

Contents

Глобални ефекти досадашњих напора у сузбијању климатских промена.....	1
Проблеми интеграције ОИ и могућа решења.....	2
Складиштење енергије: Батерије.....	2
Коришћење водоника у енергетици.....	3
Управљање и комуникација.....	4
Флексибилност и енергетска ефикасност.....	4
Белешке.....	5

Глобални ефекти досадашњих напора у сузбијању климатских промена

- Раст потрошње примарне енергије из фосилних горива четвороструко је већи од раста потрошње из обновљивих извора, емисије CO₂ се непрекидно увећавају, док је средња глобална температура ваздуха при земљи је у текућој години већ достигла критичних 1,5 °C.
- Доминантан (58% - 60%) део обновљиве енергије у ЕУ добија се из биомасе, уз веома значајан удео сагоревања дрвета, пелета и дрвног отпада, што је праћено штетним емисијама.
- Кључне направе *зелене агенде* укључују соларне електране, ветроелектране, складишта енергије и батеријска електрична возила, на чију се градњу утроши за ред величине више никла, кобалта, бакра, хрома, мангана, графита и других минерала до којих се све теже долази.
- Услед исцрпљивања глобалних резерви критичних минерала, проблема са рециклирањем материјала и нерешеног проблема одлагања отпада после декомисије, соларне електране, ветроелектране, батерије, електрична возила и бројне друге направе *зелене агенде* не могу се сматрати обновљивим и не представљају решење које би било одрживо на дужи рок.
- Никл, кобалт и други минерали неопходни за градњу батерија, електричних возила, соларних и ветроелектрана прибављају се у земљама трећег света применом традиционалног рударења које подразумева депоније, испуштање токсичних вода, масовно коришћење фосилних горива, значајне емисије штетних материја и гасова са ефектом стаклене баште.
- Према примена батерија, електричних возила, соларних и ветроелектрана доприноси смањењу емисија у земљама ЕУ, она није еколошки прихватљива на глобалном нивоу због негативних утицаја на окружење и значајних емисија у земљама где се експлоатишу неопходни минерали. Негативна оцена енергетске и еколошке одрживости батерија огледа се у чињеници да производња батерије капацитета 1 kWh тражи утрошак енергије од 200 kWh.
- Глобална акција на спречавању климатских промена због употребе фосилних горива још не даје видљиве ефекте због изузетно високих трошкова и немогућности најугроженијих земаља да их поднесу без помоћи богатих земаља које су одговорне за раст количине CO₂ у атмосфери са 590 Gt CO₂ пре почетка индустријске револуције на 900 Gt CO₂ данас.

- Да би избегле трошкове спречавања климатских промена, многе нафтне и друге компаније шире уверење да текуће климатске промене нису последица коришћења фосилних горива већ дејства природних сила, злоупотребљавајући чињенице да још увек не постоје научна објашњења за неке климатске процесе и повратне спреге у њима и да се ради о разлици у временским скалама.
- Глобално опредељење за смањивање емисија CO₂ у атмосферу је прелазак са фосилних на обновљиве изворе енергије уз троструко увећање улагања за њихову примену. Уз раст уверења да само на тај начин циљ нето-нулте емисије неће бити постигнут јављају се опције да то остваре нуклеарне електране уз три пута увећан инсталирани капацитет или издвајање и складиштење CO₂ из димних гасова термоелектрана са ултрасуперкритичним параметрима паре.
- Спровођење транзиције под притиском климатске политике да нето-нулта емисија буде достигнута половином овог века коштаће близу 200 000 милијарди евра, док би економски вођена транзиција коштала око 120 000 милијарди евра, али би температура крајем века била 2,6°C уместо 1,77°C
- Трошкови производње енергије у систему са растом учешћа варијабилних извора опадају, док системски трошкови све више расту и после одређеног нивоа учешћа постају виши од трошкова производње, а збирна цена енергије за потрошаче расте, док инвеститори настављају да остварују профит. Како документи које је усвојила Влада Републике Србије предвиђају екстремно високо учешће варијабилних извора (Интегрисани Национални Енергетски и Климатски План 93,9%, а Стратегија чак 97,6%), нужно је утврдити оптимум учешћа преко кога не би требало дозволити учешће варијабилних извора у систему.
-

