

# PROGRAM REHABILITACIJE DALJINSKOG GREJANJA U BEOGRADU – TEHNIČKE KOMPONENTE

## THE BELGRADE DISTRICT HEATING REHABILITATION PROGRAMME – TECHNICAL COMPONENTS

HÅKAN LANDBERG,  
“Göteborg Energi International”, Göteborg, Sweden

*Daljinsko grejanje se sastoji iz četiri podjednako važna dela lanca, od goriva do grejanja potrošača: proizvodnje, distribucije, podstanica i unutrašnjeg sistema u samim zgradama. Tehničke komponente “Programa rehabilitacije daljinskog grejanja u Beogradu” tretirale su tri tačke za tri grejna područja u centralnom Beogradu. Renovirano je ili zamenjeno 1 500 podstanica, 12 km cevi je zamenjeno ili instalirano i tri velike toplane su prilagođene načinu rada orijentisanom na potrošače i modernizovane, kako bi se poboljšala efikasnost. Takođe, u sklopu ovog programa zatvoreno je nekoliko manjih kotlarnica sa niskom efikasnošću, uglavnom u centralnom delu Beograda. Program je finansirao grad Beograd, delimično iz kredita EBRD. Realizaciju su podržavali međunarodni konsultanti finansirani sredstvima švedske donacije. Ukupan rezultat ovog programa je značajno poboljšan kvalitet vazduha na centralnom gradskom području Beograda i efikasnije grejanje, čime se ušteduje oko 25% troškova za energente.*

*District heating has four equally important parts of the chain from fuel to heating the customer: generation, distribution, sub-stations, and internal systems in the building. The Belgrade District Heating Rehabilitation Programme technical components have aimed to address the three first of these for three heating areas in central Belgrade. 1 500 sub-stations has been renovated or replaced, 12 km of piping has been replaced or installed and three large boiler plants has been adapted to customer oriented operation and modernised to improve efficiency. The programme also included closing down a number of smaller inefficient boilers, mainly in the centre of Belgrade. The programme has been financed by the City of Belgrade, partly by loans from EBRD. The implementation has been supported by international consultants financed by Swedish grants. The overall effect of the programme is substantially improved local air quality in the centre of Belgrade and more efficient heating, saving approximately 25% on the fuel bill.*

**Ključne reči:** daljinsko grejanje; rehabilitacija; tehničke komponente; Beograd  
**Key words:** district heating; rehabilitation; technical components; Belgrade

### 1. Uvod

Ovo izlaganje je pripremljeno u sklopu programa finansiranog od Švedske agencije za međunarodni razvoj i saradnju (SIDA).

## 1.1. Projekat

Beogradske elektrane (BE), beogradsko preduzeće za daljinsko grejanje, odgovorno je za obezbeđivanje daljinskog grejanja u širem području Beograda. Preduzeće je pod kontrolom grada Beograda i u 2003. je imalo blizu 2 900 zaposlenih. U to vreme BE su se suočavale sa problemima u pogledu tehnike kao i na polju menadžmenta i bili su neophodni modernizacija i rehabilitacija tehničkih sistema i toplana kao i promene i razvoj procedura i organizacije preduzeća.

Evropska banka za obnovu i razvoj (EBRD) je dala zajam od ukupno 60 miliona evra gradu Beogradu, od čega je 20 miliona evra iskorišćeno za obnovu sistema za daljinsko grejanje BE, a grad Beograd se obavezao da sufinansira radove u približno istom iznosu. Švedska organizacija za međunarodni razvoj i saradnju (Sida) obezbedila je sredstva za pružanje podrške jedinici za realizaciju projekta (PIU).

Kao komplementarna aktivnost programa prioriternih investicija, Sida se složila da finansira demonstracione projekte koji imaju cilj da zadovolje trenutne potrebe BE i da demonstriraju modernu tehnologiju daljinskog grejanja onako kako je ona primenjena u Švedskoj.

Sida se takođe složila da finansira konsultantsku podršku "Programu korporativnog razvoja", koji će pomoći upravi BE da unapredi svoje sposobnosti rukovođenja i sisteme koji će ispunjavati nove zahteve postavljene preduzeću. Ovaj deo projekta je predmet razmatranja zasebnog dokumenta koji se izlaže na ovom kongresu, pod nazivom „Komponente korporativnog razvoja“, od istog autora.

The Belgrade Cruinniú (BC), konzorcijumu koji čine Göteborg Energi International, Helm Corporation i ÅF International, dodeljen je ugovor za pružanje konsultantske podrške Programu rehabilitacije daljinskog grejanja u Beogradu, kako je projekat nazvan. Program je započet u junu 2003, a konsultantska podrška je okončana krajem 2006.

