

БРОЙ 4 2008

# QМ

АЛУМИНИЙ, PVC, СТЬКЛО  
И ТЕХНИТЕ ХОРА В БЪЛГАРИЯ

## ОБЛАГОРОДЕНАТА СВЕТЛИНА от Кьостер

### Четвърти симпозиум: Модерната архитектура

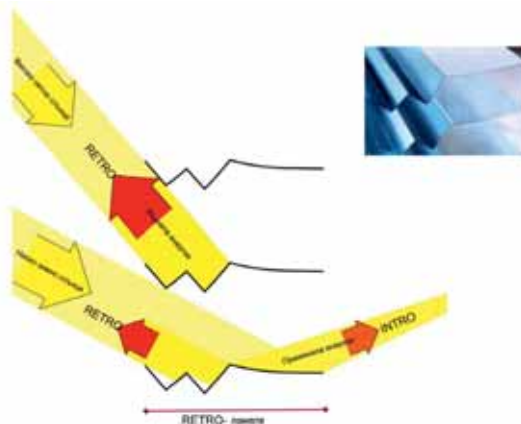


# ТЕНДЕНЦИИ

## Игра със светлината

През последните години, вследствие на бурното развитие на строителството, в България "никнат като гъби" множество сгради с обществено предназначение – офис центрове, молове, хотели, административни сгради на големи фирми и т.н. Външната част на много от тях е изпълнена със стъклена окачена фасада. До скоро грижата на проектантите и архитектите бе да се запази топлината вътре в сградата, постепенно и на по-късен етап бе осъзнат проблемът, свързан с прегряването ѝ. Тогава еднозначно се стигна до извода, че охлаждането (климатизацията) на сградата заедно с дневната светлина, се явява също толкова важен проблем, ако не и по-съществен от запазване на топлината вътре - аспект, свързан понастоящем с масовото навлизане на стъклените фасади. Затова вниманието на специалистите се насочи към директната „защита“ на сградата и нейните обитатели от прекомерното слънцегреене. Вече и у нас започна съзнателното търсене на слънцезащитни съоръжения още на ниво планиране. Известно е, че по нашите географски ширини в периода между пролетта и есента на всеки квадратен метър попада около 600 W слънчева енергия, която като се умножи по големите площи на стъклените фасади дава колосално количество енергия. Тази енергия трябва да бъде разсеяна, но проблемът е многопланов, не само чисто икономически, т.е. свързан с първоначални инвестиции в охлаждаемостта и експлоатационни разходи по сградата, но и хуманен, директно касаещ комфорта на обитателите вътре в сградата. Този проблем обаче има и чисто естетическа страна, защото всички видове слънцезащитни съоръжения на практика се разполагат върху фасадата на сградата. Съществуват няколко основни подхода при реализиране на слънцезащитата. На първо място, това е огромното многообразие на засенчващи устройства – от външни и вътрешни

*Саморегулираща се система, зависима от ъгъла на падане*



щори през различни сенници и капаци до стъклени и алуминиеви слънцезащитни ламели, предлагани от системните доставчици на фасадни конструкции. Втората основна група слънцезащитни мероприятия се реализира чрез употребата на различни видове стъкло, т.е. гигантите в производството на стъкло – AGC, Pilkington, Saint-Gobain, Guardian – отдавна са оценили необходимостта от слънцезащита на помещенията и затова са разработили разнообразни серии стъкла със слънцезащитни свойства, като за съответната оценка на техните качества в тази посока служи въведеният коефициент „g“. Колкото е по-висок този коефициент, толкова по-ниско ниво на слънцезащита осигурява съответният продукт.

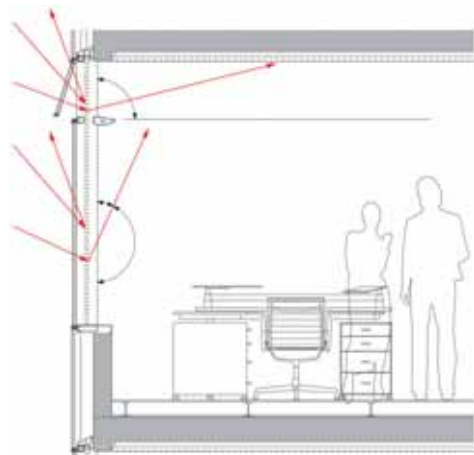
Основният проблем, който се явява при разумно организиране на слънцезащитата, е от физическо естество и по-конкретно - в енергията, достигаща до земята. Тя е разпределена спектрално, а видимият спектър е само част от нея. За предоставяне на нужния комфорт на ползвателите, е необходимо голяма част от видимия спектър на светлината да бъде пропуснат вътре, с цел да се осигури максимално количество дневна светлина в помещението и да се спре (да остане отвън) всичкото онова количество енергия, което нагрява сградата.

Механичните слънцезащитни системи (от рого на щори, сенници и т.н.) трудно се справят с тази задача. На практика те спират едновременно и видимия, и чисто енергийния спектър в еднаква степен. По-усъвършенстваните механични слънцезащитни системи, предлагани от реномираните производители на фасадни конструкции, дават частично решение на проблема. Чрез специфично разположение на слънцезащитните елементи, предварително дефиниран ъгъл или чрез движение на самите слънцезащитни елементи по зададена програма (следваща по определен начин траекторията на слънцето), става прехвърлянето на контролирано количество дифузна светлина вътре в сградата.

Производителите на стъкла разработват множество модифициращи слоеве (като резултатът са т.нар. модифицирани стъкла с меко покритие), които „работят“ като лентов селективен филтър, пропускащ голяма част от вълните с дължина във видимия спектър и отразяващ ултравиолетовите и инфрачервените лъчи. Но постигането на ниски стойности на g-коефициента практически след определени граници става възможно с промяна в цветовия състав на самата светлина и общо затъмнение от вътрешната страна на фасадата.

Третият вид слънцезащита можем условно да наречем „оптична“. Тази сравнително нова тенденция в слънцезащитата е развивана от относително малък брой фирми. Основната идея при нея е, използвайки физическите свойства на светлината

# ТЕНДЕНЦИИ



Разпределена светлина в помещението и извеждане на топлинна енергия навън

и процесите на отражение и фокусиране, да се достави гостатъчен пренос на светлина вътре в помещенията, като по-голямото количество топлинна енергия (което на практика все още не достигнало интериора) се фокусира извън фасадата и съответно се разсейва във въздушното пространство пред сградата. Основното предимство на този тип системи е, че те са максимално прозрачни и като правило се употребяват с прозрачни (немодифицирани, разбирай евтини) стъкла, но в крайна сметка, успяват да постигнат най-ниски g-коэффициенти, съхранявайки изцяло „цвѳета“ на дневната светлина. Това е специфично направление в слънцезащитата и то се развива предимно от високотехнологични инженерингови фирми, основно в Европа, които постепенно акумулират огромно ноу-хау.

За наше удоволствие успяхме да се свържем с една от водещите компании, насочила дейността си в това ново направление. Изборът ни се спря на компанията Koester Lichtplanung, тъй като основателят на фирмата – г-р инж. Хелмут Кьостер още от началото на своята кариера възприема светлината като архитектурен елемент и търси начини

за нейното „култивиране“, като стремежът му е да я превърне в част от естетиката, а после – и от енергията на сградата.

Фирма Koester Lichtplanung е позната с разработките си и иновативните решения, свързани с използването на слънчевата светлина. Тя е изпълнявала обекти във всички краища на света, като преобладаваща част от тях е в страни с изключително интензивно слънцегреене (бел.ред.). През последните години нейни забележителни проекти са реализирани както в Европа, така и в Азия.

Архитект г-р инж. Хелмут Кьостер специализира своя офис като експертен тим в областта на използването на дневната светлина, техниката на изграждане на фасадите и вътрешното интелиорно осветление.

