

# Научни скуп „Интеграција варијабилних извора“

## Закључци и препоруке

Интеграција обновљивих извора – проблеми и решења .....	1
Глобални ефекти досадашњих напора у сузбијању климатских промена.....	1
Проблеми интеграције ОИ и могућа решења .....	3
Извори и складишта .....	3
Складиштење енергије: Батерије .....	3
Коришћење водоника у енергетици.....	4
Управљање, флексибилност и ефикасност .....	5
Управљање и комуникација .....	5
Флексибилност и енергетска ефикасност .....	6

## Интеграција обновљивих извора – проблеми и решења

### 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 CO<sub>2</sub> се непрекидно увећавају, док је средња глобална температура ваздуха при земљи 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 производњу батерија, електричних возила, соларних електрана 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 електрана 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 усмерена на спречавање климатских промена због употребе фосилних горива још увек не даје видљиве резултате због изузетно високих трошкова и немогућности најугроженијих земаља да их поднесу без помоћи богатих земаља, које су одговорне за раст количине CO<sub>2</sub> у атмосфери са 590 Gt CO<sub>2</sub> пре почетка индустријске револуције на 900 Gt CO<sub>2</sub> колико она износи данас.
- Да би избегле трошкове који се односе на спречавање климатских промена, многе нафтне и друге компаније заступају становиште 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 CO<sub>2</sub> у атмосферу подразумева прелазак са фосилних на обновљиве изворе енергије уз троструко увећање улагања за њихову примену. Услед све присутнијег уверења да само на тај начин циљ нулте нето стопе емисије неће бити постигнут, јављају се опције да то остваре нуклеарне електране уз три пута увећан инсталирани капацитет или издвајање и складиштење CO<sub>2</sub> из димних гасова термоелектрана са ултрасуперкритичним параметрима паре.
- Спровођење транзиције под притиском климатске политике, која подразумева да нулта нето стопа 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 94,1%), нужно је утврдити оптимум учешћа преко којег 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 подразумева и увећане потребе за минералним ресурсима, велике ризике од удеса и значајна финансијска средства. Увећање утроска минералних ресурса за потребе складиштења и 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 CO<sub>2</sub> и животну средину отежава напоре за ублажавање климатских промена. Интензивирање рударења у Србији увећало би укупне емисије CO<sub>2</sub> и створило значајне проблеме и препреке у примени Механизма прекограничног усклађивања (цене) угљеника (СВАМ), 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 испуштању воде у окружење.
- Ради декарбонизације транспорта требало би размотрити могућност одустајања од електричних аутомобила на батерије. Возила са ендотермичким моторима су значајно лакша, изискују седмоструко мање износе критичних минерала и могу се покретати коришћењем такозваних „зелених горива“ (зелени CH<sub>4</sub>, NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>). Зелена горива имају нулту нето емисију CO<sub>2</sub> или врло малу емисију (CH<sub>4</sub>) и могу се добити коришћењем енергије соларних електрана и ветроелектрана које се не прикључују на мрежу и које не стварају проблеме и трошкове интеграције.

## Извори и складишта

### Складиштење енергије: Батерије

- Данашњи класични литијум-јонски акумулатори са позитивном електродом на бази никла, мангана и 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, због чега се морају инсталирати расхладни системи, у свету се све више прелази на литијум-јонске акумулаторе са позитивном електродом на бази литијум гвожђе фосфата (LFP).
- LFP акумулатори обезбеђују већу сигурност, али је њихова густина енергије ~160 Wh/kg, односно њихова маса износи 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 у ствари имају реалну густину енергије око 135 Wh/kg. Оба система као носач негативне електроде користе бакарну фолију која при дубоким пражњењима може 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.

- Иако често оспоравани, натријум-јонски системи, који су већ комерцијализовани, тренутно имају сличне карактеристике као и литијум-јонски акумулатори на бази литијум ферофосфата. Њихова 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. Захваљујући доступности сировина и еколошкој прихватљивости, препоручује се да се развој домаће технологије производње батерија усмери управо на производњу натријум-јонских батерија.
- Даљим развојем система на бази натријума очекује се побољшање карактеристика и њихова масовнија употреба, посебно у сврхе складиштења енергије из обновљивих извора. Постоји велика вероватноћа да ће то проузроковати смањење потребе коришћења литијум-јонских акумулатора током наредне деценије.

## Коришћење водоника у енергетици

- Водоник је веома погодан носилац енергије. Омогућује 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 пружају 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 угљен-диоксида емитованог из термоелектрана на угљ.
- Могућна је примена водоника и његових деривата у црној металургији (за производњу гвожђа), чиме се у овој индустрији елиминише емисија угљен-диоксида, 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, флексибилност и ефикасност

### Управљање и комуникација

- Значајна количина производње обновљивих извора енергије променљива је по природи, што у комбинацији са ограниченим складиштењем и променљивом потрошњом ставља рад електроенергетског система под притисак испуњења адекватности, те може проузроковати и велике флукуације цена.
- Захтеви за флексибилношћу, који подразумевају потребу да се електроенергетски системи 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, интерконекције 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 хидроелектране, 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.

- Потреба за dodatnim kapacitetima za skladištenje se uglavnom javlja kada su државе суочене са преоптерећеношћу 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 тако да се упосли домаћа привреда.
- Неопходно је извршити електрификацију индустрије, посебно гасног сектора, чији потенцијал износи 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 и водоник.
- Решење за биогаз представља производња биометана који ће се трошити у флексибилним когенерацијама.