

# SAMUZADOSTNA OSKRBA – IZZIV PRIHODNOSTI

Pripravil: Matevž Granda



Dr. Sašo Medved je profesor na Fakulteti za strojništvo v Ljubljani. Poleg tega poučuje tudi na Fakulteti za arhitekturo in na Zdravstveni fakulteti. V sklopu pedagoškega dela je zadnjih nekaj let veliko raziskav posvetil samooskrbovanim stavbam. Lani so pod njegovim mentorstvom študentje arhitekture in strojništva ob Gradaščici v Ljubljani postavili vzorčni objekt. Zgrajen je bil vzporedno s projektom IEE IDES-EDU in kot del aktivnosti kompetenčnega centra TIGR. V svojih razmišljanjih je dr. Sašo Medved kritičen do sodelovanja strokovnjakov pri nas. Ob tem pogosto ugotavlja, da je lažje poslati študenta z vprašanjem na univerzo »na drugi konec sveta« kot pa k profesorju v sosednji kabinet. Meni, da bi boljša izmenjava znanstvenih raziskav med stroko in gospodarstvom pomenila tudi boljše razvojne možnosti za ene in druge.

Pogovarjala sva se o izkušnjah, ki so jih s študenti pridobili z gradnjo samozadostne celice, o oskrbi z energijo v prihodnosti in o tehnologijah v razvoju.

**Kakšna je definicija samozadostnosti? Kaj vam je ta pojem pomenil pri gradnji samozadostne celice v Ljubljani?**

Ko govorimo o samozadostnosti, imamo v mislih predvsem energetske samozadostnost. Seveda je pomembna tudi oskrba z vodo, krog pitne vode in sive vode, ki ju želimo zaključiti in spojiti tako, da iz stavbe vode ne bi bilo treba odvajati. Energetska samozadostnost je povezana z vsem, kar v stavbah zagotavlja bivalno ugodje, se pravi, z oskrbo stavbe s toploto, s hlajenjem, osvetlitvijo, zagotavljanjem primerne kakovosti zraka z energijami, ki se generirajo na ovoj stavbe in znotraj njega.

**Kakšen je bil namen tega projekta?**

Glavni namen je bil, da bi študentje ob delu teoretično znanje dopolnili z delom na realnem primeru, se pravi, teorijo podkrepili z inženirskimi rešitvami in jih preizkusili v praksi. V primeru študentov arhitekture imamo prednost, da predmeta, ki ju predavamo, tečeta skozi dva letnika in so tako študenti lahko zasnovali stavbo in tudi dejansko preizkusili rešitve. Pri študentih strojništva je na voljo le en semester, tako da je tehnološke rešitve preverjala naslednja generacija. Torej na kratko, glavna namena sta bila združitev

teorije z inženirsko prakso in sodelovanje med študenti različnih strok.

To je pomembno, saj je bil potek načrtovanja pravzaprav postavljen na glavo: študenti arhitekture so od strojnikov dobili rezultate simulacij delovanja tehnologij za oskrbo s toploto, električno energijo in vodo, vključno z zahtevano velikostjo elementov. Temu so morali praktično brez odstopanj prilagoditi arhitekturno zasnovo. Da je bilo načrtovanje še težje, so morali upoštevati pravila optimalne vgradnje elementov za pretvarjanje sončne energije v ovoj. Načrtovanje je bilo zahtevno tudi zaradi dveh dodatnih zahtev: največje dovoljene tlorisne površine (30 m<sup>2</sup>) in zahtevane mobilnosti, zaradi katere je celica sestavljena iz petih za transport primernih enot. Toleranc ni bilo.

**Kaj ste želeli z objektom dokazati?**

Želeli smo prikazati tehnologije, ki so na voljo. Iz več razlogov: prvič, da preverimo, kako delujejo, in drugič, da študenti in vsi, ki jih zanima gradnja energijsko učinkovitih stavb, vidijo kompleksnost tehnologij. Poleg tega so vsi sistemi vgrajeni tako, da lahko v celici izvajamo del pedagoškega procesa, študenti pa raziskave v okviru diplomskih nalog. Seveda smo želeli tudi pokazati, da



študenti z veseljem namenijo študiju precej več časa, kot ga predvidevajo učni načrti, če jih delo zanima.