Фирмата е позната със своята сила в разработките и прилагането на иновативни решения, разработването на ретро-техниката при ползване на дневната светлина, интегрални фасадни системи, както и множество осветителни тела, вградени осветителни тела и пренасочващи светлината тавани. Разработените във фирмата програми за симулиране на слънчевите радиационни потоци и енергийни свойства на фасадите са в основата на всяка една енергийна концепция при проектирането на сгради. Още в ранните стадии на проектиране ефектът на синтеза се реализира посредством интердисциплинарното коопериране между архитекти, строители и специалисти от различно области.

Широкото международно ниво на работа на офиса се утвърждава и от издадената от г-р Кьостер книга „Daylight Dynamic Architecture“, публикувана на няколко езика, както и от неговата активност като лектор.

Фирмата е работила в коопериране с множество архитектурни офиси и архитекти между които: Gatermann + Schossig, Köln; HOK, London; Willmote Architects, Paris; Richard Rogers, London; Heinz Zimmermann, Zürich; Virender Khanna & Ass., New Delhi.



Сградата на Бундестага, Берлин  
Архитектурно бюро: Rave, Rave, Stankovic



Държавна застрахователна компания RZVK, Кьолн  
Архитектурно бюро: Gatermann + Schossig

# ТЕНДЕНЦИИ

При подготвянето на материала влязохме в контакт и с българския представител на Koester Lichtplanung – **инж. Кирил Велковски**. Научихме, че неговата работа не е само представяне на немската компания у нас. Професионалното му развитие и кариера са свързани пряко и специалността и търсенията му в тази област датират отдавна. Завършил успешно геофизика в България, работи в последствие в Германия, където започва целенасочено да се занимава с разработката и развитието на софтуер за Koester Lichtplanung, предназначен за енергийното обследване на проекти (във всичките му аспекти) и който той „написва“ и доразвива по-късно. Този тясноспециализиран софтуер понастоящем се ползва както от Koester Lichtplanung, така и от други фирми, обследващи енергийно ефективни сгради.

Благодарение на професионализма на инж. Велковски и широките му познания в материята, сложните физични аспекти на проблема достигнаха до нашите читатели в достъпна и разбираема форма. Затова си позволяваме рубриката „Тенденции“ този път да бъде представена от него в доста нетрадиционен и неспецифичен вид. Предоставяме ви разказа на инж. Кирил Велковски в почти автентичен вид:

***Г-н Велковски, каква е връзката между енергийната ефективност при масова употреба на стъкло във фасадните конструкции на сградите и пасивната слънцезащита? И какво налага пасивната слънцезащита да бъде изведена от позицията на декоративен елемент и погледът към нея да бъде като към технология, имаща своята сериозна икономическа обосновка?***

По принцип отговорът на този въпрос е комплексен, но в основата му стои централното тяло в нашата близка вселена, което е дало възможност да се развие живот на нашата планета, респективно и ние да съществуваме като живи и разумни същества – Слънцето. Ще си позволя за момент да навляза в чисто физична материя и, ако мога, да представя нещата в популярна форма.



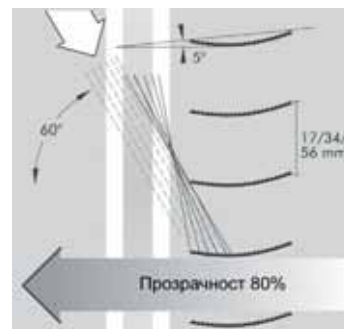
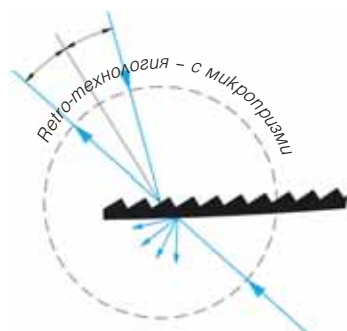
Всяка секунда до земната повърхност достига мощен поток от лъчиста енергия, която по своята същност представлява електромагнитни вълни с висока честота, разпределени в широк диапазон дължини на вълните и с различна мощност. Ние пряко изпитваме влиянието на тази енергия през светлата половина от денонощието.

Количественото разпределение на тази енергия в слънчевия спектър е заключено в диапазона с дължина на вълните от 100 nm до 2700 – 3000 nm, който се разделя на следните части: UV - ултравиолетов спектър (100 nm до 380 nm), допринасящ едва с няколко процента за общото количество доставена енергия; видим спектър или т. нар. светлина (380 – 780 nm) – приблизително 52% от общото количество енергия, и третият IR - инфрачервеният спектър (от 780 nm до 2700 или 3000 nm по-различни източници), където е съсредоточено останалото немалко количество енергия. Инфрачервеният спектър е тази част от слънчевото лъчение, която пряко чувстваме като топлина, когато сме под слънчевите лъчи.

Говорейки за стъкло и стъклени фасади, би трябвало да се прави разлика между топлинно и радиационно предавана енергия, като две различни форми на предаване на енергия. Стъклото, в



# ТЕНДЕНЦИИ



общия случай, в голяма степен е прозрачно за радиационната енергия и в същото време то може да бъде топлинен изолатор. При огряването на една остъклена фасада от слънчева енергия за голяма част от лъчите то ще бъде прозрачно и няма да представлява реална преграда или бариера, която да спре или нормира постъпването ѝ в интериора. Веднъж попаднала в интериора, тази лъчиста енергия, след серия отражения в предметите, ще се раздели и част от нея ще го напусне, но една, не малка част, практически ще бъде преобразувана в топлинна енергия, която вече по веригата, ще трябва да бъде компенсирана от охладителите, за да се запази комфорта.

Именно тук, наред с типа употребени стъкла, своята сериозна роля и реална икономическа обосновка намира и пасивната слънцезащита.

Ролята на системите за пасивна слънцезащита пряко се определя от възможността ефикасно да защитят интериора посредством нормиране и пренасочване. По този начин се разтоварва до голяма степен и климатичната инсталация. Нещо повече, определени модели предлагат възможност за пренасочване и употреба на естествена дневна светлина в дълбочина на интериора и при подходящи външни условия, като значително се

елиминира нуждата от използване на интериорните осветителни тела. Този ефект води до намаляване на консумираната енергия (за осветление) пряко и косвено поради факта, че всяко работещо осветително тяло освен светлина, произвежда и топлина.

## **Ретро-технологията, какво представлява тя?**

Ретро-технология, ретро като термин е възприет условно. Повечето разработени системи обработват слънчевата енергия по начин, който я отправя обратно или в близка посока на тази, от която идва. Един вид условно се получава обратно връщане, с което е свързан и термина ретро. Смисълът, заложен в случая е обратно действие, обратно връщане. Защо обратно? Препращането на отразената енергия в грешна посока или към съседна сграда често поражда сериозни проблеми. И тук вече добрият инженеринг е задължителен. Като технология ретро-технологията позволява да бъде достигнато значително редуциране на охладителни мощности при гарантирано запазване на комфорта и нормите. В общия случай е възможна редукция до 50%, когато се използва тази технология. Основният товар, който остава да бъде изравнен от охладителите, са предимно вътреш-



Логистичен център, Вегенсвил  
Архитектурно бюро: HZDS Heinz Zimmermann



Административна сграда, Бохум  
Архитектурно бюро: Gatermann + Schossig



Централа на Audi, Инголщад  
Архитектурно бюро: Henn Architekten

# ТЕНДЕНЦИИ

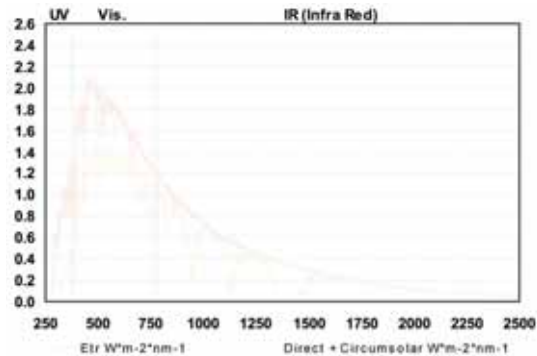


ни източници на топлина, плюс топлинният пренос по фасадите в екстремни условия, но и за това вече има технологии, позволяващи той да бъде регулиран до разумни минимални норми.

