

TOPLINSKOIZOLACIJSKI MATERIJALI OD PRIRODNIH SIROVINA

Na sve građevne materijale treba gledati slojevito. Njihov proizvodni proces ponajprije mora biti ugodan za čovjeka i okoliš. Do štetnih utjecaja na okoliš može doći pri dobivanju sirovina, proizvodnji, ugradnji, uporabi i kasnije pri uklanjanju. Štetni utjecaj na okoliš su i velika potrošnja energije, štetne emisije te iskorištavanje neobnovljivih izvora energije i sirovina. U posljednje se vrijeme, kao alternativa danas najčešće rabljenim toplinskoizolacijskim materijalima, sve više upotrebljavaju prirodna toplinskoizolacijska gradiva. U proizvodnom procesu i fazi uporabe kod tih materijala ne dolazi do pojava koje bi bile štetne za čovjekovo zdravlje. Prirodni su materijali za toplinske izolacije drvena vlakna, celulozne pahuljice, pluto, slama, konoplja, lan, ovčja vuna, kokosova vlakna i pamuk.

Na tržištu se neprestano pojavljuju novi, alternativni toplinskoizolacijski materijali od više ili manje prirodnih sirovina i recikliranih proizvoda. Izolacija od tekstilnih ostataka s dodatkom različitih veziva može se ugrađivati i ubrizgavanjem. Tekstilni se ostaci od automobilskih navlaka i uzglavlja mogu rabiti za toplinsku i zvučnu izolaciju prerađenih montažnih zidova, podova, stropova i potkrovlja. Od tekstilnih se ostataka izrađuju tvrde i meke izolacijske zidne i podne ploče.

Građevni materijali poput drva, kamena i opeke pripadaju najstarijim gradivima i uvrštavaju se u autohtone materijale.

Prirodna gradiva

Svojstva prirodnih – ekoloških gradiva jesu da su to gradiva bez štetnih emisija, niskoenergetska gradiva,

regenerativna gradiva i reciklirajuća gradiva.

Ekološki prihvatljiva gradiva odnosno gradiva bez štetnih emisija ne oslobađaju pare, prašinu, vlakna, otrove i radioaktivne tvari. Prirodna gradiva poput drva, kamena i gline uzrokuju najmanje emisije, kao i neka gradiva biljnoga i životinjskog podrijetla. Ta se gradiva također ubrajaju u niskoenergetska gradiva, tj. ona koja u svome životnom ciklusu troše malo energije.

Prirodna gradiva pripadaju regenerativnim gradivima i mogu se ponovno rabiti, što znači da se gradivu produljuje životni vijek, smanjuje potrošnja sirovina te time opterećenje okoliša (npr. blokovi od masivnoga kamena, opeka, staklo, određene vrste drva itd.).

Reciklirana se gradiva ponovno prerađuju. Što se više tih materijala upotrebljava, to je manje iskorištavanje neobnovljivih izvora (ugljen, nafta). Pritom je važno odvojeno skupljanje materijala (drvo, papir, staklo). Kod plastičnih je materijala moguća djelomična reciklaža. Pri tehnološkom se postupku reciklaže troši mnogo energije, velike su i emisije štetnih plinova, stoga je takav postupak vrlo skup.

Drvo

Drvo se upotrebljava kao konstrukcijsko gradivo, gradivo za pokrove, kao sirovina za brojne proizvode (vezane ploče, iverice, vlaknaticice) i kao toplinskoizolacijski materijal (celulozne pahuljice, drvena vuna).

Drvo nema neugodnih utjecaja na čovjeka i okoliš, pozitivno djeluje na stambenu klimu u prostoru i nakon uklanjanja ne uzrokuje štetne emisije. To vrijedi za drvo koje je

pravilno obrađeno. Materijali proizvedeni od drvenih otpadaka mogu sadržavati različite kemijske supstancije koje, ovisno o koncentraciji, štete čovjekovu zdravlju.

Ilovača i slama

Ilovača ima dobre građevno – fizikalno karakteristike kao što su reguliranje i zadržavanje vlage u prostoru i dobro akumuliranje topline. Osim toga, omogućava dobru zvučnu zaštitu u unutarnjim prostorima, sprječava pojavu statičkog elektriciteta, požarno je postojana i može se reciklirati.