### **Kakšni so bili rezultati delovanja po enem letu izdelave in polletnem spremljanju delovanja? So se vaša pričakovanja izpolnila?**

Če bi objekt gradili ponovno, bi verjetno nekaj stvari spremenili. Glede na to, da gre v celoti za samogradnjo, bi verjetno lesene gradbene konstrukcije ostale enake. Pri tehnoloških sistemih za ogrevanje pa smo že v začetku načrtovali različne solarne sisteme, s katerimi ogrevamo objekt s toplim zrakom v oblačnem vremenu in ob shranjevanju toplote v vodnim solarnim sistemom v sončnih dneh. Ta kombinacija ogrevanja se je izkazala za učinkovito in naslednjič bomo vodne sprejemnike sončne energije vsekakor predelali v hibridni sistem za sočasno toplozračno in vodno ogrevanje.

Sicer pa je bil cilj razviti sisteme z več funkcijami: torej generacija in shranjevanje ali generacija različnih oblik energije istočasno. To bi pri naslednjih rešitvah skušali narediti še v večji meri.

Glavni problem samozadostnosti stavb je shranjevanje energij in vode. Povedano drugače: če bi imeli na voljo idealen hranilnik (brez izgub toplote), bi za ogrevanje povprečno velike pasivne stavbe potrebovali sprejemnik sončne energije s površino 2 m<sup>2</sup>! Ob tem bi bila tudi prostornina hranilnika bistveno manjša, kar je za majhne objekte, kot je celica, tudi pomembno. Podobno je z oskrbo z električno energijo. Taki hranilniki še niso na voljo, shranjevanje vodika, ki se temu približa, pa je danes še predrago. Uporaba hranilnikov s fazno spremenljivimi snovmi (najpogostejše parafini) pa ni dosti učinkovitejša od shranjevanja toplote v vodo, a je bistveno dražja. Zato tudi v našem objektu toploto shranjujemo v vodnem hranilniku.

### **Je mogoče v takem objektu bivati? Je kakovost življenja primerljiva z veljavnimi standardi?**

Objekt je načrtovan za bivanje in naj bi stanovanjem omogočil prijetno bivanje, seveda ob učinkoviti rabi energije. »Ponudba« energije – toplote in električne energije – se iz dneva v dan močno spreminja in stanovalec mora vsaj del svojih aktivnosti prilagoditi temu. Zato je bil v okviru enega od diplomskih del razvit sistem sledenja ravnanja z energijo, ki uporabnika opozarja na še dovoljeno rabo energije in vode glede na vremensko napoved v naslednjih treh dneh. Je pa res, da bi oskrba s toploto lahko temeljila na

osnovi shranjene sončne energije v biogorivih, a je bil naš cilj izdelava bivalne enote brez emisij škodljivih snovi.

### **Kakšen pa je problem shranjevanja električne energije?**

Verjetno bi bilo najlažje povečati ravno količino shranjene električne energije, a tudi v tem primeru velja, da so tehnologije, ki zamenjujejo manj učinkovite svinčeve baterije, za naš projekt predrage. V našem objektu lahko shranimo do 13 kWh električne energije. Primerjava z dnevno rabo 10 kWh v povprečnem slovenskem gospodinjstvu potrjuje, da mora uporabnik tudi s tem energentom ravnati varčno in upoštevati »navodila« računalniškega sistema.

Ob fotonapetostnem sistemu bi lahko vgradili tudi gorivno celico na biometanol. Tako bi ohranili 100-odstotno oskrbo z obnovljivimi viri, ob tem pa bi bil vir električne energije brez izgub shranjen poljubno dolgo. Vendar imajo komercialne naprave majhno moč in so predrage. V prihodnosti bo problem shranjevanja električne energije pomagal reševati tudi e-avtomobil s svojim hranilnikom.

### **Bi bilo mogoče energijo shranjevati na globalni ravni?**

Glede na danes znane tehnologije ne, lahko pa bi energente proizvajali stalno z geografsko razporejenimi sistemi. Temu cilju sledi projekt »DESERTEC«. To je projekt predvsem nemške industrije, ki ni zgolj energijski, ampak je zaradi povezovanja severnoafriških in arabskih držav z Evropsko unijo tudi politične narave. V okolju z večjim sončnim obsevanjem naj bi zgradili okrog 1000 toplotnih solarnih elektrarn in jih povezali z drugimi sistemi v Evropi, ki bi najbolj učinkovito izkoriščali lokalne obnovljive vire energije. Trenutno pomeni pomembno omejitev potrebna izgradnja prenosnega omrežja.

