

# ПРЕСИНГ.

год. III / бр. 14 / април 2013 / СПИСАНИЕ НА КОМОРАТА НА ОВЛАСТЕНИ АРХИТЕКТИ И ОВЛАСТЕНИ ИНЖЕНЕРИ НА МАКЕДОНИЈА



ISSN 1857-7 44X





**Д-р Горан Марковски**  
Професор на Градежниот факултет,  
Универзитет „Св. Кирил и Методиј“

## УТРЕ ПОЧНУВА ДЕНЕС

Енергијата е неопходна за човековиот опстанок и развој. Таа е предмет на континуирано истражување, анализирање, планирање... Таа е причина за уцени, војни, уништувања... Енергијата, велат, ниту од ништо се создава, ниту во ништо се губи. Знае само да преминува од еден во друг вид, како на пример онаа која редовно, низ месечните комунални сметки, немилосрдно во нас се видоизменува во емотивно-негативна.

Голем дел од вкупно потрошената енергија во Европа отпаѓа на задоволување на потребите на домаќинствата. Дел од неа е неопходен, но дел се троши и нерационално. Некаде помалку, некаде повеќе. Дополнителна енергија непотребно се троши затоа што наместо „пасивни куќи“ упорно се гради пасивен однос кон сето она што со децении се случува во структурата и околу неа. Затоа што, наместо за ново знаење, енергија се арчи на гужење пред залутаните во нашата дејност авторитети. Затоа што наместо „топлинските“ полесно се уриваат и онака кривките меѓунационални, меѓучовечки и колегијални мостови. Затоа што наместо по нови извори на енергија почесто се трага по нови извори на проблеми, а наместо „енергетската“ повеќе се практикува материјална ефикасност.

Енергија нерационално се троши и за црпење на подземната вода која навлегувајќи во сутерените на несоодветно изолираните објекти, на површина исфрли и дел од навидум трајно затрупаните јавашлаци, за сушење и поправка на нестручно покриените покриви, за болното прифаќање на образложението дека сè поприсутното надворешно водење на инсталациите претставува стручна иновација со која се разрешува проблемот со нивната некавалитетна стандардна изведба, за духовната капитулација пред фактот дека новите објекти ни изгледаат поветво од старите.

Вишок енергија се троши и на чистење на со шут затнатите речни корита, за дополнително затоплување и ладење на илјадниците објекти изведени без или со скромна фасадна заштита, за скапите санации на децениски неодржуваните јавни објекти, за реконструкција на од негрижа опожарените манастири, за промена, наместо за трајно отстранување, на безбројните градски билборди.

Тежок е патот до нови енергетски извори. Токму затоа, меѓу другото, некои од нив имаат попримено безмалку митолошки димензии. Но, откажување не треба да има. Особено кога станува збор за искористување на т.н. обновливи извори. Оние како водата, ветрот, сонцето, биомасата... Оние за кои, барем засега, сметаме дека се вечни. И покрај тоа што некои анализи покажуваат дека дел од таквите проекти се нерентабилни, кога станува збор за енергетска независност, нивната исплатливост има и други димензии.

Токму затоа, заштедата на непотребно потрошената енергија, особено за земји како нашата, можеби треба да се смета како своевиден дополнителен извор на енергија. Тука градителството, со сите негови дејности, мора да биде лидер. За поздравување се актуелните активности околу нормативното регулирање на енергетската ефикасност со што, усогласувајќи се со европските стандарди и веќе одомаќени практики, се поттикнува и се условува употребата на нови проектантски решенија, материјали и технологии директно насочени кон заштеда на секој киловат енергија. Впрочем, тоа се едни од ретките инвестиции речиси без ризик-фактор, инвестиции кои бргу и сигурно се враќаат. Инвестиции во иднината. А, иднината почнува денес.

### ОБУКА ЗА ПРИМЕНА НА **EUROCODES**

Имајќи го предвид значењето на Еврокодските, Комората на овластени архитекти и овластени инженери на Република Македонија во наредниот период планира организирање на циклус предавања заради обука на своето членство.

Во зависност од интересот, предавањата ќе бидат организирани во повеќе градови низ Републиката.

Основните претпоставки и новини во поедини Еврокодски беа изнесени во минатиот број на часописот Пресинг. Истите можат да се најдат и во електронското издание на веб страната на Комората - [www.komoraoui.mk](http://www.komoraoui.mk).

Заради Ваше навремено и целосно информирање за овие како и за други активности на Комората поврзани со перманентната доедукација на членството, Ве молиме да не контактирате на подолу поместените емаил адреси. Во Вашиот емаил потврдете ги Вашите контакт детали – емаил, телефон и адреса. Специфицирајте за кој од Еврокодските би биле заинтересирани за посета на предавања.

Градежништво, Геотехника, Геодезија – 078-406-385, [flutura@komoraoui.mk](mailto:flutura@komoraoui.mk)

Архитектура, Заштита при работа, ППЗ – 078-406-381, [olivija@komoraoui.mk](mailto:olivija@komoraoui.mk)

Машинство, Електротехника, Животна средина, Сообраќај – 078-406-386 [leonita@komoraoui.mk](mailto:leonita@komoraoui.mk)

Урбанизам – 078-406-384 [slavica@komoraoui.mk](mailto:slavica@komoraoui.mk)

Со почит,  
М-р Димче Атанасовски  
Секретар на Комората



Петар  
Николовски



Горан  
Бојчин



Соња  
Наковска



Биљана  
Јакимовска



Ратко  
Станијковски



Владко  
Тодоровски



Христинка  
Матоска



Миле  
Темелкоски



Лилјана  
Хаџиевска-  
Антовска



Владимир  
Ладински



Софија  
Николова-  
Поцева



Антон  
Чаушевски



Вангел  
Фушки



Александар  
Радевски



Крсте  
Најденкоски



Владимир  
Димчев



Влатко  
Стоилков

ПРЕСИНГ, ISSN 1857-744-x  
Првиот број излезе на  
1 февруари 2011

Главен и одговорен уредник  
Горан Марковски

Претседател  
Блашко Димитров

Уредувачки одбор  
Миле Димитровски, Елена Думова-Јованоска,  
Ванчо Горѓиев,  
Милорад Јовановски, Гајур Кадриу,  
Миле Станковски, Беким Фетаи

Излегува секој втор месец

Графичко уредување  
Зоран Симоновски

Јазичен соработник  
Оливера Божовиќ

Издавач  
Комора на овластени архитекти и  
овластени инженери на Македонија

Адреса на редакцијата  
Даме Груев 14а

Контакт: www.komoraooi.mk



Активности на Комората

## НОВИОТ СТАТУТ И НОРМАТИВНО-ПРАВНОТО КОНСОЛИДИРАЊЕ НА КОМОРАТА

### СОДРЖИНА

- 05 Новиот Статут и нормативно-правното консолидирање на Комората
- 07 Топлински мостови
- 12 Одржливо и енергетски ефикасно училиште „Кочо Рацин“, Скопје
- 22 Почиста и одржлива иднина
- 26 Децентрализација на производството на електрична енергија во обединетото кралство
- 30 Намалување на енергетските трошоци кај објекти со примена на ОИЕ и мерки на енергетска ефикасност
- 35 Акумулацијата „Кнежево“ - пред прво полнење
- 42 Голем бенефит или утопија
- 47 Урбаните отпадни води во Република Македонија, предизвици
- 53 Методологија за избор на дистрибутивни трансформатори како придонес за подобрување на енергетската ефикасност
- 58 Мерни станици за ветерна енергија во Република Македонија

Во изминативе неколку месеци, Комората на овластени архитекти и овластени инженери на Република Македонија имаше исклучително активен период од аспект на нормативно-правно консолидирање, неопходно за успешно функционирање на сите тела на Комората. Меѓу другото, изготвени се и усвоени следните акти:

- Нов Статут на Комората,
- Правилник за арбитража при Комората,
- Правилник за работа на комисиите за издавање на овластувања (кој е во завршна фаза од усвојување),
- Правилник за мирување на членството во Комората,

а за првпат Комората оформи дисциплинска комисија која веќе работи на своите први дисциплински постапки.

Паралелно со изготвувањето на актите поврзани со внатрешното работење на Комората, поднесени се мислења и препораки за **измени и дополнувања на низа законски и подзаконски акти**, како што се

- Законот за просторно и урбанистичко планирање,
- Правилникот за издавање на инженерски овластувања,
- Правилникот за издавање овластувања за изработка на урбанистички планови.
- Предлог-измени во Законот за градење. Темелната работа кон изготвувањето на

60-ина предлог-измени во Законот за градење, согласно со потребите и барањата од инженерите од Република Македонија беше најобемната активност на Комората во изминативе четири месеци. Овие предлог-измени се резултат на обемни истражувања и консултации со стотина инженери од сите области, вклучително и сите членови на Собранието на Комората. За овие битни предлог-измени ќе стане збор во некое од наредните изданија на Пресинг.

Статутот, како највисок правен акт на Комората, мораше да претрпи сериозни измени во над 80% од своите членови, со цел да се усогласи со постојната законска регулатива, но и поради потребата од регулирање на досега неопфатени содржини.

Главните измени и новини во Статутот се

1. Усогласување на Статутот на Комората со Законот за градење и Законот за измени и дополнувања на Законот за градење. Овие усогласувања беа од процедурален, правен и термиолошки аспект.
2. Прецизирање на поимите и регулирање на одговорностите за донесување на тарифник за извршени услуги **и ценовник за јавни услуги**. Многу често овие два поими (тарифник и ценовник) се користат несоодветно или како синоними, иако нивното значење е сосема различно. Тарифникот се однесува на тарифите/цените што се наплаќаат за

извршена административна услуга (издавање овластување, на пример), а ценовникот за јавни услуги ги опфаќа начините на кои се утврдува висината на цената за инженерските услуги (проектирање, ревизија, надзор и изведба). Компаративната анализа што беше направена во изминативе месеци во рамките на меѓународната соработка со Коморите од регионот, покажа дека без исклучок сите држави од регионот имаат проблеми во сферата на утврдување на минималната цена за инженерските услуги. Ова претставува горчлив проблем и во македонската инженерска реалност. Праксата покажува дека на електронските аукции има случаи кога се јавуваат инженерски фирми со исклучително ниски цени кои во никој случај не кореспондираат со реалната пазарна вредност за извршената работа. Нема да навлегувам во мотивите и интересите на фирмите кои со дамнинг-цени го рушат пазарот, но треба да се забележи дека на вакво начин се девалоризира инженерската струка, се демотивираат инженерите и се намалува квалитетот на инженерската работа. Токму затоа, кон овој проблем треба најсериозно да се пристапи и Комората е подготвена активно да се вклучи во сите дискусии и анализи за негово решавање. Дополнителен проблем со кој се соочува Комората е тоа што понудите на овие јавни аукции ги даваат правни лица, а Комората има ингеренции исклучиво кон инженерите како физички лица, а не и кон фирмите каде инженерите се вработени. Затоа, Комората отвора дискусија со сите релевантни државни институции и граѓански здруженија за решавање на овој проблем и за истиот е веќе доставен допис до Министерството за транспорт и врски. Согласно со Статутот, Комората ќе се вклучи во евентуалното изготвување на ценовникот за утврдување на минимална цена на инженерски услуги.

- Со новиот Статут се отвори можност да се формира **Арбитража во рамките на Комората**, согласно со позитивната македонска законска регулатива. Арбитражата како незадолжителен (а стручен) суд треба да помогне во решавањето на спорови помеѓу инженери, односно инженерски фирми. Ваквите судско-арбитражни постапки се многу побрзи и значително поефтини од класичната судска постапка. Со оваа Статутарна измена внесено е нешто ново, што е практика во многу светски инженерски комори.
- Целосно е **променета дисциплинската постапка на Комората** која од тристепена стана двостепена. Се зголеми бројот на дела кои се основ за покренување на дисциплинска постапка против несовесни инженери, со цел да се заштити огромното мнозинство - оние чесните. На пример,

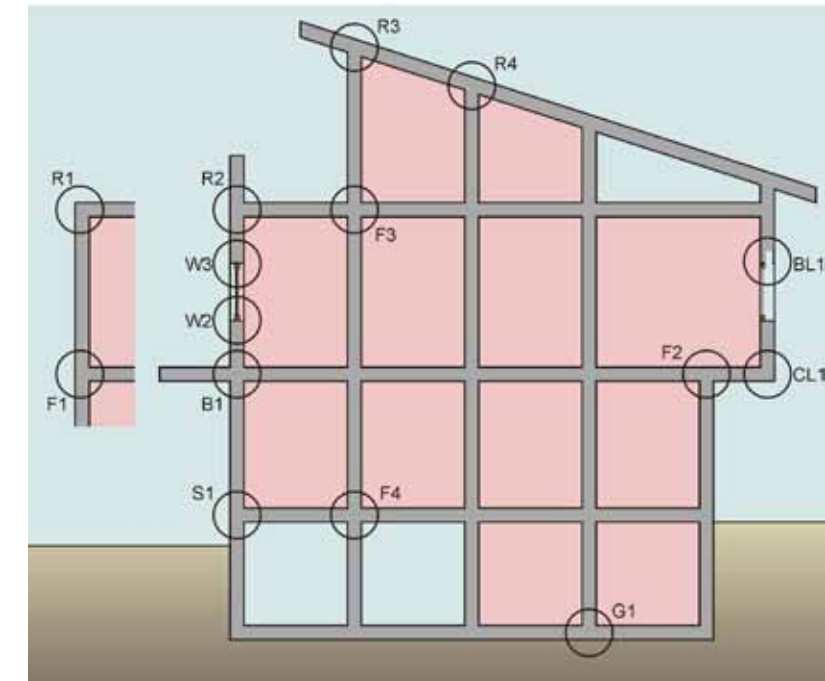
приложување референци од проекти кои реално не ги сработил инженерот/барателот при аплицирање за овластувања е основ за покренување на дисциплинска постапка, и во иднина најстроγο ќе се санкционира. За вакво дело, согласно со новиот Статут на Комората, на инженерот може да му се одземат постојните овластувања за период до 5 години, а може и да му се забрани да аплицира за ново овластување за период од 1 до 3 години. Истовремено, инженерите треба да бидат свесни дека ваквата активност може да има елементи и на кривично дело (фалсификување) согласно со членовите 280, 361 и 378 од Македонскиот кривичен законик.

- Се дополни листата на инженерски одделенија и се прецизираше нивната работа и функции. Во моментот во Комората функционираат следните 11 одделенија:
  - Одделение на архитекти;
  - Одделение на градежни инженери;
  - Одделение на машински инженери;
  - Одделение на електроинженери;
  - Одделение на инженери по геологија и геотехника;
  - Одделение на сообраќајни инженери;
  - Одделение на геодетски инженери;
  - Одделение на инженери за животна средина;
  - Одделение за заштита при работа;
  - Одделение на технолози и металурзи;
  - Одделение за урбанисти и планери.
- Со новиот Статут се допрецизираа задачите и одговорностите на Претседателот на Комората, членовите на Управниот одбор и членовите на Собранието на Комората.

Како дел од нашите заложби за што подобро претставување на интересите на македонските инженери, Комората потпиша **договор за соработка со коморите од регионот**. На нашата средба со Претседателот на Европската асоцијација на комори (ЕЦЕЦ) г. Чртомир Ремец и претставници на коморите од Словенија, Хрватска, Србија и Црна Гора, минатиот месец започнавме дијалог за низа проекти на кои треба заеднички да работиме. Меѓу другото, беа споменати проекти од областа на инженерското образование, утврдување на методологија за дефинирање на минимална цена на инженерски услуги, полесно препознавање на меѓусебните овластувања, но и во насоки за усогласување на правните регулативи на регионалните комори со европските. Првиот од овие проекти ќе започне наскоро, за што ќе стане збор во некое од наредните изданија на „Пресинг“. Интегралниот текст на новиот Статут на Комората, како и сите други правни акти може да се најдат на веб-страницата на Комората.

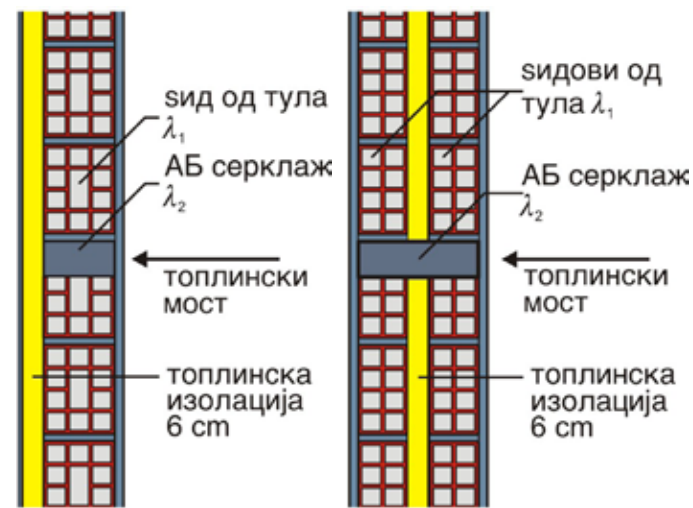
М-р Димче Атанасовски  
Секретар на Комората

## ТОПЛИНСКИ МОСТОВИ

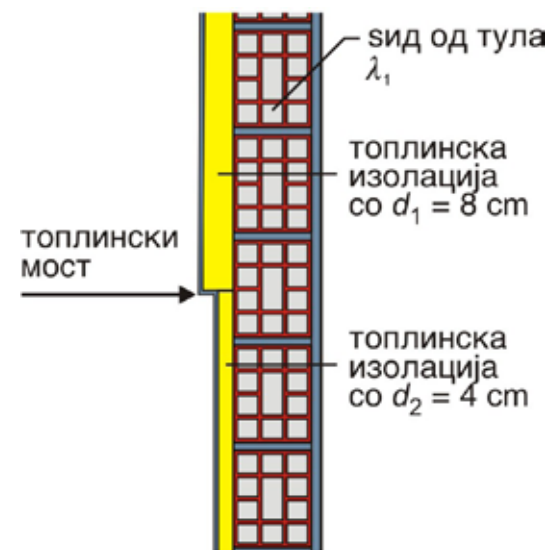


**ПОТРЕБАТА ЗА СЕРИОЗНА АНАЛИЗА НА ВЛИЈАНИЕТО НА ТОПЛИНСКИТЕ МОСТОВИ ВО ЗГРАДИТЕ ОСОБЕНО ДОАЃА ДО ИЗРАЗ СО БАРАЊАТА ВО НАЈНОВАТА ЕУ-ДИРЕКТИВА ЗА ЕНЕРГЕТСКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА ЗГРАДИ (EPBD 2010/31/EU OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL), ОД МАЈ 2010 ГОДИНА. ЗА ПРВ ПАТ, ВО ОВАА ДИРЕКТИВА СЕ ПОСТАВУВА УСЛОВ, ПРИ ПРЕСМЕТКАТА НА ЕНЕРГЕТСКИТЕ КАРАКТЕРИСТИКИ НА ЗГРАДИТЕ, ПОКРАЈ ТОПЛИНСКИ КАПАЦИТЕТ, ИЗОЛАЦИЈА, ПАСИВНО ГРЕЕЊЕ И ЕЛЕМЕНТИ ЗА ЛАДЕЊЕ, ДА СЕ ЗЕМААТ ПРЕДВИД И ТОПЛИНСКИТЕ МОСТОВИ**

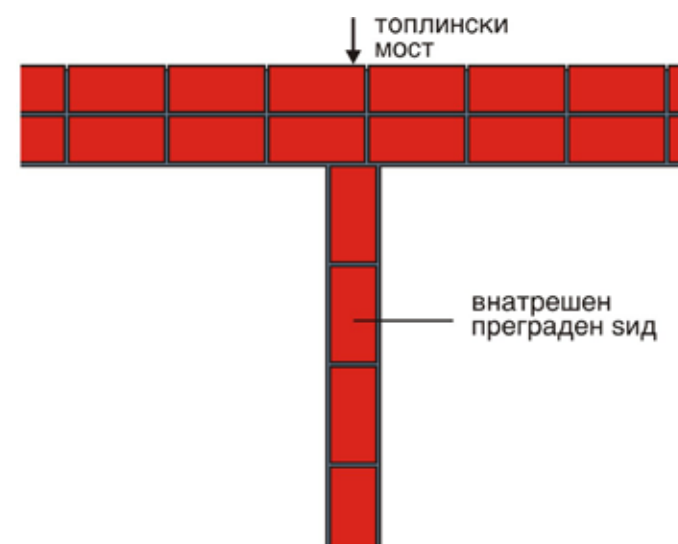
Идејата да ја подготвам оваа статија ја добив по објавувањето на прилогот во ПРЕСИНГ (број 11) за пасивна зграда во Струмица, во кој меѓу другото се вели дека објектот е без топлински мостови. Англискиот израз „thermal-bridge-free construction“, што соодветствува на горниот цитат од ПРЕСИНГ, треба да се зема фигуративно, во смисла дека влијанието на топлинските мостови во некој објект е минимално, но никако дека во некој објект не постојат топлински мостови. Текстот што следува во овој број на ПРЕСИНГ и во неколкуте наредни броеви, треба да ја потврди оваа констатација. Топлинските мостови, според мене, се „најезотичниот“ сегмент од областа пренесување на топлината во градежните конструкции. Феноменот „топлински мостови“ и влијанието коешто тие го имаат во градежните конструкции, анализиран е уште пред повеќе од 45 години, од страна на германскиот инженер, доктор Фридрих Ајхлер (Friedrich Eichler), еден од пионерите на градежната физика. Во своето дело „Bauphysikalische Entwurfsiechre“ во 1967 год. тој ги објаснува разните форми на топлинските мостови, нивното влијание врз останатиот дел во конструкциите и предлага методи за нивна пресметка и корекција. Посебно се осврнува на појавата на внатрешна површинска кондензација и растеж на мувла на топлинските мостови. Меѓутоа, безуспешни се обидите да се пресметаат физичките големини на топлинските мостови. Инж. Ајхлер пишува: „За теоретски пресметки на топлинските мостови во надворешните конструкции публикувани се многу сложени формули во разни земји. Но, тие најчесто даваат чудни резултати“. Оваа констатација е логична, ако се знае дека денес познатите физички големини и изрази со кои се карактеризираат топлинските мостови (коэффициентот на линеарно пренесување на топлината у, температурниот фактор  $fR_{si}$ , 2D и 3D модели при дводимензионално и тродимензионално пренесување на топлината итн.) во тоа време не биле препознатливи и дефинирани. Во прилог на ова зборува и фактот што во огромниот број меѓународни (ISO) и европски (EN) стандарди коишто се однесуваат на пренесувањето на топлината во градежните конструкции, „најмлади“ се стандардите за топлинските мостови. Потребата за сериозна анализа на влијанието на топлинските мостови во зградите особено доаѓа до израз со барањата во најновата ЕУ Директива за енергетски карактеристики на згради (EPBD 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council), од мај 2010 година. За прв пат, во оваа



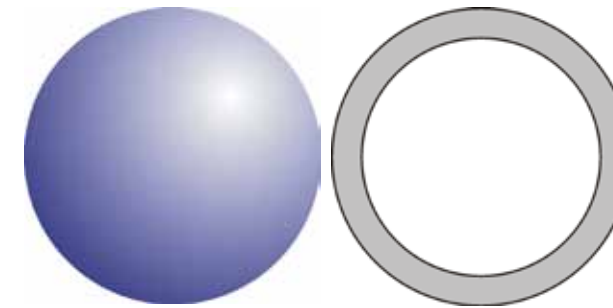
Слика 1 - Делумен (лево) или целосен (десно) продор низ обвивката



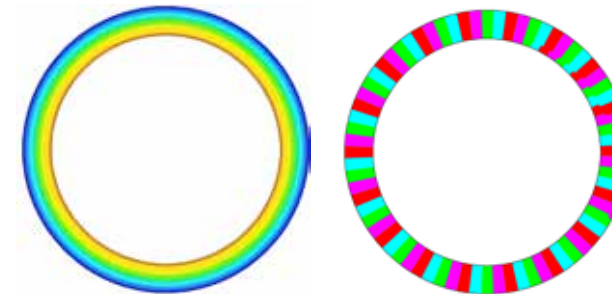
Слика 2 - Промена на дебелина на материјал



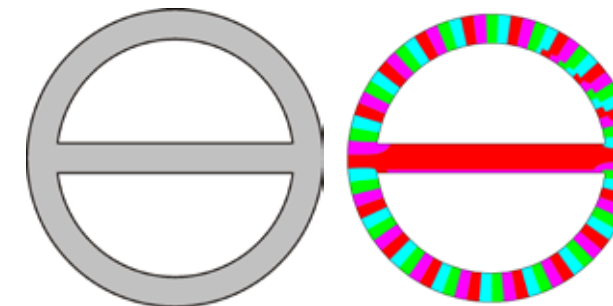
Слика 3 - Разлика помеѓу внатрешна и надворешна површина



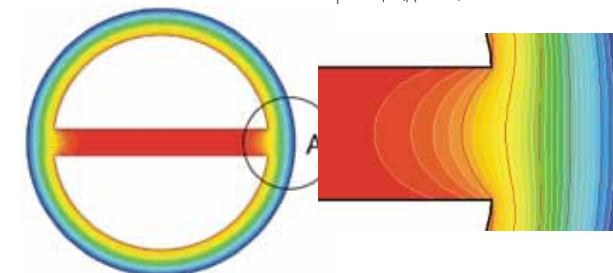
Слика 4 - Хипотетички објект во форма на шуплива топка (лево изглед, десно пресек)



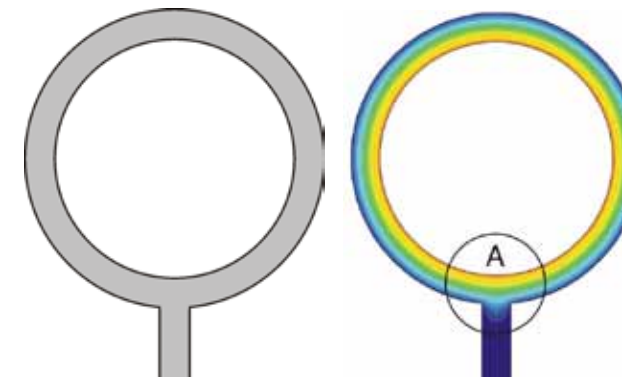
Слика 5 - Изотерми (лево) и топлински протоци (десно)



Слика 6 - Хипотетички објект со внатрешна преграда (лево) и топлински протоци (десно)



Слика 7 - Изотерми кај хипотетички објект со внатрешна преграда (лево) и детаљ А на топлински мост (десно)



Слика 8 - Шуплива топка со потпора на земја (лево) и изотерми на објектот (десно)

Директива се поставува услов, при пресметката на енергетските карактеристики на зградите, покрај топлински капацитет, изолација, пасивно греење и елементи за ладење, да се земаат предвид и **ТОПЛИНСКИТЕ МОСТОВИ.**

### ДЕФИНИЦИИ ЗА ТОПЛИНСКИ МОСТ

Според стандардот МКС EN ISO 10211, топлински мост е - дел од обвивка на зграда, каде што еднообразниот топлински отпор е значително изменет поради делумен или целосен продор низ обвивката од страна на материјал со различен коефициент на топлинска спроводливост (Слика 1) и/или - промена на дебелина на материјал (Слика 2) и/или - разлика помеѓу внатрешна и надворешна површина, што се случува при врските на сид/меѓукатна конструкција/покрив (Слика 3). Топлинските мостови имаат две консеквенци во споредба со деловите од конструкциите без нив: а) промена на количество топлински проток, и б) промена на внатрешна површинска температура.