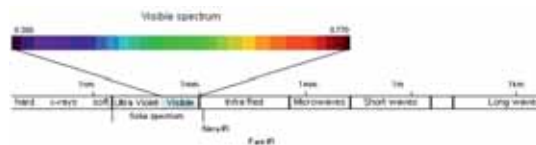
Това предоставя възможност за реализиране на реални енергийни спестявания, към които, ако се прибавят и възможностите за активна употреба на дневната светлина в дълбочина на интериора, енергийните спестявания могат да достигнат до внушително процентно число.

Защо ретро-технология и най-вече защо технология? Защото това е комплекс от методи, материали, инженерингови решения и съответното им превъплъщение, позволяващи ефективно да бъде използвана дневната светлина и слънчевата енергия, която иначе ни са дадени от природата безплатно. При инженеринга всеки проект е уникален. Няма общо решение. Единственото конкретно такова е, че трябва да бъде анализиран и оптимизиран според конкретните цели и задачи и съответно конкретните особености, локалният климат. И това е пътят да бъде достигната наистина висока ефективност.

**Може ли да се направи сравнение като фор-**



Разпределение на енергията в слънчевия спектър



Видим спектър

## ма на защита между силните слънцезащитни стъкла и оптичните слънцезащитни системи?

Успешното решение на проблема със защитата от слънчевите лъчи при сгради с масова употреба на стъкло във фасадите условно е свързано с две основни стратегии :

- 1) Да се заложи на употребата на силно слънцезащитно стъкло, например с фактор на проникване 0.32 или 0.22. В общия случай - оцветено стъкло.
- 2) Управлението на слънчевата енергия да се повери изцяло на оптична пасивна слънцезащита. В този случай е без особено значение видът на стъклото, респективно е възможна употребата на безцветно стъкло и активното ползване на дневната светлина.

В първия случай нормирането се постига със специализирани слънцезащитни стъкла, но това е постижимо само до определени нива, без да



Офис сграда, Мобимо, Цюрих

Архитектурно бюро: Heinz Zimmermann, Rolf Läubli Architekten

# ТЕНДЕНЦИИ

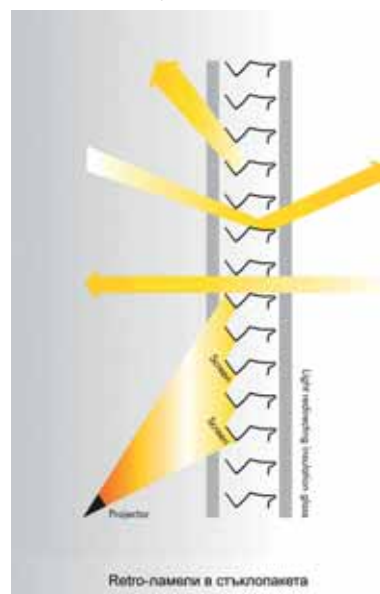
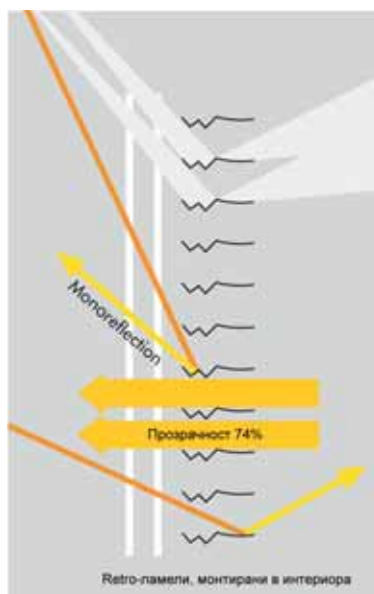
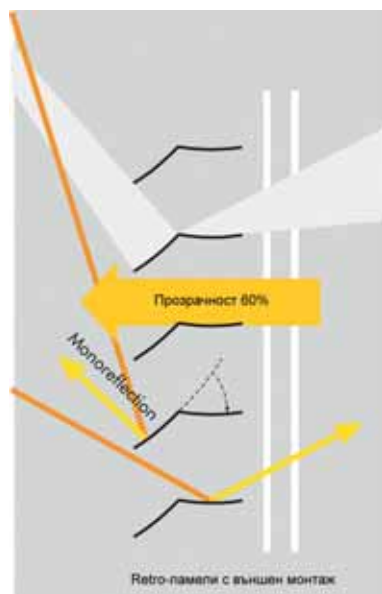
бъде за сметка на качеството на светлината. Под тези нива, то вече е за сметка на качеството на светлината и, разбира се, съответната допълнителната стойност, цена. Спектрално селективните стъкла, които най-общо пропускат предимно светлина (условно казано) и игнорират останалите части от слънчевия спектър, достигат стойности до 39-36% фактор на проникване при относителен, нека да го наречем условно малък компромис по отношение цвета. Има модели стъкла, достигащи стойности до 22-20%, но с условие за сериозен компромис с качеството на светлината. Веднъж поставени, селективните стъкла ограничават възможността за пренос на енергия по максимум до определената от тях норма, примерно 36%, и повече от това не е възможно.

Втората стратегия не зависи съществено от типа употребено стъкло, особено ако ретро-оптичната слънцезащита е поставена в двойната фасада или пред нея. Но дори системите за пасивна слънцезащита да бъдат разположени в интериора, нивата на пренос на слънчева енергия са също много ниски поради специфичните им свойства. При употреба в комбинация с прозрачни, високо пропускливи стъкла и двойна стъклена фасада, нормалните нива на енергиен пренос са от порядъка на 10% - 7% и по-малко, при запазване качеството на проникващата светлина. Тези ниски нива на пропускливост остават практически константни за много широк диапазон на ъглите, под които е възможно да пристига слънчевата енергия. Напълно се запазва възможността светлината да бъде манипулирана, доставена и употребена дълбоко в интериора. От друга страна, остава реалната възможност системите да бъдат прибраны и цялата енергия да бъде нормирана само от номиналната стойност на стъклата. При стъкла с фактор на проникване 50% или дори 55%, горната граница на възможности вече е изтегле-

на високо, което пряко работи в помощ на отоплителната система при нужда или може да се и ползва за други цели. Такива системи, комбинирани с автоматиката на оптичните слънцезащити, дават възможност цялостното управление на фасадите по отношение на енергийния пренос да бъде манипулирано само по софтуерен път. Крайният резултат е възможността преносът на енергия през фасадите, в това число и на светлината, да бъде регулиран в много широки граници - от 50% до под 10%, съобразно конкретните нужди.

България е страна с добре изразени сезони - Зима и Лято, и условията през тези сезони, изискват взаимно изключващи се свойства на слънцезащита и вид на фасадата по отношение на възможностите за лъчист енергиен пренос. Най-образно казано, колкото възможността за раздалечаване на стойностите между максимален и минимален лъчист енергиен пренос през една фасада е по-голяма, т.е. потенциалът за динамично регулиране на този енергиен поток е по-голям, толкова по-добре ще може да се отговори на иначе взаимно изключващите се сезонни изисквания.

В Европа и по света (особено в районите с интензивно слънцегреене) има създадени и инсталирани подобни работещи, интелигентни и авангардни фасади, които са многофункционални. Те са симбиоза от възможности за производство на енергия, отлични топлинни и изолационни качества -  $U_w$  около и под 0.5, отлични слънцезащитни качества с възможност фактора на проникване да бъде поддържан константно около 10% при запазена отлична прозрачност на системата и активно използване на дневната светлина в дълбочина и възможност по софтуерен път да бъде управляван в диапазон от близо 50% до под 10%. Чрез такива комплекси от инженерни решения фасадата отговаря адекватно на външните условия и осигурява относително постоянен комфорт на обитатели-



# ТЕНДЕНЦИИ

те вътре, като запазва разходите на енергия в разумни граници, лятно време – защитавайки сградата от прегряване, а през зимата – позволява „улавянето“ на ценната енергия.

През последните години има реализирани и множество други по-големи и по-малки проекти с подобни или близки високоефективни и интелигентни фасади.

