

modernije i efikasnije tehnologije kod proizvodnje, prijenosa, distribucije i potrošnje energije

novi pristup energetici - u prvom planu zaštita okoliša i ljudsko zdravlje; ne proizvodi se pod svaku cijenu nego se udovoljava ekološkim standardima

kompromis tri temeljne komponente kod izgradnje elektrane: energetska, ekološka i ekonomska

analiza utjecaja - kvaliteta zraka, voda, mora, tla, emisije u zrak, vodu i tlo...

proizvodnja električne energije : emisije u zrak, odlaganje otpadnih produkata u vodu i tlo; povećanje kratkotrajnih ili dugotrajnih utjecaja; ekonomski i tehnički faktori ograničavaju smanjenje i ograničenje emisija; rizik ovisi o prirodi i količini upotrebljenog goriva, tehnologiji pretvorbe, nivou kontrolnih tehnologija za emisije te učinkovitosti pretvorbe

utjecaji na raznim razinama: globalno (čitava Zemlja); regionalno (nekoliko stotina km do čitavog kontinenta); lokalno (područje grada ili industrijske regije)

Emisije: vezane uz samo gorivo; primarne emisije kao plinovi; sekundarne emisije - poslije reakcije u atmosferi (sekundarni polutanti)

najbitnije emisije (u atmosferu) : CO₂; SO₂; NO_x; čestice; ostali polutanti (teški metali itd.)

Dodatno: otpadne topline; emisija onečišćujućih tvari u vode (kontinuirana curenja, akcidentalna ispuštanja ili procjeđivanje oborinskih voda kroz skladišta ugljena); fizički smještaj - nagrdivanje prostora (**riešenje**: arhitektonska rješenja, oslikani zidovi, oslikavanje objekata TE)

posljedice na okoliš ovise o: energentu; vrsti i učinkovitosti tehnologije spaljivanja; naročito i sustavima koji se koriste za smanjenje emisija u okoliš

polutanti u atmosferi - razlike u posljedicama u ovisnosti o: zadržavanju emitirane tvari u atmosferi; njenim transformacijama i transportima tih transformata ili samih polutanata

sagorijevaju se i primjese među kojima su najznačajniji: sumpor; vlaga; nesagorljive primjese (pepeo); teški metali (u trgovinama)

pri sagorijevanju dominantni CO₂ i H₂O ovisno o sadržaju sumpora u gorivu i temperaturi goriva još i SO₂ te NO_x

kod **plinovitih goriva najznačajniji prirodni plin** s preko 90% metana te oko 7% etana

SO₂ : posljedica izgaranja mazuta i ugljena; najveći porast nakon 2. svjetskog rata; više od dvije trećine zakiseljenje u atmosferi; djelovanje na čovjeka - okus, miris, nadraživanje - napad na dišne organe

NO_x: neizbježna posljedica svakog izgaranja; nastaje u reakciji dušika iz zraka za izgaranje s kisikom, a količina raste s temperaturom izgaranja (eksponencijalno); dušik iz goriva također doprinosi emisiji dušičnih oksida; najveći izvor - promet; **višak dušika** (negativne posljedice po biljke; eutrofikacija); relativno niska toksičnost; djelovanje na čovjeka - smrt 8-48 sati od izlaganja smrtnoj koncentraciji

Zakiseljavanje: posljedica prisustva dušičnih i sumpornih oksida u zraku (u dodiru s vodom tvore kiseline)

suho i mokro taloženje: suho - neposredna blizina izvora emisije; kiseline u atmosferi mogu prevaliti velike udaljenosti i padaju u obliku kiselih oborina

priradni obrambeni mehanizam: dovod lužine koja veže ion vodika i neutralizira kiselinu; u jezerima to radi vapnenac (hidrokarbonat); u tlu vapnenac ima glavnu ulogu održavanja pH vrijednosti

padanje pH vrijednosti dovodi do oslobađanja aluminija, kadmija, cinka i olova koji uništavaju korijenje drveća

kiselost se mjeri pH skalom (koja je logaritamska): sredina (7) - neutralno; manje od 7 - kiselo; veće od 7 - lužnato; normalna kiša - pH 5.6 (malo kisela zbog CO₂) (Los Angeles - kiša pH 1.5)