### ГЕНЕЗА НА ТОПЛИНСКИТЕ МОСТОВИ

Врз база на претходните дефиниции може да се заклучи дека, во апсолутна смисла, **не постои објект без топлински мостови.** Оваа констатација може да ја демантира само, на пример, некаков хипотетички објект во форма на шуплива топка, кој под претпоставка, спротивставувајќи се на законот за гравитација, би лебдел во воздух (на пример, би се наоѓал во орбита околу Земјата). Независно од димензиите, дебелината и составот на неговата хомогена обвивка и внатрешната и надворешната температура, објектот би бил без топлински мостови (Слика 4). Тоа го покажуваат паралелните (концентрични) изотермални линии и радијалните топлински протоци (Слика 5). Доколку во внатрешноста на нашиот антигравитациски објект постои некаква преграда (внатрешен сид или меѓукатна таваница), Слика 6, врската на сидот/таваницата со надворешната обвивка ќе генерира топлински мост (Слика 7). Се јавува пертурбација на изотермите (непаралелност) и топлинските протоци (не се веќе радијални) при врските. Ако нашиот хипотетички објект го „спуштиме“ и потпреме на земја, врската помеѓу потпората и објектот одново ќе генерира топлински мост (Слика 8). Повторно се случува нарушување на паралелноста на изотермите и радијалноста на топлинските протоци (Слика 9). Ако хипотетичкиот објект наместо форма на шуплива

топка има форма на шуплива коцка, тогаш при аглие на коцката ќе се појават топлински мостови (Слики 10 и 11). Претходно опишаните топлински мостови по природа се геометриски, генерирани поради промена на геометријата на топлинскиот мост (во наредниот број на ПРЕСИНГ ќе бидат анализирани други типови на топлински мостови).

**АНАТОМИЈА НА ЕДЕН ТОПЛИНСКИ МОСТ**

За пресметка на топлински протоци низ градежна конструкција со хомогени слоеви материјали се употребува еднодимензионален (1D) пресметковен метод (според стандардот МКС EN ISO 6946), при што топлината се пренесува во една рамнина, односно во правец на една ортогонална оска, од внатре кон надвор. Овој метод е валиден за делот од конструкцијата сè до адијабатска граница, после која топлината се пренесува во две рамнини, дводимензионално (2D), односно во правец и на втората ортогонална оска. Значи, станува збор за линеарен топлински мост, којшто се пресметува со 2D пресметковен метод, во согласност со стандардот МКС EN ISO 10211. Според овој стандард, оддалеченоста на адијабатската граница изнесува 1,00 m од топлинскиот мост (за потсетување, во адијабатска средина 2D топлинскиот проток е 0).

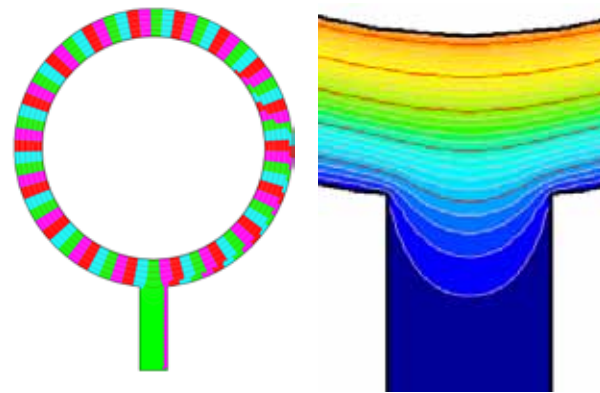
За полесно да се разбере 2D пренос на топлина, ќе разгледаме еден практичен пример. На Слика 12 е даден детаљ на надворешен сид од гас-бетон при неговата врска со армиранобетонски столб. Како влезни податоци во пресметките се земени коефициенти на топлинска спроводливост  $\lambda$ :

- за гас-бетон  $0,17 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$
- за армиран бетон  $2,60 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$

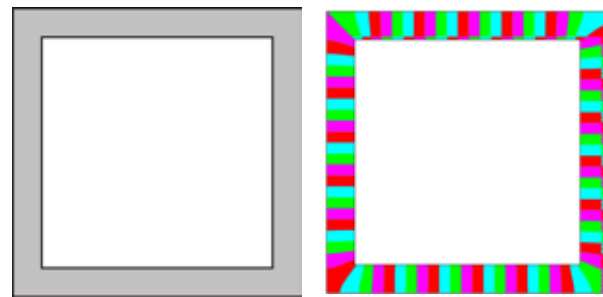
Граничните температури се:

- внатре  $t_i = 20^\circ\text{C}$
- надвор  $t_e = -10^\circ\text{C}$

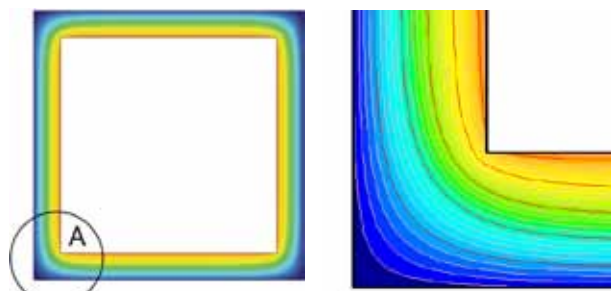
Ако парцијално се третира сегмент од сидот во должина од 1,00 m, без армиранобетонскиот столб, се применува 1D-пресметка. На ист начин (1D) се пресметува и АБ-столбот, без присуство на сидот. Резултати од пресметките се прикажани на Слика 13, лево (за сидот од гас-бетон) и десно (за АБ-столбот). Паралелноста на изотермите и кај двата елемента говори дека се работи за хомогени материјали, каде топлинските протоци се еднонасочни и дека 1D-пресметката дава коректни резултати во согласност со стандардот МКС EN ISO 6946. Поради различните вредности  $\lambda$  на двата материјала, нивните површински температури се разликуваат. Кај армираниот бетон внатрешните температури се



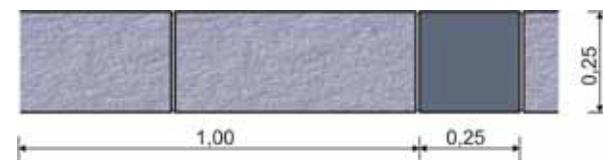
Слика 9 - Топлински протоци (лево) и детаљ А на изотерми кај топлинскиот мост (десно)



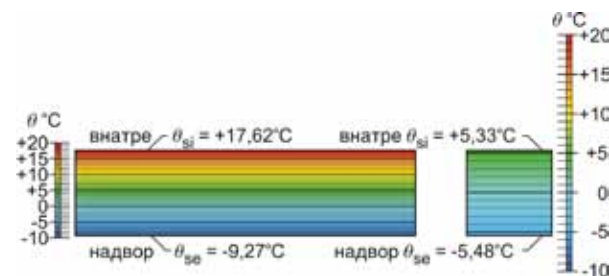
Слика 10 - Шуплива коцка (лево) и топлински протоци на објектот (десно)



Слика 11 - Детаљ А на топлинскиот мост (лево) и изотерми на објектот (десно)



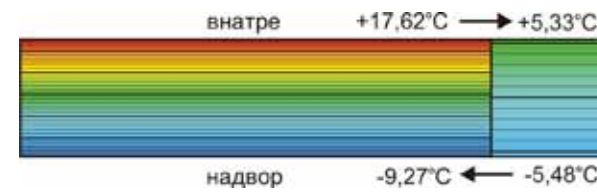
Слика 12 - Врска на сид од гас-бетон со АБ-столб



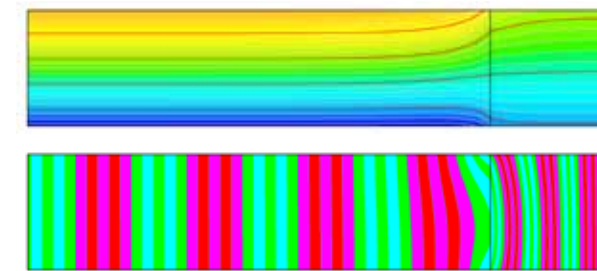
Слика 13 - Изотерми на сид од гас-бетон (лево) и АБ-столб (десно)



Слика 14 - Топлински протоци низ сид од гас-бетон (лево) и низ АБ-столб (десно)



Слика 15 - Размена на топлина помеѓу сид и АБ-столб



Слика 16 - Изотерми (горе) и топлински протоци (доле) на топлинскиот мост од Слика 12, добиени со 2D-пресметки

значително пониски од оние кај гас-бетонот (значи, постои можност за кондензација на влага), додека надворешните температури се повисоки, што значи поголемо губење топлина низ армираниот бетон во однос на гас-бетонот.

Густијата на топлинските протоци (Слика 14 лево и десно) го потврдува фактот дека низ АБ-столбот неколкукратно повеќе се губи топлина во однос на гас-бетонот.

До тука, навидум, сè е логично и во ред. Но, фактот што овие два елемента (сидот и столбот) не се одделени, туку се во директен контакт, го иницира следното прашање. **Како е можно контактната површина помеѓу сидот и столбот да има различни температури?** (Слика 13). Од едната страна, кај сидот, внатрешната температура е  $+17,62^\circ\text{C}$ , а од другата страна, кај столбот,  $+5,33^\circ\text{C}$ . Истото се случува и кај надворешните површински температури: кај сидот е  $-9,27^\circ\text{C}$ , а кај столбот  $-5,48^\circ\text{C}$ . Законот за топлинска рамнотежа тоа не го дозволува. Значи, мора да постои некакво пренесување на топлината не само во насока од внатре кон надвор, туку и нормално на оваа насока, помеѓу сидот и столбот (Слика 15). Имено, слоевите во близина на потоплата внатрешна површина на

гас-бетонот ( $+17,62^\circ\text{C}$ ) ќе ја оддаваат топлината кон постудените слоеви блиску до внатрешната површина на столбот ( $+5,33^\circ\text{C}$ ). Резултат на тоа е намалување на површинската температура на сидот во близина на контактната рамнина и зголемување на температурата на столбот.

Аналогно на тоа, но во спротивна насока, од слоевите во близина на надворешната површина на столбот, кои имаат повисока температура ( $-5,48^\circ\text{C}$ ), топлината ќе се пренесува кон слоевите на сидот со пониска температура ( $-9,27^\circ\text{C}$ ), при што овој дел на сидот ќе се загрева за сметка на ладење на столбот.

Заклучок на оваа анализа е дека кај овој градежен детаљ е очигледно постоење на топлински мост, при што вакви парцијални 1D-пресметки на двете компоненти се некоректни и неточни.

Решение на проблемот со неточноста е во примена на дводимензионална (2D) пресметка на комплетниот детаљ, односно на сидот заедно со столбот (што одговара на реалноста). На Слика 16 е прикажано реално интерактивно влијание на двата составни елемента на топлинскиот мост како една целина, со употреба на 2D-пресметка.

Математичките процедури за пресметка на топлинските мостови се многу комплицирани. За практични примери какви што се среќаваат во градежната физика се употребуваат нумерички методи, како што се метод на конечен елемент, метод на конечна разлика или метод на топлинска рамнотежа. Вакви пресметки за секојдневна употреба се речиси невозможни, па за таа цел се користи софтвер, или уште подобро, се користат каталози на топлински мостови, со градежни детали, кои содржат пресметани физички големини на мостовите.

**Користена литература**

1. Д-р Петар Николовски, дипл. инж. арх.: Докторска дисертација „Линеарни топлински мостови во згради во региони со сеизмичка активност“ - Бугарска академија на науки - Софија (2008).
2. Стандард МКС EN ISO 6946: Градежни конструкции и компоненти - Топлински отпор и коефициент на пренесување на топлината - Пресметковен метод
3. Стандард МКС EN ISO 10211: Топлински мостови во градежна конструкција - Топлински протоци и површински температури - Детални пресметки
4. Стандард МКС EN ISO 14683: Топлински мостови во градежна конструкција - Коефициент на линеарно пренесување на топлината - Упростени методи и вообичаени вредности
5. Physibel. Software BISCO (ver. 6.0w), computer program to calculate two-dimensional steady state heat transfer in free-form shaped objects using the energy balance technique (2002)

Горан Бојчин, д-р  
 Соња Наковска, д-р  
 Биљана Јакимовска, д-р  
 Ратко Станијковски, дипл. ел. инж.  
 Владко Тодоровски, дипл. ел. инж.  
 Христинка Матоска, дипл. ел. инж.  
 Миле Темелкоски, дипл. маш. инж.

# ОДРЖЛИВО И ЕНЕРГЕТСКИ ЕФИКАСНО УЧИЛИШТЕ „КОЧО РАЦИН“ СКОПЈЕ



**СРЕДНОТО УЧИЛИШТЕ „КОЧО РАЦИН“ ОБЕДИНУВА ДВА ПРОГРАМСКИ КОНЦЕПТА: ГИМНАЗИЈА И СРЕДНО ТЕКСТИЛНО УЧИЛИШТЕ СО ВКУПНО ОКОЛУ 1.000 УЧЕНИЦИ. ТОА ТРЕБА ДА СЕ РЕАЛИЗИРА НА ЛОКАЦИЈАТА КАДЕ ШТО СЕ НАОЃА ПРИВРЕМЕННОТО МОНТАЖНО УЧИЛИШТЕ, РЕАЛИЗИРАНО ВО ДАЛЕЧНАТА 1964 ГОДИНА, ДОНАЦИЈА НА АНГЛИСКАТА ВЛАДА ЗА ПОСТЗЕМЈОТРЕСНО СКОПЈЕ**

Визија и основни цели на проектната програма на ова училиште е да ги антиципира потребите на современите наставни методи коишто го стимулираат личното усовршување на учениците и да одговори на барањата на наставните програми коишто треба да се реализираат во една динамична околина заснована на флексибилност и мултифункционалност.

Амбиција е училиштето да добие ново значење како образовен и општествен центар. Тоа треба да стане катализатор на животната околина и да претставува општество во мало со своите просторни целини, какви што се: плоштадите на знаењето, кантината/ кафетерија, мултифункционалната аула, библиотеката, спортската сала, амфитеатарот на отворено, музичката сала и спортските терени, достапни и за пошироката публика.

Во реализацијата на овој просторно-образовен концепт, основен градежен и инсталациско-технички предизвик е енергетската ефикасност. Таа претставува најзначаен фактор во намалувањето на експлоатациските трошоци на објектот.

Овие цели на проектната програма во голема мера ги дефинираат нашите **основни проектантски принципи и критериуми**.

Тие, суштински, содржат нормативи или барања кои даваат насоки за квалитетот на внатрешниот климат на училишните згради и се инспирирани, во нашиот случај, од холандскиот концепт на таканаречените „FRISSE SCHOLEN“ или „свежи училишта“. Со нив се предвидува имплементирање на инсталации со висок коефициент на енергетски заштеди. Со биоклиматските проектантски принципи (пасивни енергетски концепти) и стратегии, релатирани на климатските специфики на локацијата и одржливите принципи за употреба и избор на материјалите и нивното соодветно градежно-техничко детелирање кое овозможува долгорочна употребна вредност, функционалност и одржливост на објектот, се заокружува основниот корпус на овие принципи и критериуми.

**Основните проектантски принципи и критериуми** ги артикулираат на најсуштински можен начин целите на енергетски ефикасниот коцепт:

- Да се ограничи потребата од енергетската зависност, односно да се минимизираат загубите на енергијата преку добро изолиран и воздушно добро издихтуван начин на градење.
- потребите за електричната енергија за загревање на просториите да бидат максимално 15 kWh/m<sup>2</sup>/ годишно.
- Основна потрошувачка на енергијата до максимум 120 kWh/m<sup>2</sup>/ годишно.
- Да се максимизира топлинската добивка / енергетска добивка.
- Потребата од енергетската потрошувачка да се реализира на енергетски ефикасен начин со, приоритетно, одржлива енергија (енергија од одржливи извори).

Проектот на училиштето: „Кочо Рацин“ треба да ги задоволи следните проектантски критериуми:

#### **Компактност:**

- Компактно градење – компактен градежен волумен / квадратна или правоаголна форма има предност.

#### **Ориентација:**

- Искористување на пасивната сончева енергија преку реализација на поголеми стаклени површини на јужната страна за топлински добивки во зимскиот период.
- Да се овозможи поголемо присуство на дневната светлина со намера да се редуцира потребата од осветлување со електрична енергија.

#### **Сончева заштита:**

- (Интелигентно) регулиран систем на заштита од сонцето за да се редуцира сончевото зрачење во летото, но и во потоплите месеци, за да се спречи прекумерно затоплување.
- Да се ограничи користењето на стаклото за сончева заштита

#### **Материјализација:**

- Материјалите коишто ќе се користат да

задоволуваат со доволно голема термичка маса, на пример бетонските подови.

- Да се примени ладна покривна завршна обработка, како, на пример, рефлектирачки или лесно обоен покрив, или во најдобар случај, да се постави зелен покрив.
- Да се избегнуваат ладни мостови, а надворешната обвивка добро да диштува (ова бара особено внимание)  $Qv10$
- Високи коефициенти на изолација на надворешната обвивка ( $R_c > 5-10$ )
- Тројно душло застаклување со вредност на U-факторот  $< 0,8$
- - Прозорски рамки со вредност на U-факторот  $< 0,8$

#### Квалитетот на воздухот:

- Регулирана вентилација релатирана на присуството на  $CO_2$  и температурниот режим во просториите.
- $CO_2$  концентрацијата да биде  $< 800$  ppm.
- Ноќна вентилација во летните и топлите месеци.
- Минимална слободна висина на локалите да биде 3,5 m (препорачано од концептот на „свежите училишта“).

#### Вентилација:

- Избалансирана вентилација (рекуператори) со топлинска заштеда и добивка од 90%.
- При додатната топлинска добивка, 100-процентно раздвојување на дотурот и одводот на воздухот.
- Употреба на механичка вентилација во просторните целини каде што се одржува групна активност; на пр. спортска сала, аула и слично.

#### Греење:

- Со воздушен греен систем
- Дозатоплување и затоплување на топла вода
- Сончев бојлер / фотоволтаична инсталација

#### Ладење:

- Ноќно вентилирање релатирано на балансираната вентилација
- Евентуално со активирање на бетонското јадро со геотермичка пумпа (водена пумпа)

#### Осветлување:

- овозможување на дневна светлина и со активни системи за дневна светлина, како на пр. стаклени ламели, анидолски рефлектори и призми.

- Енергетски штедливо осветлување HF или лед-осветлување
- Факторот на присутноста на дневниот светлински фактор во работниот простор и во средината на групните простории да биде минимум 8% (советувано од концептот на „свежите - пасивни училишта“)
- Осветлувањето е придушено и регулирано со присутноста на субјектите во просториите, а во некои делови да се вклучува и исклучува механички (советувано од концептот на „свежите училишта“).

Основаната проектантска стратегија за реализација на овие критериуми и програмски цели е интегралниот пристап во процесот на проектирање, а тоа значи партиципација и синергија на сите субјекти кои се активно вклучени во него, почнувајќи од инвеститорот (менаџмент-екипата на Општината на град Скопје) и корисниците на објектот до проектантите, застапници на своите проектантски дисциплини.

Катната висина од П+1 како основен параметар на пропишаните урбанистички услови на локацијата и обемот на проектната програма (10.000 m<sup>2</sup> бруто-површина) во голема мера ја дефинираа нашата урбанистичка и архитектонска стратегија. Тие директно влијаеја на типологијата и просторната структура на училиштето. Тоа најјасно се согледува во реализацијата на трите патици коишто претставуваат стратешки проектантско-просторни целини. Тие овозможуваат оптимална дневна светлина во објектот. Реализиран е поголем отворен јавен простор со зеленило и програмски целини од јавен карактер какви што се амфитеатарот и просторот за спортски активности на јужниот, интровертен дел од парцелата.

Редуцирана е изложеноста на ниското сонце од исток и запад со поставување просторни целини (спортската сала, на пр.) кои не бараат директна дневна светлина, но остваруваат доволен визуелен контакт со околината. Отворените стаклени површини се заштитени со брисолеи за да се избегне директниот упад на сончевите зраци и да се спречи непотребното дополнително загревање на објектот. Училиниците и просториите коишто



интензивно се користат и имаат потреба од дневна светлина се јужно ориентирани. Тука се предвидуваат градежно-технички зафати, перголи, за засенчување и се имплементира автоматика која ги контролира надворешните ролетни за спречување на директен влез на светлината, а сепак ги задоволува потребите од дневна светлина.

**Машински инсталации претставуваат интегрален** енергетско-ефикасен систем кој се заснова на ниско температурниот систем за ладење и греење преку активирање на бетонското конструктивно јадро, во комбинација со избалансирана вентилација. Загубите и добивките на топлина за овој објект целосно се покриваат со помош на геотермални топлински пумпи, систем вода-вода (ГТП). Ниско температурниот систем го сочинуваат инсталации кои се вградени во подната и плафонската конструкција, а се поврзани со ГТП. Тие со сета потребна инсталација за нормално функционирање на инсталацијата за греење и ладење се сместени во машинската сала.

Водата од земјата како топло и студоносител се обезбедува од 3 експлоатациони бунари, со количество на вода од секој бунар по 7 l/s, изведени во дворното место на објектот. За црпење на водата од бунарите предвидени се

длабински потопни пумпи. За дистрибуција на бунарската вода, претходно механички филтрирана, предвидена е дистрибутивна цевна инсталација од распределител, поставен на северниот ѕид од машинската сала, а од него се водат пластични полипропиленски (ППР) цевки, хоризонтално во ниво на подот. Секоја хоризонтална снабдува една ГТП. Термички искористената бунарска вода, преку цевна мрежа од пластични полиетиленски (ХДПЕ) цевки се носи во попивателна шахта, каде што водата понира во подземјето.

Главна карактеристика на сите пумпни единици е што нивните мотори се снабдени со фреквентна регулација, која обезбедува максимална заштеда на електрична енергија, бидејќи ќе се троши онолку електрична енергија колку што му е потребна топлина на системот, и пумпите нема никогаш да работат на „празно“.

Системот за плафонско ладење е проектиран за летни внатрешни услови, внатрешна температура:  $t_v=26^{\circ}C$  и релативна влажност на воздухот во просторијата:  $\phi_v=55\%$ . Во овие услови плафонското ладење ќе работи без да дојде до појава на кондензација. Во летниот период температурата на доводната и повратната вода во системот е  $14/16^{\circ}C$ ,



во зависност од влажноста на воздухот, а доколку дојде до зголемување на релативната влажност над проектираната, во просторијата е инсталиран сензор за влага со кој се регулира системот за ладење и се избегнува кондензација на плафонот.

Ладењето на ваков начин е значително поефикасно и поекономично поради рамномерниот вертикален и хоризонтален температурен градиент, односно студот рамномерно се распределува (спушта) во просторијата.

Вентилирањето на приземјето и катот се врши преку рекуператорски единици со потисна и отсисна секција, поставени на плафонот во ходниците. Свежиот воздух се внесува од надворешната средина, се обработува во изменувачите на топлина во рекуператорските единици (се грее или лади) и потоа преку поцинкуваните канали и алуминиумските решетки се внесува во просторијата.

Во секоја просторија каде што се внесува свеж воздух пред плафонската решетка поставена е регулациона клапна со која се врши регулација на протокот на воздухот во просторијата. Целиот процес е автоматизиран и е поврзан со сензорот за CO, така што во случаите кога количеството на CO во просторијата е над дозволеното, клапната автоматски се отвора и се врши дотур на свеж воздух.

Рекуператорските единици се со висок коефициент на полезно дејство (или искористување на отпадната топлина и студ) и до 80%, што обезбедува толкава заштеда на енергија во овој неопходен дел на енергетско третирање на просторот.

Годишната потрошувачка на топлинска енергија за греење на објектот со целокупниот габарит (прва и втора фаза) ќе биде

$$194,8415 \frac{\text{KWh}}{\text{sez}}$$

Ако коефициентот на ефикасност на топлинската пумпа е  $C_{op} = 3,86$  тогаш вкупната потрошувачка на електрична енергија во текот на сезоната за греење изнесува:

$$50477 \frac{\text{KWh}}{\text{sez}}$$

Добиената потрошувачка на електрична енергија се однесува за периодот на греење на објектот и во неа се земени предвид и потрошувачката на струја на целата инсталирана опрема за греење, при нејзино 16-часовно работење и греење на објектот со внатрешна температура од 21°C во текот на 16 часа и подгревање на објектот со внатрешна температура од 17°C во текот на 8 часа.

