeni kanalizacijski materijal. S obzirom na sirovinu od koje su izgrađene, postoji niz različitih vrsta plastičnih cijevi, a najčešće su cijevi od polivinil klorida (PVC), poliesterskih materijala, tvrdog polietilena, propilena. Zbog dobrih osobina i relativno povoljne cijene plastične se cijevi danas najviše primjenjuju.

Čelične cijevi se u kanalizaciji primjenjuju rijetko, odnosno primjenjuju se samo u posebnim slučajevima kod vrlo strmih terena kod kojih bi inače za druge materijale trebalo izgraditi čitav niz stepenica za prekid pada zbog ograničenja brzine toka, zatim kod podvodnih kolektora, sifona i slično. Ove cijevi se koriste i u tlačnim kanalizacijskim sustavima, te u crpnim stanicama. Čelične cijevi izrađuju se od čeličnog lima s uzdužnim ili spiralnim varenjem,a to su šavne cijevi i valjane. Valjanjem se

dobiju bešavne cijevi koje su kvalitetnije i skuplje, pa se zbog toga češće koriste za male profile, dok se šavne češće koriste za velike profile. Proizvode se u duljinama od 6 do 10 metara, izrađuju se od čeličnog lima različitih debljina, ovisno o unutarnjem tlaku koji trebaju izdržati i o promjeru cijevi, lagane su i jednostavne za transport i manipulaciju, fleksibilne i otporne na udarce, mogu izdržati visoke unutrašnje tlakove pa se smatraju ekonomski najpovoljnijima.

Keramičke cijevi imaju najdulju primjenu u kanalizacijskim sustavima, no danas se sve manje koriste zbog niski vrijednosti mehaničkog otpora. Keramičke cijevi proizvode se tvornički od gline, kvarcnog pijesaka i šamota. U procesu proizvodnje prolaze kroz tunelske cijevi s temperaturom do 1400 °C, gdje im se zbog sadržaja natrijevog silikata formira caklina, koja čini keramičke cijevi izuzetno otporne na kiseline što pogoduje njihovoj primjeni za odvodnju industrijskih otpadnih voda, te kod kućnih instalacija.

Lijevanoželjezne cijevi najviše su se rabile u prošlosti, prvi počeci primjene spominju se prije 300 godina, a danas njihova primjena u kanalizaciji otpada zbog novih materijala koji su ekonomski i tehnički povoljniji u odnosu na lijevano željezo. Postoje dva osnovna načina proizvodnje cijevi: lijevanjem u kalupe (stariji način proizvodnje) i centrifugalno lijevanje cijevi koje su lakše jer su tanje i čvršće u odnosu na unutrašnji tlak, manje su otporne na udarce. Lijevanoželjezne cijevi su dosta krhke pa je potrebno voditi računa kod transporta i ugradnje.

3.2. Crpne stanice

Crpne stanice su građevine ukojima su smještene crpke i sva prateća oprema. S obzirom na namjenu i izvedbu, postoji više tipova crpnih stanica. Crpne stanice dijele se na crpne stanice kućanskih otpadnih voda, crpne stanice oborinskih voda, crpne stanice industrijskih otpadnih voda, crpne stanice za mulj na uređaju za pročišćavanje, crpne stanice u mješovitom sustavu kanalizacije te crpne stanice pročišćene otpadne vode.

Zadaće crpnih stanica prije svega su objedinjavanje svih voda na jedinstveni uređaj za pročišćavanje i ispuštanje, smanjivanje veličine iskopa zbog potreba prevelike dubine ukapanja kolektora, svladavanje svih visinskih prirodnih i umjetnih prepreka na

transportnom putu, odvođenje voda iz područja i objekata s nižim geodetskim kotama, ispuštanje preljevnih voda u slučaju visokih razina voda u prijamniku.
Klasifikacija crpnih stanica odnosi se na kapacitet, pogonski stroj, način izgradnje, upotrebljeni materijal i vrstu crpki [2]. Postoje i druge podjele, no nabrojane su one najbitnije.

Crpke su osnovni elementi crpne stanice, kojima je podređena njena cjelokupna konfiguracija i konstrukcija. Koriste se radi transporta vode s jednog mjesta na drugo, najčešće s niže na višu kotu terena. U kanalizaciji se danas najčešće koriste dvije vrste crpki, a to su pužne i centrifugalne. Pužne crpke služe samo za vertikalno dizanje vode sa nižih na više kote, dok centrifugalne crpke putem tlačnih cjevovoda omogućuju dizanje voda na veće kote i prebacivanje na veće udaljenosti. S obzirom na kakvoću vode u kanalizaciji, dotjecanje na crpke mora biti izravno, a protok kroz crpku i tlačni cjevovod slobodan za vodu i sve otpadne tvari koje se nalaze u vodi. Nastoji se izbjeći postavljanje rešetki i drugih zaštitnih elemenata čiji je rad problematičan i zahtijeva dodatne troškove održavanja i pogona.

Osnovni proračun crpki uključuje podatke vezane uz kapacitet [m^3/s], visinu dizanja [m], učinkovitost [%], karakteristične krivulje i ulaznu energiju [Nm/s] ili [kW]. Ostale značajne veličine su brzina rotacije motora, tlak, usisni kapacitet, gustoća vode, brzina toka, konstanta sile gravitacije i neto pozitivna usisna visina [2].

3.2.1. Centrifugalne crpke

Centrifugalne crpke su crpke koje imaju radijalan, aksijalan i mješoviti tok. Karakteriziraju ih dva osnovna elementa, a to su rotor koji prisiljava tekućinu na rotaciju i kućište koje ima zadatak usmjeravati tekućinu ka rotoru i van iz rotora. Oblik rotora i kućišta različitjeza različite vrste centrifugalnih crpki. Kod radijalnih crpki voda ulazi u smjeru osovine, a rotor napušta radijalno prema kućištu. Razlikujemo jednostrane i dvostrane radijalne crpke: jednostrane su one kod kojih voda ulazi u rotor samo s jedne strane, a dvostrane su one kod kojih voda ulazi u rotor s obje strane.