Проблеми интеграције ОИ и могућа решења

- Увећани удео варијабилних извора ствара потребу за складиштењем енергије, што са собом носи увећане потребе за минералним ресурсима, велике ризике од удеса и значајна финансијска средства. Увећање утрошка минералних ресурса за потребе складиштења и за градњу нових извора има штетан утицај на земљу, воде, ваздух и живи свет, и доприноси глобалном загревању кроз различите директне и индиректне процесе.
- Док глобална потражња за минералним ресурсима наставља да расте, утицај рударског сектора на емисије CO₂ и животну средину отежава напоре за ублажавање климатских промена. Интензивирање рударења у Србији увећало би укупне емисије CO₂ и створило значајне проблеме и препреке у примени механизма прекограничног усклађивања цене угљеника (CBAM), као кључног инструмента за заштиту животне средине ЕУ.
- Ради смањења емисија и заштите екосистема, потребно је применити већ постојеће, чистије технологије прибављања минерала и сузбијати профитабилније али опасније традиционалне технике које се препознају по градњи депонија и по испуштању воде у окружење.
- Ради декарбонизације транспорта треба размотрити могућност одустајања од електричних аутомобила на батерије. Возила са ендотермичким моторима су значајно лакша, траже седмоструко мање износе критичних минерала и могу се покретати коришћењем такозваних „зелених горива“ (зелени CH₄, NH₃, H₂). Зелена горива имају нулту нето емисију CO₂ и могу се добити коришћењем енергије соларних и ветроелектрана које се не прикључују на мрежу и које не стварају проблеме и трошкове интеграције.

Складиштење енергије: Батерије

- Данашњи класични литијум-јонски акумулатори са позитивном електродом на бази, никла-мангана-кобалта, имају густину енергије од 200-300 Wh/kg, односно од 3,5 до 4 kg по kWh складиштења енергије.
- Због коришћења лако запаљивих електролита, лоше термичке проводљивости, могућности спонтаног самозапаљења и неконтролисаног прегревања током пуњења, морају се инсталирати расхладни системи, у свету се све више прелази на литијум-јонске акумулаторе са позитивном електродом на бази литијум гвожђе фосфата (LPF).
- LPF акумулатори имају већу сигурност, али је њихова густина енергије ~160 Wh/kg, односно маса око 6 kg по kWh. Такође, да не би дошло до оштећења позитивне електроде, користе се специјални пуњачи са програмираним пуњењем, а произвођачи препоручују пуњење до 85%, те овакви системи уствари имају реалну густину енергије око 135 kWh. Оба система као носач негативне електроде користе бакарну фолију која при дубоким пражњењима могу кородирати и створити кратак спој између позитивне и негативне електроде. Негативна електрода је на бази синтетичког графита. Такође број циклуса пуњења и пражњења, зависи од дубине пражњења.
- Мада оспоравани, натријум-јонски системи, који су већ комерцијализовани, тренутно имају сличне карактери као и литијум-јонски акумулатори на бази литијум гвожђе фосфата. Њихва густина енергије је ~160 Wh/kg па је маса по kWh око 6 kg. Као колектор струје негативне електроде користи се алуминијум који не подлеже корозији, а због боље термичке проводљивост и формулације електролита, ефекат неконтролисаног прегревања практично не постоји.
- Натријум-јонски акумулатори се могу виšekратно празнити до ~0 V, без оштећења електродних материјала. Као негативну электроду користе угљеничне материјале добијене карбонизацијом биомасе. Користе различите врсте позитивних електродних материјала, који не укључују обавезно никл и кобалт, тј могу се правити комплетно и од сировина које нису од стратешког значаја.
- Даљим развојем система на бази натријума очекује се побољшање карактеристика и њихова масовнија употреба, посебно у сврхе складиштења енергије из обновљивих извора. Вероватно је да ће то проузроковати смањење потребе коришћења литијум-јонских акумулатора током наредне деценије,

Коришћење водоника у енергетици

- Водоник је веома погодан носилац енергије. Омогућије ефикасну манипулацију енергијом, а не загађује околину нити оштећује атмосферу. Он није енергетска сировина, јер га нема слободног у природи, па се мора производити коришћењем енергије, чиме та енергија бива ускладиштена у њему као хемијска енергија.
- Водонична енергија је концепт који подразумева употребу водоника за манипулацију енергијом. Интензивно се развија, али још није дошао до пуног изражаја у индустријској пракси.