Възможна е и комбинираната употреба на двете стратегии – на модифицирани слънцезащитни стъкла и ретро-оптична слънцезащита. Въпрос на цели, желани резултати и ефективност. Те не си противоречат основно, а се допълват, предоставяйки значително по-широк и богат избор на възможности за архитекти, конструктори и инвеститори. Все пак нека се има предвид, че употребата на тежки цветни слънцезащитни стъкла или покрития практически изключва възможността да бъде ползвана ефективно дневната светлина, особено в дълбочина на интериора.

**Кое е оптималното място за употреба на оптичната слънцезащита - в интериора зад стъклопакета, в стъклопакета или пред него?**

Практически е възможен всякакъв вид употреба. Също така не е проблем използването дори в наклонени и хоризонтални покривни конструкции. Енергийният пренос може да се илюстрира с някои подробни данни, които са публично достъпни на интернет страниците на Koester Lichtplanung и RetroSolar.

За всички модели и позиции е характерна възможността за активно ползване на дневната светлина. Цитираните стойности са при отворено положение на системите, т.е. при хоризонтални елементи и визията през тях е максимална. Ако бъдат напълно затворени, естествено енергийните характеристики ще спаднат многократно.

Когато системите са в интериора, нивата на нормиран енергиен пренос са в рамките на 16-18%. Това е така, защото цялата философия в този случай е подчинена на правилото, че вторично отделената топлинна енергия практически остава в интериора. Този монтаж може би е най-неблагоприятният от енергийна гледна точка, въпреки че привидно има отлични показатели за енергиен пренос при запазени визуални свойства и качество на светлина в сравнение с множество други системи. Ако се следи строго енергийната ефективност, тази модификация е за препоръчване само когато няма други възможности или поради някакви други специфични причини.

По отношение на инсталирането в стъклопакета има разработени модификации и вече са въведени в експлоатация на много места. Енергийният пренос достига до 10%, а в някои случаи и под тази стойност при запазване на визуалния комфорт. Има много разработки в тази посока, дори и такива, които не използват оптичната

слънцезащита, разбира се, при други номинални стойности на енергиен пренос. Искам да подчертая обаче, че тази разновидност изисква топ ниво на инженеринг. Малки грешки водят до меко казано странни резултати. Освен това видимостта през тези системи е в относително по-стеснени граници поради факта, че елементите са малки и се разполагат плътно. Все пак трябва да спомена, че такива системи напълно игнорират нуждата от поддръжка, което е голям плюс в съчетание с енергийните им характеристики и гъвкавостта да бъдат употребявани практически навсякъде – по фасади, наклонени или хоризонтални покриви. Интересна тук е възможността на някои специално проектирани модели да бъдат използвани като медия екран, без да се налагат специални преработки или да се засяга по някакъв начин нормалното функциониране.

Третият популярен вариант е когато слънцезащитните ламели са разположени пред фасадата. От енергийна гледна точка е най-изгодният, защото когато те се затворят, може да се разчита на енергиен пренос, равен само на възможностите на стъклопакета да провежда топлина. В отворено състояние оптичните системи могат да са в рамките на около 5% - 6%. Възникват обаче няколко сериозни проблема. Много бързо се замърсяват и чистенето им е трудно. Знаем, че чистотата на въздуха по отношение на прах в България съвсем не е тази, която може да бъде измерена в множество европейски страни. Страната ни е разположена по пътя на високи атмосферни течения, носещи прах от пустинята, а също така не е за пренебрегване и силната замърсеност в големите градове, където се предполага и масовата употреба на системите. Тези системи постоянно са изложени на непосредственото влияние на външната околна среда и са в тясна зависимост от съответните атмосферни условия, имат определен лимит на употреба по отношение на скорост на вятъра, дъжд и т.н.

През последните години в Европа се строи множество двоици фасади с различна успеваемост и в различни разновидности. Дали концептуално са успешни или не – спорът още продължава, има много и различни доводи за и против. Не закъсня и „раждането“ на разновидности на тази идея, които са по-скоро смесица между двоици стъклена фасада и стъклопакет. Размерът на двоици фасада е сведен до няколко десетки сантиметра, където именно са поместени пасивните слънцезащити и тази камера в най-авангардните разработки е условно казано „затворена“. Комбинацията на такава фасада с оптична слънцезащита дава впечатляващи резултати и като свойства, и като енергийни параметри, и като възможност те да бъдат строени и обслужвани с лекота. Практически експлоатационното обслужване е сведено



# ТЕНДЕНЦИИ

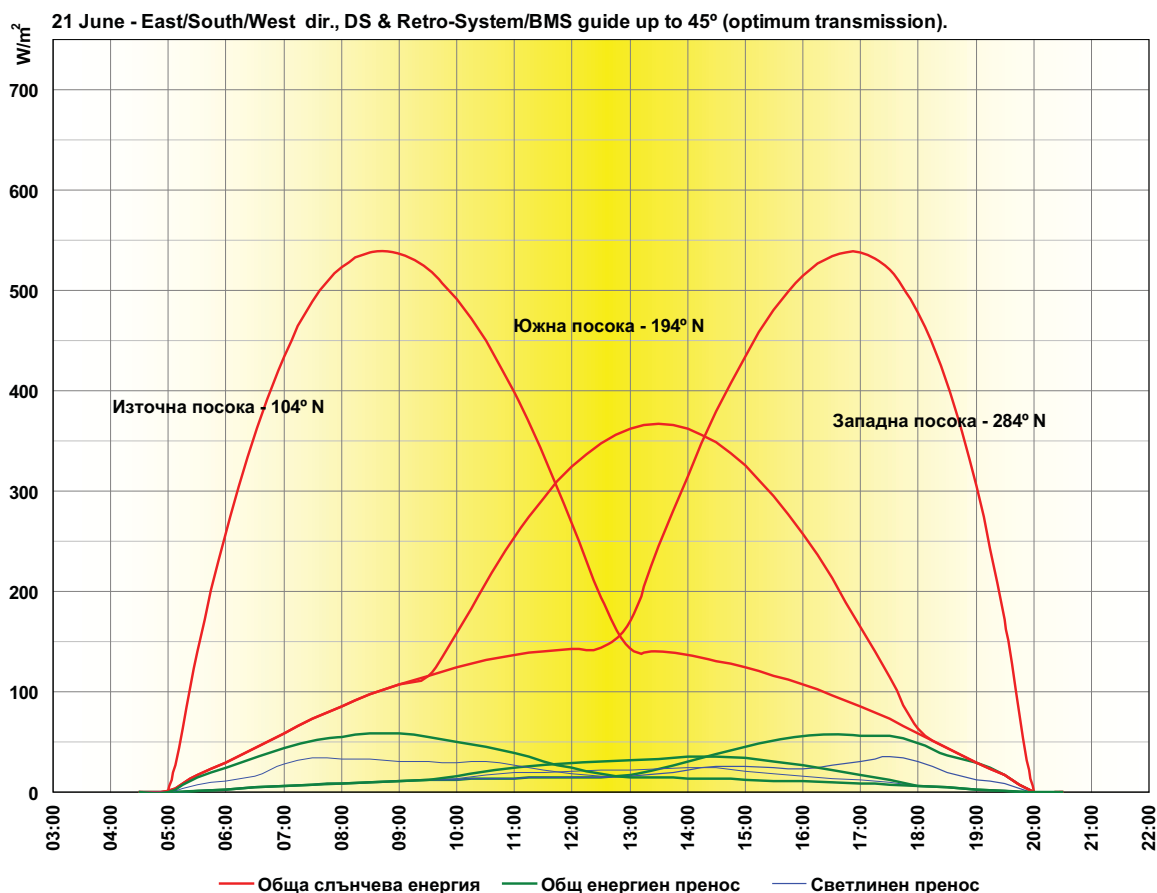
до минимум, а за някои модели не се налага такова, освен ако няма конкретно счупване или повреда на елемент от фасадата.