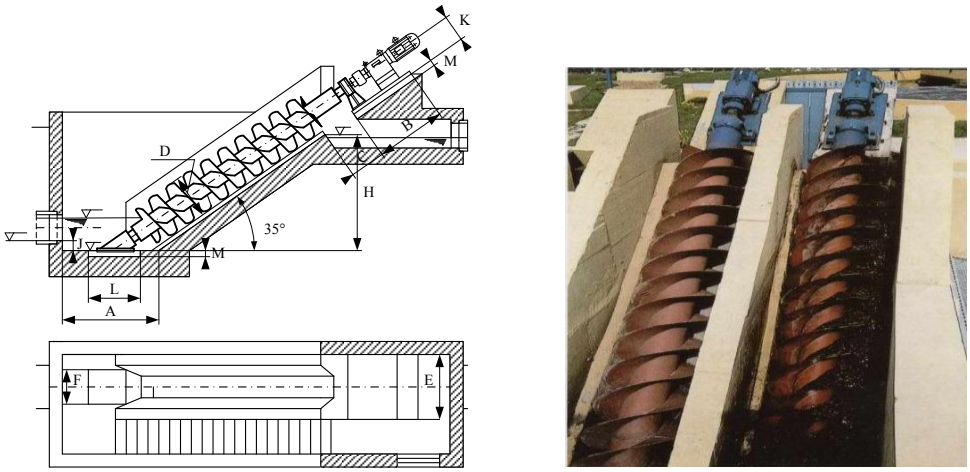
Mješovite crpke imaju rotor u koji voda ulazi u smjeru osovine, a napušta ga pod određenim kutom prema osovini. Kod aksijalne crpke voda ulazi u aksijalnom smjeru odnosno u smjeru osovine te ga napušta aksijalno [2].



Slika 8. Centrifugalna crpka [5]

3.2.2. Pužne crpke

Pužna crpka ili Arhimedov vijak je najstariji tip crpke koji ima široko polje djelovanja u kanalizaciji. Radi na način načela Arhimedova vijka: rotirajući u ukoso položenom žlijebu lopatice guraju vodu duž žlijeba do izljeva. Osnovna karakteristika ovih crpki je fiksna visina i ograničeni kapacitet dizanja, ovisno o karakteristikama vijka. Pužne crpke služe samo za dizanje vode s nižih na više kote na određenom mjestu. Crpka uglavnom radi konstantnom brzinom rotacije, bez obzira na količinu vode. Učinkovitost ovih crpki je vrlo visoka i daleko veća od centrifugalnih kanalizacijskih crpki [2].

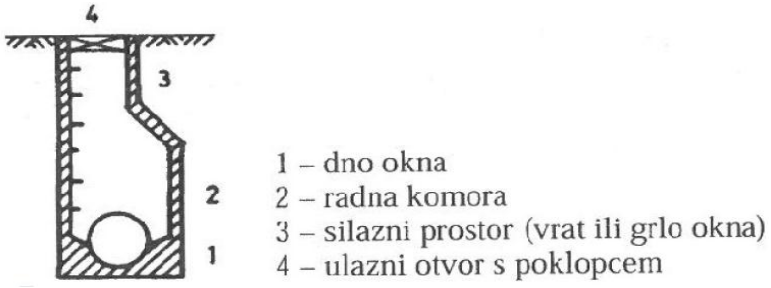


Slika 9. Prikaz pužne crpke [6]

3.3. Ostali objekti u kanalizacijskom sustavu

3.3.1. Revizijska okna (šahtovi)

Revizijska okna (šahtovi) su objekti kojima se omogućuje pristup kanalima.
Revizijska okna postavljaju se na početak pojedinih kanala, mjesto promjene profila kanala, kod promjene uzdužnog pada kanala, kod mjesta skretanja kanala, kod mjesta priključaka kanala i na kanalima koji su u pravcu (zbog revizije i održavanja). Slika 10. prikazuje osnovne dijelove revizijskog okna [7].

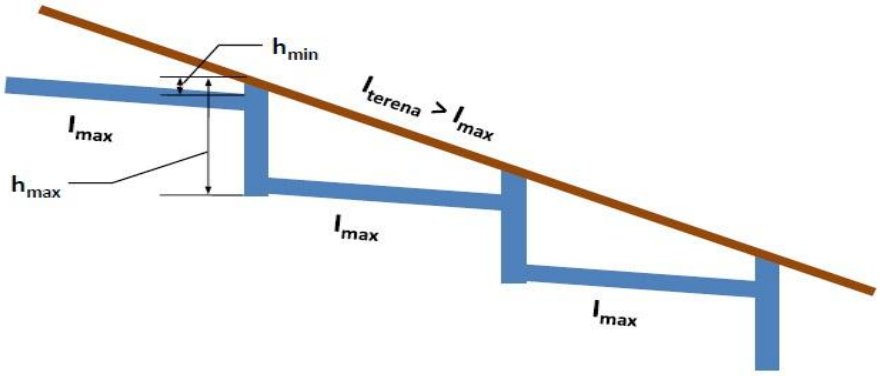


Slika 10. Osnovni dijelovi revizijskog okna

3.3.2. Okna za prekid pada

Služe za formiranje granično dopuštenih uzdužnih padova kanala i omogućavanje sigurnoga svladavanja prekida pada, rezultiraju uništavanjem energije toka vode i sprječavanjem uvlačenja zraka u struju vode [7]. Okna za prekid pada koriste se na

dionicama gdje je pad terena veći od maksimalno dozvoljenog pada kanala (slika 11.) [8].

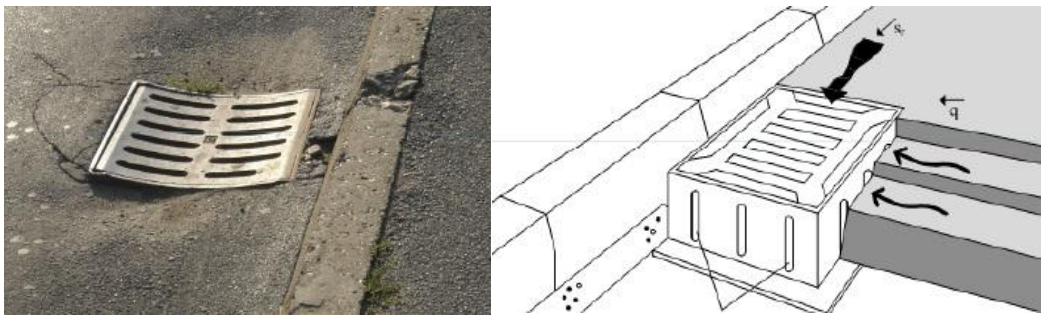


Slika 11. Okno za prekid pada

3.3.3. Objekti za skupljanje površinskih voda s prometnica i drugih površina

Služe za sprječavanje izlijevanja i stvaranja vodene površine na pješačkim površinama, prometnim površinama te za sprječavanje plavljenja objekata. Osim sakupljanja površinskih voda, ovi objekti sprječavaju preveliko dotjecanje u kolektore oborinskih voda ,tj. sprječavanje zagušenja.Prema mjestu ugradnje ovi objekti dijele se na uređaje za nadzemnu i podzemnu odvodnju, odnosno na građevine za prikupljanje površinske vode (jarci, rigoli i sl.) i sustave (drenaže) za prihvaćanje nevezane vode (pokretne temeljne, drenažne i slojevne vode).