## 1.2. Ciljevi i njihovo ostvarenje

Primarni cilj ukupnog programa bio je: **pomoći BE da postanu preduzeće koje je orijentisano prema potrošaču, samostalno, finansijski samoodrživo i transparentno, koje obezbeđuje isplativu i kvalitetnu uslugu građanima Beograda primenom priznate najbolje prakse i iskorišćavanjem resursa ERBD i Side na najbolji način.**

Ključni cilj konsultantskog angažmana je bio: **razviti veštine zaposlenih u BE tako da na završetku projekta budu sposobni da vode preduzeće napred primenom priznate najbolje prakse i da nastave sa realizacijom završnih faza Programa prioriternih investicija.**

Glavni ciljevi su bili:

- obezbeđivanje podrške BE u sprovođenju Programa korporativnog razvoja;
- **obezbeđivanje podrške BE u primeni EBRD finansiranog investicionog programa za rekonstrukciju sistema za daljinsko grejanje;**
- **demonstracija načina na koji moderna tehnologija za daljinsko grejanje može unaprediti nivo usluge daljinskog grejanja i efikasnost sistema za daljinsko grejanje.**

Ključni i glavni ciljevi su postignuti. Međutim, kašnjenja investicionog programa i promene u rukovodstvu BE doveli su do toga da se podrška konsultanata završi pre okončanja programa pomenutih u prva dva glavna cilja. Naše mišljenje je da

je podrška konsultanata bila dovoljna da obezbedi BE da same dovedu programe do uspešnog završetka. Kao rezultat projekta, ostvaren je direktan uticaj na oko 200 ljudi i njihovo stručno usavršavanje. To sada obezbeđuje BE značajan broj ljudi koji dalje mogu da utiču na rad svojih kolega; postavljen je temelj za širenje znanja ka većem broju rukovodilaca i inženjera.

### 1.3. Opšte informacije

Zagrevanje prostorija putem sistema daljinskog grejanja dugačak je put u lancu od snabdevanja gorivom do ostvarivanja ugodnih uslova u prostoriji. Glavni delovi toga lanca su [8]:

- snabdevanje gorivom toplotnih izvora (toplana);
- proizvodnja toplote u toplanama;
- distribucija toplote;
- isporuka toplote podstanici;
- isporuka i raspodela toplote unutar same zgrade.

### 1.4. Ulaganja u okviru obnove

Da bi se ostvarili predviđeni pozitivni efekti u vidu uštede, povećanog kvaliteta u snabdevanju toplotom, smanjenja emisija štetnih gasova u atmosferu, poboljšanog kvaliteta gradskog vazduha i preobražaja preduzeća ka poslovanju orijentisanom prema potrošačima, utvrđene su sledeće aktivnosti [8]:

- ugradnja i/ili remont kalorimetara i regulacionih ventila;
- zamena akumulatora za potrošnu toplu vodu u podstanicama direktnim razmenjivačima toplote;
- zamena “dotrajalih” razmenjivača toplote;
- zamena oštećenih/curećih komponentata u mreži daljinskog grejanja, npr. kompenzatora;
- zamena i popravka toplovodnih cevi;
- obnova i poboljšanje distributivnih pumpi, opreme za regulisanje protoka, merne opreme i ventila;
- poboljšanje regulacije rada kotlova u cilju povećanja efikasnosti i smanjenja emisije štetnih gasova;
- povezivanje sistemom cevovoda, manjih mreža u jednu veliku mrežu, pri čemu bi pojedinačne toplane mogle biti korišćene za optimalnu isporuku toplote i omogućile njenu pouzdaniju isporuku;
- ugradnja cevi, čime se u proteklom periodu izbacuju iz upotrebe brojne male kotlarnice koje se karakterišu niskom efikasnošću i visokom emisijom štetnih gasova. Njihovu ulogu preuzima sistem daljinskog grejanja iz glavnih toplanana.

Sprovođenje navedenih mera prema procenama donosi uštedu od oko 25% u potrošnji goriva za isti nivo odnosno kvalitet grejanja.

### 1.5. Snižavanje temperaturnih nivoa u sistemu daljinskog grejanja

Nivo temperatura u mreži daljinskog grejanja trebalo bi sniziti da bi se umanjili toplotni gubici u sistemu i olakšalo uvođenje kondenzacije dimnih gasova i novih izvora toplote kao što su toplota dobijena spaljivanjem otpada, toplotne pumpe i postrojenja za kombinovanu proizvodnju toplotne i električne energije. Takođe, nove

predizolovane cevi ne treba da budu izložene temperaturama višim od 120°C, što snižavanje projektovanih temperatura čini neophodnim.

Sada je predviđeno da grejni sistemi u zgradama rade na temperaturama od 80/60°C za stare instalacije, a 60/40°C za nove. Nova studija o klimatskim uslovima pokazuje da treba da bude usvojena viša spoljna projektovana temperatura [8].