- Водоник је одличан медијум за складиштење обновљиве енергије, али је њега самог тешко складиштити, због ниске запреминске енергије складиштења (MJ/L).
- Методе складиштења водоника могу бити физичке, геолошке и хемијске. Ове последње прижају могућност конверзије водоника у форме погодније за складиштење, нпр. у амонијак, метанол и сл.
- Водоник може бити транспортован у гасовитом стању (гасоводима или контејнерима), а ако је утечњен или је у форми својих једињења и разним транспортним средствима, укључујући и танкере.
- Могућно је складиштити енергију производњом водоника – описан је систем реверзибилне електране уз добијање тешке воде као нуспроизвода.
- Водоник, на путу ка енергетској транзицији, пружа могућности за успоравање напуштања угља у енергетици метанизацијом угљендиоксида емитованог из термоелектрана на угаљ.
- Могућна је примена водоника и његових деривата у црној металургији (за производњу гвожђа), чиме се у овој индустрији елиминише емисија угљендиоксида, а што помаже у борби против климатских промена.
- За СРБИЈУ би било значајно да се интензивније укључи у развој водоничних концепата, јер су то технологије „које долазе“ и које подстичу развој других области.

Управљање и комуникација

- Значајна количина производње обновљивих извора енергије је променљива по природи, што у комбинацији са ограниченим складиштењем и променљивом потрошњом ставља рад електроенергетског система под притисак испуњења адекватности и може проузроковати велике флукуације цена.
- Захтеви за флексибилношћу, који обухватају потребу за електроенергетским системима да се прилагоде променљивости потражње и производње обновљиве енергије, израчунавају се за три различита временска периода: дневни, недељни и месечни.
- У поређењу са данашњим нивоима, захтеви флексибилности ће се значајно повећати у свим државама чланицама ЕУ до 2030. године, а још више до 2050. године.
- Постоји значајна веза између дневних захтева флексибилности и удела соларне производње с једне стране, и значајне везе између недељних и месечних захтева за флексибилношћу и удела (копнене и ван копна) производње енергије из ветра с друге стране.
- Што се тиче технологија које нуде флексибилна решења, интерконекије играју доминантну улогу у решавању потреба за флексибилношћу до 2030. године у свим временским оквирима, али посебно у дугорочним временским оквирима.

- Решења за складиштење као што су батерије, електролизери и реверзибилне хидроелектрана такође играју значајну улогу у балансирању ЕЕС, при чему батерије скоро искључиво циљају дневне потребе флексибилности.
- Технологије складиштења, у поређењу са другим технологијама, могле би да поврате само скроман део капиталних трошкова од тржишних прихода остварених на спот тржишту до 2030. године.
- Додатни капацитети за складиштење се углавном захтевају када државе доживљавају преоптерећеност капацитета интерконектора током дужег временског периода.

Флексибилност и енергетска ефикасност

- Флексибилност производње има предност у односу на енергетску ефикасност.
- На вишкове електричне енергије у ЕЕС неопходно је реаговати управљивом потрошњом коју је потребно развијати на начин да се упосли домаћа привреда.
- Неопходно је извршити електрификацију индустрије, посебно гасног сектора, потенцијал 27 TWh годишње.
- Системи даљинског грејања са нискотемпературним сезонским топлотним складиштима су најјефтиније решење за искоришћење вишкова електричне енергије у ЕЕС.
- Будућност је у диверсификацији енергетских складишта: РХЕ, топлотна складишта, батерије, водоник.
- Решење за биогаз, производња биометана који ће се трошити у флексибилним когенерацијама.

Белешке

ХЕ Ђердап има степен корисног дејства од 90.2% до 91%

Бајина Башта, 5 GWh се изгуби на X3 и X4 током синхроног залетања мотора пумпи.

Бајина Башта, тиристорска регулација залетања скраћује време са 17 минута на 7 минута

ТЕТО Нови Сад у когенерацији има степен корисног дејства од 74%

Биогасна постројења, има их 37 у Србији, укупна снага 39 MW, раде у континуитету 6000 сати годишње, што и није најбоље решење, и дају 227 GWh

Чешка има 2,2 TWh у производњи струје из биогаза

Србија у природном гасу укупно утроши 27 TWh годишње. Домаћинства 3,87, топлане 5,53 индустрија 18,8 TWh

Језеро за термално складиштење, 900 000 м³, складишти 81 GWh. Губитак пролеће-лето-јесен, 20% при површини, покривено слојем од 1,7 метара

Транзиција на силу кошта 200 000 милијарди евра

.....
Природно економска транзиција 120 000 милијарди евра

У атмосфери било 590 Gt CO₂, данас имамо 900. ????

ЕВ + зелена агенда нису обновљиви ни одрживи због минерала.

Водоник, електролиза, 3,6 - 5,8 \$/кг Постоје и метанске горивне ћелије.