Uobičajena rješenja odvodnje oborinskih voda na prometnicama uličnoga tipa izvode se pomoću slivnika s rešetkom (slika 12.), kanalicama ili nekim drugim prikladnim rješenjem [7].



Slika 12. Slivnik [7]

4. OBNOVLJIVI IZVORI ENERGIJE

S obzirom na vremensku mogućnost njihovog iscrpljivanja, prirodni oblici energije dijele se na neobnovljive oblike energije koje čine fosilna goriva, nuklearna goriva i unutarnja toplina zemlje, te obnovljive oblike energije koje čine vodne snage, biomasa, energija sunčeva zračenja i energija vjetra [9].

Obnovljivi izvori energije su izvori koji se dobivaju iz prirode te se mogu obnavljati. Strujanje obnovljivih izvora energije uključuje prirodne fenomene kao što su Sunčeva svjetlost, vjetar, valovi, geotermalna toplina. Međunarodna Agencija za Energiju objašnjava da je „obnovljiva energija dobivena iz prirodnih procesa koji se konstantno obnavljaju. Dobiva se direktno iz sunca ili iz topline stvarane duboko u zemlji što uključuje i električnu struju i toplinu dobivenu iz izvora poput sunčeve svjetlosti, vjetra, oceana, hidroenergije, biomase i geotermalne energije te biogoriva dobivenog iz obnovljivih izvora energije“ [10].

4.1. Podjela obnovljivih izvora energije

Obnovljive izvore energije dijelimo u dvije glavne skupine a to su tradicionalni obnovljivi izvori energije poput biomase i velikih hidroelektrana i “novi obnovljivi izvori energije” poput energije Sunca, energije vjetra, geotermalne energije i drugo [9].
Prema podacima o obnovljivim izvorima energije dobiva se oko 18 % ukupne svjetske energije, ali je velik dio te energije dobiven iskorištavanjem biomase za kuhanje i grijanje od 13 od 18 %.Od velikih hidroelektrana dobiva se oko tri posto energije. Dakle, kada se isključe tradicionalni obnovljivi izvori energije možese pretpostaviti kako “novi izvori energije” proizvode samo 2,4 % od ukupne svjetske energije, od toga1,3 % otpada na instalacije za grijanje vode, 0,8 % na proizvodnju električne energije i 0,3 % na biogoriva. Smatra se da taj udio treba povećati jer je neobnovljivih izvora energije sve manje, a i njihov štetni utjecaj sve je izraženiji u zadnjih nekoliko desetljeća [9].

Uzimajući u obzir obnovljive izvore energije, njihov razvoj bitan je iz više razloga, a jedan od njih odnosi se na veliku ulogu kod smanjenja emisije ugljičnog dioksida.Osim toga, njihov razvoj doprinosi povećanju udjela obnovljivih izvora energije, čime

pomaže u poboljšanju sigurnosti dostave energije, tako da smanjuje ovisnost o uvozu energetskih sirovina [9].

4.2. Oblici obnovljivih izvora energije

Postoji puno podjela obnovljivih izvora energije, no opisane su samo one najznačajnije. Obnovljivi izvori energije su izvori energije koji se dobivaju iz prirode te se mogu obnavljati; danas se sve više koriste zbog svoje neškodljivosti prema okolišu.

4.2.1. Energija Sunca

Energija Sunca je osnovni je pokretač svih klimatskih i životnih ciklusa na Zemlji, ona neprestano pristiže na Zemlju, koja se okreće oko svoje osi i oko Sunca. Postoje dnevne i sezonske mijene snage Sunčeva zračenja koje stiže od površine Zemlje. Snaga Sunčeva zračenja pri srednjoj udaljenosti od Sunca iznosi 1366 W/m^2, pri čemu do površine Zemlje stiže otprilike pola. Ukupno Sunčevo zračenje koje pristigne na površinu Zemlje vrati se natrag u svemir. Stvarna snaga koja je na površini značajno ovisi o prilikama u atmosferi i o oblacima. Srednja vrijednost snage Sunčeva zračenja na površini Zemlje tijekom cijele godine izračunata je otprilike 200 W/m^2 [11].

4.2.1.1. Toplinska primjena energije Sunca

Toplinsko korištenje Sunčeva zračenja podrazumijeva direktnu primjenu za zagrijavanje objekata, grijanja vode ili korištenja u rashladnim uređajima,tako postoje: pasivna arhitektura, toplinski kolektori i toplinsko hlađenje.

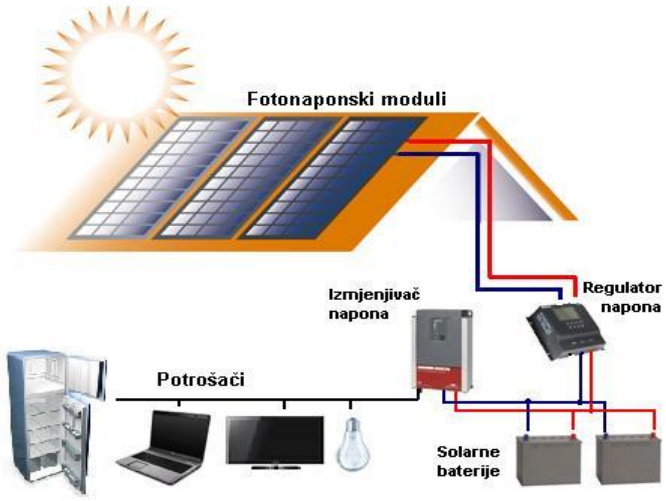
Pasivna arhitektura jenajstariji oblik korištenja energije Sunčeva zračenja. Pasivna gradnja znači da se stambene cjeline i objekti grade tako da se čim više zagrijavaju kada je tijekom godine hladno i da se što manje zagrijavaju u toplije godišnje doba. Pasivna gradnja dodatno može biti odražena u dobroj izolaciji objekta, zidovima i podovima koji imaju dodatnu masu za akumuliranje topline (akumulacija preko dana za noćne potrebe), odgovarajućom izvedbom prozora, dodatnim izvorom svjetla iz posebnih kolektora.