## Какво значи инженерингов проект и с какво трябва да започне проектирането?

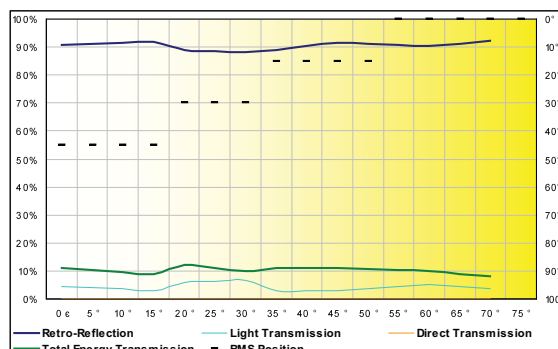
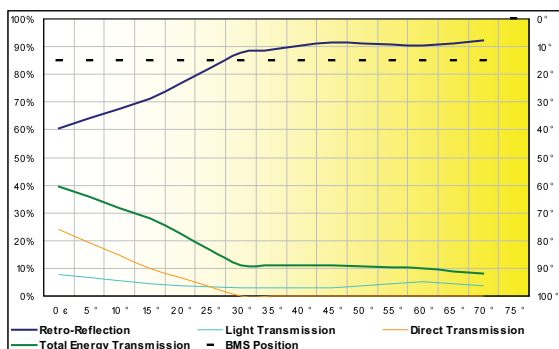
Самото понятие инженеринг предполага претворяване на определени познания в реално действаща система. Когато става дума за енергийна ефективност и инженеринг, Koester Lichtplanung работи в посока изучаване, анализиране и оптимизиране на всички процеси и свързаните с тях елементи, както и отношението им към общата енергийна ефективност. Такъв анализ е задължително да бъде направен в най-ранен етап на проектирането, още на ниво идеен проект, с цел всички елементи, имащи отношение към енергийната ефективност, да бъдат оптимизирани. Крайният резултат трябва да бъде реална ефективност. Това е синергетичен процес, където всеки елемент, имащ отношение към ефективността, внимателно се анализира, симулира и изучава. Подбират се оптимални възможности, като се тържи сметка за пълното интегриране и съгласуване на всеки елемент с останалите, при това още в ранен стадий на концептуално ниво. Процесът дава възможност да бъде изградена много точна и стабилна представа за бъдещия проект и реализация, както енергийна, така и функционална, където в голяма степен предварително се намират отго-

вори на множество въпроси.

Друга силно застъпена насока включва симулиране на процесите във всеки един проект – използват се познания и опит на водещи специалисти в света, а също и мощни програмни пакети и се обследват много параметри и тяхното взаимодействие при различни сценарии. По принцип, разработката и употребата на системи, използващи активно дневната светлина и слънчевата енергия, е комплексен въпрос. Самата природа на процесите не е статична, а динамична и това предполага цялата технология на употреба на слънчевата светлина и енергия в архитектурата да се разглежда в светлината на динамичен процес със своите характерни особености. А такъв поглед неминуемо изисква и съответните познания, изчислителен и програмен потенциал, и инженеринг. Така се отварят възможности за реализиране на ефективни енергийни спестявания, без те да са за сметка на комфорта или нормите, но проектирането и управлението на такива системи до голяма степен изисква паралелно следене и манипулиране на множество фактори, много добри познания на взаимовръзките между отделните компоненти и системи, отлично познаване на основните енергийни потоци в сградите и тяхното управление, както и ефектите върху общото поведение при промяна на един или друг параметър. А това вече само по себе си предполага и добър инженеринг.



# ТЕНДЕНЦИИ



Диаграми, показващи преминалата и отразена енергия от оптична ретро система, без и с използване на BMS автоматизация

## С какво се занимава по-конкретно Koester Lichtplanung?

Посоките, в които работи Koester Lichtplanung, са много и това е обусловено от комплексността на материята, предмета на работа и връзките между много от процесите при използване на дневната светлина и слънчевата енергия с енергийната ефективност и комфорта в една сграда.

Koester Lichtplanung не е търговско или производствено, а изцяло инженерингово звено. Всички дейности, присъщи на едно инженерингово звено са застъпени заедно със специализираните насоки на развитието в технологията.

Ще спомена само специализираните области на работа. Една от насоките е разработката и развитието на слънцезащитни системи с оптични свойства, за ефективно регулиране, управление и употреба на слънчевата енергия, в това число и светлината, за целите на архитектурата. В тази посока са разработени и модели оптични слънцезащити, които са в състояние да гоставят определено нормирано количество светлина и енергия в интериора, за сметка на пряката слънчева енергия, когато това е необходимо. Когато това не е нужно, слънчевата енергия бива обработена по оптичен път и върната обратно в пространството, а необходимото ниво светлина в интериора се гоставя за сметка на отразената дифузна. Разработени са и модели, които са в състояние да работят само в режим на „извърляне“ (образно казано) на пряката слънчева енергия, като в същото време запазват много висока степен на прозрачност по отношение на дифузната светлина. Такива модели могат да останат относително постоянно в отворено състояние, без това съществено да наруши общия енергиен пренос, с което се запазва много висока прозрачност на цялата система. Така разработените системи пасивно предпазват сградата от иначе ненужно проникващата лъчиста енергия и един вид „работят“ за нейното запазване в охладено състояние през лятото.

Външно системите до известна степен приличат на традиционните слънцезащитни щори. Характерна особеност на разработените модели

е възможността да бъде запазен режим на нисък енергиен пренос в условия на напълно отворена или частично затворена позиция на елементите от слънцезащитата, например позициониране на елементите до 30 или до 45 градуса ъгъл на завъртане (45-градусова позиция елиминира, каквото и да е пряко преминаване на лъчи, дори и при фронтално огряване, като общият енергиен пренос остава в много ниски граници). Не е нужно непременно да се затворят щорите плътно, за да не прегрее интериорът. При повечето конфигурации употребеното стъкло практически не е от съществено значение за общата енергийна проводимост на системата от стъкло – слънцезащита, което позволява употребата и на безцветно, прозрачно стъкло. В този случай се достигаат нива на енергиен пренос от порядъка на 7%-10%, при условие на запазване на качеството на проникващата светлина, т.е без да се променя цвета.

Всичко това има своето конкретно измерение с възможност да се запази връзката с околния външен свят, да не бъде променен качественият характер на пропусканата светлина, да бъде ефективно предпазен интериорът, а също така и пряко да се измери реалната енергийна ефективност на сградата. Разработените системи са в състояние да пренасочат нормирана част от падащата енергия дълбоко в интериора и тя да бъде ефективно употребена. Естествено трябва да се има предвид, че системите са пасивни и респективно подчинени на външните условия. Много от моделите, ползвайки геометрията на движение на слънцето през сезоните, през лятото могат да позволят ефективно предпазване, а през зимата - да допуснат (контролирано) повишаване на енергийния пренос, с което да помогнат на отоплителната система. Те позволяват и реверсивна употреба при подходящи метео-условия.

Друго важно направление, в което са съсредоточени значителни усилия, е физичното обезпечаване на всички разработвани системи и съответните свързани с тях процеси при употреба. Разработката на алгоритми и софтуер, които да дават възможност всички задачи, свързани с използването

# ТЕНДЕНЦИИ

на такива системи и енергийната ефективност, в крайна сметка, да бъдат решавани в процеса на проектиране с относителна лекота. Това е и една от сферите, в която аз професионално съм пряко ангажиран.

Друго направление, в което работим сериозно, е енергийната ефективност при сгради с масова употреба на стъкло във фасадните конструкции. Както споменах по-горе, връзката между стъкло, фасада, пасивна слънцезащита и съответно цялостната енергийна ефективност на модерните сгради е много тясна. Тази насока на работа е пряко свързана с инженеринговата сфера.

**Практическият опит на професионалиста - по какъв начин може да бъде разумно използван – Вашето мнение?**

Когато става дума за проекти с масова употреба на стъкло и се говори за енергийна ефективност, по мое мнение, е задължително да се започне с обследване на това, какво се случва по всяка една от фасадите и какво става вътре в сградата като следствие. То определено ще помогне за намиране на отговори на много въпроси. В същото време ще ги предпази още в много ранен стадий от потенциални проблеми – и на етап инвестиция и строителство, и на етап – експлоатация.