utjecaji na ljudsko zdravlje: lokalne emisije polutanata (zdravstveni problemi - povećavanje rizika od kancerogenih oboljenja); ponajprije emisije čestica, ozona, NO_x i CO, ali i mnogih drugih spojeva

zagađenje otpadnih voda nije primarno posljedica energetskih transformacija: daleko značajniji utjecaj industrijskih procesa; voda predstavlja resurs koji će biti jedno od glavnih tehnoloških pitanja XXI stoljeća

zagađenje bukom, vizualna zagađenje, zagađenje svjetlom

čestice: pojačanje bronhitisa i astme, kronične dišne bolesti

utjecaj na vode i mora

toplinski utjecaj (otpadne topline): odbacivanjem rashladne vode (nema štetne tvari, ali djeluje na staništa jer ih zagrijava)

dovedena energija s gorivom se dijeli na 3 dijela: proizvedena električna energija; dimni plinovi i zračenje - u atmosferu; rashladna voda - u rijeku ili more

veći stupanj djelovanja znači manju količinu otpadne vode

utjecaj na tlo: zauzeće terena objektima i infrastrukturom (može biti veliko - sukob s lokalnim zajednicama); suho i mokro taloženje iz zraka; otpad (najveći doprinos - objekti prerade nafte i proizvodnje goriva; promet s drugim radionicama); hidrološke promjene vodotokova (hidroelektrane)

ostali utjecaji: buka; neugodni mirisi; estetsko vizualni utjecaj

država na raspolaganju ima sljedeće mjere: mjere regulative i kontrole (razni standardi i propisi (kvaliteta okoliša, kvaliteta proizvoda, emisijski, tehnološki...)); ekonomske mjere (plaćanja, subvencije i porezi); djelovanje na javnost (edukacija i propaganda)

povećanje energetske učinkovitosti: na strani potrošnje (treba zakonski poticati proizvodnju i uporabu učinkovitijih uređaja u domaćinstvima, uslugama i industrijama); na strani proizvodnje i prijenosa električne energije (učinkovitije proizvodne tehnologije i oprema te smanjenje gubitaka); mora biti financijski isplativo; ekonomska opravdanost ocjenjuje se prema ukupnim troškovima projekta (koji uključuju i troškove zaštite okoliša i zdravlja)

tržišne mjere: ekonomski efikasnije - postizu isti ekološki učinak uz manje troškove; novčano vrednovanje štete po okoliš

Tehnologije za smanjenje emisija iz termoelektrana dijele se prema relativnom smještaju prema ložištu i kotlu: prije izgaranja; na mjestu izgaranja; poslije izgaranja

SO₂

prije izgaranja: ugljen s niskim udjelom sumpora; uklanjanje sumpora iz ugljena (pranje - uklanja 20-50%); pretvaranje ugljena u tekuće ili plinovito gorivo

tijekom izgaranja: uklanjanje sumpora za vrijeme izgaranja ugljena u fluidiziranom ležištu (u ložište se s ugljenom ubacuje i vapno - izgaranjem se odstranjuje oko 90% sumpora; niža temperatura - manje NO_x)

nakon izgaranja: dimnjaci viših slojeva od temperaturne inverzije; mokro odsumporavanje (dimni plin ulazi u veliku posudu gdje se dodaje mješavina vapna i vode; efikasnost 80-90%); suho odsumporavanje (atomiziranje mješavine vapna i vode; efikasnost

70-90%); oporezivanje svake ispuštene jedinice SO₂; najčešće se koristi mokri postupak odsumporavanja (nakon izgaranja)(pri ovome se stvara gips koji se odstranjuje i koristi u građevnoj industriji)