Ilovača može primiti trideset puta više vlage od drugih sličnih građevnih materijala. Isto tako bitno poboljšava klimu prostora jer veže i neutralizira otrovne tvari koje se nađu u zraku. Ilovača se primjenjuje:

- u masivnim zidovima i opeci
- u žbuci od ilovače za sve prostore i pri uređivanju potkrovlja u stambeni prostor
- za nanošenje žbuke od ilovače na zidne registre za podno grijanje
- kao punilo od granulata od ilovače za drvene prerađene zidove, estrihe, stropove (suha masa ilovače pomiješana s drvenim vlaknima ili zdrobljenom opekombi se za zvučnu zaštitu podova i stropova)
- u kupaonicama (brzo prihvaća vlagu u vlažnim prostorima)
- za pročelja (sanacije i očuvanje stare građevne supstancije, dobra propusnost).

Kao podloga za žbuku, koja se nanosi ručno ili strojno, rabi se:

- opeka, beton
- gruba oplata s mrežama od trstike

- lake građevne ploče od drvene vune
- zaštitne ploče od trstike debljine 2 i 5 cm
- zaštitne ploče s konopljom
- farmacel ploče, izrađene od gipsa i vapnenca.

Kao pomoćni materijal upotrebljavaju se unutarnje vapnene boje te barski vapnenac za premaze. Ilovača je i po raznolikosti boje zanimljiv dekorativni element u stambenom okruženju.

Vrlo je raširena i upotreba slame kao dodatak ilovači za izravnavajuće estrihe i već spomenute opeke i žbuke od ilovače. U ekološkoj se gradnji slama sve češće pojavljuje. Ponekad se rabi i kao pokrov, no tu ju češće zamjenjuje opeka zbog opasnosti od požara. Slamnate blazine rabe se kao ispuna kod drvenih okvira. Proizvodnja slame ekološki je ugodna, energetski štedljiva, nema otpadaka, stoga se može u cijelosti upotrijebiti. Izvedba drvenih konstrukcija s izolacijom od slame ispunjava sve požarne zahtjeve (B2 – normalna zapaljivost, F90 min – požarna otpornost) što znači da se kao konstrukcijski element može ugrađivati u obiteljske kuće. Toplinska provodljivost slame je između 0,09 i 0,13 W/mK, a prolaz topline pri debljini 20 cm između 0,45 i 0,66 W/m²K.

Sirovine koje se upotrebljavaju za prirodna gradiva jesu slama, trstika, ovčja vuna, celulozne pahuljice, lan, drvena vuna, konoplja, pamuk, kokos i pluto.

Trstika se i u prošlosti rabila u izolacijske svrhe, danas se upotrebljava pri obnovi starih zgrada, ponajprije onih koje su zaštićene kao kulturni spomenici. Od trstike se izrađuju izolacijske ploče. Toplinska provodljivost trstike je 0,04 i 0,06 W/mK, a prolaz topline pri debljini 10-15 cm između 0,4 i 0,6 W/m²K.

Ovčja je vuna prirodno gradivo životinjskoga izvora. Može primiti i predati vlagu za 33 posto svoje mase,



Izolacija trstikom

a da se bitno ne promijene njezine izolacijske sposobnosti. Toplinska je provodljivost ovčje vune između 0,04 i 0,05 W/mK, a prolaz topline pri debljini 10 cm jest otprilike 0,4 W/m²K. Upotrebljava se za toplinsku izolaciju kosih krovova, stropova, zidova, a za smanjivanje gorljivosti potrebna je obrada vlakana borove soli. Raspuštena vuna pogodna je za brtvljenje manjih otvora u konstrukciji. Kao vuneni pramen rabi se za brtvljenje prozorskih i vratnih okvira, a u obliku traka kao izolacija od udarnog zvuka. Masa vune je mala, a zadržava oblik u uzdužnom i poprečnom smjeru. Kako je paropropusna stvara u stambenom prostoru ugodnu i zdravu klimu.



Polaganje izolacije od ovčje vune

Celulozne su pahuljice izrađene od starog papira i upotrebljavaju se za učinkovitu toplinsku izolaciju krovova, zidova i podova. Ugrađuju se ručnim unošenjem ili strojnim upuhavanjem. Ugradnja celulozne izolacije u potkrovnne stanove ljeti uvelike sprječava pregrijavanje stambenih prostora, zimi zadržava toplinu u



stanu. Toplinska provodljivost je 0,04 do 0,45 W/mK, a prolaz topline pri debljini 10 cm otprilike 0,45 W/m²K. Kada je obrađena borovim solima, da bi joj se smanjila gorljivost, pri radu s njom potrebno je rabiti zaštitna sredstva.