Високе пећи производња гвожђа 1,9 тона CO₂ по тони гвожђа

свет, 1,58 Gtona гвожђа годишње, 2,9 Gtona CO₂. World CO₂ емисије 37 Gtones годишње

Fe₂O₃+3H₂=2Fe+3H₂O - 816 kJ/kg гвожђа. Нел, Шведска, обећава пад цене H₂, са 6 на 1.5 \$/кг

Спора транзиција - средња старост високих пећи 13 година, инвеститори желе да их израбују

„протијум“, водоник. Тритијум, на земљи око 3,5 кг, средње време полураспада 12,3 година

Паметна одлука: Мораторијум на експлоатацију литијума 30 година. Биће најмање 100 * скупљи

Батерије, за LIB, колектор је бакар, за SIB, колектор је алуминијум. А за негативну електроду,

LIB тражи синтетички графит, чија производња емитује CO₂, SIB тражи аморфни графит

LIB NMC 300 Wh/kg, али му је слаба термичка проводљивост, склон прегревању и неконтролисаном самозапаљењу. Код горења, сам развија кисеоник изнутра, не може се гасити ускраћивањем дотока ваздуха.

Унутрашња отпорност, LIB, код пражњења струјом 2С, пад напона са 3,7 волта на 3,2 волта. Мала специфична снага, велики пад напона.

Број циклуса пражњења може бити велики само са струјама 0,1 С, и са плитким пражњењем. Ако се LIB NMC батерије празне са 100% на 40%, број циклуса је око 600.

Мало су боље LFP батерије, Негативна електрода графит, позитивна LiFePO₄. Али, 160 Wh/kg. Имајући у виду да се LFP користе са 85% опсега, ефективно 135 Wh/kg, < Natriјумске

LFP, ако се празне 100% на 40%, 1500 циклуса. Ако се празни 100%-0%, 600 циклуса

Пример, резервно кућно напајање, 14 kW, 67 м², 16-24 k\$, складиште 10 kWh = 10 k\$, са inverter

Натријумске батерије

Негативна, аморфни графит, а за другу, алуминијумски струјни колектор

Излазна импеданса много мања, излазна струја и до 20С

Воде, брза променљивост, а потом дуга нерасположивост. Реални песимум

Србија има 1700 м³ по становнику годишње, а нормално се сматра 2500 м³.

„Воде нема управо тамо где је најпотребнија“

Бујични режими 50% - 60% биланса у поводњу Маловође, домицијлне воде падају са 503 м3 у секунди на 40-50 м3 у секунди. Август и септембар, велика морава, чији је просек 300 м3 у секунди, пада на 25 м3 у секунди, а цео црноморски слив на 30 м3 у секунди.

Током поводња, падавине 20-30 м3 у секунди по км2.

Падавине и протицаји се повлаче у зиму, а напуштају лето, у коме је вегетативни период. !!!

Велике воде су све веће и веће. Маловођа све дуже и дуже трају. Јавност неинформисана!

Соларне електране на плодној земљи су штетне, онемогућују раст биомасе, траже хербициде

Ђердап 3 угрожава стабилност косина, ефекат Вајонт!

РХЕ, пуњење и пражњење мора бити дириговано и контролисано, иначе, проблеми. РХЕ угрожавају ихтиофауну.

ДИСКУСИЈА

Већу пажњу посветити упознавању јавности са чињеницама, едукацији јавности. При томе, не политизовати и држати се струке.

посветити већу пажњу флексибилности терета.

Флексибилност је добра, али се не треба превише ослањати на интерконеције, већ треба потенцирати самодовољност. Потребна је ближа сарадња ТСО и ДСО. Не треба градити ОИ на плодном земљишту.

Профит је слеп, требало би посветити један скуп посвећен едуковању банкарског и финансијског сектора који не разуме проблеме и временске константе енергетике.

Пројекти се морају вредновати по њиховом свеукупном доприносу декарбонизацији

Соларне енергије - са врха зграде - да греје заједнички бојлер

Повезивање сектора.

интерконеције нису решење већ независност у снабдевању. Далеководи у празном ходу су проблем.

Будућност је у инвестирању у складишта, флексибилност извора, у термичка складишта, која могу преузети вишкове. У Хрватској је већ сада око 1500 сати годишње цена електричне енергије негативна.

Приоритет заштита животне средине, рецимо, 1 GW solar == 2000 ha. А ко плаћа декомисију после 25 година? У Румунији напуштене ветроелектране !!! Нико их не уклања.

премда цена градње Wind Solar опада, системска цена и скривени трошкови расту.