Односот помеѓу вредноста на нафтата и електричната енергија потрошени за греење на предметниот објект изнесува точно 4, односно ќе се плати четири пати помалку за иста топлинска енергија, ако се користи системот со топлински пумпи, наместо класична котларница на нафта. Ако анализата се продлабочи и на инвестиционата вредност на класичната топловодна котларница на нафта и инвестиционата вредност на проектираниот систем со топлински пумпи (вода-вода), тогаш односот е помалку од 2,5, во корист на класичната котларница. Во конечната анализа ќе се додадат и следниве коефициенти на топлинско оптоварување на објектот:

- Површинско топлинско оптоварување:

$$q_p = Q_y/P = 315.000/7520 = 42 \text{ W/m}^2$$

- Волуменско топлинско оптоварување:

$$q_v = Q_y/V = 315.000/22.200 = 14 \text{ W/m}^3$$

Горните вредности покажуваат дека објектот се нормира како енергетски многу ефикасен, со многу ниско површинско и волуменско оптоварување и со минимална потрошувачка на топлинска енергија за негово греење. „Обичните“ (средно изолирани) објекти имаат коефициенти на површинско и волуменско топлинско оптоварување во рангот од 70 до 100 W/m<sup>2</sup>, односно 25 – 40 W/m<sup>3</sup>.

Предвидено е вградување на BMS (building management system) којшто ќе треба да ги регулира термо-техничките инсталации, односно системите на ладење и греење, вентилациониот систем и застапеноста на CO<sub>2</sub> во воздухот. Заради превентива од

можно мрзнење на олуците и блокирање на одводот на атмосферската вода предвидуваме и тракери (tracers), сензори автоматски регулирани од BIM-от коишто ќе овозможат дополнително греење на клучните места и ќе го спречат непосакуваното прелевање на атмосферската вода, па дури и протекување во објектот.

**Електрични инсталации** – енергетско-ефикасните системи имплементирани во овој објект .

Анализирајќи ги сите сегменти на современата градба можеби со право се вели дека најголем технолошки и функционален развој е направен во сегментите поврзани со електричната енергија. Унапредувањата ги среќаваме почнувајќи од сегментот на производството на електричната енергија со обновливи извори на енергија, во сегментот на користењето на енергијата со користење на технолошки унапредени производи кои за исполнување на истите задачи користат помалку енергија до сегментот на автоматизацијата каде со оптимизирање на процесите многукратно се намалува ангажираната и потрошена енергија. Еден од битните сегменти за намалување на потрошувачката на електрична енергија во образовните објекти е сегментот на осветлувањето, па затоа голем дел од техничките решенија применети во овој проект се однесуваат на избор на извори на светлина со што поголем коефициент на корисно дејство по единица вложена енергија и како втор важен сегмент е оптимизирањето и изнаоѓање модели на командување и управување со осветлувањето кои гарантираат рационализација во однос на искористување на природната сончева светлина и сегментираниот пристап на доосветлување на засенетите зони на работење. Имајќи го предвид карактерот и видот на работата во овој објект, изборот на светилки е направен да ги задоволи високите светлотехнички стандарди според IEC, CIE i CENELEC (Европски комитет за стандардизација), односно светилки со светлотехнички карактеристики проектирани во H1 до H4-домен на зрачење на светлината или со H5-карактеристика на зрачење. Ова подразбира контролирани агли на

распространување на светлината со најмали можни рефлексии и агли на блесок во однос на посматрачот, односно корисникот на просторот. Избраните светилки и светлосни извори мораат да ги задоволат минималните стандарди според CEN со класа на зрачење и искористливост . За таа цел сите избрани типови на светилки ќе бидат со штедливи извори на осветлување и со вградени електронски претспojни справи, кои зависно од местото на употреба ќе бидат со можност за регулација на јачината .

Нивото на осветленост за сите простории, а во согласност со прописите за ваков вид објект, изнесува од 300Lx – 500Lx, во зависност од намената на просторот. Бројот на светлосните тела е добиен врз основа на фотометриската пресметка која е направена за карактеристични модули со европскиот фотометриски програмски софтвер DIALUX . Бојата на светлината е одбрана да биде 4000°K. При избор на светлосните тела, покрај фотометриски карактеристики, како приоритет е земена енергетската ефикасност на светилките и заради тоа користени се штедливи флуо светилки од најновата генерација T5, светлечки диоди LED, и компактни флуоресцентни светилки FLC со електронски баласт кои работат на високи фреквенции и го анулираат непријатниот ефект на треперење на светлината што го намалува заморот на очите и главоболката, овозможуваат заштеда на енергија и елиминиранио е штетното електромагнетно зрачење.

Ефикасноста на светлосните извори значително го подобрува вкупниот енергетски биланс на објектот. Избраните светлосни извори ги задоволуваат критериумите на SELMA (Европската федерација за енергетска ефикасност), според која сите извори на светлина пониски од класа C (светлосни извори со ефикасност помала од 75 lm/W) мора да се избегнуваат од употреба .

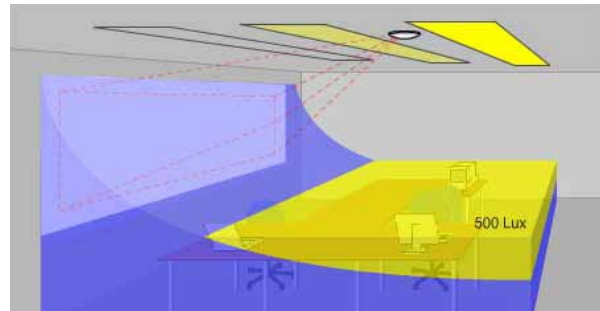
Според препораките на IEA ( Internaciona European Agency ), тежнението на проектантите е да се постигне енергетска ефикасност од 8kWh/ m<sup>2</sup>. Заради тоа како прифатливи извори на светлина при проектирањето на училиштето се одбрани:

1. Високофреквентни флуоресцентни светилки со ..... 85 – 100 lm/W
2. компактни флуо светилки ..... 85lm/W
3. метал-халогени светилки (нова генерација) ..... 90 – 100 lm/W
4. Светлечки диоди LED..... 85 – 130 lm/W

Следен критериум при проектирањето на просториите на училиштето е можноста за регулација на светлосниот флукс.

Ова подразбира два битни сегмента на енергетската ефикасност :

1. заштеда на електрична енергија
2. рамномерност на осветлувањето без разлика на местоположбата во просторијата и степенот на инпут на дневната светлина.

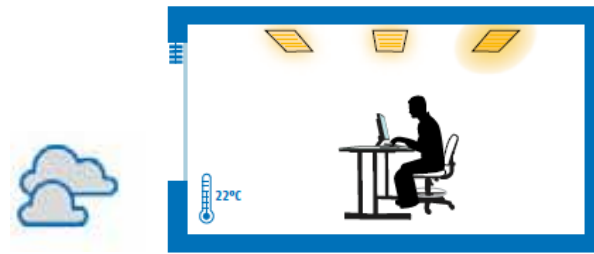


Графички приказ на контролирана корелација помеѓу дневната и вештачката светлина командувана од автоматски систем за регулација

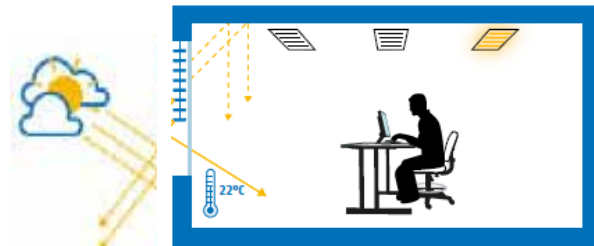
Во овој проект се инкорпорирали два напредни системи за регулација на светлината, пропорционалниот ( 1 -10 V) и DALI-системот кој ги инкорпорира параметрите на :

- присуство на луѓе во просторијата
- мерење на осветленоста на просторијата
- мерење на количината на дневна светлина во просторијата

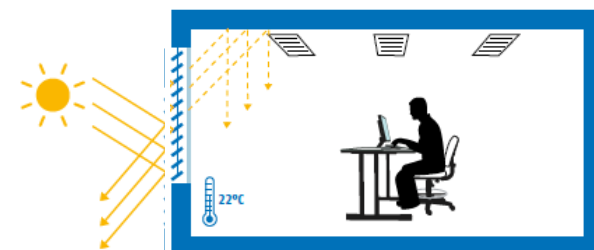
Резултат од оптимизирањето на влезните параметри е рамномерно и секогаш еднакво по интензитет осветлување во просториите. Системот работи со парцијални микросистеми за секоја просторија одделно, но поддржува и интеграција во централен BMS ( building management system ) за контрола на целиот објект од централно место. Системот е подготвен за инкорпорирање и на Zig Bee систем за централно безжично следење и командување на системот, бидејќи во сите командно-заштитни ормани е веќе предвидено да се вградат извршните елементи на системот.



1. Минимална природна светлина, максимална вештачка светлина

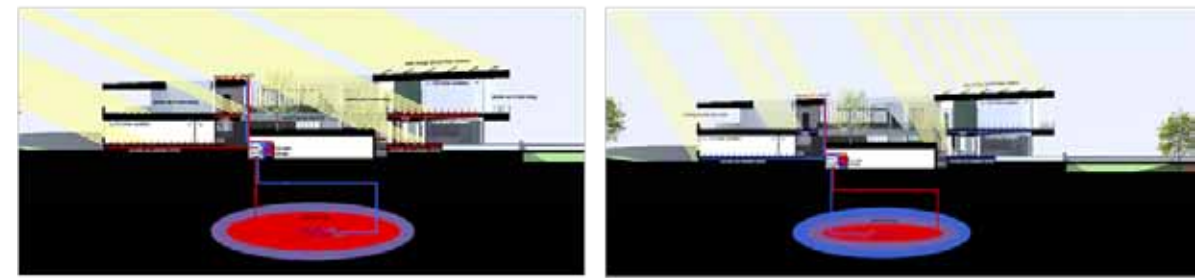


2. Умерена природна светлина, умерена вештачка светлина



3. Максимална природна светлина, минимална вештачка светлина

За осветлување на училниците предвидени се светилки со алуминиумско тело, со вграден високосјаен алуминиумски рефлектор, опализиран поликарбонатен дифузор, со вградена електронска високофреквентна претспојна справа која може да се регулира по интензитет. За секоја училница е предвиден посебен контролер за контрола на интензитетот на осветлувањето, монтиран во соодветна разводна табла, кој преку мултифункционален сензор за контрола на присуство на луѓе и мерење на интензитетот на упад на дневна светлина во училницата врши соодветна регулација на нивото на осветленост. Осветлувањето на ходниците и сите комуникациски зони е предвидено со флуоресцентни светилки со електронски високофреквентни баласта без можност за регулација, со дифузна карактеристика на дисперзија. Наставничките канцеларии, административните канцеларии се осветлуваат со системот на



Дијаграми на одржливост и енергетски концепт во летен и зимски период

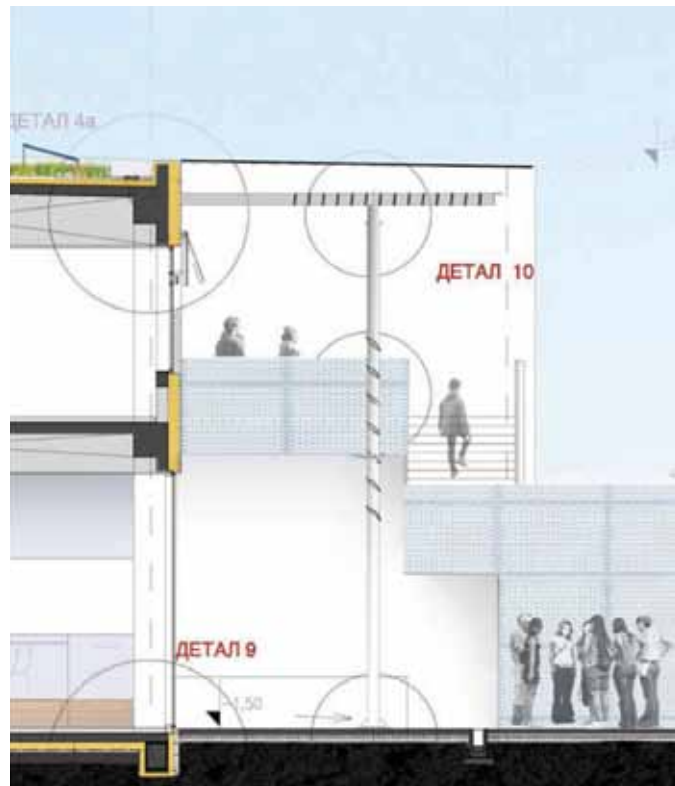
директно-индиректно осветлување во зоната на работното место за кое се предвидени висечки светилки со алуминиумско тело, со вграден високосјаен алуминиумски рефлектор, опализиран поликарбонатен дифузор, со вградена електронска високофреквентна претспојна справа и светлосна карактеристика на распределба на светлосниот флукс од 50 + 50%, додека во наставничката канцеларија е применет квадратен прстенест пристап со истите светилки кои се употребуваат во училниците. Предвидена е изведба на два отворени простори (пацио) за одмор. Истите е предвидено да се осветлат со ниски (X=1,1 метри) светлечки столбови опремени со LED-светлосни извори, поставени според хортикултурното решение и распоредот на клупите во пациото. Општиот заклучок е дека покрај високите светлотехнички критериуми почитувани при проектирањето на училиштето, постигнато е високо технолошко ниво на командување и контрола, но и изборот на светлосните тела е направен врз основа на препораките за еколошка прифатливост и безбедност на употребените материјали. Електричните инсталации во овој објект се проектирани според најновите критериуми на безбедност, па така во себе покрај класичните системи за заштита од пожар ги инкорпорираат

и системите за детекција на нивото на кислород во просториите (посебно нагласено за училниците и кабинетите) како и присуството на CO<sub>2</sub>, односно ги контролираат здравите услови на дишење во просториите и врз основа на детектираните вредности го регулираат системот вентилација и дотур на свеж воздух. Еден од поважните системи за контрола и регулација е директно поврзан со регулацијата на температурата во секоја просторија одделно, но и системски, според дедуктивната метода на регулација се оптимизираат параметрите на целиот систем на пумпи и вентилски развод во објектот со респектирање на индивидуалните елементи во него. Системот почива врз мерењата на парцијалните температури во просториите, локалните регулации на проток на медиумот за греење или ладење, регулирање на интензитетот на топлинските пумпи, регулирање на процентот на рекуперација на топлината на сегментите меѓусебно и оптимизирање на диференцијалната температурна крива на целиот систем. Овој дел на електричната регулација е резултат на силната конекција на проектите за термотехнички и електрични инсталации. Од едукативен аспект можеби е најбитен современиот пристап на проектирање на дистрибуција на енергија и системот за комуникациска конекција на ниво на

образовна установа и нејзино конектирање со централниот образовен сегмент. За таа цел во училиштето е предвидено формирање централен сервер кој со редијална мрежа е поврзан со периферните едукативни единици (училници, кабинети, канцеларии, архива) каде со заштитени спроводници доаѓа до секое ученичко или административно работно место, добро интерполирано во ентериерот за лесна и долготрајна употреба со мала можност за деструктивно однесување кон неа. Системот овозможува перманентно архивирање на работни податоци, централно сервирање на едукативни содржини, централно архивирање и евиденција при користење на архивираните податоци, формирање централна библиотека на развојни и едукативни проекти, формирање на централна информациона, едукативна и контролна база на знаења за учениците и перманентна база на резултати кои ги следи министерството за образование.

Во останатите сегменти проектот е работен во манирот на современите проектни решенија базирани на употреба на современи еколошки материјали, ефикасни и безбедни функционални системи кои се во согласност со важечките закони, прописи и препораки кои важат во Р. Македонија, притоа почитувајќи ги високите критериуми за проектирање на Европската заедница.

Енергетско ефикасното училиште ДСУ „Кочо Рацин“ е со покривна површина со рамен зелен покрив и дава услови на неговата површина да се предвиди изградба на објект фотонапонска централа. Функцијата на фотонапонската централа е: производство на електрична енергија од сончева енергија, која би ги задоволувала потребите од електрична енергија на објектот односно на училиштето. Според енергетската пресметка, предвидените фотонапонски модули поставени на покривот целосно ќе ја задоволат потребната моќност за приклучници во училниците од 1 фаза, т.е. напојување на компјутерите кои се со инсталирана моќност од 143,22kW и едновремена моќност од 128,9kW. Според нашата законска регулатива: образовните институции не можат да бидат и произведувачи на електрична



енергија, така што целокупната произведена електрична енергија ќе се користи за потребите на училиштето. При најповолни временски услови кога се очекува и производство на вишок на електрична енергија, предвидено е таа да се складира во соларни батерии со голем капацитет, со тоа постои можност во вечерните периоди овој вишок произведена електрична енергија да се искористи за да ја задоволи потрошувачката на електрична енергија за дворно осветлување, како и за останати активности кои би се случувале во училиштето.

За да се реализира овој проект предвидено е да се постават фотонапонски модули со голема ефикасност од типот на поликристална силициумска технологија. Тие ќе бидат поставени на лесно монтажна алуминиумска конструкција која е предвидена за монтажа на зелени покривни површини. Одбраната конструкција е тестирана и статички проверана со цел да не ја оптоварува покривната површина, а воедно е тестирана и во воздушен тунел од појава на големи ветришта кои би имале деструктивен ефект врз конструкцијата, а воедно и врз поставеноста на фотонапонските модули. Предвидена е флексибилна поставеност на модулите која би била под агол на

инклинација од 300 степени. Прицврстувањето на конструкцијата на покривната површина е преку отстојни столпчиња поставени во зелената површина, прицврстени на плочата со челични дипли и на конструкцијата за панели со челични завртки и навртки. Фотонапонската централа ќе биде реализирана со два типа енергетски преобразувачи и тоа едниот тип е мрежен тип на енергетски преобразувач, којшто еднонасочната струја добиена од фотонапонските модули ја конвертира (преобразува) во наизменична струја која ќе се користи за потребите на училиштето. Другиот тип на енергетски преобразувач или таканаречен енергетски преобразувач за поддршка (back up inverter) е тој што ја врши регулацијата на целиот систем и тоа струјата која се добива преку фотонапонските модули и мрежниот енергетски преобразувач и струјата која ја добиваме од мрежата на енергетскиот систем на Република Македонија.

Енергетскиот преобразувач за поддршка ја регулира целокупната потрошувачка на објектот со тоа што доколку потрошувачката не е задоволена од фотонапонските модули, тој надополнува со електрична енергија од енергетската мрежа. Исто така на него може да се врзат и други извори, а во овој случај предвидено е поврзување на автоматски дизел-агрегат кој би се користел во случај да нема мрежен напон, или ексцесен режим за да се овозможи функционирање на системите за безбедност, ексцесно проветрување и безбедна евакуација.

Избраните фотонапонски модули се предвидени да работат при минимална температура од -200C, средна висока температура од +600C, а максимална температура при која можат да работат е 750C. Овие фотонапонски модули без додатни ладења можат да се користат во метеоролошки услови кои владеат на подрачје на Скопје.

Исто така придобивката со користење на овој уред е тоа што проектираме фотонапонски батерии со ниска цена за да се задоволи потрошувачката и во ноќен период. Во овој систем може да биде вклучен и електричниот

дизел-агрегат.

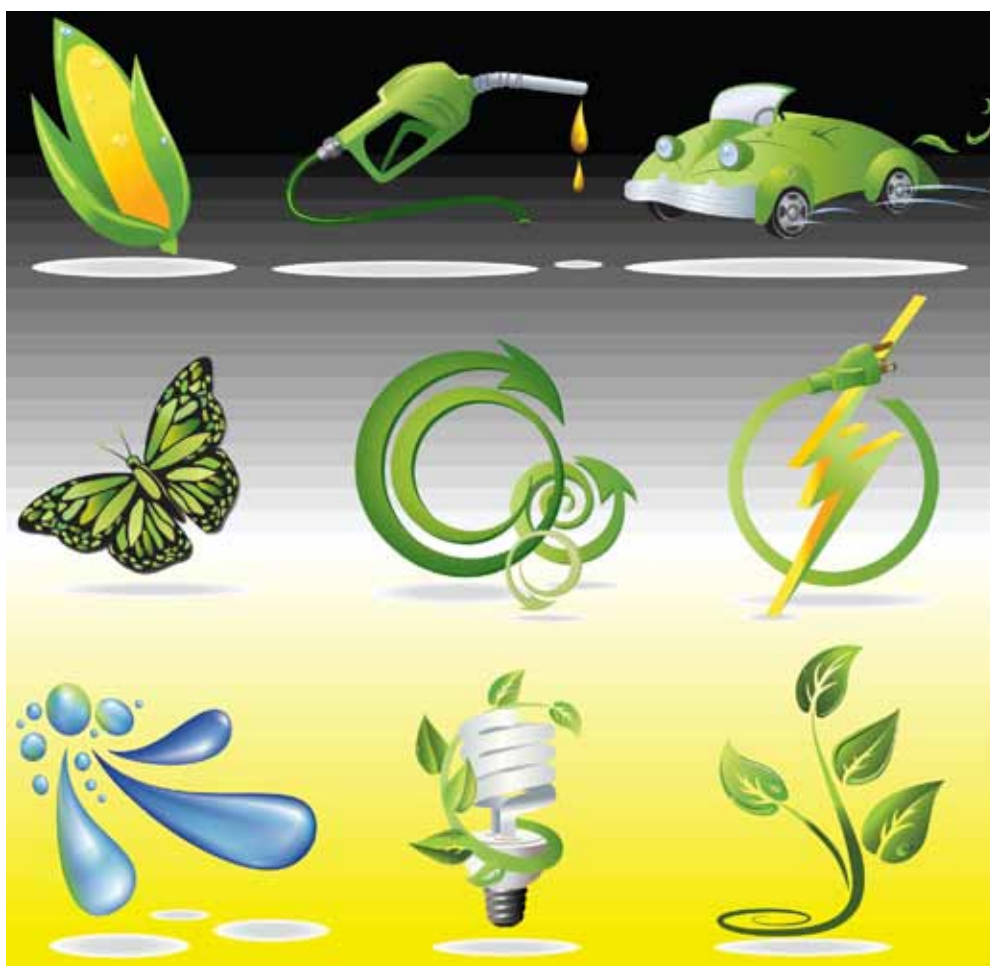
Фотонапонските акумулаторски батерии би имале автономија од 12-часовно работење без прекин. Празнењето на батериите е до 50% од нивниот капацитет. Со тој капацитет треба да се задоволи дворното осветлување кое ќе биде поставено на објектот, како и некои помали потрошувачи.

Изградбата на фотонапонската централа е предвидено да биде изведена во етапи при што главниот орман би морал да се изведе за целата централа, а поставувањето на панелите на покривот со мрежните претворувачи и инверторите за поддршка (back up inverter) да се поставуваат во етапи, во зависност од обезбедените материјални средства за инвестицијата, без да се нарушува нормалната работа на училиштето.

Со ваков методолошки проектантски пристап одржливоста станува мерлива категорија. Нејзиното опстојување зависи од донесување на вистински проектантски одлуки кои што ги хармонизираат амбициите и инструментите за нивна реализација и го земаат во предвид внатрешниот климат и комфор во многу рана фаза на процесот на проектирање. Нашите предвидувања се дека овој пристап од долгорочен финасиско-технички аспект е исплатлив бидејќи драстично ги намалува трошоците на експлоатација кои што имаат тенденција на постојан нагорен раст. Комфортот на корисниците не може да се измери со никаква финансиска добивка, бидејќи тој е придобивка САМА ЗА И ПО СЕБЕ. Одржливите инсталационските системи стануваат се подостапни и бележат пад на цените на пазарот. Ова е најевидентно во случајот на ПВ-палнелите. Намалените трошоци на експлоатацијата со голема веројатност ќе ги повратат овие трошоци за временска дистанца од 7-10 години, во зависност од нивото на одрзување.

Во прилог на намалување на трошоците оди е програмско-техничката мерка да се реализира наставата во една смена, со што ќе се намали работното време на училиштето за 4-5 часови на ден. Тука станува збор за вечерните, односно најскапите часови кога потрошувачката на електричната енергија е многу поголема.

# ПОЧИСТА И ОДРЖЛИВА ИДНИНА



**ЕНЕРГЕТСКАТА ЕФИКАСНОСТ И ОБНОВЛИВИТЕ ИЗВОРИ НА ЕНЕРГИЈА  
СЕ КЛУЧНИ ЕЛЕМЕНТИ ЗА ЗАДОВОЛУВАЊЕ НА ПОБАРУВАЧКАТА НА  
ЕНЕРГИЈА ВО СВЕТОТ И НАМАЛУВАЊЕ ДО 40% НА ЕМИСИИТЕ НА CO<sub>2</sub>  
ДО 2050 ГОДИНА**

ISO (International Organization for Standardization - Меѓународна организација за стандардизација) е најголемиот светски лидер во создавање доброволни меѓународни стандарди кои придонесуваат за развој на бизнисот, државата и општеството. ISO е мрежа составена од национални тела за стандардизација од околу 164 земји. ISO-стандардите даваат позитивен придонес за светот во кој живееме. Тие промовираат квалитет, екологија, безбедност, сигурност, компатибилност, интероперабилност, ефикасност и ефективност - и тоа на економичен начин. Тие ја олеснуваат трговијата, го прошируваат знаењето и споделуваат технолошки достигнувања и добри практики на управување. ISO-стандардите претставуваат консензус од конкретни решенија и најдобри практики за енергетска ефикасност и обновливи извори на енергија.

**Задоволувањето на енергетските предизвици претставува клучен елемент за обезбедување иднина од одржлив, социјален, економски и еколошки карактер. Примената на енергетската ефикасност, заедно со употребата на извори на енергија со пониска емисија на јаглероден диоксид, вклучувајќи ги обновливите извори на енергија, е начин да се придонесе во таква иднина.**

Денес, 50% од светското население живее во градовите. Меѓу најважните процеси кои го карактеризираат користењето на енергијата во градот се транспортот и управувањето со сообраќајот, градежништвото, климатизацијата, канализацијата и управувањето со отпад, како и комуникациските мрежи. Енергетската ефикасност и технологиите за обновливи извори на енергија со ниска емисија на CO<sub>2</sub> можат да помогнат во справувањето со климатските промени, енергетската безбедност и пристапот до енергија. Меѓутоа, стандардите се применуваат во целиот свет. Знаејќи дека енергијата е важна за постигнување одржлив развој и економски раст, Обединетите нации дефинирале три главни цели за 2030 година:

- Обезбедување универзален пристап до современите енергетски услуги;
- Намалување на глобалниот енергетски интензитет до 40% и
- Зголемување на користењето на обновливи извори на енергија на глобално ниво до 30%.