Toplinski kolektorisu najisplativija rješenja za korištenje energije Sunca. Rješenja mogu biti sa i bez aktivnih komponenti te mogu koristiti zrak ili vodu kao radni medij. Mogu se razlikovati po temperaturi koju postiže radni medij pa tako postoje nisko, srednje i visoko temperaturne primjene.

Toplinsko hlađenje radi tako da zamjenjuje kompresor, pogonjen električnom energijom, procesom koji koristi medij za preuzimanje topline s vrlo niskom točkom ključanja (ispod 0 ^{o}C). Uređaj se sastoji od bojlera, kondenzatora, evaporatora i absorbera. Stlačen amonijak tekuć pri sobnoj temperaturi, koristi se kao medij za preuzimanje topline. a potrebni su još vodik i voda [11].

4.2.1.2. Proizvodnja električne energije

Sunčeva energija je prihvatljiv i pouzdan izvor energije. Veličina Sunčeve energije izvan atmosfere je približno konstantna i iznosi 1366 W/m^2, a na površini Zemlje je manja što je posljedica geometrijskih značajki i filtracije koja se odvija kroz atmosferu na nekom prostoru. Energija iz Sunca može se generirati svaki dan svugdje na Zemlji, ali s različitim jakostima i trajanjima. Iako Sunce sija samo tijekom dana, pouzdaniji je izvor energije od energije vjetra zbog svoje konstantnosti. Za pretvorbu Sunčeve energije koriste se dva tipa solarnih generatora: fotonaponski sustavi i termalni sustavi. Fotonaponski sustav pretvara Sunčevu energiju u električnu (slika 13.), što je vrlo jednostavan i lako primjenjiv tehnološki sustav. Struja je dostupna tijekom dana, a tijekom noći se mora koristiti spremnik za energiju ili neki drugi izvor. Termalni sustavi koriste Sunce kao izvor topline. Toplina se „hvata“, koncentrira i koristi za pokretanje toplinskih strojeva i generatora struje. To su složeni sustavi bazirani na klasičnim tehnologijama termalnih elektrana [12].



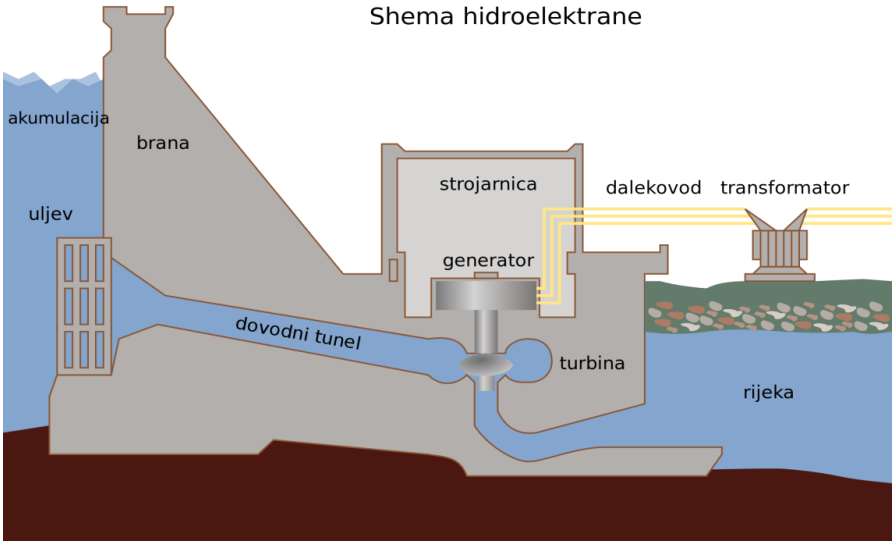
Slika 13. Primjena fotonaponskih sustava [13]

4.2.2. Energija vode

Energija vode ili hidroenergija je snaga dobivena iz sile ili energije tekuće vodene mase, obnovljiva je zahvaljujući Sunčevoj energiji koja neprestano održava hidrološki ciklus. Hidroelektrana ili hidroelektrična centrala je postrojenje u kojem se potencijalna energija vode najprije pretvara u kinetičku energiju njezinog strujanja, a potom u mehaničku energiju vrtnje vratila vodne turbine te, konačno u električnu energiju u električnom generatoru. Hidroelektranu čine sve građevine i postrojenja, koje služe za prikupljanje, dovođenje i odvođenje vode (brana, zahvati, dovodni i odvodni kanali, cjevovodi), pretvorbu energije (vodne turbine, generatori), transformaciju i razvod električne energije (rasklopna postrojenja, dalekovodi) te za smještaj i upravljanje cijelim sustavom.

Male hidroelektrane imaju najveći udio u proizvodnji električne energije iz obnovljivih izvora na europskom i svjetskom nivou. Hidroelektrane su najekonomičnija i najpouzdanija energetska tehnologija koja se uzima u obzir za proizvodnju električne energije bez onečišćenja. Glavne prednosti malih hidroelektrana su visoka efikasnost (70 – 90 %), visoki koeficijent iskoristivosti (obično manji od 50 %), visoka razina predvidljivosti koja se mijenja u skladu s godišnjim modelom padalina, spora promjena izlazne snage, dobra usklađenost s potražnjom, trajna i čvrsta tehnologija. Mala hidroelektrana je neopasna za okoliš i najčešće se pokreće vodenim tokom.

Cilj korištenja hidroenergetskog sustava je pretvaranjepotencijalne energije vodene mase koja teče i ima neki pad u električnu energiju na donjem djelu sustava gdje se nalazi električna centrala. Vertikalni pad vode nužan je za proizvodnju hidroelektrične energije, jer voda koja brzo teče nema dovoljnu snagu za proizvodnju iskoristive energije, stoga su potrebne dvije veličine, a to su stopa protoka vode i pad vode, kao što to prikazuje slika 14. [14].



Slika 14. Shema hidroelektrane

4.2.3. Energija biomase

Biomasa je biorazgradivi dio proizvoda, otpada i ostataka poljoprivredne proizvodnje, šumarske i srodnih industrija. Energija iz biomase dolazi u krutom, tekućem stanju (biodizel, bioetanol, biometanol) i plinovitom stanju (bioplin, plin iz rasplinjavanja biomase i deponijski plin).

Biomasa je obnovljivi izvor energije, a općenito se može podijeliti na drvnu, nedrvnu i životinjski otpad, unutar čega se mogu razlikovati drvna biomasa, drvna uzgojena biomasa, nedrvna uzgojena biomasa, ostaci i otpaci iz poljoprivrede, životinjski otpad i ostaci, gradski i industrijski otpad. Glavna prednost korištenja biomase kao izvora energije obilni su potencijali u koje spadaju zasađene biljne kulture te otpadni materijal iz poljoprivredne i prehrambene industrije. Plinovi koji nastaju mogu se iskoristiti u

proizvodnji energije. Prednost biomase u odnosu na fosilna goriva je manja emisija štetnih plinova i otpadnih tvari [11].