Ugrađivanje celulozne izolacije (pahuljice) upuhivanjem

Konoplja je gradivo biljnog porijekla i dobro ujednačava vlagu u prostoru. Vodoodbojna je. Za poboljšavanje požarne otpornosti obrađuje se sredstvima koja nisu štetna. Kao toplinskoizolacijski materijal rabi se u pločama i rolama za sve građevne konstrukcije (zidove, podove, krovove).

Od lana se izrađuju izolacijske ploče za krovove, punila u drvenim konstrukcijama itd. Za toplinsku se izolaciju upotrebljavaju kratka lanena vlakna. Gradivo je raspoloživo i u obliku pletera i kao rasuto gradivo. Toplinska provodljivost je između 0,04 i 0,045 W/mK, a prolaz topline pri debljini 10 cm između 0,4 i 0,45 W/m²K.

Pamuk je dobar toplinski izolator, upotrebljava se i kao izolacija od



Ploče od pluta s korom drveta od koje se izrađuju

udarnog zvuka. Rabi se za toplinsku izolaciju krovova i zidova, brtvljenje prozora i vrata te zvučnu zaštitu u mokrom i suhom estrihu. Toplinska provodljivost je $0,04 \text{ W/mK}$, a prolaz topline pri debljini 10 cm $0,4 \text{ W/m}^2\text{K}$. Elastičan je, odbija vodu i izjednačava vlagu u prostoru. Ima dug životni vijek, ne štete mu ni moljci. Za poboljšavanje protupožarne otpornosti obrađuje se borovim solima.

Izolacijske ploče od pluta upotrebljavaju se na opečnom zidu ili u drvenoj konstrukciji i osim dobre toplinske zaštite nude i dobru zvučnu zaštitu. Ploče od pluta dobro propuštaju paru, postojane su na kemikalije, štetočine i bakterije. Ploče ne trunu i ne stvaraju prašinu. Zbog svoje čvrstoće pluto se može rabiti za izolaciju podova i za sprječavanje udarnog zvuka. Toplinska provodljivost je između $0,045$ i $0,05 \text{ W/mK}$, a prolaz topline pri debljini 10 cm otprilike $0,45 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Kokosova se vlakna mogu izraditi kao ploče koje imaju dobre toplinskoizolacijske karakteristike. Toplinska provodljivost je $0,05 \text{ W/mK}$, prolaz topline pri debljini 10 cm otprilike $0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$. Ploče imaju dobru tlač-

nu čvrstoću te su pogodne za zaštitu od ljetnoga pregrijavanja. Ploče ne napadaju miševi i ostali glodavci. Upotrebljavaju se za toplinsku izolaciju krovova i zidova, brtvljenje prozora i vrata te zvučnu zaštitu u mokrom i suhom estrihu.



Ploče od kokosova vlakna kao podna izolacija

Pjenasti materijali

Anorganskim pjenjenjenim materijalima pripadaju pjenasto staklo, vermikulit i perlit.

Pjenasto staklo ne gori, postojano je na djelovanje kemikalija i prskanja vode. Odlikuje ga visoka tlačna čvrstoća i može se rabiti kao toplinskoizolacijski materijal podova iznad grijanih prostora, tamo gdje su predviđena veća opterećenja ili izolaciju temeljnih ploča.

Vermikulit se izrađuje od zdrobljenog škrljevca, izloženog zagrijavanju do $100 \text{ }^\circ\text{C}$. Vezana voda tijekom zagrijavanja ispari, pa stoga zrna nabreknu. Materijal je otporan na djelovanje lužina i kiselina, kemijski je neutralan, teško goriv i otporan na truljenje. Upotrebljava se kao nasip u podnim konstrukcijama i za izradu laganih žbuka i betona.

Perlit se izrađuje od vulkanske staklaste stijene perlita. Voda koja se nalazi u zatvorenim porama pri temperaturi do $1200 \text{ }^\circ\text{C}$ ispari, pa se obujam zato povećava 15 do 20 puta. Materijal postaje porozan, dobar toplinski izolator i upotrebljava se pri izradi laganih žbuka i betona. Kako se vrlo brzo navlaži, dodaju mu se sredstva za hidrofobiranje. Perlitni nasip rabi se za toplinsku izolaciju u podovima iznad podruma, stropovima i sl.