Енергийното обследване на даден проект представлява цялостен комплекс от фактори и задачата е действително многопластова и сложна, затова консултациите със съществуващите специализирани фирми и конструкторски бюра, работещи от години в тази комплексна проблематика, биха могли да помогнат и на инвеститори, и на архитекти за пълната и коректна оценка на даден проект. Нашият опит и познания са отворени и ние имаме практическите възможности за консултиране в тази посока.

Реалистичната оценка изисква използването на екипи с практически опит и с мощни симулационни възможности по отношение на физиката и управлението на енергийните потоци. Привидно високата цена на услугата, която е най-често споменаваният аргумент против подобно обследване, много бързо и многократно се възвръща с оптимизиране и постигане на енергоефективни решения. От друга страна, такава стратегия предпазва от неудачни решения още в много ранен стадий на разработката.

В резюме, относно инженеринга искам да подчертая, че всяко решение за сграда е уникално и твърде конкретно и, механично пренесено върху друг проект, най-малкото ще бъде неуместно. Взаимовръзката на различните фактори и динамиката на процесите, когато „се работи“ с дневна светлина и слънчева енергия, реално води до необходимостта от ефективен инженеринг, за да бъдат постигнати добри резултати.

**Българската следа?**

Българската следа, ако може така да се каже, съществува. От една страна, с ангажираността ми и съвместната ни работа с г-р Кьостер вече близо 10 години.

От друга страна, фактът, че сме се включили в консултиране на няколко големи проекта в София, именно в областта на фасадните енергии, пасивната слънцезащита и енергийната ефективност. Допълнително водим преговори и срещаме реален интерес и по отношение на други проекти не само в столицата, но и в други градове на страната.

Има инвеститорски интерес тази технология да бъде приложена и в България. Моите наблюдения сочат, че инвеститорите все по-често си задават въпроса за енергийната ефективност на проектите. Макар засега и да не са толкова много, някои от тях даже са склонни да експериментират с авангардни предложения и търсят наистина елегантни и ефективни решения. Разбира се, рискът от тяхна страна е много добре премерен.

Имаме също така изградени добри контакти с много местни архитектурни бюра и отделни архитекти, ОВ специалисти и инженерни бюра. В тази връзка искам да спомена и да благодаря на арх. Паскалев и архитектурно бюро „Архитектоника“.

Убеден съм, че България ще има свои модерни и интелигентни сгради с висока енергийна ефективност. Няма да сгреша, ако цитирам г-р Кьостер, че нашите нови сгради вероятно ще бъдат едни от най-добрите в света. Във връзка сме с повечето от големите компании, както и производители на стъкло и стъклопакети, не само на локално, но и на глобално ниво. Не бих казал, че нещата в България се развиват главоломно, но определено се наблюдава нарастващ интерес.

Колкото до бъдещето, сигурен съм, че то принадлежи на иновациите. Енергията, като такава ще бъде все по-актуална тема за дискусии. Има много фактори за това и е видно, че традиционните решения започват да губят своя потенциал, а също погледнати в различен аспект са твърде груби и не щадят природата.

По отношение на Киото протокола и свързаните с ефекта на глобалното затопляне конференции и ангажименти, България е ангажирана страна. Свидетели сме и на случващото се с цената на един от най-употребяваните към момента продукти – петрола. Много от сегашните стари технологии изчерпват потенциала си и специалисти от всички страни целенасочено търсят алтернативни технологии. Смятам, че тези фактори ще упражнят положително влияние и решенията с висока ефективност ще се превърнат в едни от най-търсените продукти.

**При нашия ценово ориентиран пазар виждате ли перспектива за тези технологии във фасадната техника?**

Вероятно мнозина се питат защо често гово-

# ТЕНДЕНЦИИ

рим за фасади, а в същност се занимаваме със слънцезащита и енергийна ефективност. Отговорът е прост: всички елементи във фасадата са подчинени на една идея и работят в една посока. Те си взаимодействат и именно поради тази причина извеждането на един от тях и разделното му разглеждане изключва успеха.

Често се случва да ми бъде задаван въпросът дали натрупването на различни детайли и технологични решения не оскъпява излишно фасадата.

Да, фасадата наистина се оскъпява, като нетна стойност, и няма как да бъде обратното, когато се използват високотехнологични, авангардни решения и изключително качествени материали. Нека обаче от другата страна на кантара да поставим цената на редуцираните мощности и съответно - тяхното обезпечаване, опростените елементи, които стават вече достъпни за използване. Ще видим, че нетното реално оскъпяване въобще не е толкова високо. И това се извършва още на етап първоначална инвестиция, не по време на експлоатацията. Остатъчната стойност, която в крайна сметка се появява, много бързо се стопява във времето от реализирани енергийни спестявания, дори и ако сегашните цени на енергията се запазят. Но ми се струва, че по въпроса за цената на енергията ще трябва да сме наистина големи оптимисти, за да вярваме, че ще се запази константна във времето.

**На практика всеки се интересува в какви реални граници се движи това оскъпяване и съответно каква ефективност може да бъде постигната?**

На така общо поставения въпрос е трудно да се отговори конкретно, тъй като нещата са в комплексна зависимост от много фактори. Но мога да посоча като реципрочен пример реален проигран сценарий, при който подмяната на една високо технологична фасада с по-традиционна доведе до нужда от охладителните мощности (като екипировка) да бъдат завишени с 30%-35%. От своя страна, възникна въпросът с недостига на входяща мощност, необходимост от инсталиране на такава с всичките последствия произтичащи от това и т.н. Всичко това бе свързано с увеличаване на разходите и загуба на полезна площ и, в крайна сметка, водеше към необходимостта от преразглеждане на по-голямата част от вече готовия проект. За всеки е ясно, че това са още разходи - и време, и средства. Накрая, когато бе оценено всичко се оказа, че над 65% от спестените средства ще трябва да бъдат инвестирани обратно и моментално - в едни или други системи - още на етап първоначална инвестиция, а остатъкът щеше да бъде стопен много бързо, понеже сградата ще има по-висока енергийна консумация.

Специално за оптичните слънцезащитни системи получаващото се оскъпяване напълно достига точ-

ката на възвръщане на допълнителната инвестиция за период по-малък от 5 години. Има случаи на нулева година на възвръщаемост на допълнителните инвестиции, тъй като нетната стойност на оскъпяването се компенсира от реализирани икономии от други системи. Практически намалените разходи за енергия водят до директна икономия на средства от първия ден на експлоатация на обекта. Но това е строго специфично за всяка сграда. Правило няма.

Неголям процент от водещите производители в прозоречната и фасадна техника в световен мащаб смятат подобен подход на интерпретация на проблемите, свързани със светлината, за перспективен. Независимо от това с подобни разработки се занимават изключително малък брой фирми поради редица фактори: първо, това е специфичен поглед върху отношението енергия-светлина; второ, свързано е с необходимостта от задълбочена, същевременно многопланова оценъчна работа и развойна дейност на висококвалифициран, но разнороден екип; трето, тези разработки са съпроводени със специфичен софтуер и изискват многообразие в познанието - както в архитектурната, така и в строителната физика, енергетичната физика, а и в други ресурси и дейности на строителството. Сложността на взаимовръзките на различните физични величини, необходимостта от разнородни проектантски екипи дефинират еднозначно постулата, че няма универсален подход и всеки обект трябва да се изучава индивидуално още на ниво планиране. Проблемът ще става все по-актуален през следващите 15-20 години, тъй като в момента изключително бурно се развиват остъклените фасади. Освен Koester Lichtplanung в тази посока работят и други познати европейски компании - Eckelt, австрийска фирма, собственост на Saint-Gobain, Pellini - италианска фирма също с разработки в това направление.

България сравнително отскоро се присъедини към страните, в които има обекти с големи стъклени фасади. Нашите архитекти не бяха запознати с различните методи на защита на сградата от прегряване, а и самите инвеститори не разбираха този аспект на проблема и възприемаха това като излишен разход. Но постепенно и твърдо практиката наложи своя отпечатък и ние вече сме свидетели на целенасочено търсене на слънцезащита на сградите. Появиха се първите сгради със стъклопакети с нисък g-фактор (коефициент), а и немалко фасади с алуминиеви и стъклени слънцезащитни елементи. Имаме възможността да предложим на вниманието на нашите читатели алтернатива, която определено разширява потенциала на приложение.