Енергетскиот предизвик ги надминува сите

граници меѓу земјите и бара максимално концентрирано вложување од нивна страна. Меѓународните стандарди ISO се развиени од страна на сите заинтересирани страни: индустријата, владините институции и потрошувачите. Тие го претставуваат глобалниот консензус за практичните технолошки решенија кои може да се спроведат секаде. Информацијата, комуникацијата и образованието се основните инструменти кои се од суштинско значење за промовирање на културата на енергетската ефикасност. Преку ISO-стандардите се шири „state-of-the-art“ технологијата, која може да помогне да се обезбеди сигурен, прифатлив и универзален пристап до енергија, како и минимално загадување во сите земји на светот. Преку воспоставувањето на интероперабилност и отворање пазари за нови технологии и иновации, ISO-стандардите се моќни ефективни алатки кои можат да ја олеснат транзицијата кон обновливите извори на енергија.

Без разлика дали се **големи** или **мали**, организациите можат да ги применуваат меѓународните стандарди за заштеда на енергија и трошоци, со што доброволно се обврзуваат на одржливоста, а не таа да им биде наметната.

**Регулаторите** можат да се потпрат на доверливи меѓународно усогласени решенија и најдобри практики, кои постојано се ревидираат и подобруваат, и претставуваат техничка основа за регулативите кои ги исполнуваат очекувањата на своите граѓани. Владините институции може да ги користат ISO-стандардите како практични алатки за постигнување на нивните енергетски цели.



**Стандардот ISO 50001 (Системи за менаџмент на енергија - Барања со упатство за користење) поддржува стратегии на управување за зголемување и подобрување на енергетската ефикасност и намалување на трошоците. Со неговата примена може да се влијае на користењето на енергија во светот и до 60%. Bentley, Coca-Cola, Delta Electronics од Кина, компанијата Schneider Electric од Франција, термоцентралата Dahanu во Индија, и творецот на LCD телевизорот Au Optronics Corp од Тајван - провинција на Кина, се само некои од организациите кои се изјасниле за значајните придобивки и значајните заштеди на трошоци со примената на ISO 50001.**

Од над вкупно 19.400 публикувани меѓународни стандарди, повеќе од 155 се однесуваат на енергетската ефикасност и обновливите извори на енергија. Многу од нив се изработени од страна на техничките комитети на ISO во следните области:

**Издвојување и складирање на јаглерод диоксид (CCS)** - претставува сет на иновативни технологии за издвојување на емисиите на јаглерод диоксид (CO<sub>2</sub>) од големите стационарни извори и нивно инјектирање во погодни геолошки резервоари, при што емисиите ќе останат складирани и нема да испарат во атмосферата. Така ќе се овозможи да се располага со емисиите на CO<sub>2</sub> на сигурен и безбеден начин. ISO се залага за изработка на стандарди за олеснување на примената на оваа нова технологија.

**Менаџирање со енергија** – во контекст на стандардот за менаџирање со енергија ISO 50001, ISO изработува стандарди за индикатори на енергетските карактеристики и нивно следење, мерење, анализа и верификација.

**Заштеда на енергија** - ISO се залага за изработка на стандарди за да им помогне на организациите да ги пресметаат енергетските заштеди.

**Управување со животна средина** – тука се стандардот ISO 14044 за оценка на животен циклус, стандардот ISO 14025 за еколошки ознаки и декларации и стандардот ISO 14067 за јаглеродниот отисок на производите, кои се примери на стандарди за зголемување на транспарентноста.

**Терминологија** - ISO се залага да ја олесни комуникацијата и разбирањето. Преку стандардот ISO/IEC 13273 за заедничка меѓународна терминологија во областа на енергетска ефикасност и обновливи извори на енергија, ISO ќе ги сублимира хармонизираните дефиниции во оваа област.

**Потрошувачката на енергија во зградите изнесува речиси 40% од вкупната потрошувачка на енергија во светот. Примери на клучни ISO-стандарди во развивањето на т.н. еколошки згради се:**

- ISO 23045 за оценка на енергетска ефикасност на згради;
- ISO 13790 за пресметка на влезна енергија за греење и ладење на простор;
- ISO 15927-4 за хигротермички карактеристики на згради;
- ISO 18292 за енергетски карактеристики на системи со фенестрација;
- ISO 13153 за модел на заштеда на енергија во домаќинствата и малите објекти;
- ISO 16343/ ISO 16344 /ISO 16346 за енергетски карактеристики на згради;
- ISO 16818 за терминологија.

ISO-стандардите покриваат повеќе специфични сектори во областа на енергетска ефикасност и обновливи извори на енергија, меѓу кои се:

**Градежништво** - Околу 80 ISO-стандарди го опфаќаат целиот процес на градба (од проектирање и конструкција, до функционалност и одржување) и истите може да помогнат да се намали потрошувачката на енергија во зградите, со што се овозможуваат поволни услови во внатрешниот простор на живеење. Тие покриваат области како што се термичките перформанси, изолација, материјали и производи, компоненти и елементи, пресметка на употреба на енергија, климатски податоци, вентилација, зачувување на енергијата, одржливост, мерење на ослободување на јаглерод диоксид, осветление, ладење и климатизација.

**ИТ и апарати за домаќинство** – Стандардите кои се однесуваат на перформансите на машините за информациска и комуникациска технологија (ИКТ) и апаратите за домаќинство

овозможуваат да се намали потрошувачката, а да се зголеми заштедата на енергија. Во рамките на заедничкиот ISO/IEC пот комит се изработуваат стандарди за одржливост на информациската технологија. Преку стандардот ISO/IEC 30132 ќе се овозможи да се прават ИКТ-производи за ефикасно користење на енергијата.

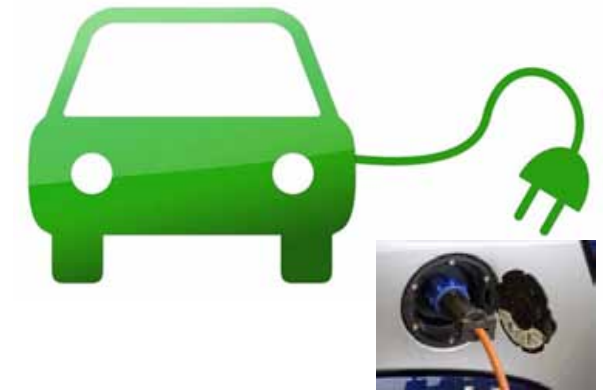
**Транспорт** - ISO-стандардите за бродови, авиони, друмски возила, мотоцикли и мопеди се однесуваат на прашања како што се потрошувачката и емисиите на гориво. ISO-стандардите за возила и бензински пумпи на електричен погон и природен гас ќе помогнат во распространувањето на почиста технологија во светот, намалувајќи го обемот на економиите.

**Индустриски производи и процеси** - ISO-стандардите за машини и опрема, мотори на согорување, ладење и климатизација, системи за автоматизација, индустриски вентилатори, компресори, опрема за прочистување на воздухот и гасот, итн, ја зголемуваат ефикасноста и ефективноста да се намали потрошувачката на енергија.

**Производство на електрична енергија** - ISO- стандардите за технички енергетски системи (TES) помагаат да се дефинираат, опишат, анализираат и споредуваат TES. ISO исто така, изработува стандарди за гасни турбини кои се користат во производство на електрична енергија.

**Се проценува дека на транспорт отпаднале 27% од потрошувачката на енергија во светот во 2008 година. Користењето на енергија се предвидува да се зголемува во просек за 1,4% годишно од 2008 година до 2035 година. Примери на стандарди за возила на електричен погон, возила со горивни ќелии (водород), возила на природен гас и хибридни возила:**

- ISO 8714 за потрошувачка на енергија за друмски возила на електричен погон;
- ISO 6469 за безбедност на друмски возила на електричен погон;
- ISO 23274 за мерење на издувната емисија и потрошувачката на гориво кај хибридно - електрични друмски возила,
- ISO 23828 за возила со горивен погон од компримиран водород;
- ISO 16923 и ISO 16924 за бензински пумпи на природен гас.



#### Обновливи извори на енергија

**Биоенергија** – Стандардот ISO 13065 ги специфицира принципите на одржливост, критериумите и индикаторите на мерење за процесите кои се вклучени во синџирот на снабдување со биоенергија (извор на енергија добиен од биолошки извори (биомаса) како што се дрво, слама, ѓубриво и шеќерна трска).

**Сончева енергија** - ISO има објавено 16 стандарди за терминологија на соларни енергетски системи, класификации, оценка на перформанси и методи на испитување.

**Ветерна енергија** - Стандардот ISO 81400-4 дава преглед на конструирањето и спецификацијата на менувачи за ветерни турбини.

**Цврсти биогорива** - ISO изработува серија стандарди кои се однесуваат на спецификациите и класите за цврсти биогорива.

**Водород** - Иако водородот не е стриктно обновлив извор на енергија, ISO-стандардите за зелени технологии на водород покриваат области како што се плински течен водород, гориво (вклучувајќи го горивото и за аеродромски потреби), детектори, генератори, итн. Развојот на меѓународните стандарди не може да се случи во изолација. Вредноста на ISO-стандардите се потпира на својот мултисекторски пристап, кој ги консолидира придонесите од индустријата, владините институции, истражувањата, академските институции, регионалните и невладините организации кои ги претставуваат сите засегнати страни, вклучувајќи ги потрошувачите и малите претпријатија. ISO тесно соработува со клучните организации во областа на енергетиката, и тоа: Меѓународната агенција за енергетика (IEA), Меѓународната комисија за електротехника (IEC), Меѓународниот совет за енергетика (WEC) и Организацијата за ефикасно вреднување (EVO), и со секторските организации како што е Меѓународната комисија за осветление (CIE).

Текстот е преземен од публикацијата **ISO & energy**

## ДЕЦЕНТРАЛИЗАЦИЈА НА ПРОИЗВОДСТВОТО НА ЕЛЕКТРИЧНА ЕНЕРГИЈА ВО ОБЕДИНЕТО КРАЛСТВО



Непреченото функционирање на човечкото општество денес во која било локација на планетата Земја речиси е незамисливо без употребата на електрична енергија. При ова самото производство на електрична енергија се јавува и како еден од основните причинители на глобалните климатски промени и тоа како резултат на емисијата на јаглерод во текот на производството на електрична енергија. Според Stephen Tindale (Greenpeace, 2005), извршниот директор на организацијата „Гринпис“ во Обединетото Кралство (Greenpeace UK), производството на електрична енергија не само што е одговорно за една третина од јаглеродните емисии во земјата туку е и најголемиот британски поединечен придонесувач за климатските промени. При ова Tindale (Greenpeace, 2005) нагласува дека ваквата состојба во голема мера е резултат на исклучително неефикасниот централизиран модел на производство и дистрибуција на електрична енергија во коишто се губат дури две третини од влезената примарна енергија. Така, според Tindale (Greenpeace, 2005), во Обединетото Кралство количеството на енергија кое се губи во текот на производството и дистрибуцијата на електрична енергија е толку големо што би можеле да се задоволат потребите за топла вода и греење на сите објекти во земјата. И покрај наведените слабости, централизираниот систем на производство и дистрибуција на електрична енергија е доминантниот модел во светот. Од тука, Tindale (Greenpeace, 2005) се залага за примена на алтернативниот модел на производство и дистрибуција на електрична енергија – децентрализираниот, при што производството на енергија се одвива поблиску до местото на потрошувачката. Според британската организација задолжена за регулирање на енергијата The Office of Gas and Electricity Markets (Ofgem) (Greenpeace, 2005), за децентрализирана енергија (Decentralised Energy – DE) вообичаено се смета онаа енергија која е произведена од електрична централа со јачина помала од 50 MW која е поврзана на локалната мрежа за пренос на електрична енергија наместо на високонапонски дистрибутивен систем, при што генерирањето на енергија се случува на или близу до местото на употреба. Предноста на овој систем е во близината помеѓу местото на производство и потрошувачка на енергија со оглед на тоа што овозможува примена

на системи за комбинирано производство на топлинска и електрична енергија (combined heat and power), бидејќи топлината која се добива преку согорувањето на горивото при производството на електрична енергија не пропаѓа како во случајот на традиционалните системи за производство, туку се користи за загревање вода со што се овозможува снабдување со топла вода и греење на локалитетот кој е опслужуван од централата (Greenpeace, 2005). Со исклучок на оние архитекти кои се специјализирани за проектирање објекти од областа на енергетиката, од архитектонско-урбанистички аспект пониското ниво на производство на енергија станува сè поголем предмет на интерес во рамките на структурата. Станува збор за „микрогенерирање“ (micro-generation) енергија коешто во британскиот контекст подразбира производство на електрична енергија за основните потреби на најмногу 50 просечни британски станбени единици (Greenpeace, 2005). Ова подразбира примена на кој било од системите за производство на енергија од обновливи извори коишто можат да се применат во рамките на локални мрежи за дистрибуција како што се на пример оние на биогаз, биомаса, бранови, ветар, геотермалниот, мини-хидроелектрични, плима и осека, и соларните фотоволтаични панели (Greenpeace, 2005).

Голям придонес во промовирањето на примената на технологиите за микрогенерирање енергија од обновливи извори во Обединетото Кралство има дадено Советот на (општината) Мертон (Merton Council – London Borough of Merton) во Лондон кој пред десет години, во 2003 година, го има промовирано иновативното таканаречено „мертоново правило“ (Merton Rule), кое е влезено не само во доменот на урбанистичката регулатива на локално ниво туку и на национално ниво (Merton Council, 2013a). Според ова правило се воведува потребата од производство на енергија од обновливи ресурси на самата локација на новоизградените комплекси, а со цел да се намали годишната емисија на јаглероден диоксид во изградената средина (Merton Council, 2013a). Според мертоновото правило (Merton Council, 2013c), **„советот на општината ќе го поттикне проектирањето на енергетски ефикасни објекти, на нивните основи и на нивната ориентација на локацијата“, и „од сите нестанбени единици коишто се поголеми**

**од 1.000 квадратни метри се очекува да вклучат опрема за производство на енергија од обновливи ресурси којашто ќе обезбеди најмалку 10 проценти од предвидените енергетски потреби".** Со правилото исто така

се поттикнува употребата на одржливи градежни материјали, повторната употреба на градежни материјали, како и употребата на рециклиран агрегат при изградбата на објекти (Merton Council, 2013c).

Се разбира, во рамките на правилото дадена е можност да не се инсистира на примената на истото доколку евентуалната примена ќе го направи комплексот нерационален, на пример заради тоа што не е можно да се постават соларни панели или ветерници на покривот. Со правилото е дефинирано кои сè технологии базирани на обновливи извори можат да се користат. Така, на пример, дозволена е употребата на соларни фотоволтаични панели за прозводство на електрична енергија, загревање на вода со помош на сончеви колектори и геотермални пумпи и примената на биомаса, но не и производство на енергија од отпадни материји од домаќинствата и индустријата (Merton Council, 2013c).

Во рамките на Советот на Мертон, позитивните искуства од досегашната примена на мертоновото правило покажуваат дека истото треба да се прошири и да ги опфати и станбените објекти, како и тоа дека можеби треба да се зголеми барањето наместо 10, најмалку 20 проценти од предвидените енергетски потреби да се задоволат со локално производство на енергија од обновливи извори. Според процените на Советот на Мертон, националната примена на мертоновото правило би резултирала во вкупна тотална годишна инфраструктурна индустрија за производство на обновлива енергија вредна 1.125 милиони фунти којашто би овозможила намалување на емисијата на јаглероден диоксид за 160 илјади тони (Merton Council, 2013b).

За прв проект изведен според мертоновите правила се сметаат десетте објекти за лесна индустрија изградени во 2005 година на Вилон Лејн во Мичам (Willow Lane, Mitcham), кои користеле микротурбини на ветар и сончеви фотоволтаични панели за да ги задоволат пропишаните барања. Според процените, над 325 од 390 (83 %) органи на локална самоуправа во земјата ја имаат прифатено и пропишано примената на мертоновите правила на



својата територија, при што некои од нив и ги имаат зголемено барањата за количеството на енергија која треба се произведе на ниво на парцелата од обновливи ресурси (ICAX). Така северен Девон (North Devon) бара 15 проценти намалување на емисијата на јаглероден диоксид преку примена на обновливи извори на енергија, додека Советот на Кирлиис (Kirklees Council) побарал до 2011 година барем 30 проценти од потрошувачката на енергија во новоизградените објекти да биде задоволено со локално произведена енергија од обновливи извори. Денес, вообичаените барања кои произлегуваат од примената на мертоновите правила бараат истите да се применат кај станбените комплекси со најмалку 10 станбени единици, како и кај нестанбените објекти со површина од 1.000 или повеќе квадратни метри (ICAX).

Воведувањето на мертоновото правило исто така има доведено до промовирање на политиката за објекти кои емитуваат нула јаглерод (Zero Carbon Buildings), според која сите новоизградени станбени единици од 2016 година ќе мора да го задоволуваат овој критериум. Според оригиналната дефиниција за нула јаглеродни објекти која важеше до 2008 година, градителите на станбени објекти во Британија требаше преку производството на енергија од обновливите извори на микролокацијата да ги покријат сите регулирани (од греење, ладење, вентилација и осветлување) и нерегулирани (од уредите во домаќинството) емисии на јаглероден диоксид во рамките на објектот (Zero Carbon Hub, 2013). Имајќи предвид дека тоа секогаш не



е возможно од технички причини, во 2009 година беше воведен концептот на дозволени решенија (Allowable Solutions) преку кои преку уплаќање надомест во Фондот за дозволени решенија чишто средства се користат за поддршка на обекти, преку кои ќе се намали емисијата на јаглероден диоксид на други локации, се овозможува намалување на барањата за дадената локација. Дополнително олеснување на градежната индустрија во оваа насока било овозможено преку укинувањето на барањето за покривање на нерегулираните емисии од страна на британската Влада во 2011 година (Zero Carbon Hub, 2013).

И покрај очекуваните позитивни ефекти од примената на децентрализираното производство на енергија и промоцијата на технологии за микрогенерирање енергија од обновливи ресурси, последните извештаи за нивото на емисија од јаглероден диоксид во земјата се далеку од очекувањата. Според најновиот извештај на британскиот Комитет за климатски промени (Committee on Climate Change), без оглед на тоа што во текот на изминатите 20 години се проценува дека емисијата на јаглероден диоксид во Обединетото Кралство е намалена за 20 проценти, вкупното количество на јаглероден диоксид во земјата (footprint) всушност се има зголемено за повеќе од 10 проценти (Click Green, 2013). При ова Комитетот ја нагласува потребата од глобален договор преку кој ќе се намалат емисиите на јаглероден диоксид во сите земји на светот, а за да се задоволат глобалните климатски цели. На овој начин би се овозможило намалување на увезените емисии

на јаглероден диоксид во земјата, коишто во комбинација со големи намалувања во домашните емисии пропишани според Законот за климатски промени (Climate Change Act) би овозможиле намалување на вкупното количество на јаглероден диоксид во земјата (footprint) за околу 70 проценти во наредните децении (Click Green, 2013).

#### Литература:

- Click Green (2013): Official advisor confirms UK's carbon footprint increases by 10%. Click Green. [www.clickgreen.org.uk](http://www.clickgreen.org.uk) (Пристапено на 24.04.2013).
- Greenpeace (2005): Decentralising Power: An Energy Revolution for the 21<sup>st</sup> Century. London: Greenpeace.
- ICAX (не е наведено): The Merton Rule. ICAX – Interseasonal Heat Transfer. [www.icax.co.uk](http://www.icax.co.uk) (Пристапено на 23.04.2013).
- Merton Council (2013a): History of the Merton Rule. Morden: Merton Council. [www.merton.gov.uk](http://www.merton.gov.uk) (Пристапено на 23.04.2013).
- Merton Council (2013b): Merton Rule and the future. Morden: Merton Council. [www.merton.gov.uk](http://www.merton.gov.uk) (Пристапено на 23.04.2013).
- Merton Council (2013c): Merton Rule – the exact policy text. Morden: Merton Council. [www.merton.gov.uk](http://www.merton.gov.uk) (Пристапено на 23.04.2013).
- Zero Carbon Hub (не е наведено): Welcome to the Zero Carbon Hub – Facilitating the Mainstream Delivery of Low and Zero Carbon Homes. Milton Keynes: Zero Carbon Hub. [www.zerocarbonhub.org](http://www.zerocarbonhub.org) (Пристапено на 23.04.2013).
- Zero Carbon Hub (2013): Zero Carbon Strategies – For tomorrow's new homes. Milton Keynes: Zero Carbon Hub.

Доц. д-р Софија Николова-Поцева  
 Проф. д-р Антон Чаушевски  
 Проф. д-р Вангел Фуштиќ  
 Факултет за електротехника и информациски технологии  
 Универзитет „Св. Кирил и Методиј“, Скопје

## НАМАЛУВАЊЕ НА ЕНЕРГЕТСКИТЕ ТРОШОЦИ КАЈ ОБЈЕКТИ СО ПРИМЕНА НА ОИЕ И МЕРКИ НА ЕНЕРГЕТСКА ЕФИКАСНОСТ



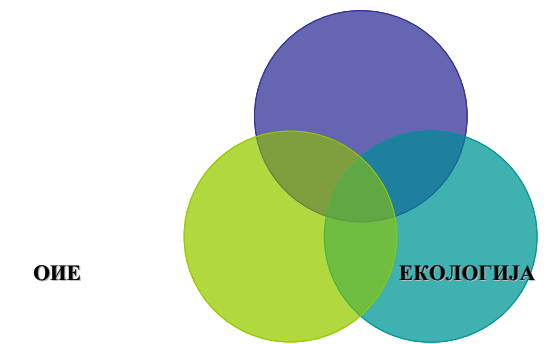
**ПОТТИКНУВАЊЕТО НА ИНВЕСТИЦИИТЕ ВО ОБНОВЛИВА ЕНЕРГИЈА, КАКО И ВОВЕДУВАЊЕТО МЕРКИ НА ЕНЕРГЕТСКА ЕФИКАСНОСТ СЕ ЕДНА ОД ГЛАВНИТЕ СТРАТЕШКИ ЦЕЛИ ВО РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА. ЗА УСПЕШНА ИМПЛЕМЕНТАЦИЈА НА ВАКВИ МЕРКИ ВО РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА АКТИВНО СЕ РАБОТИ НА УСОГЛАСУВАЊЕ НА ЕВРОПСКОТО ЗАКОНОДАВСТВО, ОСОБЕНО ВО ОБЛАСТА НА ЕНЕРГЕТСКАТА ЕФИКАСНОСТ И ОБНОВЛИВИТЕ ИЗВОРИ НА ЕНЕРГИЈА, КОЕ ТРЕБА ДА ПРЕТСТАВУВА ЛЕГАЛНА РАМКА ЗА УНАПРЕДУВАЊЕ НА СИТЕ НАТАМОШНИ МЕРКИ ВО ОВИЕ ОБЛАСТИ ОД ЕНЕРГЕТИКАТА**

Една од главните компоненти на енергетскиот развој претставува инкорпорирањето на обновливи извори на енергија (ОИЕ) во енергетските системи, сè со цел да се постигне одржлив економски развој. Со зголемените потреби од електрична енергија, а истовремено со заострените еколошки услови се поставува еден нов императив во енергетскиот сектор, а тоа е остварување на енергетски одржлив развој. Ова значи дека енергетската ефикасност и обновливите извори на енергија сè повеќе навлегуваат и наоѓаат соодветна примена во енергетскиот сектор. Обновливите извори на енергија се тесно поврзани со постигнување енергетски одржлив развој и истовремено со намалување на емисијата на штетни продукти во атмосферата [2]. Со искористување на ОИЕ (хидроенергијата, енергијата на ветрот, сончевата енергија, биомасата и др.) може да се замени соодветно производство кај термоцентралите на фосилни горива. За да може да се имплементираат ОИЕ, секако дека треба соодветен придонес и од институции кои како субјекти имаат одредена улога во енергетскиот сектор. Тоа се компаниите за производство на енергија, а секако и државните институции, а особено Владата која треба со соодветни субвенции и законска регулатива да влијае на остварувањето на овие цели. Имплементирањето на ОИЕ во енергетскиот сектор, секако, бара и високи инвестициони средства. Овие инвестиции се најголема пречка за нивна имплементација, но секако придобивка претставува произведената еколошка енергија. Целта на овој труд е да се покаже дека постои голем простор за имплементација на ОИЕ и мерките на енергетска ефикасност [1].

### ЕНЕРГЕТСКИ ОДРЖЛИВ РАЗВОЈ

Во денешно време поради сè поголемиот развој на индустријата и зголемувањето на бројот на жителите на Земјата расте и потребата од енергија. Со цел да се задоволат потребите од енергија најзастапени се фосилните горива, односно јагленот, нафтата и природниот гас, нуклеарното гориво и хидроенергијата. Доколку се продолжи со сегашниот тренд на нивно искористување и земајќи го предвид фактот дека фосилните горива

### ЕНЕРГЕТСКА ЕФИКАСНОСТ



се необновливи, нарушуваме важен принцип на одржливиот развој - **да се мисли за идните генерации и нивните потреби.** Постигнувањето на оваа цел претставува комплексна проблематика што опфаќа повеќе меѓу себе тесно поврзани области на дејствување како:

- енергетската ефикасност за заштеда на енергија,
- еколошкото влијание за намалување на загадувањето врз околината,
- воведување на обновливи извори на енергија (ОИЕ).