4.2.3.1. Drvna biomasa

Postoje razni načini dobivanja energije pomoću drvne biomase. Za dobivanje drvne biomase isključivo se upotrebljava šumska biomasa u koju spadaju ostaci i otpad nastali redovitim gospodarenjem šumama, prostorno i ogrjevno drvo, i biomasa iz drvne industrije u koje spadaju ostaci i otpad nastali prilikom piljenja, brušenja, blanjanja (slika 15.).

Biomasa se može izravno pretvarati u energiju jednostavnim sagorijevanjem te tako proizvesti pregrijanu vodenu paru za grijanje u industriji i kućanstvimaili za dobivanje električne energije u malim termoelektranama. Takva postrojenja kao gorivo koriste drvni otpad iz šumarstva i drvne industrije, slamu te druge poljoprivredne ostatke, komunalni i industrijski otpad. Osnovne značajke šumske ili drvne biomase kao energenta su kemijski sastav, ogrijevna vrijednost, temperatura samozapaljenja, temperatura izgaranja, fizikalna svojstva koja utječu na ogrjevnost [9].



Slika 15. Prikaz različitih vrsta drvne biomase [15]

4.2.3.2. Nedrvna biomasa

U Hrvatskoj osobitu važnost imaju ostaci iz poljoprivrede, takozvana poljoprivredna biomasa koja kao produkt daje kukuruzovinu, oklasak, stabljike suncokreta, slamu, ljuske, koštice višanja, ostatke pri rezidbi vinove loze i maslina, kore od jabuka. Na ogrijevne vrijednosti nedrvne biomase podjednako utječu udio vlage i pepela. Udio pepela može iznositi i do 20 % pa značajno utječe na ogrijevnost.

Osim ostataka i otpada postoji veliki broj biljnih vrsta koje je moguće uzgajati kao „energetske nasade“, koji se kasnije koriste za proizvodnju biomase. Energetski nasadi su nasadi sa velikim prinosima kao što je kineskatrska s godišnjim prinosom od 17 tona suhe tvari po hektaru, eukaliptusdaje 35 tona suhe tvari po hektaru, npr. zelene alge s prinosom od 50 tona suhe tvari po hektaru [11].

4.2.3.3. Bioplin

Bioplin se dobiva iz organskih materijala. Podrijetlo sirovina može varirati, od stočnih otpadaka, žetvenih viškova, ostataka ulja od povrća do organskih otpadaka iz kućanstava. Osim tih materijala, za proizvodnju bioplina može se koristiti i trava. Fermentacijska postrojenja za travu moraju ispunjavati više tehničke zahtjeve od konvencionalnih bioloških bioplinskih postrojenja, koja koriste čvrsto ili tekuće gnojivo. Postoje dva osnovna tipa organske digestije, a to su aerobna uz prisustvo kisika i anaerobna bez prisustva kisika. Svi organski materijali, životinjski i biljni, mogu biti razgrađeni u ova dva procesa, ali produkti će biti vrlo različiti. Prilikom aerobne digestijeoslobađa se ugljični dioksid, amonijak i ostali plinovi u malim količinama, velika količina topline i konačni proizvod koji se može upotrijebiti kao gnojivo. Prilikom anaerobne digestije oslobađa se metan, ugljični dioksid, nešto vodika i ostalih plinova u tragovima, vrlo malo topline i konačni proizvod (gnojivo) sa većom količinom dušika nego što se proizvodi pri aerobnoj fermentaciji. Takvo gnojivo sadrži dušik u mineraliziranom obliku koje biljke mogu brže preuzeti nego organski dušik što ga čini posebno pogodnim za oplemenjivanje obradivih površina. Anaerobna digestija odvija se samo u specifičnim uvjetima među kojima su ulazna pH vrijednost ulazne mješavine između 6 i 7, potrebna temperatura od 25-35 ^{0}C te određeno vrijeme zadržavanja mješavine u digestoru.

Postrojenje za proizvodnju bioplina (slika 16.) naziva se digestor. Glavna mu je funkcija da pruži anaerobne uvjete za različite kemijske i mikrobiološke reakcije koje se u njemu događaju. Poznat je i kao bioreaktor ili anaerobni reaktor. Mora biti nepropustan za zrak i vodu. Može biti izgrađenod različitih materijala i različitih oblika i veličina, a to ovisi uglavnom o sirovini koja se upotrebljava. Sustavi namijenjeni za digestiju tekuće ili čvrste sirovine uglavnom se pune i prazne pomoću crpki. Kompletni digestorski sustav sastoji se od jame za sakupljanje gnojiva, spremnika za miješanje, cijevi za odvođenje,

digestora, spremnika i sustava za iskorištavanje bioplina.Dobiveni se bioplin najčešće koristi za dobivanje toplinske ili električne energije izgaranjem u kotlovima, plinskim motorima ili turbinama [11].



Slika 16. Postrojenje za dobivanje bioplina [16]

4.2.3.4. Alkoholna goriva

Etanol se može proizvoditi od tri osnovne vrste biomase: šećera (od šećerne trske, melase), škroba (od kukuruza, krumpira) i celuloze (od drva, poljoprivrednih ostataka). Sirovine bogate šećerima vrlo su pogodne za proizvodnju etanola, budući da već sadržavaju jednostavne šećere glukozu i fruktozu koji mogu fermentirati izravno u etanol. Osnovne faze u procesu proizvodnje etanola su: priprema sirovine, fermentacija i destilacija etanola.

Priprema sirovine je zapravo hidroliza molekula škroba enzimima u šećer koji može fermentirati. Uobičajena tehnologija za proizvodnju etanola je fermentacija u peći s običnim kvascem za proizvodnju 8 do 10 %-tnog alkohola nakon 24 do 72 sati fermentacije. Nakon toga slijedi destilacija alkohola u nekoliko faza čime se dobiva 95 %-tni etanol. Za proizvodnju posve čistog etanola, kakav se koristi za miješanje s benzinom, dodaje se benzen i nastavlja destilacija te se dobiva 99,8 %-tni etanol.