Zaključak

Prikazana su svojstva toplinskoizolacijskih materijala od prirodnih sirovina. To su prirodna, ekološka gradiva bez štetnih emisija, niskoenergetska gradiva, regenerativna gradiva i reciklirajuća gradiva. Ekoloških je gradiva na hrvatskom tržištu sve više, najčešće se rabe prirodne toplinske izolacije od drvenih vlakana i celuloznih pahuljica. Manja je uporaba toplinske izolacije od pluta, kokosovih vlakana, konoplje i slame. Cijena je tih materijala u usporedbi s klasičnim toplinskoizolacijskim materijalima viša iako se proširenjem proizvodnje i otvaranjem europskoga tržišta očekuje njezino smanjenje.

Tanja Vrančić

Izvor: www.energetika.net, B. Grobovšek

TEKUĆE IZOLACIJSKO SREDSTVO *KEMPEROL*

Tekuće izolacijsko sredstvo *Kemperol* je visokotehnoški proizvod namijenjen najzahtjevnijim brtvljenjima, a upotrebljava se tamo gdje je učinkovitost uobičajenih materijala ograničena.

1969. kao prvi materijal za brtvljenje armiran tkaninom. U proteklih se četrdeset godina paleta proizvoda nadopunjavala u skladu sa zahtjevima iz prakse. *Kemperol BR* razvijen je posebno za površine koje su izlo-

posebna je prednost cijele serije fleksibilan nanos. Svi se proizvodi nanose u tekućem stanju i nakon vezivanja stvrdnu se u homogeni, izolacijski sloj bez spojeva. Tekući se materijal nanosi na čistu i suhu podlogu, zatim se rasprostire tkanina za armiranje koja se zatim do zasićenosti natapa tekućim materijalom od umjetnih tvari. Rezultat je nepropusnost postignuta već u prvom nanosu i nastanak trajnoelastičnoga brtvenog premaza koji se veže s cjelokupnom površinom podloge.

Jednokomponentni se materijali upotrebljavaju izravno iz posude, dok se višekomponentni materijali – osnova plus komponenta za stvrdnjavanje – izmiješavaju zajedno tek na gradilištu. Izolacijski materijal, armiran tkaninom, sposoban je bešavno i bez spojeva zapuniti komplicirane oblike i detalje površine koju je potrebno zabrtviti. Pritom nisu potrebni fazonski elementi. Kako se materijal prihvaća na sve podloge, s jednakom je mjerom uporabljiv za novogradnje i sanacije.

Kemperol podnosi konstrukcijske pomake i može se bez problema kombinirati s drugim materijalima. Izolacijski materijal otporan je na ultraljubičaste zrake i postojan je na vremenske utjecaje. Ljeti ne postaje krhak, sadrži omekšivač i trajno je elasti-



Poslovna zgrada *Kemperola*, kompletno zabrtvljena vlastitim materijalima

Kemperol je tekući izolacijski materijal izrađen na osnovi reakcijskih smola, armiran tkaninom – poliesterskim filcom. Nanosi se hladan bez zagrijavanja izravno na površinu krova. Materijal se nakon vezanja stvrdne u trajnoelastičan bešavni izolacijski sloj te se prilagođava svim oblicima površine koja se brtvi; obuhvati se cijela površina podloge i osigura dugotrajna pouzdana zaštita. *Kemperol V 210* pojavio se na tržištu

žene iznimnim opterećenjima, a jednokomponentni *Kemperol 1K – PUR* za brzo nanošenje izravno iz posude. Za osjetljiva područja brtvljenja, poput bolnica, dječjih vrtića ili škola, gdje tvari koje sadrže otapala treba smanjiti na najmanju moguću mjeru, jedno od dobrih rješenja je *Kemperol 2K – PUR*. *Kemperol AC* bira se u slučajevima kad je vremenski faktor vrlo bitan (npr. pri sanaciji arkadnih hodnika).



A



B



C

Izvedba izolacije *Kemperolom*: A – nanošenje materijala na podlogu, B - polaganje filca tako da ne nastanu mjehurići, C - obrada



Dio ravnog krova na građevini BMW Steyr zabrtvljen Kemperolom

čan od $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $+90\text{ }^{\circ}\text{C}$. Debljina nanosa približno je samo 2 mm. Malu visinu slijedi i mala težina. Izolacijski se materijal obrađuje hladan, tako da otpadaju radovi s plamenom.