NO_x:

nastaje u ložištu na 3 načina: iz goriva koje nastaje oksidacijom dušika koji se nalazi u gorivu

mjere za smanjenje: smanjenje dovoda O₂

termički NO_x - nastaje oksidacijom dušika iz zraka za izgaranja; najviše ovisi o temperaturi plamena (veća temp. više NO_x)

mjere za smanjenje: smanjenje temperature izgaranje; smanjenje vremena zadržavanja u područjima visoke temperature

trenutni NO_x - nastaje iz dušika u zraku za izgaranje, a u prisutnosti slobodnih radikala ugljikovodika; nastaje kada je smjesa bogata gorivom i kod nižih temperatura; mala količina NO_x

mjere za smanjenje: ne koriste se

smanjenje: izbor goriva; konstrukcija ložišta; odušičivanje dimnih plinova; napredne tehnologije izgaranja; oporezivanje ispuštene jedinice NO_x

primarne mjere (promjene u izgaranju): odgovarajuća konstrukcija plamenika i stupnjevit dovodjenje zraka i goriva

sekundarne mjere: selektivna nekatalitička redukcija (dovođenje amonijaka); efikasnost oko 70%; uvođenje katalizatora povećava efikasnost do 90%

uklanjanje za vrijeme izgaranja: uklanjanje u fluidizirajućem ležištu (učinkovitost 50-75%); snižavanje temperature (učinkovitost 50-60%)

nakon izgaranja: uklanjanje putem selektivne nekatalitičke reakcije; ubacivanje ureje ili amonijaka u dimne plinove (efikasnost 35-60%)

čestice: nesagorene mineralne tvari tvore pepeo (dio pepela se ispuusti kroz dno ložišta; leteći pepeo - čestice pepela koje se nalaze u struji dimnih plinova; oznaka veličine - PM, PM 10 i PM 2,5; količina i karakteristika letećeg pepela ovisi o mineralnoj tvari u ugljenu)

smanjenje emisija čestica na dva načina

preventivne mjere: poboljšanje efikasnosti rada (znatno smanjenje količine letećeg pepela); dobro održavanje; izbor goriva (čišćeg - prirodni plin, tekuća goriva) (određen mogućnošću dobave i cijenom); čišćenje goriva; kontrolne tehnologije

prije izgaranja: pretvaranje ugljena u tekuće ili plinovito gorivo

nakon izgaranja: elektrostatski taložnici (uređaji za odstranjivanje čestica; koriste se od 1923. godine; efikasnost između 95 i 99%; obično preko 99,5%; također smanjuju i emisiju opasnih tvari); vrećasti filtri; oporezivanje svake jedinice ispuštenih čestica

napredne tehnologije za uporabu ugljena

izgaranje ugljena u fluidiziranom sloju: pod atmosferskim tlakom (vapnenac se ubrizgava u ložište da bi ulovio sumpor i uklonio kao mokri sporedni proizvod; temperatura u kotlu 820-840°C (manje NO_x); stupanj toplinske učinkovitosti - 38-40%);

pod tlakom višim od atmosferskog s kombiniranim parno-plinskim ciklusom (čišćenje dimnih plinova u ložištu; poboljšanje učinkovitosti pretvorbe toplinske u električnu energiju; mogućnost primjene kombiniranog procesa upotrebom parne i plinske turbine; niže temperature; proizvodnja pare za pogon turbine; dimenzije kotla relativno male; pouzdano rješenje problema odstranjenja letećeg pepela iz vrelih dimnih plinova prije njihovog propuštanja u plinsku turbinu; efikasnost oko 42%)

rasplinjavanje ugljena i upotreba plina u kombiniranom plinsko-parnom procesu: temelji (rasplinjavanje ugljena te korištenje dobivenog plina u kombiniranom plinsko-parnom toplinskom ciklusu; rasplinjavanje se odvija u posebnim pećima - plinskim generatorima (rasplinjačima); 3 osnovna dijela (postrojenje za proizvodnju pročišćenog plina kao gorivo za plinsku turbinu; postrojenje za separaciju zraka; postrojenje kombiniranog plinsko-parnog ciklusa); preko 99% sumpora uklanja se prije izgaranja plina; količina NO_x smanjena zbog smanjenja temperature; temeljna prednost - zaštita okoliša; količina CO₂ također manja; **rasplinjavanje** (pretvaranje gorivih sastojaka ugljena u gorive plinove kalorijska vrijednost tih sastojaka odgovara trećini kalorijske vrijednosti prirodnog plina; toplinska vrijednost takvog plina je oko 10MJ/Nm³; ako se za rasplinjavanje koristi zrak, količina CO u dimnim plinovima je bitno manja, a kalorijska vrijednost tada pada na svega desetinu kalorijske vrijednosti prirodnog plina); **energetska bilanca** (100% toplinske energije ugljena prelazi u: 75% energije iz rasplinjača u proizvedeni plin; 25% para (kojom se hlade vrelli plinovi u rasplinjaču); ovih ukupno 90% (75 + 25) se dovode kombiniranom ciklusu i od toga; 47% se pretvara u električnu energiju; 43% se odvodi u kondenzator parne turbine i dimnjak ispušnih plinova; 10% su gubici