Sirovine bogate škrobom sadrže velike molekule ugljikovodika koje treba razložiti na jednostavne šećere procesom saharifikacije. To zahtijeva još jednu fazu u procesu proizvodnje što povećava troškove. Ugljikovodici u sirovinama bogatim celulozom sastavljeni su od još većih molekula i trebaju se konvertirati u šećere koji mogu

fermentirati kiselom ili enzimatskom hidrolizom. Najznačajnije biljne vrste koje se uzgajaju za proizvodnju etanola su šećerna trska, slatki sirak, cassava krumpir i kukuruz.

Za proizvodnju metanola mogu se koristiti sirovine s visokim udjelom celuloze kao što je drvo i neki ostaci iz poljoprivrede. Tehnologija je posve različita od one za proizvodnju etanola. Proizvodnja se odvija u dvije faze. U prvoj se sirovina konvertira u plinoviti međuproizvod iz kojeg se sintetizira metanol. Faza sinteze metanola je dobro poznata i komercijalno dokazana, dok je faza rasplinjavanja još u razvoju. Takva istraživanja se provode u zemljama s velikim drvnim potencijalom kao što su Švedska i Brazil, a primjena takvih postrojenja se očekuje uskoro [11].

4.2.3.5. Biodizel

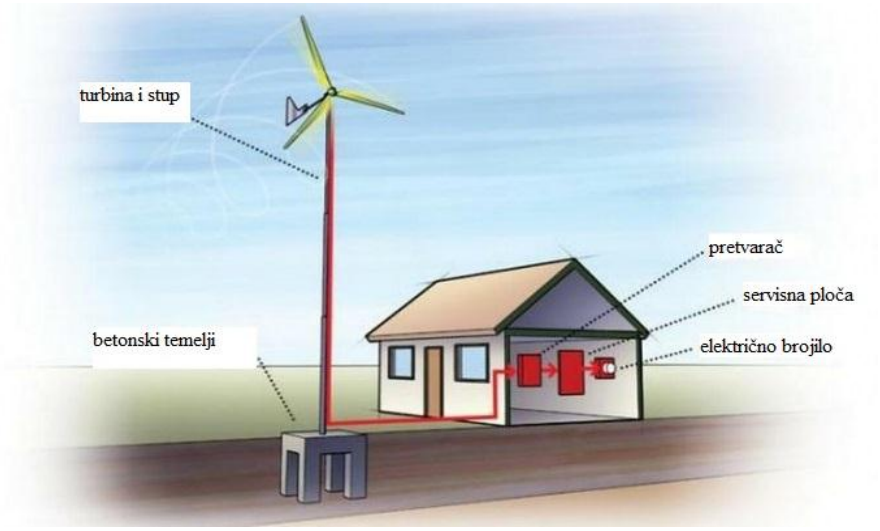
Biodizel je komercijalni naziv za gorivo, pod kojim se metil-ester bez dodanog mineralnog dizelskog goriva, nalazi na tržištu tekućih goriva i prodaje krajnim korisnicima. Standardizirano je tekuće nemineralno gorivo, neotrovan, biorazgradivi nadomjestak za mineralno gorivo, a može se proizvoditi iz biljnih ulja, recikliranog otpadnog jestivog ulja ili životinjske masti procesom esterifikacije, pri čemu kao sporedni proizvod nastaje glicerol. Metil-ester je kemijski spoj dobiven reakcijom biljnog ulja ili životinjske masti s metanolom u prisutnosti katalizatora. Izbor osnovne sirovine za dobivanje biodizela ovisi o specifičnim uvjetima i prilikama u konkretnim zemljama, u Europi se za proizvodnju biodizela najviše koristi ulje uljane repice (82,8 %) i ulje suncokreta (12,5 %), dok se u Americi najviše koristi ulje soje, a u azijskim zemljama se koristi i palmino ulje.

Pri proizvodnji biodizela iz uljane repice, nastaje čitav niz profitabilnih nusprodukata, poput pogače te sačme, koja su visokovrijedan proteinski dodatak stočnoj hrani, dobiva se i glicerol, koji se koristi kao sirovina u kozmetičkoj i farmaceutskoj industriji.Na kraju tehnološkog procesa, kao nusprodukt se dobiva i uljni mulj, koji se koristi kao visokokvalitetno gnojivo za povrtne kulture u ekološkoj poljoprivredi. Zbog svojih brojnih pozitivnih osobina, biodizel je svoju najširu primjenu našao upravo u ekološkoj poljoprivredi, gdje je, po međunarodnim kriterijima jedini dopustivi energent [11].

4.2.4. Energija vjetra

Energija vjetra pretvara se u korisni oblik energije, električnu energiju, pomoću vjetroelektrana. U klasičnim vjetrenjačama energija vjetra pretvara se u mehaničku, te se kao takva direktno koristi za mljevenje žitarica ili crpljenje vode. Električnom energijom iz vjetra, vjetroelektrane snabdijevaju elektro energetsku mrežu kao što i pojedinačni vjetroagregati napajaju izolirana mjesta. Vjetar je bogat, obnovljiv, lako dostupan i čist izvor energije. Nedostatak vjetra ne uzrokuje nesavladive probleme iz razloga što u malom udjelu sudjeluje u opskrbi električnom energijom, ali pri većem oslanjanju na vjetar dovodi do većih problema. Nastanak vjetra je složen proces. Kako Sunce neravnomjerno grije Zemlju, polovi primaju manje Sunčeve energije nego ekvator. Pored toga, kopno se brže grije i brže hladi od mora, te takvo zagrijavanje tjera globalni atmosferski sustav prijenosa topline s površine Zemlje prema stratosferi koja se ponaša kao virtualni strop.

Brzina vjetra je promjenjiva i srednja vrijednost brzine za danu lokaciju ne može reći koju količinu energije vjetroagregat može proizvesti. Ipak, kod predviđanja ponašanja vjetra na određenom mjestu, pohranjuju se mjereni podaci. Dovoljna je i manja promjena lokacije da bi se promjenila brzina vjetra. Stalnost snage kod vjetroelektrana može osigurati napredak u tehnologijama koje se bave spremanjem energije tako da se može koristiti energija koja se dobije za jačeg vjetra u slučaju kad vjetra nema [14].



Slika 17. Prikaz korištenja energije vjetra [17]

Vjetroelektrana je niz blisko smještenih vjetroagregata najčešće istog tipa, izloženih istom vjetru i priključenih posredstvom zajedničkog rasklopnog uređaja na elektroenergetski sustav. Vjetroagregat je rotirajući stroj koji pretvara kinetičku energiju vjetra prvo u mehaničku, a zatim preko električnih generatora u električnu energiju (slika 17.). Pri tome se rotor vjetroturbine i rotor električnog generatora nalaze na istom vratilu. Vjetroelektrana je obnovljivi izvor električne energije pokretan kinetičkom energijom vjetra. Postoje dijelovi Zemlje na kojima pušu stalni (planetarni) vjetrovi i na tim područjima je iskorištavanje energije vjetra najisplativije. Dobri položaji su obale mora i oceana, te pučina mora. Pučina se ističe kao najbolji položaj zbog stalnosti vjetrova, ali cijene ugradnje i prijevoza energije usporavaju takva ulaganja.