Izolacija ravnih krovova

Ravni krovovi još uvijek pripadaju kategoriji dijelova građevina s najviše pogrešaka. Osim uporabe neprijemljenih materijala najčešći je uzrok

za oštećenja manjkava izolacija kritičnih pojedinih točaka, kao što su spojevi i proboji.

Pri odluci o izboru varijante izolacije koja će se rabiti, važni su različiti faktori:

- proračunati investicijski troškovi
- životni vijek izolacije i s time povezani intervali saniranja
- neizravni troškovi uključujući prestanak proizvodnje.

Kompliciranošću konstrukcije ravnoga krova i bogatom opremljenošću s detaljima, raste i teškoća izolacijskih radova. Umjetnost izolacije pokazuje se ponajprije u detaljima. Tu počinje područje tekućih izolacijskih materijala. Oni jamče potpunu sigurnost te (proizvodne) vrijednosti štite dugotrajno i ekonomično. Produljeni intervali sanacije smanjuju troškove održavanja.

Tanja Vrančić

Izvor: Camino – hidroizolacije i epoksidni podovi

UPORABA POROBETONA U ALLIANZ ARENI U MÜNCHENU

Gradnja *Allianz arene* u Münchenu postavila je nova mjerila u modernoj gradnji stadiona. Pritom je upotrijebljen porobeton robne marke YTONG, koji je prerađivan u kombinaciji s armiranobetonskom konstrukcijom. Taj se građevinski materijal, zahvaljujući svojim toplinskim i protupožarnim svojstvima te svojim svojstvima pregradivosti, pokazao kao brzo i ekonomično rješenje.

Pripremajući se za Svjetsko prvenstvo u nogometu, Nijemci su po cijeloj državi gradili spektakularne konstrukcije novih multifunkcionalnih arena od betona, stakla i čelika. No, usprkos novim materijalima pokazalo se da je nužno i klasično zide. Tako su u Münchenu dva minhenska nogometna kluba, *FC Bayern* i *TSV 1860*, zajedno izgradili novi stadion *Allianz arenu*. Zidovi ispune između

armiranobetonskih stupova vanjskih zidova i stuba, kiosci za opskrbu oko 66.000 posjetitelja, tehničke prostorije i područje svlačionica izrađeni su od porobetonskih blokova.

Ukupno je pri gradnji *Allianz arene* upotrijebljena količina od približno 27.000 m² porobetona. Taj je građevinski materijal upotrijebljen ponajprije na onim područjima gdje je bit-



Allianz arena

na toplinska zaštita. Pritom je uporaba 36,5 cm debelih blokova kvalitete W2/0.4 zajamčila izradu ovojnice zgrade visoke termoizolativnosti, što osigurava neznatne toplinske gubitke preko vanjskih zidova.

Kao dodatna mjera za snižavanje gubitaka topline na betonski su strop razine 2, iznad kojega se nalazi grijano područje, postavljene mineralne izolacijske ploče. Masivne, oblikom stabilne *Multipor-ploče* (toplinska vodljivost $\lambda_R = 0,045 \text{ W/(mK)}$), koje se proizvode dodavanjem sredstva za stvaranje pora na bazi prirodnih sirovina pijeska, vapna, cementa i vode, dopunjavaju toplinskozaštitna svojstva porobetona, predstavljajući tako ekološki orijentiranu alternativu izolacijskim materijalima koji sadržavaju vlakna ili se proizvode od umjetnih materijala. Laki mort, kojim se ploče pričvršćuju izravno ispod betonskoga stropa, omogućava trenutačno prianjanje i učinkovito držanje.

Upotrijebljeni velikoformatni tipski blokovi mogli su se brzo postavljati, a zahvaljujući maloj težini i postraničnim rukohvatima njima se moglo lako rukovati. Upotrebom morta za tipski blok, koji se morao samo u horizontalnoj fugi nanositi u sloju debljine 1-3 mm (nanošenje morta na vertikalne fuge nije bilo potrebno zbog dvojnoga sustava utor-pero), u ukupnu gradnju uneseno je tek malo vlage. Time su se u procesu gradnje izbjegle duge faze sušenja. Izvođači završnih radova mogli su se angažirati paralelno sa završavanjem ziđa.