Sicer pa nove globalne energetske tehnologije ni, kar se kaže tudi v približno enakih deležih energentov v zadnjih 50 letih, je pa seveda učinkovitost pretvarjanja energijskih virov vedno boljša. Gradnjo samozadostnih stavb in investicije v razpršene (v stavbi vgrajene) energetske sisteme bi verjetno pospešil drugačen koncept trženja proizvedene energije. Lastnik naprav bi si, na primer s prenosom električne energije v omrežje, ustvarjal presežek na energijskem računu, ki bi ga lahko uporabil kjerkoli, ko bi potreboval energijo (na primer pri polnjenju električnega vozila ali kolesa ali pa v hotelu za del računa, ki

bi bil povezan z rabo energije). Zamisel o pаметnih omrežjih to vsekakor omogoča, čas pa bo pokazal, ali se bo ideja o decentralni energetski proizvodnji v celoti uveljavila.

### **Je lahko samozadostna oskrba z energijo odgovor na energetske izzive?**

V stavbah absolutno. To se kaže v posodobljeni direktivi o energijski učinkovitosti stavb. Pričakuje se, da bodo po letu 2020 imele lastnosti blizu samooskrbovanih. Za te stavbe bo značilna še bistveno večja energijska učinkovitost kot pri pasivnih stavbah, količina potrebne primarne energije za delovanje stavbe naj bi se namreč zmanjšala na tretjino.

Sicer pa lahko ugotovimo, da v energijski učinkovitosti na nobenem drugem področju ni bil storjen tak napredek kot ravno pri stavbah. Danes znamo načrtovati in izdelati stavbe z desetkrat nižjo rabo energije kot pred nekaj desetletji.

### **Vaš vzorčni objekt so gradili študentje. Pomagali so tudi številni sponzorji. Kako bi ocenili stroške gradnje takega objekta?**

15 + 15, torej investicija 15.000 € v stavbo in enako v tehnologije. To smo dosegli, z optimiranjem zasnove pa so še rezerve. Predvsem pri poenostavitvah tehnoloških sistemov.

### **Kako ste z vsemi omejitvami, ki jih postavlja tehnologija, pristopili k arhitekturi?**

Študenti arhitekture so kot osnovo za načrtovanje dobili zahtevo o največji tlorisni površini objekta, največji velikosti posameznega modula (od petih) in podatke o velikostih naprav za pretvarjanje sončne energije ter hranilnikih toplote, električne energije in vode. Tu ni bilo možnih odstopanj in tem zahtevam je arhitekturna zasnova dosledno sledila.

### **Bi bil objekt primeren za serijsko proizvodnjo? Vidite možnosti na tržišču?**

Lahko rečem, da je večina obiskovalcev menila, da bi glede na velikost objekt bil primeren za njihove potrebe. Vsekakor bi taki objekti za socialno šibkejšo in za ljudi brez stalnih prihodkov ter za potrebe začasnega bivanja omogočili večjo kakovost življenja; za tiste, ki jih privlači tehnika, pa bi pomenili dober tehnološki poligon. Zahteve po energijski učinkovitosti bivanja so lahko izziv, in ne omejitev. Verjetno bi za potencialnega kupca veljal vsakdo, ki bi sprejel uporabo kompostirnege stranišča.



# POZITIVNA PRIHODNOST!

**Projekt samozadostne bivalne celice je nastal v sklopu programa Inteligentna energija za Evropo, pri katerem sodeluje tudi Ljubljanska univerza. Na pobudo prof. dr. Saša Medveda so tako študentje Fakultete za arhitekturo, Fakultete za strojništvo in Zdravstvene fakultete združili svoja znanja in po več mesecih dela je nastala Bivalna enota Celica.**

Projekt je odgovor na vse večje potrebe po zmanjšanju porabe energije v zgradbah in posledično onesnaževanja okolja. Tako količina obnovljive energije, ki jo zagotavlja Celica, znaša 100 odstotkov, delež izpuščenih emisij v ozračje pa 0 odstotkov.