Врз основа на целите на енергетската политика на земјите-членки на ЕУ 20-20-20, потребно е до 2020 година да се постигнат следните цели:

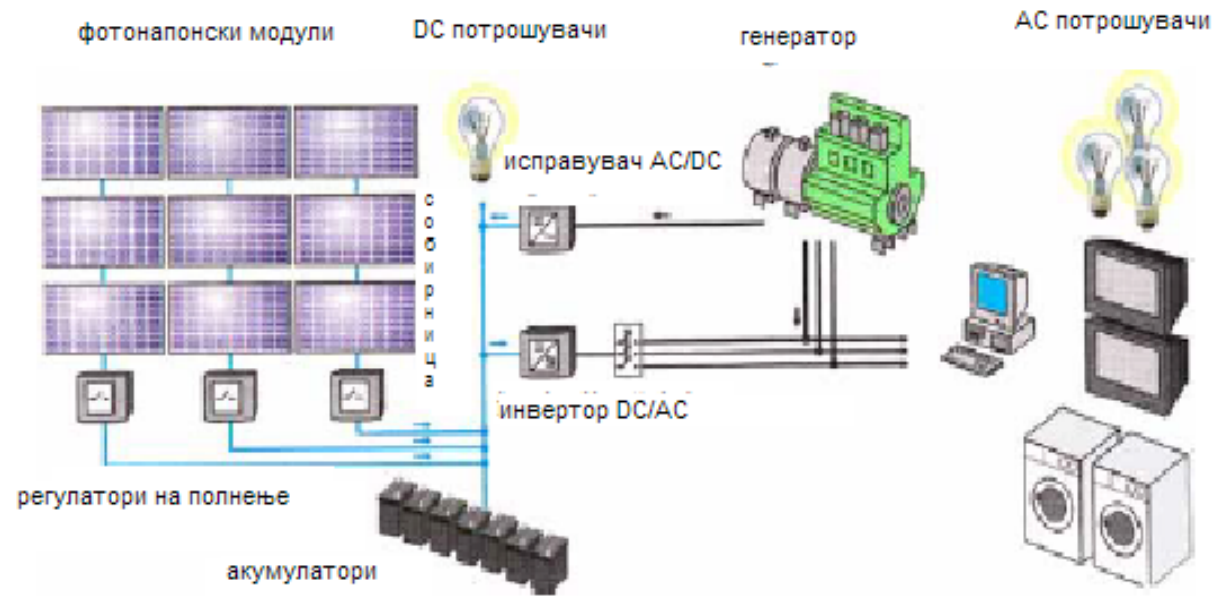
- учеството на ОИЕ да изнесува 20%,
- да се редуцира загадувањето за 20% во споредба со 1990 година
- да се подобри енергетската ефикасност за 20%.

Енергетската ефикасност би можела да се дефинира како „интелигентно користење на расположливите ресурси на енергија“, односно кажано со други зборови, енергетската ефикасност е зголемување на ефикасноста со намалување на потрошувачката на енергија, преку намалување на загубите [1]. Значи, за да можеме да направиме заштеда на енергија, треба да ги намалиме нејзините загуби секаде каде што е возможно.

### ОБНОВЛИВИТЕ ИЗВОРИ НА ЕНЕРГИЈА ЗА ЕНЕРГЕТСКО СНАБДУВАЊЕ

Влијанието врз животната околина станува неизбежен фактор при изготвувањето на стратегиите за енергетски развој насекаде во светот. За таа цел сè поголемо внимание се

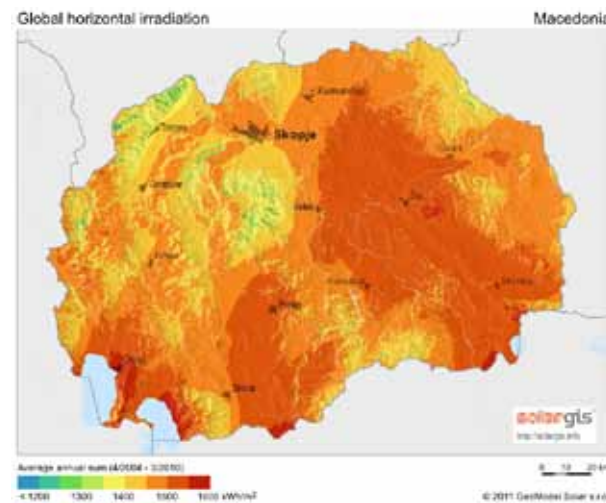




Сл 1. Шема на независен фотонапонски систем со генератор

посветува на зголеменото искористување на обновливите извори на електрична енергија [3] како во светот така и во Република Македонија, која во својот процес на приближување кон ЕУ постепено ги усвојува и Директивите на ЕУ во однос на заштитата на животната средина и обновливите извори на електрична енергија. Соларната енергија се искористува на симболично ниво за загревање на водата во домаќинствата. Но, географската позиција и климата во Македонија нудат многу добра перспектива за користење на соларната енергија. Вкупното годишно соларно зрачење варира од минимум 1.250 kWh/m<sup>2</sup> во северниот дел до максимум 1.530 kWh/m<sup>2</sup> во југозападниот дел, што доведува до просечно годишно соларно зрачење од 1.385 kWh/m<sup>2</sup>. Климатските карактеристики - висок интензитет на соларно зрачење како и неговото времетраење, температурата, влажноста, овозможуваат поволни услови за успешниот развој на соларната енергија. Континенталната клима со жешки и суви лета ја прави Македонија земја со повисок потенцијал за искористување на соларната енергија од просечните европски земји. И покрај предностите на соларната енергија за Македонија како држава на југот од Европа, сиромашна со домашни енергетски ресурси, но со долгогодишна традиција на теоретски и експериментални истражувања во областа на фотоволтаичните системи, практичната примена на овие системи кај нас сè уште е ограничена на само

неколку пилот-инсталации во телекомуникациите и уличното осветлување во некои општини.



Сл. 2. Мапа на енергија на сончево зрачење [во kWh/m<sup>2</sup>] во Македонија

### ХИБРИДНИ СИСТЕМИ ЗА ЕНЕРГЕТСКО НАПОЈУВАЊЕ СО ОИЕ

Хибридни енергетски системи се системи за напојување кои користат повеќе енергетски ресурси и технологии во кои доминираат претежно обновливи извори на енергија (ОИЕ) како фотонапонски ќелии, ветерни турбини, постројки од биомаса и др. Според природните услови во Македонија најголема можност за користење се фотоволтаичните системи за производство на електрична енергија во комбинација со класична

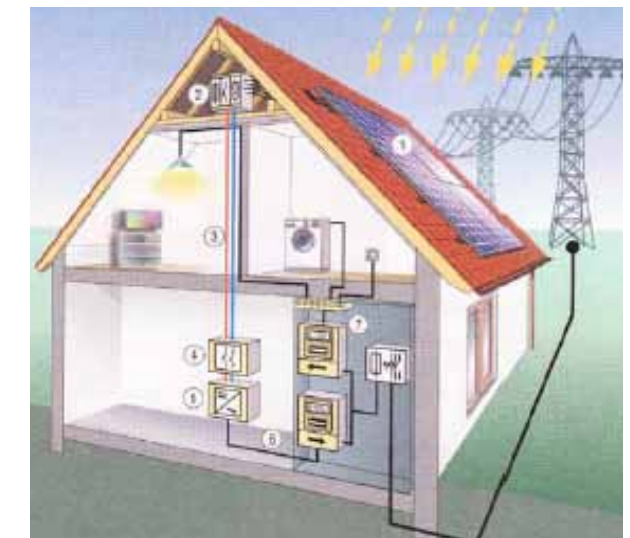
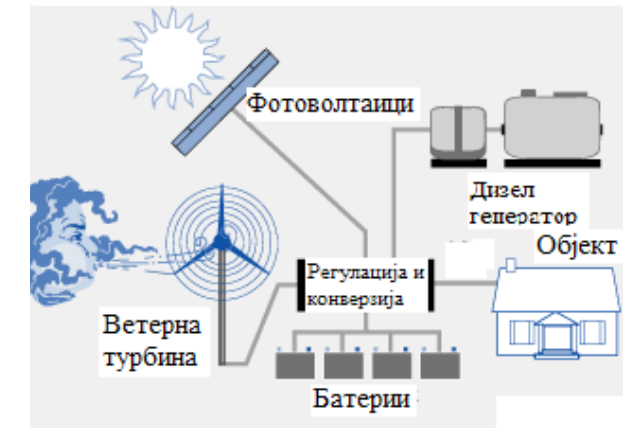
енергетска мрежа или дизел-агрегати на локации каде нема дистрибутивна енергетска мрежа. Хибридниот енергетски систем претставува комплексен систем за напојување. Тој е составен од две или повеќе различни технологии снабдувани од различни енергетски ресурси [4]. Вакви системи се користат за напојување на одредени објекти или потрошувачи кај кои е проблематично водењето на енергетска мрежа, или пак солуцијата на класична дистрибутивна мрежа претставува скапа варијанта поради малата инсталирана и ангажирана моќност на објектот и секако малата потрошувачка. Затоа хибридниот систем претставува решение за вакви објекти, што може да претставува и техничко добро, како и економски поисплатливо од класичниот начин на напојување. Некои примери на решенија на хибридни енергетски системи се дадени на сликите од следните примери. Во зависност од локалните географски можности на теренот, климатските и метеоролошките услови, можни се повеќе варијанти на хибридни енергетски системи составени од ветерни турбини, сончеви фотонапонски системи, мали хидротурбини и секако од дизел-генератор во случај на недостиг на енергенс за технологиите на ОИЕ.

### ЕНЕРГЕТСКА ЕФИКАСНОСТ

Доминантна улога во енергетскиот сектор во Македонија има електроенергетскиот сектор, при што најголемиот дел од потрошувачите немаат можност за избор на тип на енергенс, туку масовно се користи електричната енергија. Затоа, при ваква конфигурација на енергетската мрежа каде доминира ЕЕС, многу е потешко да се оцени интензивноста на потрошувачката по поедини корисни типови на енергија (термална, светлинска и др.) или по разни уреди и типови на потрошувачи. Со одредени методологии може да се направи процена на потрошувачката на електрична енергија по поедини типови како:

- Топлинска енергија за затоплување
- Енергија за осветлување
- Останати типови на енергетска потрошувачка

Врз основа на процената на енергетската интензивност може да се процени колку енергија може да се заштеди со воведување на разни енергетско ефикасни технологии или штедливи енергетски апарати. Кај потрошувачите на



Сл. 3. Примери на решенија на хибридни енергетски системи

дистрибутивната мрежа енергетската ефикасност може да се примени преку:

- Замена на електричните апарати со нови, енергетски поефикасни апарати кои трошат помалку енергија (од класа А)
- Примена на новите типови на светлински ламби како неонски или живини светилки или ЛЕД-светилки. Ова може да се имплементира кај уличното осветление, користење на разни сигнализации кај сообраќајници, а секако најмасовна и најголема ефикасност би имало кај домаќинствата.
- Воведување на интелигентни системи за контрола на енергетските потрошувачи во објекти ( BEMS – Building Energy Management Systems)

Потребата од заштеда на енергија наложува поставување на добра еколошка изолација уште при градежната изведба на објектот.



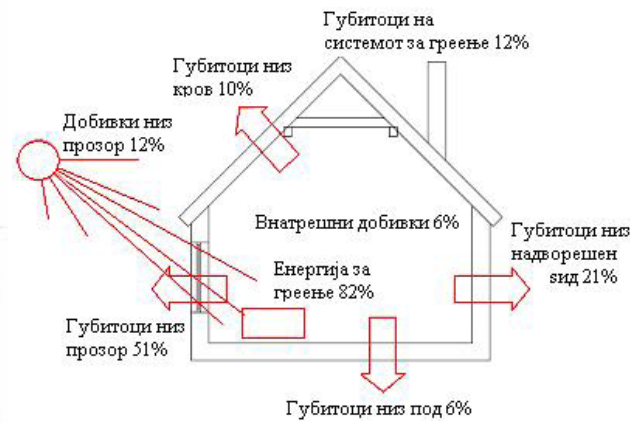
Сл. 5. Building Energy Management Systems [6]

Финансиската заштеда е мотив повеќе да се примени добра изолација на објектите. Статистичките податоци во оваа област, прикажуваат состојби според кои за греење и вентилација на објектите се користат 60-70% од вкупните енергетски потреби на објектот. Загубите на топлина при слаба изолација на објектите, достигнуваат и до 70% од вкупните загуби на енергија.

Во Македонија, вообичаено, објектите се несоодветно лоцирани, лошо проектирани и одржувани, не се изолирани и се поголеми потрошувачи на енергија за греење и ладење отколку професионално проектираните и изведени објекти и не се прават термографски истражувања и снимања за утврдување на енергетската ефикасност на објектите.

На следната слика се дадени патиштата на губитоци на топлинска енергија во објектите, така што за намалување на губитоците треба да се применат современи архитектонски и градежни решенија на објектите со примена на новите енергетско ефикасни градежни материјали. Во случај на поголем хибриден енергетски систем од ОИЕ за напојување, може да се добијат дополнителни средства од европските фондови за чиста зелена енергија, односно проектот да се декларира како Clean Development Mechanism (CDM), зашто намалувањето на CO<sub>2</sub> изнесува: 1MWh=1 t CO<sub>2</sub> или 15 евра/ MWh.

Комплетниот проект на секое решение треба да се анализира од сите аспекти, енергетски, економски и еколошки, сè со цел да се направи споредба на различни решенија и соодветно да се избере најдоброто или најповолното за инвеститорот. Не секогаш енергетски најдоброто



Сл. 6. Топлински загуби и/или добивки во објект

решение е и економски најисплатливо или еколошки најповолно. Мора да се најде компромис помеѓу трите фактори или да се одлучи кој фактор ќе биде доминантен во случај да треба да се реши.

### ЗАКЛУЧОК

Поттикнувањето на инвестициите во обновлива енергија, како и воведувањето мерки на енергетска ефикасност, се една од главните стратешки цели во Република Македонија. Секако, за успешна имплементација на вакви мерки во Република Македонија, како земја-кандидат и идна членка на Европската Унија, активно се работи на усогласување на европското законодавство, особено во областа на енергетската ефикасност и обновливите извори на енергија, кое треба да претставува легална рамка за унапредување на сите натамошни мерки во овие области од енергетиката

### Литература

- P. Mclean-Conner: Energy Efficiency: Principles And Practices, Pennwell Corp. , 2009.
- R. E. Hester, R.M. Harrison: Sustainability and Environmental Impact of Renewable Energy Sources, The Royal Society of Chemistry UK, 2003
- V. Quaschnig: Understanding Renewable Energy Systems, Carl Hanser Verlag GmbH & Co. KG, 2005.
- Gilbert M. Masters: Renewable and Efficient Electric Power Systems, John Wiley & Sons, Inc., publication, 2004.
- Ruth E Weiner, Robin A. Matthews: Environmental Engineering, Fourth Edition, Elsevier Science. Copyright 2003
- <http://climatetechwiki.org/technology/jiqweb-bems>

Славчо Михајловски, дипл. град. инж.  
Градежен институт МАКЕДОНИЈА АД, Скопје

# АКУМУЛАЦИЈАТА „КНЕЖЕВО“ - ПРЕД ПРВО ПОЛНЕЊЕ



**БРАНАТА „КНЕЖЕВО“ И АКУМУЛАЦИЈАТА СЕ КЛУЧНИ ОБЈЕКТИ ОД РЕГИОНАЛНИОТ ПОВЕЌЕНАМЕНСКИ ХИДРОСИСТЕМ „ЗЛЕТОВИЦА“. ХИДРОСИСТЕМОТ ПРЕТСТАВУВА ПОВЕЌЕНАМЕНСКО ТЕХНИЧКО РЕШЕНИЕ КОЕ МОЖЕ ДА ЗАДОВОЛИ НЕКОЛКУ ГЛАВНИ НАМЕНИ: ВОДОСНАБДУВАЊЕ НА НАСЕЛЕНИЕТО ВО 7 НАСЕЛЕНИ МЕСТА, НАВОДНУВАЊЕ НА ОКОЛУ 4.000 ХЕКТАРИ ЗЕМЈОДЕЛСКА ПОВРШИНА, ПРОИЗВОДСТВО НА ОКОЛУ 50 МИЛИОНИ КВН ЕЛЕКТРИЧНА ЕНЕРГИЈА, ОБЕЗБЕДУВАЊЕ БИОЛОШКИ МИНИМУМ НА Р. ЗЛЕТОВИЦА, НАМАЛУВАЊЕ НА ОПАСНОСТА ОД ПОПЛАВИ И КОНТРОЛА НА НАНОСОТ**

Акумулацијата „Кнежево“ е создадена од брана од каменонасипан тип со централна асфалт-бетонска дијафрагма. Оваа брана, со висина од 75 m, создава водна акумулација со вкупен волумен од 23,5 милиони m<sup>3</sup>.

Браната „Кнежево“ и акумулацијата се клучни објекти од регионалниот повеќенаменски хидросистем „Злетовица“. Хидросистемот претставува повеќенаменско техничко решение кое може да задоволи неколку главни намени: водоснабдување на населението во 7 населени места, наводнување на околу 4.000 хектари земјоделска површина, производство на околу 50 милиони KWh електрична енергија, обезбедување биолошки минимум на р. Злетовица, намалување на опасноста од поплави и контрола на наносот. Проектот на хидросистемот е прилагоден и за фазна реализација, така што сега, во првата фаза, е изградена браната „Кнежево“ со придружните објекти и објектите за водоснабдување (зафати и главни доводи). Реализацијата на првата фаза е извршена со помош на кредит од Јапонската банка за меѓународна соработка (JBIC). Изградбата е завршена со помош на домашни градежни фирми (Бетон/Гранит JV) со подизведувачи, а под надзор и консултанство на меѓународен консултански тим (PCE-JV) составен од надворешни експерти од Pacific Consultants International-Japan, Coyne Et Belier-Francija, Electric Power Development Co.Ltd-Japan и локални експерти од Градежен институт „Македонија“ и Градежен факултет - Р. Македонија.

Изградбата на браната со придружните објекти е извршена во период 2007-2012 година.

### ТЕХНИЧКОТО РЕШЕНИЕ НА БРАНАТА СО ПРИДРУЖНИТЕ ОБЈЕКТИ

#### БРАНА

Со новирањето на проектот, во текот на 2005 година, за оптимална преграда на профил „Кнежево“, одбрана е каменонасипна брана со централна асфалт-бетонска дијафрагма. Телото на браната и идната акумулација ги имаат следните технички параметри:

- висина на браната над речното корито 75,50m
- возводна и низводна косина 1:1,8
- круна на брана со ширина од 10 m
- должина на браната во круната 270 m

- вкупна кубатура на насипан материјал 1 550 000 m<sup>3</sup>
- максимално ниво во акумулацијата 1063,50 m.n.m
- нормално ниво во акумулацијата 1061,50 m.n.m
- минимално ниво во акумулацијата 1009,00 m.n.m
- корисен волумен на акумулацијата 22,5 милиони m<sup>3</sup>

Возводното и низводното потпорно тело на браната се изградени од нафрлен камен со кубатура од околу 1 313 000 m<sup>3</sup>. Централниот дел на преградата е изведен од асфалт-бетонска дијафрагма со дебелина од 0,60 m и вкупна кубатура од 8 400 m<sup>3</sup>. Контактот на дијафрагмата со темелната основа е изведен преку армиранобетонска плоча со дебелина од 0,70 m и ширина од 5 m во дното и 4 m во повисоките делови од браната. Врската меѓу возводното и низводното потпорно тело со асфалт-бетонската дијафрагма се остварува со двослојна филтерска заштита од сепариран каменен материјал со вкупна дебелина од 3,45 m и вкупна кубатура од околу 130 000 m<sup>3</sup>. Под телото на браната е изградена едноредна инјекциона завеса која има за задача да ја намали филтрацијата и да ги подобри физичко-механичките карактеристики на карпата во контактната зона.

По изградба на браната, за следење на нејзиното однесување е предвидено и изведено целосно автоматизирано техничко набљудување.

- Со предвиденото техничко набљудување е планирано извршување на следните мерења:
- мерење деформации по површината на браната (геодетско набљудување),
  - мерење порни притисоци под телото на браната,
  - мерење хоризонтални и вертикални поместувања во телото на браната,
  - мерење на притисокот на водата пред и по инјекционата завеса,
  - мерење на филтрационите води и набљудување на филтрационите појави низ браната и околу браната,
  - сеизмички мерења,

- Хидрометеоролошки мерења,
- Следење на засипувањето на акумулацијата со нанос
- Следење на квалитетот на водата која истекува од акумулацијата

### ОПТОЧЕН ТУНЕЛ СО ВОЗВОДЕН ЗАГАТ

За несметано вршење на работите за финансирање на браната се направи свртување на реката со помош на опточен тунел и возводен загат. Димензиите на опточниот тунел и возводниот загат беа дефинирани за 20-годишна голема вода со износ од 135 m<sup>3</sup>/s, а врз основа на направени соодветни техничко-економски пресметки. Според тие анализи опточниот тунел е дефиниран со потковичест профил со оптимален дијаметар од 4,1 m, и кота на круна на загатот од 1001,00 m.n.m. Должината на тунелот изнесува 320 m, а подолжниот наклон 2,58%.

По завршувањето на градежните работи на темелењето и изградбата на браната, во погоден момент се изврши адаптација на тунелот во темелен испуст и зафатен објект.

### ТЕМЕЛЕН ИСПУСТ

За целосно нужно или планирано празнење на акумулацијата, за регулирано испуштање на потребна вода за корисниците ќе се користи темелниот испуст. Максималниот капацитет на темелниот испуст изнесува околу 16,7 m<sup>3</sup>/s, а празнењето на акумулацијата може да се изврши за околу 25 дена. Излезниот дел на обиколниот тунел ќе се адаптира во разводна градба со затворачница. За конечно повеќенаменско користење, зафатената вода на излезниот дел се насочува кон корисниците.

За фазна реализација кога системот ќе работи без енергетика, тогаш водата за примарните корисници (водоснабдување и наводнување) ќе се испушта во реката преку регулациониот затворач на излезот од темелниот испуст. Така испуштената регулирана вода ќе се зафаќа на предвидените зафатни места за водоснабдување и наводнување.

За континуирано испуштање на биолошки минимум исто така ќе се користи темелниот испуст кој во рамките на излезната затворачница ќе располага со соодветна хидромеханичка регулациона опрема.

### ПРЕЛИВЕН ОБЈЕКТ (ШАХТЕН ПРЕЛИВНИК)

Овој објект ќе служи за безбедно евакуирање на катастрофалните големи води. Преливникот по концепција се состои од: шахтен преливник со вертикално колено, преливен тунел, брзоток и ски-отскок. Димензиите на преливниот орган се одредени со техничко-економски сметки за меродавна 10 000-годишна ретензирана голема вода во износ од 293 m<sup>3</sup>/s. Така според пресметките, дијаметарот на преливниот дел на шахтата изнесува 17,2 m. Преливниот млаз, со бетонски сидови е разделен на 6 преливни полиња со ефективна преливна должина од 51 m. Вертикалната шахта е со променлив пресек, почнувајќи од 17,2 m до 4,4 m на кота 1042,45 m.n.m. Од истата кота па надолу почнува вертикалното колено со радиус од 22 m, кое врши спојување на шахтата со тунелот. Преливниот тунел е со кружен пресек со внатрешен дијаметар од 4,4 m. По тунелот следува армиранобетонски брзоток кој завршува со ски-отскок. Брзотокот е со правоаголно корито со постепено проширување од 4,4 до 11,9 m. Водата преку ски-отскокот се враќа во реката. Доскокот на водата ќе се изврши во ерозиона јама направена со длабочина до здрава карпа која изнесува околу 6 m.

### ЗАФАТ И ДОВОД ОД КУЧЕШКА РЕКА

Зафатените води од р. Кучешка, ќе се користат за три намени: дополна на вода во кратовскиот цевковод, водоснабдување на контролната куќа и други придружни објекти на браната и дополна на вода во акумулацијата „Кнежево“. Инсталираниот проток изнесува 0,300 m<sup>3</sup>/s. Доводот се состои од: зафатна градба со шљунчиште, доведен цевковод со придружни објекти. Зафатот се состои од масивен зафатно-преливен праг, водоприемна галерија и таложница. За нормална работа на зафатот предвидена е соодветна хидромеханичка опрема. Доводот е изведен од полиестерски цевки со дијаметар од 460 mm, димензиониран на меродавната вода 0,300 m<sup>3</sup>/s. Доводот е сместен во засек со минимална ширина од 5 m која истовремено претставува пристапен пат за негово изведување и одржување. Доводот од Кучешка Река, кај браната завршува со разделна шахта, од каде водата се дели за трите



Низводен ПАТ



Станбена населба и стопански двор



Излезна градба на опточен тунел



Влезна градба на опточен тунел

намени. Водата во акумулацијата „Кнежево“ ќе се пушта со посебен објект, кој овозможува водите од доводот да се пуштаат меѓу максималното и минималното водно ниво.

**ИЗГРАДБА НА БРАНАТА СО ПРИДРУЖНИТЕ ОБЈЕКТИ**

Изградбата на пристапниот пат Злетово - Кнежево, во должина од 20 km, беше почната во септември 2005 година, а заврши кон крајот на 2006 година. Со изградбата на патот, создадени се основни предуслови за почеток на изградбата на браната со придружните објекти. Најпрво се извршени подготвителните работи (оформување станбена населба, оформување стопански двор, снабдување на градилиштето со струја, снабдување на градилиштето со вода, направен систем за пречистување и одведување на отпадната вода и помошни пристапни патишта за почеток на изградбата на поедините објекти од браната. Почетокот на главните градежни работи е направен на опточниот тунел. Опточниот тунел беше граден согласно со одобрената изведбена документација. Неговата

изведба почна од две нападни точки, влезниот дел и излезниот дел. Најпрво беа направени широките ископи на влезниот и излезниот дел на тунелот. Од инженерско-геолошки аспект при избивањето на тунелот, на првите 30 m на излезниот дел се наиде на доста полоша геолошка средина од онаа што беше прогнозирана со проектот. За таа цел овие делови беа изведени со многу посложена заштита, бетонирање и инјектирање на тунелот. Изведувањето на влезниот дел се одвиваше главно со предвидувањата од проектната документација. По целосното изведување на опточниот тунел, реката Злетовица беше свртена со што се создадоа поволни услови за изградба на загатот и темелење на браната. Изградбата на загатот е вршена согласно со тендерската документација и изведбениот проект. По свртувањето на реката и нецелосно завршен возведен загат почнаа работите за темелењето на браната. Во средишниот дел ископот до здрава карпа и изработката на темелната плоча е извршено на предвидената длабочина со континуирано испумпување на филтрационата вода.