Prednost vjetroelektrana je što ne troše gorivo, odnosno energija vjetra je besplatna, vjetroelektrane su poželjan oblik obnovljive energije jer kemijski i biološki ne onečišćuju okoliš, vjetroelektrana može imati umjeren pozitivan utjecaj na smanjenje snage vjetra u područjima koja su inače izložena suviše jakim vjetrovima, borba protiv globalnog zatopljenja, vjetroelektrane su energetska postrojenja bez štetnih emisija stakleničkih plinova, smanjuje se nacionalna ovisnost o uvozu fosilnih goriva.

Nedostaci vjetroelektrana opisani su povremenošću pogona koje zavisi o meteorološkim karakteristikama. Vjetroelektrane su teže tehnički izvedive u područjima s velikim oscilacijama u snazi vjetra. Tehnička rješenja spriječavaju oštećenje vjetrenjače pri olujnoj snazi i izvlače maksimalnu snagu pri slabom vjetru, za usklađivanje broja okretaja vjetroturbine s brojem okretaja ugrađenog generatora potreban je multiplikator s automatskom regulacijom brzina generatora. Troškovi održavanja znaju činiti značajnu stavku u cijeni dobivene energije vjetra.

Vjetroelektrane se mogu podijeliti na kopnene vjetroelektrane, priobalne vjetroelektrane, plutajuće vjetroelektrane i zračne vjetroelektrane. Najveći proizvođači električne energije pomoću vjetra su SAD, Njemačka, Španjolska i Kina.

4.2.5. Geotermalna energija

Ispod Zemljine površine nalaze se ogromne zalihe toplinske energije koju nazivamo geotermalna energija. Naziv geotermalno dolazi od grčkih riječi *geo*, što znači zemlja

i *therme*, što znači toplina. Geotermalna energija je toplinska energija koja se stvara u Zemljinoj kori polaganim raspadanjem radioaktivnih elemenata, kemijskim reakcijama ili trenjem pri kretanju tektonskih masa.

Najveće prednosti geotermalne energije su to što je čista i sigurna za okolinu, zalihe koje su na raspolaganju su praktički neiscrpne, elektrane su relativno male izvedbe prema primjerice hidroelektranama, te se postavljaju direktno na izvor geotermalne energije. Geotermalna energija je pouzdana jer ne ovisi meteorološkim utjecajima za razliku od hidroelektrana, vjetroelektrana i solarnih sustava. Električna energija iz geotermalnih izvora može se proizvoditi 24 sata na dan. Geotermalne elektrane imaju vrlo niske troškove proizvodnje iz razloga što zahtijevaju samo energiju za pokretanje vodenih pumpi, a tu energiju proizvodi elektrana sama za sebe.

Najveći nedostatak je to što nema mnogo lokacija koje su prikladne za iskorištavanje geotermalne energije i pogodne za izgradnju geotermalnih elektrana.Geotermalnu energiju nemoguće je transportirati i zbog toga se može koristiti samo za opskrbu toplinom obližnjih mjesta i za proizvodnju električne energije [18].

5. MOGUĆNOSTI PRIMJENE POJEDINIH OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE U KANALIZACIJSKIM SUSTAVIMA

Najveći izazov upravljanja urbanim vodnim sustavima je osiguranje trajne opskrbe vodom i odvodnje otpadnih voda, uz prihvatljivu cijenu i bez ugrožavanja okoliša. To se jednim dijelom može postići korištenjem obnovljivih izvora energije. Energija se u kanalizacijskim sustavima koristi zacrpljenje vode od oko 60-80 %. Kod crpnih stanica otpadnih voda potrošnja energije iznosi 30 %.

Današnje korištenje obnovljivih izvora energije za potrebe kanalizacije još uvijek nije potpuna i produktivna zamjena konvencionalnim izvorima. Spremnik za energiju ima veliku važnost za primjenu „zelene“ energije u urbanim vodnim sustavima. Danas se najviše koriste litium-ion baterije zbog povoljne cijene [12].

5.1. Primjena energije Sunca

Ove elektrane mogu generirati struju samo tijekom dana kad Sunce isijava, što im je najveća slabost jer zahtijevaju sustav podrške za noćni rad. Zato se moraju integrirati s nekim drugim izvorom, lokalno ili putem energetske mreže ili koristiti spremnik energije [12].

5.2. Primjena energije vode

Energija vode je klasičan, najpouzdaniji, najkorišteniji i dobro poznati obnovljivi izvor energije. Na temelju visinskog pada kanalizacijskog sustava, te energije koju voda dobiva prilikom prolaska kroz kanale izgrađuju se male hidroelektrane i one su najveći izvor električne energije iz obnovljivih izvora [12].

5.3. Primjena energije biomase

Biomasa uključuje bilo koju organsku tvar koja je obnovljiva i redovito dostupna u određenim vremenskim ciklusima. Bioenergija se može generirati iz bio plinova, krutine ili tekućine. Široko je dostupna energija, a iz nje se može dobiti toplina, ali i gorivo za pokretanje motora. Biomasa se dobiva iz drveća, usjeva, ostataka organske mase, stajskih ostataka, mulja iz bioloških uređaja. Plinovita biomasa već se koristi u urbanim vodnim sustavima, odnosno na biološkim uređajima za pročišćavanje vode. Izvor energije je biometan generiran iz energije spremljene u mulju u procesima anaerobne digestije mulja [12].

5.4. Primjena energije vjetra

Izvor energije koji je dostupan na brojnim lokacijama, ali s različitom dužinom trajanja i različite snage o kojima bitno ovise korištenje i ekonomski efekti. Ne postoji lokacija na kojoj vjetar puše dovoljno velikom brzinom konstantno tijekom cijele godine. Prekidi proizvodnje vjetroenergije su realnost,a pojava i prekid trajanja nepredvidivi, zbog čega se vjetar vrlo rijetko koristi, pa i za potrebe kanalizacijskih sustava [12].

5.5. Primjena geotermalne energije

Geotermalna energija je rezultat toplinske energije iz Zemlje koja se koristi za proizvodju pare koja pokreće parne turbine i generatore. Preduvjet za korištenje ovog izvora je dostupna geotermalna energija, što je rijetkost [12].