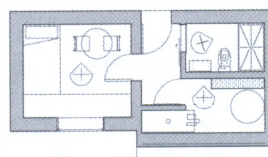
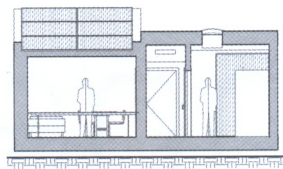
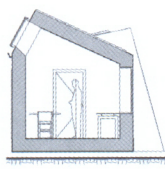
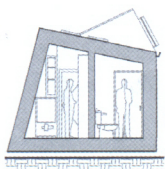
Pri Celici je velik poudarek na uporabi naravnih materialov, mobilnosti in uporabi sončne energije. Objekt je bil zasnovan za serijsko izdelavo, s čimer bi še dodatno znižali ceno gradnje in zagotovili večjo učinkovitost izkoriščanja obnovljivih virov energije.

Zaradi potrebe po mobilnosti je Celica razdeljena na pet funkcionalno povezanih enot (bivalni del, spalnica v mansardi, sanitarna enota z WC-jem in prho, tehnološka enota s kuhinjsko nišo ter mansardni del tehnološke enote z ogrevalnim sistemom).

Celica je ogrevana s tremi različnimi solarnimi ogrevalnimi sistemi, za oskrbo z električno energijo je vgrajen fotonapetostni sistem. Dodan je tudi sistem za zbiranje deževnice, odpadna voda se čisti v rastlinski čistilni napravi. Zato enota ni priključena na noben javni komunalni sistem. Za delovanje Celice so bile zasnovane tudi nove tehnologije, ki so bile razvite v okviru Kompetenčnega centra za trajnostno gradbeništvo TIGR. Celica je namenjena prikazu novih energijskih tehnologij in študijskemu delu študentov Univerze v Ljubljani. V njej bodo potekale demonstracije tehnologij za strokovnjake, dijakke in učence ter javnost, v prihodnosti pa bo, upamo, služila svojemu prvotnemu namenu, samozadostnemu bivanju.







Zakaj bi nam drugi krojili prihodnost, ko pa si jo lahko sami! Sonca imamo v izobilju.

## LEPE HIŠE

Besedilo: Aleksandra Šmajdek  
Fotografije: Doc. dr. Ciril Arkar,  
Suzana Domjan in študentje

Arhitektura: študenti 3. letnika,  
Fakulteta za arhitekturo  
Univerze v Ljubljani  
Lokacija: Ljubljana,  
ob Finžgarjevi ulici  
Leto izvedbe: 2012

### DATOTEKA

Samozadostna bivalna celica, Ljubljana

Arhitektura: študenti 3. letnika,  
Fakulteta za arhitekturo  
Investitor: projekt IEE IDES-EU in podjetja  
z donacijo opreme

Leto načrtovanja: 2011

Leto izvedbe: 2012

Površina objekta: 30 m<sup>2</sup>

Koncept stavbnih instalacij:

prof. dr. Sašo Medved, dr. Ciril Arkar

Glavni izvajalec gradbeno obrtniških del in  
dobavitelj lesa: Severles d.o.o.

Toplotna izolacija:

Knauf Insulation d.o.o., Jub d.o.o.,

Turna d.o.o., CMC Ekocon d.o.o.

Stavbno pohištvo: Gašper trženje d.o.o.,

Velux Slovenija d.o.o.

Ogrevanje: Titan d.d., Sonnenkraft,  
Danfoss d.o.o.

Prezračevanje: Ving, d.o.o.

Oskrba s sanitarno vodo: Rheinzink,

Trimo d.d., Sonnenkraft, Titan d.d.,  
Danfoss d.o.o., Kolpa d.d.

Oskrba z električno energijo:

Solar (skupina Gorenje), Elgom

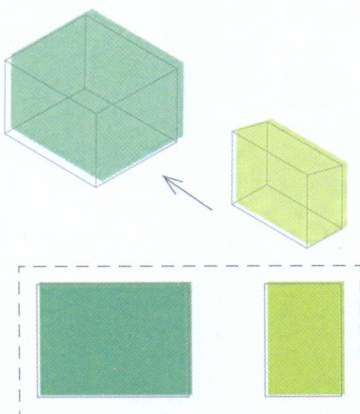
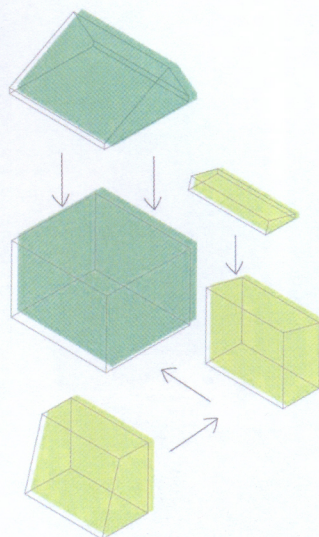
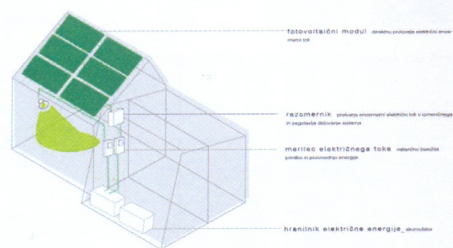
Razsvetljava in električna napeljava:

Elgom, Elsyst d.o.o., Eltako

Ravnanje z vodo in odpadki: Ekorim

Informacijske tehnologije: PCCNS

optimalni naklon za postavitev vakuumskih hranilnih topil

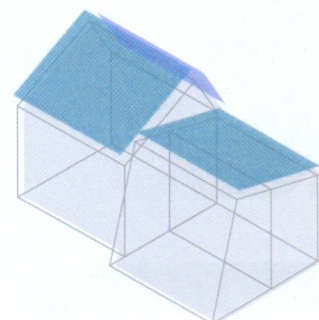


bivalni del

sanitarni del

objekt je sestavljen iz 5 delov

streha z naklonom ponuja večjo površino za zbiranje vode

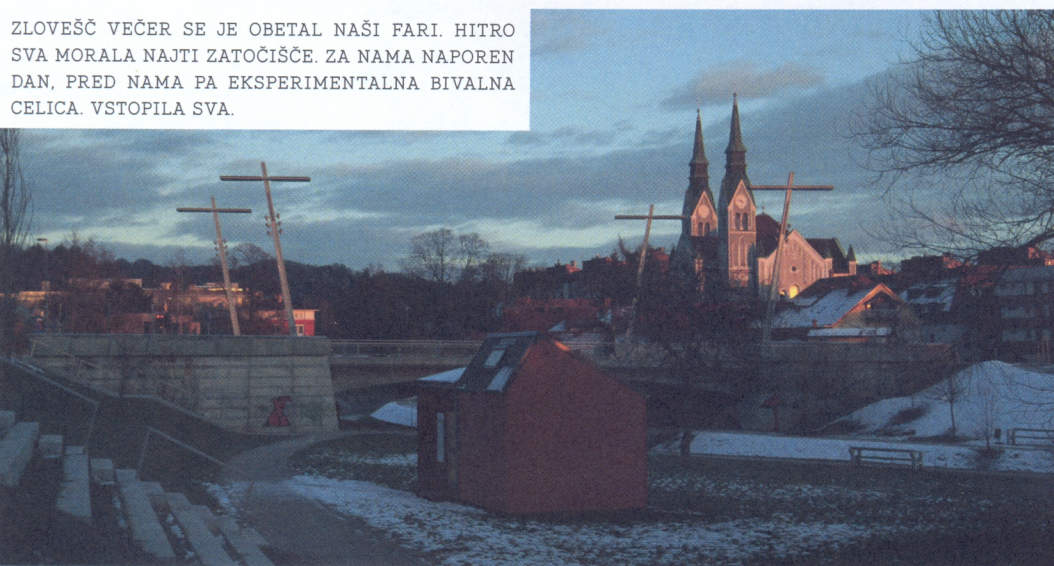




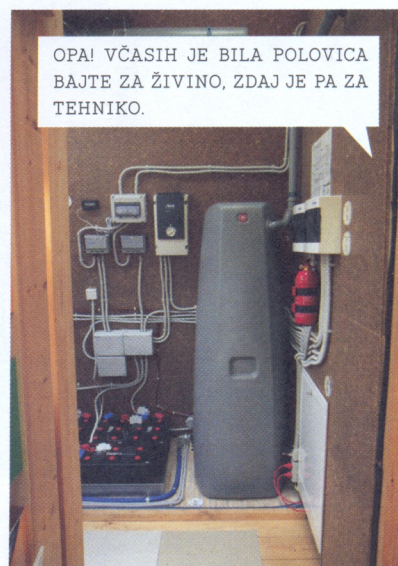
# SAMOZADOSTNA!

Ali bivalna izkušnja dveh kulturnikov, za katera v tem mestu že dolgo ni več dela.

ZLOVEŠČ VEČER SE JE OBETAL NAŠI FARI. HITRO SVA MORALA NAJTI ZATOČIŠČE. ZA NAMA NAPOREN DAN, PRED NAMA PA EKSPERIMENTALNA BIVALNA CELICA. VSTOPILA SVA.