Otpad Općenito: zabrinutost radi količine otpada i utjecaja na okoliš došla do izražaja u posljednja dva desetljeća; neodgovarajuće zbrinjavanje otpada dovelo do čitavog niza slučajnog zagađenja tla i podzemnih voda; sve ljudske aktivnosti su potencijalni izvor otpada (pa tako i otpad od proizvodnje energije); poljoprivredne djelatnosti, kopanje rude te industrijske i komunalne djelatnosti su u Europi veći izvor otpada nego proizvodnja energije; **svi sustavi koji proizvode električnu energiju stvaraju** krute, tekuće i plinovite otpade.; postojeća odlagališta su zasićena, a poteškoće se javljaju pri traženju novih lokacija za odlagališta; **otpad iz termoelektrana** (kontaminirane i vodenaste tekućine, tekući cement, mulj, istrošeni filtri, građevinski krš, itd.); **od navedenih na okoliš utječu** (teški metali (živa, kadmij, arsen), ostali metali, organske kemikalije, radionuklidi, toksični materijali); plin se navodi kao primjer za smanjenje emisije CO₂, međutim ispuštanje metana pri ekstrakciji i rukovanju plinom je vrlo veliko

Zbrinjavanje krutog i tekućeg otpada: najbolje zbrinjavanje otpada zapravo je sprječavanje njegovog nastanka; globalno postoji opća težnja ka smanjenju količine otpada (prevencija stvaranja; recikliranje; povećana efikasnost i racionalna uporaba električne energije; najviše otpada u TE kao ostatak izgaranja goriva i od pročišćavanja dimnih plinova (zbrinjavanje te velike količine je značajan problem); zbrinjavanje otpada općenito podrazumijeva primjenu raznih tehnologija obrade otpada (obrada može rezultirati stvaranjem sekundarnog otpada)

obrada otpada - 3 cilja: smanjenje ili potpunu uklanjanje opasnih svojstva otpada; smanjenje rizika po zdravlje i okoliš pri prijevozu, skladištenju ili konačnom odlaganju otpada; pojednostavljenje odlaganja, npr. smanjenjem količine; najčešće je to kombinacija ovih ciljeva

Odlaganje otpada

tekući otpad: prije odlaganja se obrađuje i najčešće nastaje: (voda dovoljne čistoće da se može ispuštiti u okoliš ili talog/mulj ili filtrarski materijal koji se spaljuje, solidificira ili koristi kao sekundarna sirovina)

otpad iz termoelektrana: velika količina tog otpada - problem prijevoza od TE do mjesta odlaganja

utjecaj na okoliš: ovisi o kapacitetu odlagališta, vrsti otpada, projektu odlagališta te karakteristikama lokacije; utjecaj procjernih voda i odlagališnog plina; uvođenje propisa i kontrole odlaganja otpada (potrebna je dozvola za odlaganje; za nju treba kompletna karakterizacija (analiza) otpada; odlagalište treba obložiti nepropusnim izolirajućim slojevima)

obavezno: prikupljanje i obrada procjernih voda; monitoring podzemnih voda; suglasnost - dozvola za zatvaranje odlagališta **površinsko odlaganje:** glavna značajka - uleknuće (udolina) (prirodna, ljudski izgrađena (npr. stari kamenolom) ili umjetna (izgrađena baš za odlaganje); sve više umjetno izgrađena zbog oštrijih propisa); razvoj obloženih i pokrivenih odlagališta;