Изградба на тунелот



Зачепување на опточниот тунел



Фундирање на браната во дното



Фундирање на браната во бoko



Изградба на круната на браната



Завршена изградба на браната

На десната страна темелењето е извршено согласно со изведбената документација без поголемо изненадувања за квалитетот на карпата и длабочината на фундаирањето. Ископот на темелниот ров на левата страна е проследен со доста промени и прилагодувања, условени од подлабокиот слој на приповршински распаднатата карпа. Во рамките на темелењето, односно по изработката на темелната плоча се вршеа инјекционите работи кои ги изведе ГЕОСОНДА-

Белград. По завршените бетонски и инјекциони работи на средишниот дел на браната, се создадоа услови за почеток на градба на телото на браната. Истото започна со фундаирањето на асфалт-бетонската дијафрагма. Изработката на асфалт-бетонската дијафрагма со примена на оригинална технологија и надзор беше доверена на норвешката фирма KORO VEIDEKKE. Контактот со бетонската плоча беше направен со претходно изведен т.н. асфалтен мастикс.



Фундирање на асфалтното јадро



Изградба на телото на браната



Изведба на челичниот цевковод



Изведба на излезната затворачница



Контролно-командна куќа



Оскултационен центар



Зафатна кула



Пробна работа на темелниот испуст

Паралелно со изградбата на дијафрагмата беа нанесувани и двостраните двослојни филтерски зони, како преод кон насипот на потпорните тела од нафрлен камен. Филтерскиот материјал за двете зони беше обезбедуван од сепарацијата на 2 km низводно од браната каде со дробење на камен од андезитско потекло се добиваа бараните фракции. Каменот за насипање на потпорните тела беше носен од отворениот каменолом на 2 km низводно од браната.

Паралелно со изградбата на браната се вршеше и поставување на оскултационата опрема. Набавката на опремата и нејзината монтажа се вршеше преку фирмата SISGEO-Италија. Во темелната основа беа поставени предвидените длабински хидраулички пиезометри. Со изведбата на асфалтбетонската дијафрагма и двослојната филтерска заштита беше поставуван и оптичкиот кабел за сигнализирање на евентуалните филтрациони прободни места низ дијафрагмата на браната.

По завршетокот на изградбата на браната и целосно извршениот ископ на преливниот објект,

се пристапи кон адаптација на оптичниот тунел во темелен испуст и зафатен објект. Адаптацијата се состоеше во изведба на преден бетонски чеп, зафатна кула, изведба на средишен бетонски чеп, изведба на челичен цевковод со потребна опрема и излезна затворачница со слапиште.

Паралелно со работата на изградбата на браната се извршуваа и работите на преливниот објект и доводот Кучешка Река.

На излезната страна на преливниот објект, од инженерско-геолошки аспект, се јавија големи промени. Имено со претходно изведените истражни раскопи, а подоцна и со самиот почеток на изработка на широкиот ископ, беше констатирана поголема дебелина на приповршинскиот распаднат слој испресечен со простирање на неколку раседи. Ваквата состојба наложи, од страна на изведувачот и консултантот, прилагодување на излезниот дел на преливниот објект со стварнопојавените теренски услови.

За доводот Кучешка Река најпрво е направен



Изградба на преливната шахта



Изградба на брзотокот со ски-отскок

пристапниот пат, а потоа паралелно е работен зафатот и доводниот цевковод. За цело време на изградба на браната и придружните објекти, од страна на надзорот (експерти и инспектори од Консултанскиот тим РСЕ JV) се вршеше проверка и следење на квалитетот на изведените работи. Со довршување на уште некои преостанати завршни работи, објектот ќе биде подготвен за технички прием, а со тоа и за прво полнење на акумулацијата.

Завршувањето на градбата на браната со акумулацијата и објектите за водоснабдување значи реализација на примарната улога на акумулацијата - обезбедување чиста планинска вода за преку 100.000 жители и создавање реални предуслови за реализација на втора фаза - наводнување и трета фаза - хидроенергетско користење. Во моментот, од избран консултански тим (странски и домашни експерти) се врши новирање на документацијата за изградба на втора и трета фаза.

## ПЛОВНИОТ ПАТ ДУНАВ - МОРАВА – ВАРДАР/АКСИОС – ЕГЕЈ

# ГОЛЕМ БЕНЕФИТ ИЛИ УТОПИЈА



**ВО СИТЕ ДОСЕГАШНИ СТУДИИ И ПРОЕКТИ ДОКАЖАНА Е ТЕХНИЧКАТА ИЗВОДЛИВОСТ И ЕКОНОМСКАТА ОПРАВДАНОСТ НА РЕАЛИЗАЦИЈАТА НА ПЛОВНИОТ ПАТ. УТВРДЕНИ СЕ ГЛАВНО СИТЕ ТЕХНИЧКИ ПАРАМЕТРИ НА КАНАЛОТ: ТРАСА, ХИДРОЛОШКИ И ГЕОЛОШКИ УСЛОВИ, НАДОЛЖНИ И НАПРЕЧНИ ПРОФИЛИ, ОБЈЕКТИ НА ПЛОВНИОТ ПАТ И ОБЈЕКТИ НА ПОШИРОКОТО ПОДРАЧЈЕ НА СЛИВОВИТЕ НА МОРАВА И ВАРДАР/АКСИОС, КОИ МОЖАТ И ТРЕБА ДА ПРИДОНЕСАТ И ОВОЗМОЖАТ УСПЕШНА РЕАЛИЗАЦИЈА НА ПЛОВНИОТ ПАТ, КОМПЛЕКСНОТО УРЕДУВАЊЕ И КОРИСТЕЊЕ НА ВОДАТА, КАКО И ОСНОВНИТЕ ЕКОНОМСКИ ПАРАМЕТРИ НА ИСТИОТ И ДРУГО**

Последниве неколку месеци во печатените медиуми се појавија разни коментари и мислења за овој мегапроект, пишувани најчесто од стручни лица, но и од еден министер во владата на Србија. Коментарите содржат доста различности во однос на основните поставки кои го карактеризираат овој проект за пловен пат од Дунав преку Морава и Вардар до Егејско Море кај Солун со одредени неточности во однос на некои прашања како дел од проектот или како последици од истиот. Тие создаваат негативен однос или сомнение кај институциите кои се надлежни за овој проект. Покрај не така малобројната документација за самиот пловен пат, која е работена во разни периоди во минатото, тука е и „Студијата за интегрален развој на сливот на реката Вардар/Аксиос“ од 1978 година, во која е одговорено на прашањето за обезбедување вода за пловидба на македонската страна од пловниот пат, што придонесува за потврдувањето на изводливоста на истиот. Врз основа на таа документација ќе се обидам да дадам некои појаснувања со цел да се има реална претстава за овој крупен и многу значаен проект за регионот и особено за Македонија и Србија, но и за Грција. Ќе се вратам малку назад во историјата на таа идеја за пловен пат од Дунав до Егејско Море по долините на Морава и Вардар/Аксиос, со цел да се добијат пореални сознанија за истиот. Пишувани документи за овој пловен пат се среќаваат од 1841 година, од кои некои само за делот на Морава од Дунав до Куприја, кога е предложено да се проучи Морава за пловидба што е објавено и во „Српске новине“. Интерес за регулација на Морава и воспоставување пловидба по неа во тоа време покажува и Франција, а подоцна - во 1844 година - е формирано и „Француско-српското друштво за пловидба“, кое се поврзува со француското „Главно друштво за пловидба“ кое е формирано со указ на Наполеон Трети. Интересите на Франција за пловидба по Морава се интензивираат во 1856 година. Во 1860 година рускиот конзул во Белград успева да наметне еден поширок интерес на Русија за природните богатства во Србија, меѓу другото и за пловидба по Морава за што е склучен и договор во истата година. Посериозни испитувања на можностите за пловидба по Морава од страна на Србија се вршат и во 1879 година, но сега

размислувањата одат и понатаму, кон Вардар и Егејско Море.

Во 1904 година повторно е покренат предлогот за изградба на пловниот пат Дунав - Морава - Вардар - Егејско Море, мислам дека и овој пат е од еден француски инженер, но овој пат за негово финансирање направени се обиди да се заинтересираат Англија и Германија. Се појавува и идеја за финансирањето на овој проект да се создаде интерес и кај Америка. Во Њу Џерси (САД) во 1907 година формирана е „Американска инженерска компанија“, која во тоа време за претходните подготвителни работи за изработката на генералниот проект за пловниот пат Дунав - Морава - Вардар/Аксиос, тогаш наречен „Линија на европската економска гравитација во однос на Суец“, го ангажира Градежниот факултет од Белград, односно проф. Никола Стаменковиќ кој важел за докажан стручњак за хидротехнички објекти. Извештаите и генералниот проект за пловниот пат со сите пресметки се дадени на турската и на српската влада во 1909 година со барање да се даде и концесија за изградба на пловниот пат.

Меѓутоа, политичките услови во тоа време во Европа во однос на Балканот се неповолни, бргу се имаат случено двете балкански војни и Првата светска војна, која најголемиот фронт и најдолго време го има водено токму во Македонија и тоа на дел од сливот на Вардар, поради што сите активности за проектот за пловниот пат биле прекинати, а се продолжени дури во 1961 година. Досега се изработени поголем број студии и проекти за пловниот пат Дунав - Морава - Вардар/Аксиос-Егејско Море, од кои неколку се однесуваат само на Морава, кои вреди да бидат спомнати за да можат заинтересираните стручњаци од водостопанската фела, па и самопрогласените експерти за води, да бараат информации.

- Морава, нејзина сегашна состојба и можност за пловидба, од А. Алексиќ, Белград, 1879 година,
- Проект за пловниот пат Дунав - Солун, изработен од проф. инж. Н.Стаменковиќ, Белград, 1909 година,
- Идејно решение за пловниот пат Дунав -Солун, изработено од Заводот за проектирање речен сообраќај, од Белград, 1961 година,

- Водостопанско решение на сливот на Вардар, изработено од Завод за водостопанство на СР Македонија,
- Студија за пловидба на Велика, Јужна и Западна Морава, изработена од Проектанското биро „Иван Милутиновиќ“ од Белград, 1964 година,
- Студија и проблеми на сообраќајот во врска со уредување на сливот на Морава, изработена од Институтот за водостопанство „Јарослав Черни“ во 1964 година,
- Студија за единствениот хидротехнички систем во сливот на Велика Морава – техничко-економски прорачуни, од Институтот „Јарослав Черни“ и Дирекцијата за уредување на сливот на Морава, Белград, 1964 година,
- Водопривредна основа за водното подрачје на сливот на Морава, изработена од Здруженото општо водостопанско претпријатие „Морава – водостопанска инженеринг организација“ од Белград, 1973 година,
- Пловен пат „Морава – Вардар/Аксиос“, Извештај од експерти на Обединетите нации“, Белград 1973 година,
- Пловен пат „Дунав - Егејско Море“ – за сливот на реката Вардар/ Аксиос, Програма за развој на Обединетите нации, Интегрален развој на сливот на реката Вардар/Аксиос, Извештај на мисијата на Обединетите нации, подготвен од М. Rommieg и N. Van Thienen, инженери од националната компанија „Рона“, Франција, јуни 1976 година.
- „Студија за интегрален развој на сливот на реката Вардар/ Аксиос“, Скопје 1978 година. Во која е третиран само делот за обезбедување вода за пловниот пат на македонска територија.
- Студијата за изработка на мастер план за интегрален развој и управување со водните ресурси во Република Македонија, изработена од експертски тим на Јапонската агенција за меѓународна соработка (JICA), иако доста периферно ја третираат само како објект за кој треба да се обезбеди вода.



Во сите тие студии и проекти докажана е техничката изводливост и економската оправданост на реализацијата на пловниот пат. Утврдени се главно сите технички параметри на каналот: траса, хидролошки и геолошки услови, надолжни и напречни профили, објекти на пловниот пат и објекти на поширокото подрачје на сливовите на Морава и Вардар/Аксиос, кои можат и треба да придонесат и овозможат успешна реализација на пловниот пат, комплексното уредување и користење на водата, како и основните економски параметри на истиот и друго. Сите овие проекти, работени во различни временски периоди, со различни технички и технолошки нивоа во тие времиња, иако недоволни за конечна оцена на техничкото решение и економската оправданост на изградбата на пловниот пат, ќе послужат како солидна подлога со доста расчистени делови при изработката на натамошните студии и проекти, кои треба детално да го дефинираат решението на сите технички, економски, финансиски, институционални и законодавни проблеми, врзани за реализацијата

на овој пат од голема економска важност. Новите проекти мора да се базираат на најновите техничко-технолошки достигнувања и методи во сите фактори на овој сложен објект. Изградбата на пловниот пат Дунав – Морава – Вардар/Аксиос – Егејско Море и неговото вклопување во мрежата на европските пловни патишта ќе биде од голема важност за стопанствата на Македонија, Србија и Грција, но и многу пошироко, како и за комплементарните стопанства на западна, средна и источна Европа. Тоа особено заради големото скратување на патот до Медитеранот, бидејќи од Белград по Дунав, преку Црно Море и Босфорот до Егејско Море, должината изнесува 1.880 km, додека должината на пловниот пат од Белград по Дунав, Морава и Вардар/Аксиос до Егејско Море е помалку од 700 km. Овој податок е доволен да укаже на економското значење и важност на пловниот пат Дунав – Морава – Вардар/Аксиос – Егејско Море. Таа разлика од околу 1.200 km временски значи бенефит од над три дена што не е малку, а плус и се избегнува тесното грло Босфорот.

Чинењето на овој пловен пат во моментот точно не може да се процени, но се спомнуваат цифри од над 15 милијарди евра кои Македонија и Србија не можат да ги обезбедат, но ако двете држави бидат примени во ЕУ, Европа ќе го зголеми интересот за овој пловен пат и неговата реализација може полесно да биде остварена со финансирање од Европската заедница, а можеби и од други извори. Заради тоа на иницијативата на Србија за активирање на прашањето за пловниот пат треба да се гледа позитивно од наша страна и соодветно да се следи и заеднички да се настапува затоа што и на наша страна има голем број објекти во коритото на Вардар, но и акумулации надвор од коритото. Заживувањето на тој проект ќе значи и побрза реализација на браните и акумулациите „Градец“ и „Велес“, како и другите 12 мали во коритото на Вардар низводно од Велес. Исто така ќе се актуализира изградбата на „Јагмулар“ на Брегалница низводно од Штип и „Вакуф“ на Крива Река во Македонија, како и браната и акумулацијата „Прохор“ на реката Пчиња возводно од манастирот „Прохор Пчински“ во Србија, која е наменета за снабдување со потребната вода на пловниот канал по долината на Пчиња. Сето тоа ќе значи долготрајна и голема градежна активност со

повеќекратен бенефит.

Во такви услови кога Србија ја дава иницијативата, Македонија треба преку некоја од надлежните институции – министерства, да следи што се презема и работи на пловниот пат во Србија, да ја прибере документацијата на наша страна и да почне да ја проучува за да може да се носи со српската страна и воопшто по тоа прашање на солидно техничко ниво. Тоа го пишувам заради лошото искуство со Студијата за интегрален развој на сливот на реката Вардар/Аксиос. Кога се заврши проектот и во УНДП се затворија активностите, тогашниот Извршен совет (Влада) на Македонија ја затвори Дирекцијата во Скопје, што резултираше со растурање на премногу значајната документација и подлоги, додека грчката страна (колку што сум информиран) и денес има двајца луѓе во Солун кои се грижат за сè што се случува на нивна територија и кај нас врзано за Студијата за интегрален развој на сливот на реката Вардар. Да напоменам дека таа Студија е најсеопфатен хидротехнички проект во Македонија, но за жал не се користи.

### СЕГА НЕШТО ОКОЛУ ОБЈАВЕНИТЕ СТАТИИ ВО ВЕСНИЦИТЕ ПОСЛЕДНИВЕ НЕКОЛКУ МЕСЕЦИ

Кон крајот на минатата година се појави напис во еден од весниците во кој се изнесува теза дека за пловниот пат нема вода и поради тоа идејата е неостварлива!

Во Студијата за интегрален развој на сливот на реката Вардар/Аксиос тоа прашање е сериозно проучено и како решение за најкритичниот потег – од превојот кон Морава, по долината на Пчиња, вода се обезбедува од акумулацијата „Прохор“ на реката Пчиња. Тоа е акумулација со 164 милиони  $m^3$  бруто односно нето 129 милиони  $m^3$  која се полни со вода од слив со површина од 533  $km^2$  во релативно хидролошки поволно подрачје. Таа акумулација, која обезбедува вода за пловниот пат е позитивно оценета како сигурен извор на вода за истиот. Низводно пак, нема проблем со обезбедување вода бидејќи тука се акумулациите: „Вакуф“ на Крива Река со 114 милиони  $m^3$  корисна вода, „Јагмулар“ на Брегалница низводно од Штип со 190 милиони  $m^3$  бруто односно 145 милиони  $m^3$  корисна вода, како и акумулациите „Велес“, „Градец“, „Бабуна“ и тие на Црна Река. Според тоа, податоците од досега изработените

проекти укажуваат дека тезата за немање вода е неодржлива.

На 10 јануари 2013 година во „Нова Македонија“ беше објавена статија во врска со пловниот пат со наслов: „Србија сама си крои план за каналот Дунав – Морава – Вардар“. Информациите дадени во статијата во поголем дел ја отсликуваат вистината за пловниот пат, но не е точна тезата за потребни измени во проектите за „Чебрин“ и „Галиште“, бидејќи тие се составен дел на Студијата за интегрален развој на сливот на реката Вардар/Аксиос во која се усогласени сите прашања поврзани со пловниот пат. Веројатно се работи за некаква грешка или несоодветно согледување на тие два проекти. Што се однесува до „Вардарска Долина“, тоа е еден обид да се извлече еден сегмент од сливот на Вардар со цел да се идентификува поимот долина со сливот на Вардар. Проектот - Студијата за интегрален развој, се однесува на целиот слив на реката Вардар и тој има вистинска смисла и бенефит само како интегрален развој на сливот на реката Вардар/Аксиос.

Белградскиот весник „Политика“ објави дека доколку се изгради пловниот пат Морава – Вардар – Егеј, ќе се поплават најмалку три населени места во тиквешкиот и гевгелиско-валандовскиот реон и дека поголемиот дел од Валандовско-гевгелиското поле ќе се претвори во поле за одводнување, а не за наводнување. Не е дадено на што се базираат тие искажувања бидејќи техничките параметри на каналот се такви што таква појава за поплави на населени места и претворање на поле во мочуришта нема и не може да има. Напротив, пловниот пат има техничко решение кое не дозволува поплави ниту создавање на мочуришта надвор од својот габарит. Се смета дека со изработката на идните проекти за пловниот пат, на едно повисоко ниво ќе се потврди неговата изводливост и економска оправданост, долж трасата на пловниот пат ќе имаме позитивен развој - зголемување на цените на земјиштето, зголемување на интересот за поголемо и поинтензивно производство, а населените места нема да се потопат туку ќе добијат подем за побрз развој.

**ИЗВОД ОД ЗАКЛУЧОЦИТЕ ВО ДОСЕГАШНАТА**

## ДОКУМЕНТАЦИЈА

1. Од сите досега изработени проекти произлегува дека проектот е технички изводлив и економски оправдан.
2. Поврзан со европската мрежа на канали и магистралата Рајна – Мајна – Дунав, пловниот пат Дунав – Морава – Вардар – Егеј ќе има големи позитивни ефекти не само за земјите низ кои минува туку и за голем број земји во Европа.
3. Скратување на патот за 1.200 km, односно за три дена време на транспорт како и:
  - стимулирање, унапредување и забрзување на целокупниот економски развој на регионот и пошироко, исто така и заштеда на оперативните трошоци за транспорт во однос на транспортот со други транспортни средства по копно.
  - Изградбата, експлоатацијата и одржувањето на пловниот пат и пристаништата ќе влијае на зголемувањето на активностите во производството на сировини, средства и опрема.
  - Зголемување на обезбеденоста со вода на подрачјата низ кои минува пловниот пат и користа која произлегува од: водоснабдувањето на населбите и индустријата, производство на електрична енергија, подобрување на квалитетот на водата со обврска за изградба на пречистителни станици, како и регулирање на поплавиот бран.
  - Значително поголеми можности за вработување луѓе од најразлични професии и подигање на нивото на сознанијата на луѓето преку контакти и воопшто преку поголемата раздвиженост.

Тоа се содржини и резултати земени од досега изработената техничка документација за пловниот пат. Иницијативата што ја покажува Србија, веројатно има за цел да се продолжи со изработка на проекти на повисоко техничко ниво со сите современи фактори за да се потврди техничката изводливост и економската исплатливост на пловниот пат Дунав – Морава – Вардар/Аксиос – Егејско Море, што по мое мислење треба да се следи и поддржи и од наша страна.

Алекса Томовски

# УРБАНИТЕ ОТПАДНИ ВОДИ ВО РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА, ПРЕДИЗВИЦИ



**НАЈЧЕСТО, КОЛЕКТОРСКИТЕ СИСТЕМИ ВКЛУЧУВААТ КАКО ДОМАЌИНСТВА, ТАКА И ЈАВНИ ЗГРАДИ И ИНДУСТРИИ. ПРИФАЌАЊЕТО НА ОТПАДНИТЕ ВОДИ ОД ИНДУСТРИСКИТЕ ЕМИТЕРИ, КАКО И ОД ДРУГИТЕ КОМЕРЦИЈАЛНИ ГРАНКИ ТРЕБА ДА СЕ УСОГЛАСИ СО ЗАКОНСКИТЕ ПРОПИСИ, А ПРЕД СЕ СО УРЕДБИТЕ ЗА ИНТЕГРИРАНО СПРЕЧУВАЊЕ И КОНТРОЛА НА ЗАГАДУВАЊАТА**



Унапредувањето на секторот отпадни води во Република Македонија носи во себе низа предизвици. Со правилен пристап на сите фактори и интегрален проектантски пристап, **може да се реализираат рационални и ефикасни системи, за што веќе постојат примери во светот.**

Прифаќањето и третманот на отпадни води и покрај сите ограничувања, во Република Македонија бележи постојан подем и тоа првенствено во доменот на изградба на канализациони системи во населените места, дефинирање и изградба на колекторски системи, а секако и проектирање и изградба на пречистителни станици. Имајќи го предвид фактот дека се работи за системи и постројки кои претставуваат значителни инвестициски и оперативни трошоци, секоја рационализација треба да подразбира и усогласеност на сите општествени фактори, односно систематско и правилно усогласување на социјалните фактори, развојните стратегии и планови како во граѓанскиот, така и во индустрискиот сектор. Ова истовремено значи и потреба од примена на напредни плански инструменти и постапки, меѓу кои компонентата наречена интегрирано проектирање зафаќа забележително место. Меѓу низата аспекти поврзани со проблематиката на пречистување на отпадните води, секако дека значајно место припаѓа на филозофијата на дефинирање на големината на колекторските системи, постројките, степенот на пречистување, нивниот распоред низ речните сливови, како и факторот на опфат на води од индустриските капацитети.

Следењето на примерите во светот секако дека претставува добра алатка за дефинирање на чекорите на национално ниво, а тоа во прв ред би се однесувало на следното:

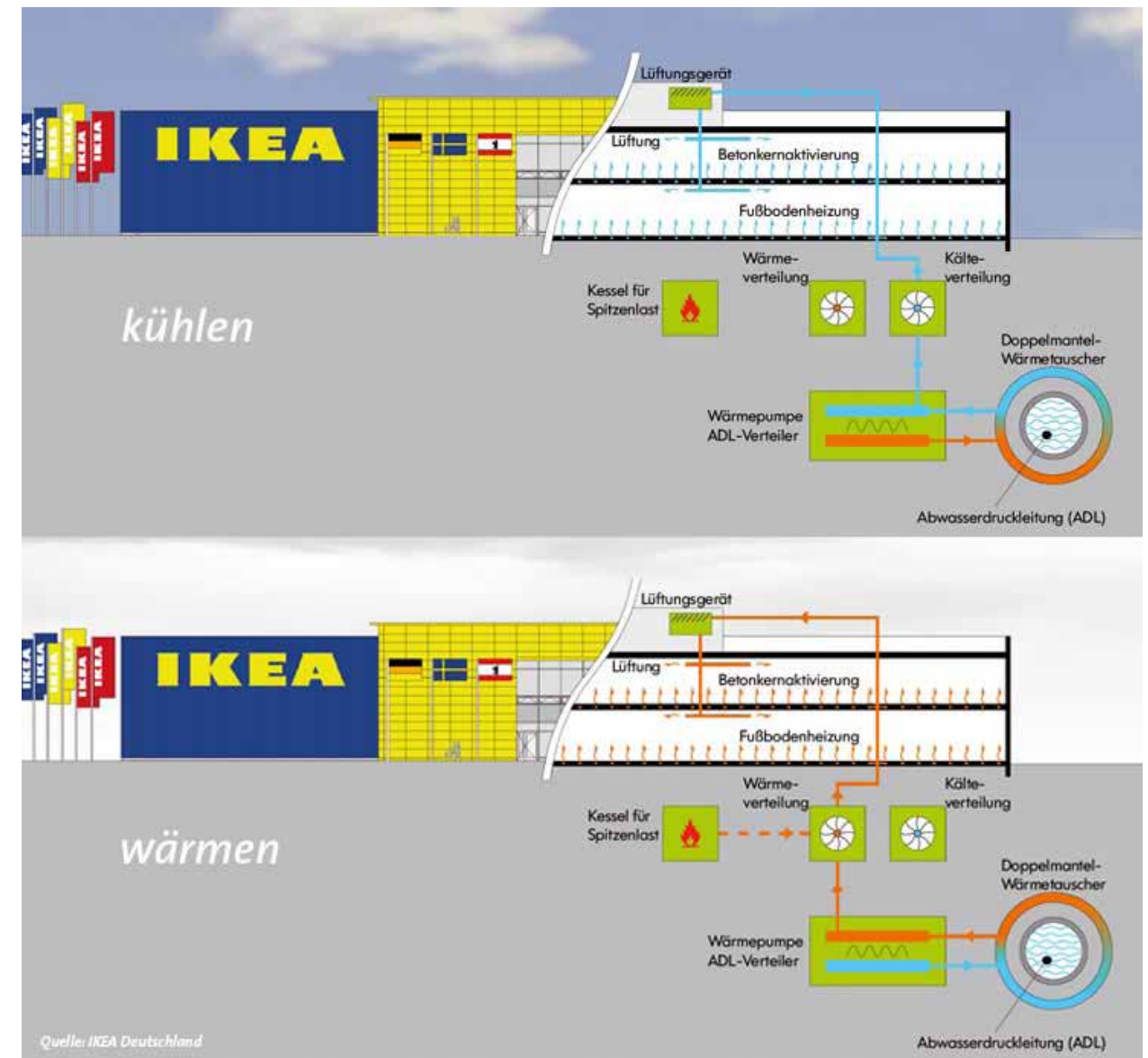
- Рационализација на потрошувачката на вода по глава на жител со целосен опфат на отпадните води во канализационите системи;
- Двоење на атмосферската од фекалната канализација;
- Групирање на населените места во системи со што помал број, а поголеми постројки за пречистување. Ваквиот концепт има

повеќе предности во поглед на примена на технологиите, како и одржувањето, при што прв предуслов за примена е здружување на повеќе административни целини (агломерации, општини и слично);

- Консеквентна примена на законските прописи на индустриските капацитети, односно потпомагање на примена на методи за рециклирање на индустриските води и нивно што помало количинско прифаќање во урбаните системи;
- Принуда поголемите индустриски капацитети да градат системи за прочистување на отпадните води до квалитет за испуштање во водотеци. Онаму каде што тоа условите го дозволуваат, само количините за потребите на персоналот треба да се прифаќаат во јавните системи, а сè со јасно сознание дека отпадите води се своевиден проблем кога се посматра нивното пречистување, но истовремено и енергетски и суровински потенцијал, кога низ позитивни практики и современи технологии соодветно се процесираат.