OPA! VČASIH JE BILA POLOVICA BAJTE ZA ŽIVINO, ZDAJ JE PA ZA TEHNIKO.



PREVERILA SVA PARAMETRE.



GLIH ZA GLIH!

STROJNIŠKA ASKETSKA NOTRANJOST NAMA JE USTREZALA.



DRAGI BOM NAPISAL KARTICO.

STAIRWAY TO HEAVEN. V REDU.





Januar tega leta je bil predvsem snežen ali oblačen. Sončnih dni v Ljubljani skoraj nismo zabeležili. Povprečna temperatura je bila okoli 0 stopinj Celzija. Odločili smo se, da v tem času preizkusimo bivanje v samozadostni celici. Ustrezni bivalni pogoji naj bi po teoretskih izračunih vladali skozi vse leto.

Ob prihodu je bila zunanja temperatura -1,4 stopinje Celzija. Temperatura vode v zalogovniku je bila malo pod 25 stopinj. Električne energije je bilo še okoli 7 kW, torej slabi dve tretjini.

Temperatura v notranjosti je bila 15,3 stopinje Celzija, zaloga deževnice pa okoli 350 litrov.

Poenostavljeno je delovanje objekta takšno: na strehi so solarne celice za pridobivanje električne energije. Na fasadi so vakuumski kolektorji za pridobivanje toplote. Električna se shranjuje v akumulatorjih zmogljivosti 13 kWh. Mogoča je uporaba napetosti 220 V in 24 V. Zaloge naj bi zadostovale za en teden. Toplota se shranjuje v 750-litrskem hranilniku. Uporablja se za talno gretje in ogrevanje sanitarne vode. Svež zrak se

zagotavlja z rekuperacijo. Deževnica se zbira v 400-litrski cisterni. Stranišče je kompostirno.

Ob zaključku preizkusnega bivanja naslednjega dne je bila temperatura v objektu 16,4 stopinje. Zaloge energije in vode so se malenkostno zmanjšale. Objekt je uspešno prestopil preizkuse, z naslednjimi opombami: po dnevu ali dveh sonca bi lahko objekt ogreli na 20 stopinj. V primeru pomanjkanja sončnih dni bi bilo ob redni uporabi objekta smiselno vgraditi majhno peč na drva, ki bi zelo hitro nadomestila temperaturno razliko.

ZA GLAVNO JED SVA IMELA KRUH PA SIR ...



**REDUCE  
REUSE  
REFOŠK**

... PA POLIČ VINA.



POTEM SVA SE PREDALA INTELEKTUALNEMU RAZGOVORU.



KDAJ SI NAZADNJE?

BO ŽE POL LETA.

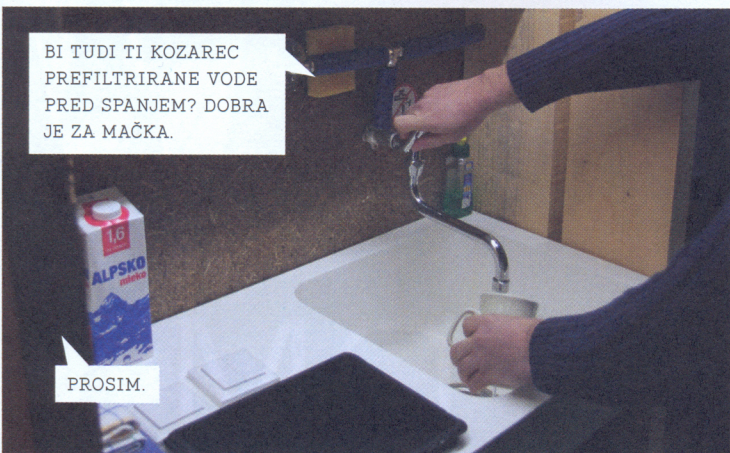
STARI, ŠIŠAŠ ME!

ČUDEN OBČUTEK IMAM.  
KOT DA JE ZUNAJ MEDVED.

TOUT VA BIEN.\*  
\*Vse je v redu.

BI TUDI TI KOZAREC  
PREFILTRIRANE VODE  
PRED SPANJEM? DOBRA  
JE ZA MAČKA.

PROSIM.



NASLEDNJE JUTRO JE ZA NAMA OSTALA LE ŠE  
SLED V NOVOZAPADLEM SNegu.



KONEC.