procjedne vode - oborinske vode, podzemne vode ili voda koja postoji u vodi ispiru ili otapaju onečišćujuće tvari iz otpada (prodor u slojeve podzemne pitke vode ugrožava taj važan resurs; dva načela kontrole (rijetko egzistiraju u čistom obliku): razrijedi i rasprši (nema procjernih voda); skoncentriraj i zadrži (jedan od najvažnijih elemenata sigurnosti upravo procjedne vode); glavni cilj - tlak procjernih voda niži od okolnog tlaka podzemnih voda (postoji se prikupljanjem i ispuštanjem procjernih voda sa nepropusnog dna odlagališta; niz kanala u obliku riblje kosti na dnu odlagališta - gravitacijski voda dolazi na najnižu kotu odakle se ispumpava; svrha - zadržavanje otpada i/ili procjernih voda tako dugo dok se ne osigura potreban stupanj razgradnje specifičnih onečišćujućih tvari te njihovo razrjeđenje u podzemnoj vodi

duboko odlaganje: rudnici ili izgrađena duboka odlagališta (otpad izoliran od biosfere s višestrukim umjetno napravljenim barijerama; mala propusnost i udaljenost od vodonosnika - niz uzastopnih barijera sprječava ili ograničava prodor onečišćavajućih tvari u biosferu); utiskivanje u duboke bušotine (odgovarajuću poroznost i propusnost posebnih geoloških formacija u kojih se utiskuje; mora biti okružena naslagama sa slabom propusnošću radi izolacije); u Hrvatskoj - za odlaganje takozvanog tehnološkog fluida

miješani otpad: opasni otpad jer sadrži radioaktivne i neradioaktivne opasne konstituente; zbrinjavanje i odlaganje veliki problem; kratki poluživoti radioaktivnih konstituenata olakšavaju problem; različiti propisi za radioaktivne i kemotoksične komponente otpada (ne zna se koje propise primijeniti pa dolazi do opasnosti)

strategija odlaganja u Hrvatskoj: smanjenje volumena (reciklaža); izgradnja centara - regionalnih/županijskih odlagališta (sanacija i zatvaranje neuređenih gradskih i općinskih odlagališta pa izgradnja novih); županijska uređena odlagališta - 21 max; otoci - zatvaranje svih odlagališta

Lociranje elektroenergetskih objekata i odlagališta otpada: utjecaj elektroenergetskog objekta ovisi i o smještaju tog objekta; pravilnim smještanjem može se umanjiti emisija onečišćenja i smanjiti šteta; **princip preventivnosti** - bolja lokacija sprečava onečišćenje; lokacija koja zahtjeva manje zahvata na okolišu ali omogućuje ekološki prihvatljiv normalan rad objekta; TE mogu kroz incidentni i/ili akcidentni rad objekta izazvati značajan utjecaj na okoliš; primjer - smještanje TE blizu rudnika ili ugljena - manje onečišćenja zbog transporta

proces izbora lokacije ide najčešće u tri faze

globalna ocjena cjelokupnog prostora (npr. države): odbacivanje dijelova teritorija koji već "plitkom" razinom provjere pokazuju da su nepodobni; pomoću karte (mjerilo npr. 1:300000); rezultat su "potencijalna područja"

razmatranje "potencijalnih područja": eliminacijski kriteriji; detaljnije karte (mjerilo npr. 1:100000); rezultat je veći broj manjih teritorija u "potencijalnim područjima" koji se nazivaju "potencijalne lokacije"

provjera podobnosti odobrenih lokacija: uglavnom se odvija na samim lokacijama (tereniski rad); cilj je provjera i potvrda podobnosti lokacija; rezultat je isticanje jedne "preferentne lokacije" i njeno potvrđivanje u "lokaciju"; potvrđuje nadležno državno tijelo - dobivanje "lokacijske dozvole"

procjena utjecaja zahvata na okoliš: postupak ocjenjivanja prihvatljivosti namjeravanog zahvata s obzirom na okoliš i određivanje potrebnih mjera zaštite okoliša: postupak se provodi rano i to prije izdavanja lokacijske dozvole

način informiranja: mora se osigurati informiranje javnosti o podnesenom zahtjevu i izdanom aktu; rok informiranja ne može biti kraći od 30 dana

način sudjelovanja: javna rasprava; zainteresirana javnost može rano u postupku iznijeti svoje mišljenje, prijedloge i primjedbe; javna rasprava (javni uvid i izlaganja)