Уште во фазата на прифаќањето на отпадните води, интегрираното проектирање треба да вклучи издржани, но и храбри решенија, што на планерско-проектантски пристап му дава доминантна позиција, вклучувајќи ја и улогата на јавниот сектор.

Низ инвентивност во проектирањето и реализацијата, може да се изведат придобивки својствени за денешното ниво на технички развој. Така, на примерот што следува реализиран е топлински резервоар за работа на ладилна машина / топлинска пумпа. Според Првиот закон на термодинамиката, топлински резервоар е медиум со неограничен капацитет да прифаќа и оддава енергија. Големiot градски колектор, со релативно стабилен проток на флуид, загадена вода, исто така се карактеризира со голема стабилност на температурата и висок степен на саморегенерација кога струи под површината на земјата, па затоа се смета како обновлив извор на топлина, односно студ. Симбиозата на јавниот канализационен систем



Приказ на работата на топлинската пумпа во IKEA, Lichtenberg, Berlin

во Берлин и салонот на IKEA во месноста Лихтенберг, прави придобивка каде 70% од енергијата за греење се утилизира токму од колекторот за отпадни води, додека во летен режим, постројката целосно се потпира на оддавањето на топлината во него. Преку изведба на топлински изменувач во двојниот ѕид на цевководот на канализацијата, ладилната машина, односно топлинската пумпа секогаш има на располагање примарен флуид, којшто или се подладува, или се подгрева, а добиената топлинска енергија/студ се користи во мрежата на продажниот салон. Само за покривање на топлинските потреби во зима, инсталиран е и класичен котел со повремено вклучување. На овој

начин обезбедени се условите за постигнување високи коефициенти на корисно дејствување (поголеми од 3) и со тоа овој извор на обновлива енергија ги оправдува сите финансиски вложувања мошне брзо. Најчесто, колекторските системи вклучуваат како домаќинства, така и јавни згради и индустрии. Прифаќањето на отпадните води од индустриските емитери, како и од другите комерцијални гранки треба да се усогласи со законските прописи, а пред сè со уредбите за интегрирано спречување и контрола на загадувањата. Користењето на меѓународно верифицирани инструменти, како што се најдобрите достапни техники (BAT) и со нив

поврзаните референтни документи (BREF) е само една од алатките кои на одговорен начин можат да го насочат, но никако и да го ограничат пристапот во планирањето и проектирањето. Имено, прв приоритет е комерцијалните, пред сè индустриските, потрошувачи на вода да претставуваат посебни контролирани целини кои превосходно ќе ја рециклираат водата за свои потреби, а ќе испуштаат води во урбаните системи во согласност со дозволените концентрации за прифаќање во вакви системи. Онаму каде што индустриите испуштаат поголеми количини на вода, ќе мораат самите да ги преработат до ниво прифатливо за испуст во реципиентот, а никако во јавниот систем. Пречистувањето на отпадните води не е, а и не може да биде исклучок од другите сектори кога се во прашање инвестициските активности. Имено, и покрај нагласениот притисок за поинтензивна намена на средства за оваа намена, којшто произлегува од институционалните обврски за усогласување со европските директиви, како и со веќе донесените национални законски и подзаконски акти, Република Македонија не е во состојба да ја генерира потребната финансиска поддршка неопходна за потребното темпо со кое би се постигнале потребните достигнувања во периодот на приближување кон ЕУ. Во пракса еден систем кој вклучува различен вид на емитери, а пречистените води ги испушта во ист реципиент треба да биде структуриран според конкретните потреби, а примерот на градот Базел е само еден од оние кои што, на пример, Скопје, треба да ги следи. Неколките видови на води коишто се испуштаат во реципиентот, реката Рајна, се прифаќаат и третираат низ повеќе системи. Така атмосферските води само се спроведуваат; канализацијата од домаќинствата, дел од комерцијалните објекти и индустријата се спроведува до комуналната пречистителна станица; дел од водите минуваат низ претретман (ПТ); додека пак индустриските отпадни води се пречистуваат во посебни, индивидуални системи соодветни за применетите технологии, каде што соодветно се третираат до ниво на дозволени концентрации за испуштање, или пак се регенерираат за нивна повторна употреба.

### ШТО ВСУШНОСТ СЕ ПОСТИГНУВА СО ВАКВОТО ОДВОЈУВАЊЕ НА ОТПАДНИТЕ ВОДИ?

Комуналната пречистителна станица ги прифаќа водите кои без третман и во целосна количина доаѓаат од станбените делови на градот, додека во истиот систем влегуваат само преттретираните води од комерцијалните емитери и отпадните води генерирани од секојдневни потреби на вработените во индустријата. Преттретманот на другите води, онаму каде што тоа е соодветно, само го сведува присуството на загадувачки материји до дозволеното ниво за испуштање во јавен систем, прифатливо за третман во главната пречистителна станица. Што се однесува пак до индустриските отпадни води, тие се пречистуваат до потребното ниво и како такви се испуштаат во Рајна. На тој начин хидрауличкиот товар на главната комунална пречистителна станица е редуциран, а воедно таму не се прифатени води кои содржат материји што ги усложнуваат процесите на биохемиска обработка, односно технологијата на активна тиња.

Она што претставува уште една светла страна на посочениот пример е и шемата на следење (М) и набљудување на релевантните параметри на сите потребни места и нивно јавно публикување.

#### Пречистителни станици во Република Македонија

Економските проблеми со кои се судира Република Македонија имаат голема рефлексива во реализација на напорите за унапредување на состојбите кога се во прашање отпадните води. Сепак, следејќи ги определбите на Вториот национален план за животната средина, НЕАП, а со штедра поддршка на меѓународната заедница, направени се значителни исчекори.

Периодот што претстои, односно наредното десетлетие, сосема основано може да се нарече интензивен во поглед на проектирање и изведба на современи капацитети, како во делот на колекторски системи, така и комунални пречистителни станици. Притоа, од посебно значење е и ќе биде правилниот проектантски пристап кој треба да понуди технички и финансиски решенија кои ќе инсистираат на издвојување на индустриите од комуналните системи.

Пример Прилеп: Во периодот на проектирање на колекторскиот систем и градската станица



за пречистување на отпадната вода, листата на неприклучени индустриски објекти вклучува 18 капацитети со вкупна количина на ефлуент од 1,850 m<sup>3</sup>/ден. Овој проток изнесува 8% од вкупно предвидениот, но во себе вклучува води од најразличен вид на индустрии: прехранбена, производство на цигари, обработка на мермер, металопреработувачка индустрија и други. Само две од нив веќе имаат станици за третман, додека само уште два други капацитети имаат таложници како преттретман. Ако во процесот на усогласување со понудени оперативни планови, неприклучените индустрии ја намалат количината, или пак обезбедат ефлуент кој не би се испуштал во градскиот канализационен систем, тогаш можната заштеда е 230 MWh електрична енергија годишно во самата пречистителна станица.

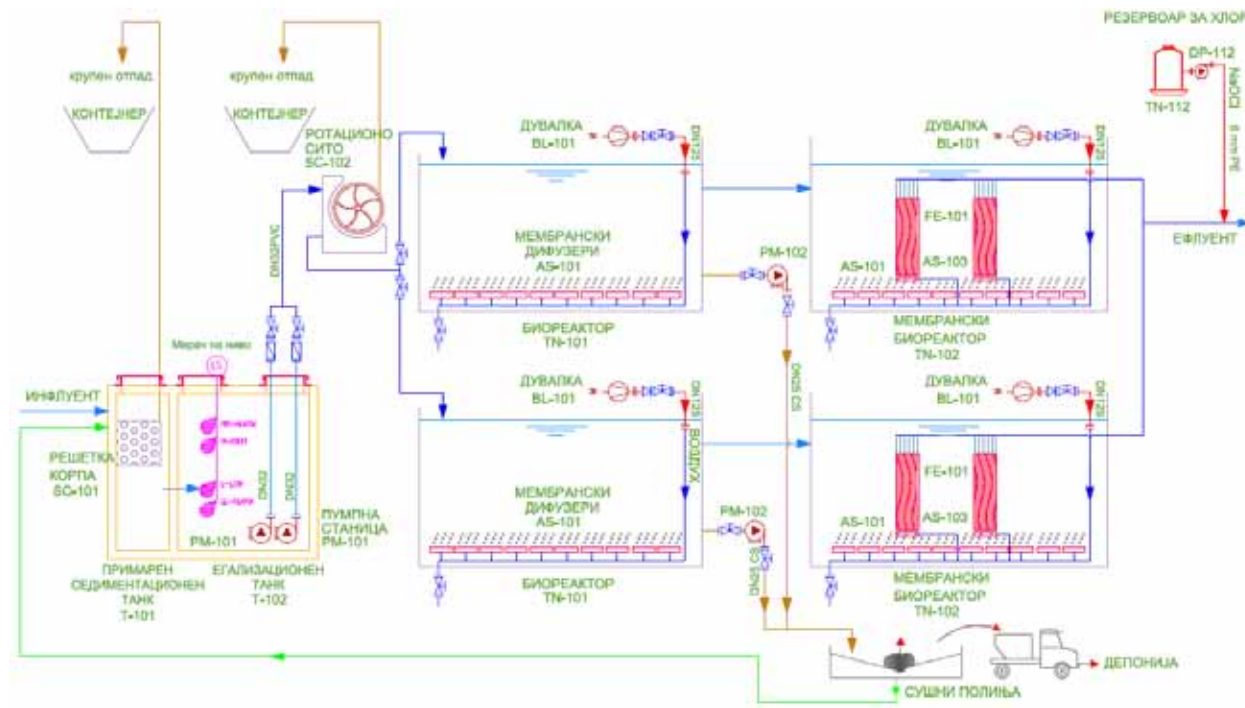
Досега во Република Македонија се изградени неколку поголеми станици за пречистување меѓу кои во постојана работа се: Враништа (Охрид и Струга) со капацитет од 120.000 еквивалент жители, Доброшане (Куманово) 95.000 е.ж., Езерани (Ресен) 16.000 е.ж., Берово 14.000 е.ж., Македонски Брод 5.000 е.ж., Свети Николе 12.000 е.ж.; изградена, но не е во погон: Дојран 12.000 е.ж.

Помали станици, со капацитет помал од 4.000 е.ж. има изградено во: Кривогаштани, Чучер Сандево, Лозово, Злетово, Миравци, Дебреште (Долнени), Универзитетот на југоисточна Европа во Тетово, езеро Младост, аеродромот Александар Велики и други.

Во тек на градба е станицата во Волково, Ѓорче Петров со капацитет од 20.000 е.ж. Пречистителните станици во Прилеп - 95.000 е.ж., Гевгелија - 28.000 е.ж. се во фаза на тендерирање и ќе бидат пуштени во погон до 2015 година, додека финансиската конструкција за станицата во Кочани е во фаза на затворање и тендерите ќе бидат активни кон средината на 2012 година, што значи дека и овој капацитет ќе биде во работа до 2015 година.

Техничката и тендерска документација за тетовскиот регион, Битола и Струмица ќе влезе во подготовка годинава, со што ќе се отворат вратите на уште еден инвестициски бран во секторот води. Потоа следуваат уште три општини: Дебар, Гостивар и Кавадарци, за конечно да се пристапи кон конкретизација и реализирање на најголемиот македонски проект, а тоа е градот Скопје со алоцираниот простор во Трубарово.

Заедничко за сите комунални пречистителни станици во Република Македонија е тоа што работат без терцијарен третман (единствено Куманово има капацитет за тоа), односно емисиите на азот (15 mg/l) и фосфор (1 mg/l) се во пошироки граници од дозволените концентрации со европските директиви. Ова е всушност балансирање помеѓу потребното и можното. Имено, во периодот на пристапување кон ЕУ, Република Македонија е самообврзана да ги преземе потребните мерки за заштита на водите од загадување, така што ќе создаде контролиран опфат на отпадните води и нивен



Функционална шема на станицата на патничкиот терминал на аеродромот „Александар Велики“

третман до концентрации на главните загадувачи во дозволените граници. Тоа значи дека бихемското побарување на кислород од 25 mg/l O<sub>2</sub>, односно хемиското побарување од 125 mg/l O<sub>2</sub>, како и вкупно растворените цврсти честички од 35 mg/l, сообразно со Директивата на Советот од 21 мај 1999 година 91/271/ ЕС за урбани отпадни води ќе бидат респектирани како емисиони ограничувања, додека терцијалниот третман и елиминацијата на азотот и фосфорот ќе се надодава во периодот на конечно прилагодување на капацитетите по влегувањето во Унијата. Значи, инвестицискиот процес нема да запре со изградбата на првата фаза на споменатите станици, туку ќе продолжи уште еден релативно подолг временски период. Примерот на аеродромот „Александар Велики“ во Петровец покажува дека кога се работи со релативно предвидливи параметри, како што е составот на отпадните води и нивните количини, може да се постигнат бараните параметри и на терцијарно пречистување со постројки кои се карактеризираат со компактна конструкција, во пакетна изведба. За потребите на овој комплекс, според проектната документација на БАР Е.Ц.Е., фирмата „Инкохем“ инсталираше две единици и тоа: патнички терминал со капацитет од 170 m<sup>3</sup>/ден и карго терминал со капацитет од 30 m<sup>3</sup>/ден.

#### Литература:

- Алекса Томовски: Оптимализација на капацитетот и перформансите на пречистителните станици за комунални отпадни води во согласност со имплементацијата на ЕУ-директивите, Семинар Предизвиците во секторот води во процесот на приближување кон ЕУ, Скопје 4, 5 октомври 2012
- Станислава Додева, Алекса Томовски: Од животински отпад до енергија и чиста животна средина, Technical Progress in Sanitary Engineering, Gdansk 2009, ISBN 978-83-7348-374-3
- Nicholas P. Cheremisinoff: HANDBOOK OF WATER AND WASTEWATER TREATMENT TECHNOLOGIES, 2002, ISBN: 0-7506-7498-9
- Nelson L. Nemerow, Franklin J. Agardy, Patrick Sullivan, and Joseph A. Salvato: ENVIRONMENTAL ENGINEERING, Sixth edition, Water, Wastewater, Soil and Groundwater Treatment and Remediation, 2009, ISBN: 978-0-470-08303-1
- Malin Jonasson: Energy Benchmark for Wastewater Treatment Processes, Lund University, CODEN:LUTEDX/ (TEIE-5247)/1-74/(2007)
- European Commission, Euro-Mediterranean partnership: Development of Tools and Guidelines for the Promotion of the Sustainable Urban Wastewater Treatment and Reuse in the Agricultural Production in the Mediterranean Countries (MEDAWARE), 2004
- [http://www.aue.bs.ch/as\\_4\\_2.pdf](http://www.aue.bs.ch/as_4_2.pdf)
- <http://prorheno.layerit.ch/ProRhenonAnlage-82>
- <http://www.bwb.de/content/language2/html/7660.php>

Крсте Најденоски  
Факултет за електротехника и информациски технологии  
Универзитет „Св.Кирил и Методиј“, Скопје

## МЕТОДОЛОГИЈА ЗА ИЗБОР НА ДИСТРИБУТИВНИ ТРАНСФОРМАТОРИ КАКО ПРИДОНЕС ЗА ПОДОБРУВАЊЕ НА ЕНЕРГЕТСКАТА ЕФИКАСНОСТ

**ВО ДИСТРИБУТИВНИТЕ СИСТЕМИ ПОДОБРУВАЊЕТО НА ЕНЕРГЕТСКАТА ЕФИКАСНОСТ НА ОПРЕМАТА НЕ Е ДОВОЛНО ПОТТИКНАТО СО СООДВЕТНИ РЕГУЛАТОРНИ МЕРКИ. ДИСТРИБУТИВНИТЕ КОМПАНИИ ПОВЕЌЕ СЕ ЗАИНТЕРЕСИРАНИ ЗА ИНВЕСТИРАЊЕ ВО ОПРЕМА СО ПОМАЛА ФИНАНСИСКА ВРЕДНОСТ, ОТКОЛУ ВО ОПРЕМА СО ПОГОЛЕМА ЕНЕРГЕТСКА ЕФИКАСНОСТ, КОЈА ВООБИЧАЕНО Е СО ПОВИСОКА ВРЕДНОСТ. НИВОТО НА ЕНЕРГЕТСКА ЕФИКАСНОСТ НА ОПРЕМАТА Е СЕ УШТЕ НИСКО, ПОРАДИ ТОА ШТО ТРОШОЦИТЕ ЗА ЗАГУБИТЕ НА ЕНЕРГИЈА ПАГААТ НА ТОВАР НА ПОТРОШУВАЧИТЕ, ОДНОСНО СЕ ВКЛУЧЕНИ ВО РЕГУЛИРАНАТА ЦЕНА НА ЕЛЕКТРИЧНАТА ЕНЕРГИЈА. ОВА НЕ ГИ ПОТТИКНУВА КОМПАНИИТЕ ДА ИНВЕСТИРААТ ВО ВИСОКО ЕНЕРГЕТСКИ ЕФИКАСНИ ТРАНСФОРМАТОРИ, БИДЕЈЌИ НЕ ГЛЕДААТ ВО ТОА ПРИДОБИВКИ**

Денес електродистрибутивните компании имаат зголемени барања електричните мрежи да функционираат поефикасно и со смалени трошоци за одржување на опремата. Како дополнително барање се наметнува и исполнувањето на обврските кои произлегуваат од глобалните активности за намалување на емисијата на штетни гасови. Сето ова доведува изведбата на дистрибутивниот систем и изборот на опремата да биде многу комплексна работа. Дистрибутивните трансформатори (ТР) се одликуваат со голема ефикасност и економичност во текот на нивната работа. Технологијата за производство на ТР со зголемена ефикасност денес е усвоена од производителите на ТР. Сè уште компаниите се одлучуваат да набават опрема, а со тоа и ТР со пониска набавна цена. Бројни извештаи и истражувања укажуваат дека се потребни измени во регулативата со кои ќе се стимулира користењето на ТР со зголемена ефикасност, и со тоа ќе се искористат нивните придобивки. Постојат определени програми со кои се промовира енергетската ефикасност, и се настојува да се објаснат придобивките од користењето на ваква опрема. Со замена на сите дистрибутивни трансформатори во земјите на ЕУ со нови енергетски ефикасни ТР, може да се заштеди електрична енергија од 200 TWh годишно, што е еквивалентно на 130 милиони тони CO<sub>2</sub> емисија. Најчесто користен метод при изборот на најекономичен дистрибутивен трансформатор е методот на капитализација на загубите. **ВРЕДНОСТ НА ТРАНСФОРМАТОРСКИТЕ ЗАГУБИ** Во средината на 1980-тите почнува трендот на зголемување на цената на електричната енергија, како резултат на што електроенергетските компании поголемо внимание посветуваат на дефинирање на цената на електричните загуби во инсталираната опрема. Во тој период се развиени бројни методи за евалуација на електричните загуби. Денес вредноста на трансформаторските загуби е важна за купувачите на трансформатори, кога треба да се избере трансформатор со зголемена ефикасност. Методот за евалуација на загубите на трансформатори во основа е метод на

капитализирани вкупни сопствени трошоци и овој метод има широка примена како во електродистрибутивните компании така и во индустријата. Според овој метод, вкупните сопствени трошоци (ТОС) поделени се на две групи:  
 - почетната цена на трансформаторот порамнета (изедначена) за времето на животниот век на трансформаторот,  
 - трошоците за идните загуби на трансформаторот (т.е. загуби во празен од и загуби при оптоварување) за време на животниот век на дистрибутивниот трансформатор.  
 Методот на капитализирани вкупни сопствени трошоци се користи за да се евалуираат трошоците од загубите на дистрибутивниот трансформатор. Вкупните трошоци се определуваат со изразот:

$$TOC = P_0 \cdot A + P_k \cdot B + C$$

каде:

ТОС - вкупни сопствени трошоци (Total Owning Cost)

P<sub>0</sub> - загуби на моќност во празен од (W)

A - коефициент на загуби на моќност при празен од (€/W)

P<sub>k</sub> - загуби на моќност при оптоварување (W)

B - коефициент на загуби на моќност при оптоварување (€/W).

C - почетна цена на трансформаторот, со вклучен транспорт, данок на продажба и други трошоци за подготовка на трансформаторот за работа.

Ако производителите на трансформаторот имаат специфично барање за производство на трансформатор за кој се дефинирани и коефициентите А и В, тогаш проектираниот трансформатор ќе биде со најмали вкупни трошоци. Ако пак не се дефинирани вредностите на овие коефициенти, вообичаено е да се проектира трансформатор со максимална ефикасност, водејќи сметка за загубите во празен од и загубите при оптоварување. Вообичаено, вредноста на коефициентот „А“ се движи во рамките од 1 до 12 €/W и за „В“ помеѓу 0,2 и 5 €/W. Во Табелата 1 се дадени вредностите за коефициентите А и В во неколку индустриски развиени земји.

**Табела 1 Вредности за коефициентите А и В во неколку земји**

€/W	A	B
Холандија	4.0	1.2
Германија	11.3	4.0
Швајцарија	7.5	1.9
Кина	5.0	0.7
Шведска	4.0	0.5

Општо познато е дека за трансформаторите со смалени загуби се користат поквалитетни материјали за нивна изработка и поради тоа нивната цена е повисока.

**Определување на „А“ коефициентот на загуби**

Вредноста на загубите во празен од или коефициентот „А“, останува константна во текот на животниот век на трансформаторот. Неговата вредност е одредена со моќноста и енергијата потребни за да се произведат, пренесат и дистрибуираат загубите во празен од на трансформаторот. Нивната вредност е иста 24 часа на ден, 365 дена во годината, 30 години. Цената на загубите во празен од или коефициентот „А“ може да се пресмета во согласност со следната формула:

$$A = \frac{(1+i)^n - 1}{i \cdot (1+i)^n} \times C_{kWh} \times 8760 \text{ (€/W)}$$

каде:

i - каматна стапка (%/годишно)

n - животен век (години)

C<sub>kWh</sub> - цена на kWh електрична енергија (€/kWh) 8760 – број на часови годишно (h/годишно).

**Определување на „В“ коефициентот на загуби**

Коефициентот „В“ е одговор на прашањето што претставува W (ват) од загубите на моќност во текот на целиот животен век, во денешно време. Коефициентот „В“ се определува со помош на следниов израз:

$$B = \frac{(1+i)^n - 1}{i \cdot (1+i)^n} \times C_{kWh} \times 8760 \times \left(\frac{I}{I_n}\right)^2, \text{ (€/W)}$$

$$B = A \times \left(\frac{I}{I_n}\right)^2, \text{ (€/W)}$$

каде: I - струја на оптоварување (A); I<sub>n</sub> – номинална струја (A)

**НАМАЛУВАЊЕ НА ЗАГУБИТЕ НА МОЌНОСТ ВО ТРАНСФОРМАТОРИТЕ**

Поради големиот број на трансформатори во дистрибутивниот систем, а и затоа што трансформаторите треба да работат континуирано во текот на целиот животен век, загубите на моќност достигнуваат значителни вредности. Подобрувањето на некои од нивните карактеристики може да доведе до значителни заштеди на енергија.

**Технички загуби на моќност**

Загубите во трансформаторите се поделени на две групи:

- загуби во празен од: постојат и кога ТР не е оптоварен, тие се практично константни, заради што заземаат голем дел од загубите на енергија.  
 - загуби при оптоварување: се резултат на протекувањето на струјата низ проводните делови (намотки, приклучоци). Овие загуби се променливи во текот на експлоатацијата и зависат од оптоварувањето.

За намалување на загубите на моќност во ТР, потребно е да се прилагодат јадрото и намотките. Проектот на ТР е комплексен, со многу карактеристики дефинирани во националните и меѓународните стандарди.

Загубите во празен од, можат да се намалат со избор на магнетни лимови со подобрени карактеристики. Важна улога во енергетската ефикасност на дистрибутивните трансформатори во однос на магнетното јадро има и: проектирање на магнетно јадро, сечење на магнетните лимови, изработка како и монтажа на јадрото. Зголемувањето на големината на јадрото, доведува до намалување на густината на магнетното поле, и на овој начин се подобрува ефикасноста на трансформаторот. Аморфните материјали се исто така значајни во дизајнирањето на магнетните јадра. Дистрибутивните трансформатори изработени од аморфни железни јадра можат да имаат дури до 70% помали загуби во празен од, во споредба со конвенционалните проекти, и можат да достигнат ефикасност до 99,7%. Загубите при оптоварување се пропорционални со оптоварувањето, и затоа треба да се води сметка за оптоварувањето во текот на целиот временски период. Овие загуби можат да се намалат со зголемување на пресекот на проводниците. Ова доведува до намалување на густината на

струјата, а со тоа се намалуваат и загубите. Друга технологија која може да се користи за зголемување на ефикасноста е намотките да бидат изработени од суперпроводни материјали.