# ТЕНДЕНЦИИ

Специално за читателите на QM г-н д-р **инж. Хелмут Кьостер**, един от основателите на този възглед за слънцезащита и собственик на компанията Koester Lichtplanung, бе любезен да даде интервю.



## CV (Кратка автобиография)

- Роден през 1947 в Шлюхтерн/Хесе, Германия
- 1969 – 1973 учи архитектура в Техническия университет в Брунсвик (TU Braunschweig), Германия
- Завършва магистратура при професор Кремер
- 01/2002 дисертация: "Развитие на технологиите за оползотворяване на дневната светлина на базата на рефлексивни системи с оглед на визуалния и термалния комфорт" при професор доктор инж. Леман, Технически университет Карлсруе, Германия, и професор доктор Каазе, Технически университет Берлин, Германия
- 1974 - 1978 архитект, ръководител проекти в MERU
- от 1978 – университета "Палнинг", Люцерн, Швейцария
- от 1978 архитект на свободна практика в Берлин
- през 1986 основава проектантско бюро във Франкфурт на Майн, занимаващо се основно със светлина и технологии за оползотворяване на дневната светлина, интегрирани строителни технологии
- Изпълнение на различни развойни проекти, отчасти възложени от BMWI (Федералното министерство на икономиката)
- Практикува и като автор на книги, лектор и ръководител на семинари

**QM: Г-н Кьостер, Вие сте архитект и специалист по използване на дневната светлина. Разкажете как успяхте да развиете идеите си?**

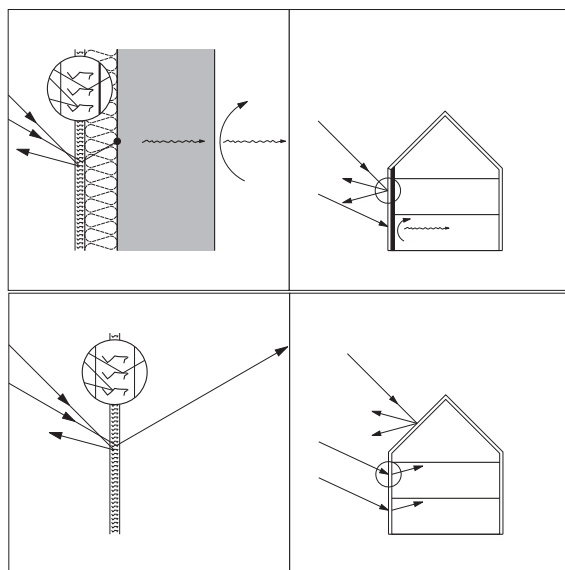
**Инж. Хелмут Кьостер:** Още от началото на професионалната си кариера започнах да работя по светлопоускливата термоизолация, която би позволила на слънчевите лъчи да преминават през нея. Разработих системи огледала, които да контролират преминаването на енергия чрез ъгъла на падане. Идеята беше да се събира повече енергия през зимата чрез ниските ъгли на падане. През лятото ъглите би следвало да отразяват слънцето, за да създават пасивен ефект на охлаждане. Познанията си за огледалата придобих при разработването на концентриращи системи за генериране на слънчева енергия.

За самостоятелните създатели на нещо ново е много трудно да разработят такива необичайни идеи без финансовата подкрепа на голяма компания. Но през 1978 год. индустрията не беше готова да инвестира в слънчева енергия. Реших да миниатюризирам системите си от огледала, така че те да се побират в стъклопакет, между двете стъкла. Идеята е огледалата да работят като системи за контрол на слънчевата светлина. След като видях първия прототип, стана ясно, че по-интелигентното решение е да пренасочвам слънчевата светлина в дълбочината на стаята, вместо просто да я съхранявам в тухлена стена зад прозрачната изолация. В момента, в който слънчевата светлина попадне върху тавана и се постигна идеално осветена с естествена светлина стая, се роди и технологията за оползотворяване на дневната светлина. Снимките на красивите ефекти от светлината подеихтаха като вирус и изследователски институти по целия свят бяха "заразени" с него!

**QM: Защо е важно да се използва дневната светлина в архитектурата?**

**Инж. Х.К.:** Много по-ефективно е директно да се използва дневна светлина, вместо преди това тя да се трансформира в електричество. От 1985 насам офис сградите все повече се променяха, използваше се все повече стъкло, а архитектурата се изправи пред проблема с прекомерното нагряване. За да се преодолеят тези проблеми, производителите на стъкла разработиха нови покрития, които отразяваха слънчевата светлина. Но нашите огледала са още по-ефективни. Докато най-добрите соларни стъкла постигат общо преминаване на енергията от 25 до 30 %, нашите системи намаляват това преминаване до по-малко от 10 %. Стъклата за слънцезащита също така намаляват преминаването на дневна светлина, докато нашите системи подобряват оползотворяването на естествената светлина и нейната самостоятелност. Това помага да се пести електричество за осветление. Но преди всичко предлагаме здравословна дневна светлина в пълния ѝ спектър. И не на последно място, наши-

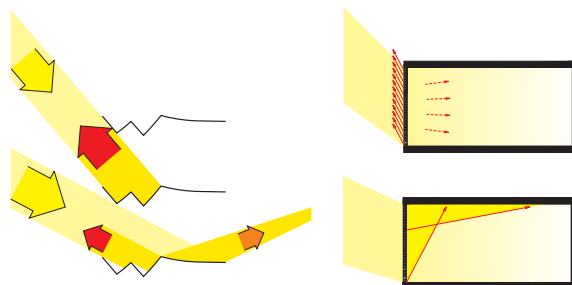
# ТЕНДЕНЦИИ



те системи за естествена светлина предлагат и оптимална визуална прозрачност, дори във фази на пасивно охлаждане!

**ОМ:** Какви са предимствата на използването на дневната светлина?

**Инж. Х.К.:** Използването на тази светлина в интериорите може да бъде много "освежаващо", ако



Разпределение на светлинните потоци при отворена Retro-ламела

слънцето се насочи към тавана и в дълбочината на дадена стая. Осветяването на вътрешното пространство със слънчеви лъчи като индиректно осветление е изцяло ново изживяване. Работните пространства стават одухотворени и приятни, особено през зимата, когато слънчевата светлина липсва на всеки.

**ОМ:** Каква е връзката между дневната светлина, строителната физика и фасадния дизайн?

**Инж. Х.К.:** Строителната физика е основно фокусирана върху термичното поведение на една сграда. Тя разглежда g-стойността или общото предаване на енергия. Не много специалисти по строителна физика са запознати с оползотворяването на дневната светлина, което е положителният аспект на слънчевата енергия. g-стойността е сумата от предаването на слънчева енергия. Най-важно е да се оцени предаването на светлина като част от g-стойността. Умението се крие в това да се намали

вторичното предаване на топлина и да се увеличи предаването на светлина. Това е задачата, изпълнявана от нашата технология "ретро". Намаляваме общото предаване на енергия – в зависимост от покритията на стъклото и разположението на щорите – пред фасадата, вътре в нея или в стъклопакетите – до 5 или 10 %, и при това подобряваме оползотворяването на дневната светлина. Чрез пренасочването на светлината намаляваме нивото на осветеност в близост до прозореца и увеличаваме осветеността в дълбочината на стаята.

**ОМ:** Какво е специфичното при вашата технология "ретро"?

**Инж. Х.К.:** Специфичното е, че тя изпълнява три задачи едновременно:

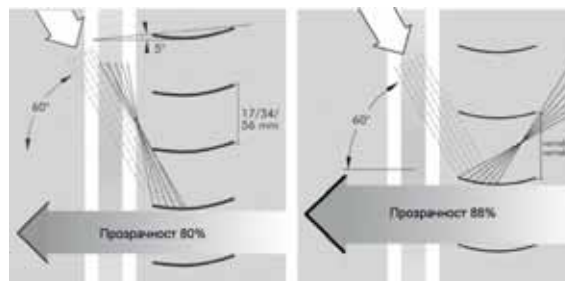
Пасивно охлаждане, оползотворяването на дневната светлина и подобряване на видимостта. При традиционните венециански щори, е необходимо те да бъдат затворени, за да се защитиш от слънцето, и отворени – за да можеш да гледаш навън, а за да се постигне по-добра осветеност, щорите трябва да бъдат гръпнати. Тези времена отминаха.