6. ZAKLJUČAK

Današnje korištenje obnovljivih izvora energije još uvijek nije potpuna i produktivna zamjena konvencionalnim izvorima energije. Sunce i vjetar nemaju stalnu proizvodnju te ne mogu biti stalni i stabilni izvor kao što su hidroenergija, geotermalna energija ili biomasa. Osim ekonomskih ušteda, obnovljivi izvori energije značajno doprinose smanjenju ispuštanja stakleničkih plinova i održivosti razvoja življenja ljudi. Obnovljivi izvori energije mogu se koristiti za rad crpnih stanica u kanalizacijskim sustavima, pri čemu se podrazumijeva korištenje električne energije. Za pohranjivanje električne energije dobivene iz obnovljivih izvora energije koriste se razni spremnici kao što su tlačni spremnici, zamašno kolo, te razne izvedbe baterija. Danas se najviše koriste litium-ion baterije zbog povoljne cijene izvedbe, stoga se može reći da je problem pohrane električne energije dobivene iz obnovljivih izvora energije riješen za manje korisnike, dok je za one veće problem još uvijek prisutan, zbog još uvijek relativno visokih troškova baterija. Hidroenergija je najprikladniji obnovljivi izvor energije korišten u kanalizacijskim sustavima. Primjena Sunčeve energije prihvatljiva je tijekom dnevnog perioda rada, kada je električna energija ujedno i najskuplja. Sunčeva energija sve je više zastupljena zbog pada cijene fotonaponskih sustava, povećanja učinkovitosti solarnih ćelija, aktualnih smjernica koje daju zakonsku podršku korištenju obnovljivih izvora energije i smanjenja emisije stakleničkih plinova. Primjena obnovljivih izvora energije potiče se u svim strategijama održivog razvoja u EU i strategijama Hrvatske te je svakako korisno razmotriti primjenu i u urbanim vodnim sustavima.

7. LITERATURA

1. *2020 climate and energy package* , dostupno na: http://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2020/index_en.htm, datum pristupa: (17.08.16.)

2. Margeta J. *Kanalizacija naselja: odvodnja i zbrinjavanje otpadnih i oborinskih voda*; Split, 2009.

3. Prikratki I. *Koncept rješenja sustava odvodnje ravničarskog djela općine Cestica*. Diplomski rad. Varaždin: Sveučilište u Zagrebu, Geotehnički fakultet. 2011.

4.*Kanalizacijske mreže*, dostupno na: https://www.grad.unizg.hr/_download/repository/2.4._Kanalizacijske_mreze%5B6%5D.pdf, datumpristupa: (11.05.16.)

5. Hidro-metal, *Pumpe za onečišćenu vodu*, dostupno na: http://www.hidrometal.hr/pdf/dwc.pdf, datum pristupa: (12.08.16.)

6. Tušar B. *Pročišćavanje otpadnih voda*; Zagreb, Kigen, 2009.

7. Đurin B., *Vodoopskrba i odvodnja, predavanje 11*, dostupno na: http://moodle.srce.hr/2015-2016/pluginfile.php/705164/mod_resource/content/1/Predavanje%2011.pdf, datum pristupa: (12.08.16.)

8.*Odvodnja 6*, dostupno na: http://www.grad.hr/nastava/hidrotehnika/gf/odvodnja/predavanja/ODVODNJA%206.pdf , datum pristupa (17.08.16.)

9. Obnovljivi izvori energije, dostupno na: http://www.ekologija.com.hr/obnovljivi-izvori-energije/ , datum pristupa: (24.05.16.)

10. Wikipedia, *Obnovljivi izvori energije*, dostupno na: https://hr.wikipedia.org/wiki/Obnovljivi_izvori_energije, datum pristupa: (19.05.16.)

11.Šljivac D., Šimić Z., *Obnovljivi izvori energije, najvažnije vrste, potencijal i tehnologija,* dostupno na: http://oie.mingo.hr/UserDocsImages/OIE%20Tekst.pdf, datum pristupa: (20.05.16.)

12. Margeta J., Đurin B. *Mogućnosti primjene obnovljivih izvora energije za crpljenje vode u urbanom vodnom sustavu*; 6. Hrvatska konferencija o vodama; Opatija, 2015.

13.*Fotonaponski sustavi*, dostupno na: http://www.irena-istra.hr/uploads/media/Fotonaponski_sustavi_01.pdf , datum pristupa: (17.08.16.)

14. Wikipedia, *Obnovljiva energija*, dostupno na: https://hr.wikipedia.org/wiki/Obnovljiva_energija, datum pristupa: (24.05.16.)

15. Zelena energija, *Biomasa*, dostupno na: http://www.zelenaenergija.org/clanak/sto-je-tocno-biomasa/2252 , datum pristupa: (17.08.16.)

16. Brodarski institut, *Područje proizvodnje bioplina*, dostupno na: http://www.hrbi.hr/cet/lab3.html, datum pristupa: (17.08.16.)

17. Zeleni partner, *Osnove sustava proizvodnje električne energije iz energije vjetra*, dostupno na: http://zelenipartner.eu/art/osnove-sustava-proizvodnje-elektrichne-energije-iz-energije-vjetra , datumpristupa: (17.08.16.)

18. Wikipedia, *Geotermalna energija*, dostupno na: https://hr.wikipedia.org/wiki/Geotermalna_energija, datum pristupa: (22.8.16.)

8. POPIS SLIKA

Slika 1. Općeniti prikaz kanalizacijskog sustava 2

Slika 2. Prikaz elemenata kanalizacijskog sustava.....2

Slika 3. Prikaz mješovitog tipa kanalizacijskog sustava 4

Slika 4. Prikaz razdjelnog tipa kanalizacijskog sustava 6

Slika 5. Osnovna razlika između mješovitog i razdjelnog kanalizacijskog sustava 6

Slika 6. Sheme kanalizacijskih mreža 8

Slika 7. Karakteristični oblici kanala 9

Slika 8. Centrifugalna crpka 13

Slika 9. Prikaz pužne crpke 14

Slika 10. Osnovni djelovi revizijskog okna 14

Slika 11. Okno za prekid pada 15

Slika 12. Slivnik 15

Slika 13. Primjena fotonaponskih sustava 19

Slika 14. Shema hidroelektrane 20

Slika 15. Prikaz različitih vrsta drvne biomase 21

Slika 16. Postrojenje za dobivanje bioplina 23

Slika 17. Prikaz korištenja energije vjetra 25