**Регулаторни мерки**

Една од мерките за поттикнување на користењето на енергетски ефикасни дистрибутивни трансформатори е означувањето на нивната енергетска ефикасност со соодветна ознака која е меѓународно прифатена. Денес постојат поголем број програми во меѓународни рамки, со кои се настојува да се зголеми користењето на овие трансформатори. Минималните стандарди во најголем број случаи се резултат на компромис помеѓу барањата на сите инволвирани страни во оваа проблематика. Како резултат на тоа, стандардите вообичаено поставуваат не така високи граници, кои би овозможиле целосни економски и други бенефиции поврзани со заштита на животната средина.

Во светот се користат бројни стандарди за трансформатори. Во Европа за проблематиката поврзана со енергетската ефикасност на трансформаторите се користат стандардите на „Cenelec“, кои всушност се хармонизациони документи, и тоа HD 428 и HD 538 за маслени

и суви трансформатори. Во стандардите се дефинирани минималните вредности во однос на енергетската ефикасност на дистрибутивните трансформатори од 50 до 2500 kVA. Дефинирани се три категории А, В и С, во однос на загубите во празен од и загубите при оптоварување (Табела 2)

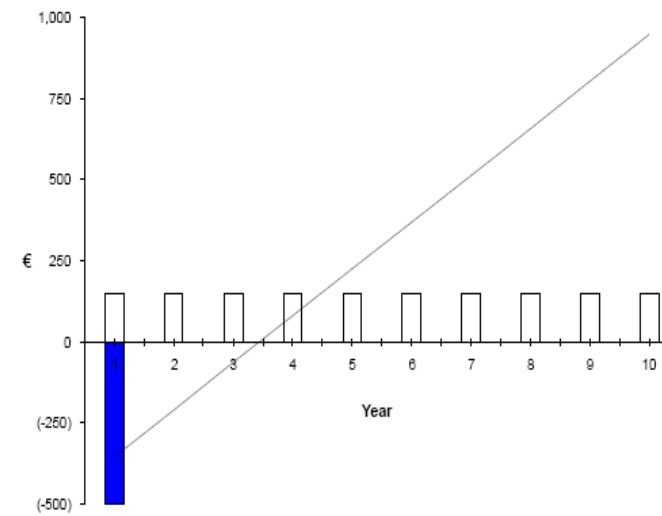
**Економски аспекти при купување на трансформатори**

Во голем број компании постојат различни сектори кои се занимаваат со порачки на опрема и нејзино одржување. Ова често доведува до тоа да се набавува трансформатор само врз база на понудената цена, а вообичаено помалата цена значи дека трансформаторот е со поголеми загуби. Бидејќи ТР имаа долг животен век, загубите значат значителни загуби на енергија, и при тоа финансиските средства за овие загуби неколку пати се поголеми од почетната цена на ТР. При споредување на понудите за трансформатори, неопходно е да се предвиди и капитализација на вкупните трошоци.

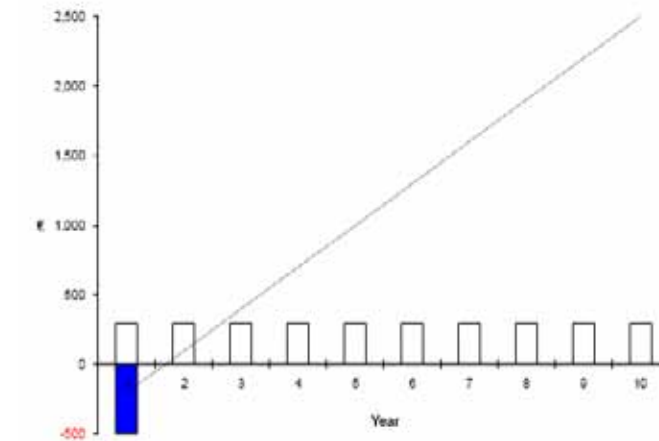
За процена на времето на враќање на почетната инвестиција за купување на еден ТР, во овој текст се анализираат три сценарија: стабилна економска состојба, рестрикции во снабдувањето

**Табела 2 Групи на дистрибутивни ТР во однос на загубите на моќност според HD 428**

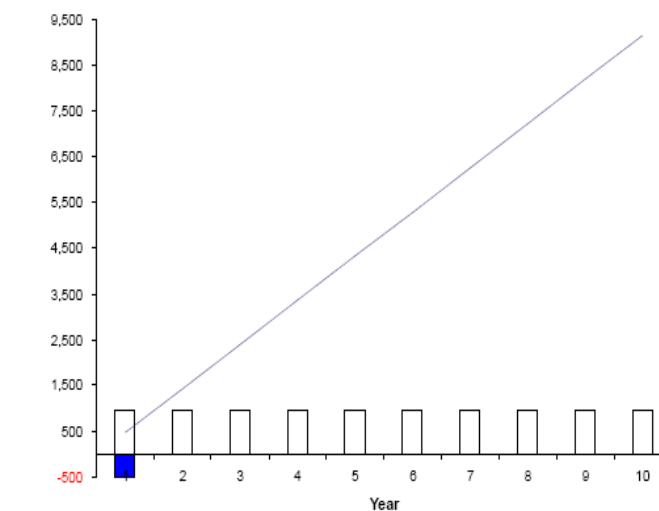
S <sub>n</sub>	Загуби на моќност при оптоварување			Загуби на моќност при празен од		
	тип А	тип В	тип С	тип А'	тип В'	тип С'
kVA	W	W	W	W	W	W
50	1100	1350	875	190	145	125
100	1750	2150	1475	320	260	210
160	2350	3100	2000	460	375	300
250	3250	4200	2750	650	530	425
400	4600	6000	3850	930	750	610
630 (4%)	6500	8400	5400	1300	1030	860
630 (6%)	6750	8700	5600	1200	940	800
1000	10500	13000	9500	1700	1400	1100
1600	17000	20000	14000	2600	2200	1700
2500	26500	32000	22000	3800	3200	2500



Слика 1 Економска анализа при набавка на ТР за стабилна економска состојба



Слика 2 Економска анализа при набавка на ТР во случај на недостиг на ЕЕ



Слика 3 Економска анализа при набавка на ТР во случај на обезбедување ЕЕ на слободен пазар

и променлива цена на електрична енергија. Анализата се однесува за дистрибутивен ТР со номинална моќност од 400 kVA.

Стабилна економска состојба значи дека нема промени на параметрите за снабдување со електрична енергија на потрошувачите. Загубите на електрична енергија во ТР можат да се определат според набавната цена на електричната енергија (0,060€/kWh). На слика 1 е покажано дека инвестицијата за купување на ТР со зголемена енергетска ефикасност се враќа за три години, и потоа со заштедата на енергија се создава профит. За период од 10 години, нето-добивката за инвеститорот би изнесувала околу 1.000 €.

Недостиг во снабдувањето со електрична енергија: во овој случај секој kWh загуби во ТР е kWh енергија што не може да се продаде. Како резултат на што инвестицијата во ТР со зголемена енергетска ефикасност се враќа за една година (слика 2). Нето-добивката во овој случај е околу 2.500 €.

Во случај кога дистрибутивната компанија се снабдува со електрична енергија на слободниот пазар, значењето на енергетската ефикасност на ТР станува уште поголемо. Во ваков случај, како што е прикажано на слика 3, инвестицијата за ТР се враќа во годината на набавка, и за време од 10 години скоро 10.000 € е нето-добивката.

**ЗАВРШЕН КОМЕНТАР**

Во дистрибутивните системи подобрувањето на енергетската ефикасност на опремата не е доволно поттикнато со соодветни регулаторни мерки. Дистрибутивните компании повеќе се заинтересирани за инвестирање во опрема со помала финансиска вредност, отколку во опрема со поголема енергетска ефикасност, која вообичаено е со повисока вредност. Нивото на енергетска ефикасност на опремата е сè уште ниско, поради тоа што трошоците за загубите на енергија паѓаат на товар на потрошувачите, односно се вклучени во регулираната цена на електричната енергија. Ова не ги поттикнува компаниите да инвестираат во високо енергетски ефикасни трансформатори, бидејќи не гледаат во тоа придобивки.

Проф. д-р Владимир Димчев, Проф. д-р Крсте Најденкоски, Проф. д-р Влатко Стоилков  
 Факултет за електротехника и информациски технологии  
 Универзитет "Св.Кирил и Методиј", Скопје  
 Здравко Стефановски, Трајче Андреевски  
 ГЕФ-проект при Министерство за економија – Проектна единица на светска банка

# МЕРНИ СТАНИЦИ ЗА ВЕТЕРНА ЕНЕРГИЈА ВО РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА

(Информациите во текстот се резултат на проектот „Воспоставување база на податоци за ветерна енергија на Република Македонија“ финансиран од „Sustainable energy project“ - GEF trust fund grant number TF57107), како проект-партнери учествуваат: Министерство за економија – Проектна единица на Светска банка и Факултет за електротехника и информациски технологии, Скопје



**МЕРНИ СТАНИЦИ БЕА ИНСТАЛИРАНИ НА ЛОКАЦИИТЕ: БОГДАНЦИ, БОГОСЛОВЕЦ, КОЖУФ И ШАШАВАРЛИЈА. ВРЗ ОСНОВА НА МЕРНАТА КАМПАЊА ЗА ВРЕМЕ ОД ТРИ ГОДИНИ, ДОБИЕНИ СЕ РЕЗУЛТАТИ СПОРЕД КОИ Е УТВРДЕНО ДЕКА ЛОКАЦИЈАТА БОГДАНЦИ Е СО НАЈПОВОЛНИ УСЛОВИ ЗА ИЗГРАДБА НА ПРВАТА ВЕТЕРНА ЕЛЕКТРИЧНА ЦЕНТРАЛА ВО МАКЕДОНИЈА**

Во последните дваесетина години сведоци сме на експлозивен развој на користењето на кинетичката енергија на ветерот за добивање електрична енергија. Ова се должи на светската тенденција за намалување на зависноста од фосилните горива, чии ресурси се ограничени, а притоа издвуните гасови од нивното согорување се главни причинители за зголемената емисија на CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub> и ефектот на глобално затоплување. Сè поголемото користење на обновливите извори се наметнува како логичен излез за надминување на оваа состојба. Од сите обновливи извори кои се користат, до сега ветерната енергија се покажува како најважен извор за експлоатација. Од електричните ветерни центри во 2012 година се добиени 2,1% од вкупно произведената електрична енергија во светот. Голем импулс за развојот на ветерните центри во деведесеттите години на минатиот век е постигнат благодарение на државните субвенции во цената на произведената електрична енергија во земјите на Европската Унија и САД. Во овој период се инсталирани голем број ветерни турбини и истовремено се реализирани голем број развојно-истражувачки проекти. Како резултат е постигнат значителен развој на технологијата на ветерните турбини. Индустијата за нивното производство е една од најбрзо растечките во последните две децении, со просечен годишен раст од над 25%.

Посериозните напори во истражувањето на потенцијалот на ветерната енергија на Република Македонија започнати се во 2004 година, кога неколку професори од Факултетот за електротехника и информациски технологии (ФЕИТ) при УКИМ во Скопје даваат иницијатива за започнување на соодветни истражувања. Како резултат на оваа иницијатива во 2005 година со поддршка на Електростопанство на Македонија изготвен е Атлас на ветрови за територијата на нашата земја од американската компанија AWS Truewind. Атласот е изработен врз основа на податоци добиени од метеоролошките сателити и пресметковен модел за релјефот на Македонија. Врз основа на добиените резултати, извршен е избор на четири најповолни локации на кои во летото 2006 година се инсталирани мерни станици

за мерење на брзината и правецот на ветерот. Овој проект е реализиран со финансиска поддршка на Министерството за надворешни работи на Кралството Норвешка. Носител на проектот беше ФЕИТ, а партнери беа Електрани на Македонија (ЕЛЕМ), а од норвешка страна компаниите NTE и KVT. Овие мерни станици беа инсталирани на локациите: Богданци, Богословец, Кожуф и Шашаварлија. Врз основа на мерната кампања за време од три години, добиени се резултати според кои е утврдено дека локацијата Богданци е со најповолни услови за изградба на првата ветерна електрична централа во Македонија. Целокупните натамошни активности за изградба на електраната ги води ЕЛЕМ и очекувањата се дека во текот на 2013 година ќе започне инсталирањето на првите ветерни турбини, со што и нашата земја ќе се впише во редот на држави кои ја користат ветерната енергија. ФЕИТ продолжува со истражувањето на потенцијалот на ветерна енергија и изнаоѓањето нови локации погодни за градење на ветерни електрани. Во 2012 година со поддршка на Светска банка – Проект за одржлив енергетски развој инсталирани се нови пет мерни станици на локации кои не беа опфатени со мерната кампања 2006-2009 година. Овие мерења ќе траат следните три години. Мерната кампања и управувањето со добиените податоци е во надлежност на Агенцијата за енергетика на РМ, а во соработка со ФЕИТ. Во продолжение на текстот ќе бидат дадени информации за начинот на избор на локации, за инсталираната мерна опрема, како и првичните резултати.

## ИЗБОР НА ЛОКАЦИИ ЗА МЕРНИ СТАНИЦИ ЗА ВЕТАР

Изборот на дадена локација за мерна станица зависи од целите на програмата за истражување, како и од претходното искуство при процена на енергетските ресурси на енергијата на ветерот. Целиот процес може да се подели на три фази:

- прелиминарна идентификација на локацијата,
- евалуација на ветерниот потенцијал на локацијата и
- детална енергетска евалуација.

Прелиминарната идентификација на локацијата е првиот чекор во градењето на ветерна електрична централа и е многу важен за конечниот успех на проектот. На почетокот на процесот треба да биде испитан релативно голем регион (на пр. државно земјиште или област на компанијата за производство на електрична енергија). Исто така, треба да се имаат предвид и дополнителни информации како што се: постојни атласи на ветерот, информации за ветерот од аеродромски бази на податоци, релјефот на теренот, другите индикатори како налегнати дрвја или информациите од локалните жители исто така може да бидат вредни. Информациите за инфраструктурата како што се: патишта и локални патишта, електроенергетска преносна мрежа и трафостаници, згради, радар и забрани во воздушниот простор, треба да се земат предвид во оваа фаза.

Евалуацијата на ветерниот потенцијал на дадена локација е всушност мерна кампања со цел да се карактеризира потенцијалот на ветерот за дефинирана област. Целите на оваа фаза се: да се верифицира дали постои доволен потенцијал на ветерот на дадена локација за да се оправдаат натамошните истражувања, да се споредат локациите и да се направи разлика на нивниот потенцијал, и да се добијат репрезентативни податоци за процена на потенцијалот и/или економската оправданост за избраните ветерни турбини.

Третата фаза е микропроцена, нејзината цел е да се квантифицираат малите промени на потенцијалот на ветерот на разгледуваниот терен. Како крајна цел е да се позиционираат ветерните турбините на дадена локација, за да се максимизира целокупното производство на централата на ветар.

Изборот на петте локации (Берово - Мачево, Св. Николе - Орел, Куманово - Старо Нагоричане, Битола - Могила и Сопиште - Козјак) каде се поставени мерните станици е извршено врз следните претпоставки:

- Атласот за ветар на Македонија на фирмата AWS Truwind;
- Искуството и распоредот на претходно инсталираната мерна опрема;
- Да се покрие поголема територија на

земјата со цел да се направат корелации;

- Конфигурацијата на релјефот;
- Инфраструктурни елементи како: пристапни патишта, електроенергетска мрежа и сопственост на земјата.

Монтажата на мерните станици беше извршена во јули, август и септември 2012 година. Во Табела 1 се дадени датумите од кога е започнато мерењето на секоја мерна станица.

Табела 1.

ЛОКАЦИИ	Почеток на мерењата
Св. Николе - Орел	01.07.2012
Могила	20.07.2012
Старо Нагоричане	26.08.2012
Берово - Мачево	21.09.2012
Сопиште	22.09.2012

На слика 1 се прикажани локациите каде се поставени мерните станици, а на сликите 2 и 3 се прикажани фотографии од локациите.

### МЕРНИ СТАНИЦИ – ИНСТАЛИРАНА МЕРНА ОПРЕМА

#### Сензори за мерење брзина на ветар – анемометри

За мерење на брзина на ветерот во инсталираните мерни станици се користат анемометри. Овие сензори се робустни и



Слика 1. Географска карта на РМ со означени локации на мерните станици



Слика 2. Мерна станица во Берово



Слика 3. Сензори на мерна станица

со пристапни цени. Тие се состојат од три полусфери или конусни чашки, поставени под агол од 120° околу централната оска (слика 4). Анемометарот има идентичен одзив на ветерот кога доаѓа од различни правци и барем една полусфера е завртена нормално на правецот на ветерот. Ротацијата на сензорот е линеарно пропорционална на брзината на ветерот за дадено мерно подрачје. Анемометарот ја преобразува силата на притисок на ветерот во електричен сигнал, кој преку кабел се испраќа до даталогерот. Во даталогерот се пресметува актуелната брзина на ветерот врз основа на позната преносна функција на анемометарот.

#### Сензори за правец на ветар

Сензорот за правец на ветар се состои од ветроказ поставен на вертикална оска (слика 5). Ветроказот константно ја менува својата позиција согласно со правецот на ветерот и се поставува во неговиот правец на дување. Најголем број од овие сензори користат потенциометар како преобразувач чиј излез е електричен сигнал кој одговара на правецот на ветерот, изразен во степени. Електричниот сигнал преку кабел се носи во даталогерот. Референтна точка е север и порамнувањето на позицијата на ветроказот е во однос на оваа точка. Во даталогерот се пресметува актуелниот правец на ветар.

#### Други сензори

Други сензори кои се користат во мерните станици се: сензор за температура на

воздухот, сензор за атмосферски притисок, пиранометар за мерење соларна радијација. Најчесто се користи температурен сензор и се препорачуваат термоотпорнички сензори или полупроводнички сензори. Самиот сензор е ставен во куќиште кое го штити од директното сончево зрачење.

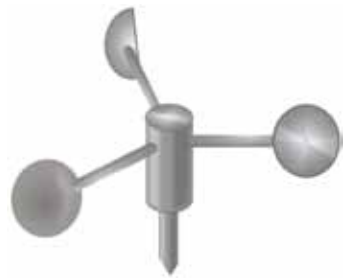
#### Даталогер

Уредот за зачувување на мерните резултати или даталогер мора да има доволно меморија да ги архивира мерните резултати од сите сензори во текот на една година (слика бр. 6). Резултатите се запишуваат на мемориска картичка. Сензорите испраќаат мерен резултат на секои 2 секунди, а даталогерот врши усреднување на мерните резултати на 10 минути, кој резултат се запишува во меморијата. Даталогерот мора да поседува GSM комуникациски модул за далечински пренос на мерните резултати. Мерните податоци треба да се запишуваат во текст датотеки кои може да се обработуваат со различни програми како MS Excel, MS Access, SQL дата бази и други.

Производителот на дата логерот мора да даде и соодветен софтвер за комуницирање со даталогерот, префрлување на мерните податоци, графичка презентација и архивирање на истите.

### МЕТОДОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА НА МЕРЕНИТЕ ПОДАТОЦИ

Податоците од мерните станици за ветар се добиваат на полудневна и дневна база во



Слика 4. Анемометар со три полусфери и три конуса



Слика 5. Сензор за правец на ветрот



Слика 6. Логер на податоци од компанијата NRG Systems, искористен во мерните станици

датотеки со бинарен запис. Ваквите датотеки се наменети за отчитување со софтверската алатка Symphonie Data Retriever (SDR) на компанијата NRG Systems. Со помош на софтверот, мерни податоци се конвертираат во датотеки со текстуален ASCII податочен формат кои претставуваат основа за градење на базата на податоци.

Од базата на податоци се добиваат следните информации и извештаи:

- **Информации за мерната локација и мерната опрема:**
- Информации за мерната локација: назив, код, надморска висина, географски координати, временска зона.
- Информации за мерната опрема.
- **Извештаи од мерењата:**
- Месечен извештај за квалитетот на мерни податоци. Квалитетот на неисправните податоци се категоризира во една од три категории (замрзнат сензор, неисправен сензор и неисправни мерни податоци). Процент на неисправни податоци согласно со споменатата категорија на месечно ниво.
- Средна брзина на ветар од одреден сензор на одредена висина (6 сензори на висина од 30 m, 40 m и 50 m, по два сензори на секоја висина) изразени во m/s. Месечни средни вредности за брзините на ветар во интервал на усреднување од 1 час.
- Фреквентна (Ваибулова) дистрибуција на брзините на ветар за период од еден месец со резолуција од 1m/s. Број на 10-минутни

интервали за целиот период врз кои се прави пресметката на средни вредности.

- Роза на ветрот во 12 сектори. Приказ на вкупната енергија на ветрот по правец и време на дување на ветрот по правец изразени во проценти. Просечен временски интервал по сектор во кој ветерот дувал со брзина поголема од 4,5 m/s.
- Средна вредност на температура, атмосферски притисок и напон на батеријата на модулот за комуникација.
- Целосен збиен извештај за мерењата. Минимална и максимална вредност на величината, времето и датумот на појавување. Стандардна девијација на аритметичка средина. Доминантен правец на ветар.

**ПРИКАЗ НА РЕЗУЛТАТИ**

За секоја од мерните станици добиените резултати се прикажуваат графички и табеларно. Се добиваат следните табели и графици: брзина на ветрот во m/s за секој месец (слика 7); фреквентна (Ваибулова) дистрибуција за брзината на ветрот (слика 8); роза на ветрот (слика 9); сумарен извештај за секоја мерна станица за даден период; сумарен извештај за резултатите добиени од анемометрите со време на усреднување од 6 часови. Во Табела 2 се дадени средните вредност за брзините на ветар за поедините локации од почетокот на мерната кампања до крајот на 2012 година.

Табела 2 Средни брзини на ветар за поедините локации

Локации	Св. Николе	Могила	Ст. Нагоричане	Берово	Сопиште
Средна вредност на брзини на ветар (m/s)	4,3	3,4	6,3	3,4	3,4

# ПРВА СТУДЕНТСКА КОНФЕРЕНЦИЈА НА ТЕМА ЕНЕРГЕТСКА ЕФИКАСНОСТ И ОДРЖЛИВ РАЗВОЈ – ЕЕОР 2013

Од 16-ти до 18-ти мај 2013 година, во организација на Факултетот за електротехника и информациски технологии – Скопје, се одржа Првата студентска конференција на тема Енергетска ефикасност и одржлив развој – ЕЕОР 2013. Ова е прва студентска конференција од таков вид во нашата земја, чија што иницијатива за организирање потекна од студентите на ФЕИТ, со надеж дека ќе стане традиционална, етаблирана и интернационална студентска конференција во областа на енергетската ефикасност и одржливиот развој во Македонија. Со оваа студентска конференција ќе се овозможи развој на научни вештини и компетенции за истражување на студентите, кои ќе придонесат за оформување на поквалитетни академски кадри во областите на енергетска ефикасност и одржлив развој. На конференцијата се одржаа четири работни сесии на кои се презентираа истражувања од областите на: Обновливите извори на енергија, Енергетска ефикасност во градежништво и архитектура, Социјални, економски и еколошки

аспекти на одржливиот развој и Енергетски ефикасни уреди и материјали. Оваа конференција ја постигна својата главна цел и ги обедини истражувањата од различни области, со што студентите стекнаа нови знаења и практични искуства кои ќе помогнат во понатамошниот професионален развој на учесниците. На конференцијата се претставија педесет и два автори со своите истражувања. Конференцијата ќе стане традиција на Факултетот за електротехника и информациски технологии. Во месец мај 2014 година се планира одржувањето на втората студентска конференција на истата тема.





Фабриката на Кнауф во Дебар ја преработува една од најквалитетните руди на гипс во светот. Со милениуми наназад гипсот се користел како градежен материјал, а примената на истиот не е прекината до денес. Освен во градежништвото, гипсот се употребува и во медицината, стоматологијата, прехранбената индустрија итн. Неговата рН вредност, иста како кај човечката кожа, е причина повеќе за негово лесно прифаќање од човекот.

И покрај традицијата и довербата, наш најсилен адут е контролата на производите. Кнауф уште од почетоките редовно е носител на т.н. Печат за здрав материјал издаден од IBR од Германија. Најновото ресертифицирање во август 2011 сакаме да не остане необележано, бидејќи сметаме дека сите што се повеќе ги употребуваат гипсените плочи на Кнауф, заслужуваат да знаат што имаат во своите домови и работни простории.



Institut für Baubiologie Rosenheim GmbH

# CERTIFICATE OF AWARD

Based on the excellent test results, the Seal of Approval



is hereby awarded to

**Knauf Radika AD**  
MK-1250 Debar

for the test item

**gypsum board**

by the Institut für Baubiologie Rosenheim GmbH.

Reimut Hentschel, Managing Director

Rosenheim, August 2011

*“Институтот за градежна биологија Розенхајм ГМБХ, врз база на одличните резултати на испитувањата, го наградува КНАУФ РАДИКА АД со овој Печат за квалитет за производот: гипсена плоча. Институтот потврдува целосно отсуство на VOC (испарливи органски компоненти), биоциди, тешки метали и радиоактивност. Рајмут Хенчел, директор, Розенхајм, август 2011.”*

The Seal of Approval is awarded for 2 years. In the interest of consumers, follow-up testing of the products must be performed in due time before the Seal of Approval expires. The applicant will have to reapply for these tests.

IBR Institut für Baubiologie Rosenheim GmbH D-83022 Rosenheim Münchener Straße 18 Tel. +49(0)8031 3675-0  
Managing Director: Reimut Hentschel Commercial Register: HRB Traunstein 5362 VAT ID: DE 131182830  
[info@baubiologie-ibr.de](mailto:info@baubiologie-ibr.de) [www.baubiologie-ibr.de](http://www.baubiologie-ibr.de)