**ОМ:** Кои принципи във физиката използвате, за да постигнете тези магически качества?

**Инж. Х.К.:** Използваме единствено простия закон, че "ъгълът на падане е равен на ъгъла на отражение"! Но ние сме разработили съвсем основни идеи как да се оформят огледалните щори, за да отразяват попадащите слънчеви лъчи дори при отворени щори в плоско положение. Имаме два различни типа щори: RETROFlex, чиято горна страна е с огледало на Френел, положено върху алуминиевата повърхност. Горната страна има призматично огледало с фрагментирана парабола и външен фокус пред фасадата.

Щорите RETROLux се състоят от две части: ретро-рефлектор с формата на буквата w или v и "светлинен ръб". Лъчите с големи ъгли на падане попадат само върху първата част на щорите. Лъчението се отразява. Лъчите с по-малки ъгли на падане попадат върху светлинния ръб; светлината се пренасочва към тавана и в дълбочината на стаята. Държим патенти за тези щори почти по цял свят.

**ОМ:** Чрез специалната форма на огледалните щори, постигате ретро-отразяване на слънчевите лъчи, дори когато щорите са в отворено, хоризонтално положение. Обяснихте също така, че поради хоризонталното разположение получавате по-добра видимост и едновременно с това се подобрява оползотворяването на дневната светлина.





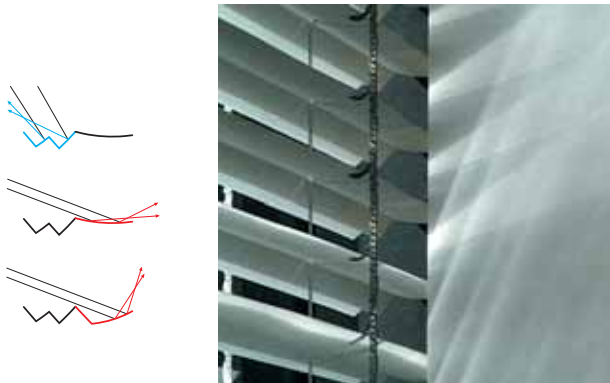
Ретро-ламели, използвани като мултимедиен екран

## Защо вашите продукти са по-добри от традиционните щори?

**Инж. Х.К.:** Като цяло традиционните щори функционират като абсорбатори. Щорите са оцветени и слънчевата енергия се поглъща. Погълнатата енергия нагрява стаята. Традиционните венециански щори са добри за създаване на засенчване, но не могат да се справят със слънчевите лъчения. Ретро-системите контролират преминаването на енергия, като отразяват слънчевите лъчения. Ретро-щорите не поглъщат енергията, а отразяват светлината! Така се избягва почти всякакъв ефект на нагряване. Контролираме енергията във фасадата, като задаваме на ретро-отразяването точна посока. При белите щори светлината също може да бъде отразена, но не може да се контролира посоката на отразяване. При нашите ретро-щори с огледала съществува изключително точен контрол на посоката на отразяване. Това е огромен напредък във фасадните технологии и в енергийния контрол на сградите.

Положителен страничен ефект от тази технология е чистотата на дневната светлина. Светлината, която преминава през ретро-завесата е здраво-словна светлина в пълния си спектър. Докато традиционните щори променят индекса на предаване на цвета поради своята оцветеност, ретро-щорите

W-образна ламела в интериора



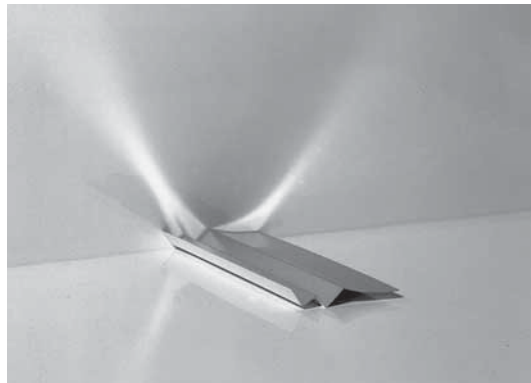
Разпределение на светлинния поток при полуелиптични ламели

просто притъпяват интензитета на енергийното лъчение в помещението чрез ретро-отражение, без да променят спектъра на дължината на вълната.

**ОМ:** Говорите за контролиране на енергията чрез ретро-отражение. Имате ли софтуер, който изчислява преминаването на енергия?

**Инж. Х.К.:** Имаме много добре развит софтуер, чрез който изчисляваме термичното поведение на фасадите. Взимаме предвид дори използваните стъкла, техните покрития и отражателната способност на нашите щори. Господин Кирил Велковски, български учен, с когото се запознах преди десет години, извърши великолепна работа, като създаде уникален софтуер не само за изчисляване на енергията във фасадата, но и спестеното от нуждите за отопление и охлаждане, както и за електрическо осветление. Благодарение на господин Велковски имаме възможност да изчисляваме спестеното количество въглероден диоксид (CO<sub>2</sub>). Можем да анализираме ретро-системите чрез проследяване на лъчите, за да контролираме термалния и визуалния комфорт в сградите. Като посочваме географската ширина, ориентацията на стъклената фасада, размера на фасадите, типа остъкляване и ретро-системата, можем да предвидим консумацията на енергия на сградата за период от десет години или за целия живот на сградата!

Разпределение на светлинния поток при W-образна ламела



# ТЕНДЕНЦИИ

**ОМ:** Кои са любимите ви остъклени фасади за постигане на най-добри резултати?

**Инж. Х.К.:** Пред нас беше поставено предизвикателството да участваме в разработката на нов тип интелигентни фасади, където ретро-системите са използват в тънка двойна фасада зад стъкло и пред двоен или троен стъклопакет с висок слънчев фактор на проникване. Проведените симулации и в последствие тестове напълно доказаха очакванията и възможността енергийният пренос на фасадата да бъде гарантиран на нива под 10% при огвяване през летните сезони в условията на отворени (хоризонтално позиционирани) елементи на слънцезащитата. Разработка също напълно позволява да бъде използван пасивният соларен ефект през зимата и да бъде повишено значително използването на преминаващата през фасадата енергия. Освен това практически не изискват каквато и да е поддръжка или обслужване.

**ОМ:** Явно имате голям опит. Бихте ли разказали нещо за сградите, които сте изпълнили?


**Инж. Х.К.:** Имаме опит с повече от 300 000 квадратни метра системи за оползотворяване на светлината при фасади и стъклени покриви! Участвали сме с консултации по проекти на много престижни сгради в Германия, като например Парламента в Берлин, сградата на Партията на съюза на труда (SPD Bundesgeschäftszentrale), сградата Debis на площад "Потсдамер" в Берлин, създадена от лорд Ричард Роджърс. 12 000 квадратни метра системи за Новото изложение в Мюнхен. Миналата година участвахме като консултанти в изграждането на 70-метровата сграда, с фасада от около 10 000 квадратни метра. Нашата ретро-технология беше използвана и в невентилируема двойна фасада – съвсем нова разработка във фасадните технологии.

**ОМ:** Разполагате с офис в София. Какво ви мотивира да дойдете в България?



Административна сграда на SPD (немската социалдемократическа партия) в Берлин

**Вира да дойдете в България?**

**Инж. Х.К.:** Нашият партньор, господин Велковски е учен с изключителни познания в строителната физика. Имаме късмета, че работим с него. Осъзнаваме и че сградите, които се подготвят в София в момента, ще бъдат сред водещите постижения в архитектурата. София е много креативно място. Радвам се, че сме тук! 



Централният вход на изложбения комплекс Messe München International