Osim toga, ogledni zidovi izrađeni od tipskih porobetonkih blokova pokazivali su velike ravne površine zidova. Male neravnine jednostavno su poravnane brusnom daskom. U skladu s time mogli su se ukalkulirati i niži troškovi za završni sloj s tankoslojnom žbukom. Ravna površina pojednostavnjuje primjenu tankoslojne žbuke i smanjuje njezin utrošak. Povrh toga, troškove je dodatno

Svi kiosci planirani su kao zidane ugradnje s polukružnim zidovima. Kako bi se realizirali predviđeni polumjeri, planski blokovi morali su se prvo razrezati na tri jednako velika dijela. Zatim su ti dijelovi s pomoću šablone, koja je prethodno izrađena u skladu s polumjerom položaja zida, izrezani konično sa stražnje strane te zatim opet sastavljeni u skladu s traženim polumjerom zida. Pritom je laka obradivost monolitnoga građevinskoga materijala *YTONG* omogućila egzaktno rezanje tračnom pilom na licu mjesta.

Osim brzoga napredovanja gradnje, upotrebom porobetona pri gradnji *Allianz arene* istodobno je postignut visok standard sigurnosti. Osobito u slučaju vatre taj građevni materijal ima brojne prednosti u usporedbi s drugim materijalima, pa je stoga posebno pogodan za sve zadaće u preventivnoj protupožarnoj zaštiti. Kao čisto mineralan građevinski materijal porobeton nije goriv te, ovisno o



Faze gradnje kioska

Odlučujući kriteriji za upotrebu porobetona pri gradnji *Allianz arene* bili su brza i jednostavna izvedba prilično ravnih zidova i – posljedično – mala debljina završnih slojeva pri žbukanju. Odlučeno je to nakon prethodne izrade više oglednih zidova od raznih građevnih materijala. Ti probni primjerci pružali su dobru osnovu za detaljni pregled iznosa ukupnih troškova koji rezultiraju iz obrade različitih materijala te iz završnoga žbukanja.

Upotrebom porobetona može se zajamčiti brzo napredovanje gradnje.

smanjivalo i to što uopće nije bilo potrebno prethodno nanositi temeljni sloj na površine porobetonkih zidova.

Jednostavna prerada planskih blokova pokazala se pogodnom prvenstveno pri gradnji 64 kioska. Ukupno se izrađivalo 16 kioska s osnovicom od 13 x 25 m i zidnom površinom od približno 500 m² na velikoj promenadi na razini 2, koji su trebali zajamčiti opskrbu gledatelja na donjem i srednjem gledalištu. Idućih 48 kioska za gornje gledalište porodano je na maloj promenadi razine 6.

pojedinoj zidnoj konstrukciji, prema normi DIN 4102, dio 4, zadovoljava bez dodatnih mjera zahtjeve svih razreda vatrootpornosti od F 30 do F 180. Pritom fine pore u strukturi uzrokuje manji prihvata topline. Za razliku od drugih građevnih materijala, kod porobetona su i nakon dužega jednostranoga požarnoga napreznja zidne temperature na suprotnoj strani od požara konstantne. U skladu s time ne nastaju napukline u materijalu, fuge i priključci ostaju sigurno zatvoreni. Tako vatra i dim ne mogu prodirati u druge sektore zgrade. Povrh toga, mineralni građevinski ma-

terijal ima visoku ekološku podnošljivost, tako da u slučaju požara ne nastaju dodatne opasnosti zbog stvaranja otrovnih plinova ili razvoja opasna dima.

Izvedbom porobetona pri gradnji *Allianz arene* u Münchenu upotrijebljen je građevni materijal koji je po

djednako uvjerljiv i sa sigurnosnih i s troškovnih gledišta. Usprkos visokim zahtjevima pri gradnji polukružnih zidova, blokovi od porobetona postavljali su se brzo i točno, jamčeći neprekidno napredovanje gradnje. Zahvaljujući građevinsko-fizikalnim svojstvima toga građevinskoga materijala nisu bile potrebne dodatne

termoizolacijske mjere, što je uvelike skratilo vrijeme gradnje, ali i uštedjelo troškove te tako investitorima omogućilo praktično i ekonomično rješenje.

Hans-Peter Ahle
Xella International GmbH