### 1.6. Alternative daljinskom grejanju

U velikim gradovima poput Beograda, postoje tri osnovne alternative daljinskom grejanju [8]: prirodni gas, lokalni kotlovi i individualno grejanje pomoću električne energije. Na osnovu poređenja, zaključeno je da je daljinsko grejanje interesantna i neophodna alternativa, barem kratkoročno i na srednji rok.

### 1.7. Ovaj rad

U ovom radu ćemo se baviti specifičnom primenom ranije razmotrenih principa [8] koji su rezimirani u dosadašnjem tekstu, a tiču se rehabilitacije sistema daljinskog grejanja u Beogradu.

## 2. Program

Investicioni program finansiran od grada Beograda, delimično iz kredita EBRD, raščlanjen je na tri glavna dela:

- podstanice,
- cevi (toplovodi),
- toplotne izvore.

Ovaj program je pokrivaio grejna područja Dunav, Konjarnik, Voždovac i manje oblasti između navedenih.

Uz glavni program postojala su i tri pomoćna demonstraciona projekta, finansirana švedskim donacijama, plus četvrti demo-projekat za Univerzitet. Realizovani su sledeći demonstracioni projekti:

- paketne podstanice u Zemunu, ugradnja putem ugovora „ključ u ruke“;
- softver za hidrauličke proračune;
- optimizacija rada i unapređenja postrojenja;
- projekat Univerziteta.

Projekat Zemun je prezentovan na Kongresu o KGH u Beogradu 2004 [7], a projekat Univerziteta je detaljno prezentovan tokom ove nedelje (materijal može da se naruči besplatno od autora); ostale komponente će biti ukratko razmotrene u ovom dokumentu.

### 2.1. Podstanice

Cilj projekta podstanica je bio da se modernizuje oko 1 500 podstanica, uključujući Zemun. Kalorimetrom i regulacionim ventilom opremljena je 731 postojeća podstanica u relativno dobrom stanju, a 395 postojećih podstanica, kojima je bila neophodna popravka, opremljeno je kalorimetrom i regulacionim ventilom, kao i novim razmenjivačima toplote. Pored toga, obavljena je zamena gotovo svih starih akumulatora za potrošnu toplu vodu direktnim razmenjivačima toplote. Ugrađene su 284 nove podstanice. Većina ovih podstanica zamenila je stare kotlarnice ili sekundarne mreže.

U Zemunu je 80 podstanica zamenjeno novima, a neke od njih u sklopu demonstracionog projekta.

Procenjeni ukupni troškovi za ovaj deo iznose 10 MEUR, a projekat je okončan u roku od približno četiri godine nakon usvajanja odluke o otpočinjanju aktivnosti.

Projekat podstanica u Zemunu jasno je pokazao tehničke preduslove za poslovanje orijentisano prema potrošaču. Sada postoje svi uslovi da se mreža u Zemunu iskoristi kao pilot područje za npr. fakturisanje prema naplati i novi način rada toplane. Ovaj projekat je takođe pokazao isplativ način da se obezbedi kvalitetna usluga starijima primenom najbolje prakse u tenderisanju i upravljanju i ugovorima kao i tehničkih rešenja i opreme [7].

## 2.2. Toplovodi

U okviru ovog projekta zamenjene su stare cevi savremenim predizolovanim cevima i ugrađene nove trase kako bi se omogućilo gašenje nekoliko manjih kotlarnica sa niskom efikasnošću, uglavnom u centru Beograda. Ukupno je tokom perioda od četiri godine, od usvajanja odluke o otpočinjanju projekta, ugrađeno 12 km duplih cevi. Ukupni troškovi su iznosili 8 MEUR.

## 2.3. Toplotni izvori

Ovo je bila daleko najteža komponenta projekta. Bilo je potrebno dosta vremena da se definiše i usaglasi detaljan obim radova, pa je konačna odluka o početku detaljnog projektovanja i nabavke doneta tek početkom 2006. Očekuje se da projekat bude okončan krajem 2008. Projekat ima dva glavna cilja, povećanje efikasnosti i prilagođavanje toplana načinu rada orijentisanom na potrošača, tj. proizvodnji koja je uslovljena potražnjom toplotne energije od strane potrošača.

Ugrađeni su novi sistemi upravljanja gorionicima i u nekim slučajevima novi gorionici, uz ekonomizatore dimnih gasova kako bi se poboljšala efikasnost postojećih kotlova. To je obavljeno na polovini kotlova u svakoj toplani. Procenjuje se da se ovim ulaganjima efikasnost pojedinačnih kotlova ukupno povećava za 6–7%, a efikasnost celokupnih toplotnih izvora za 4–5%, pošto će efikasniji kotlovi proizvoditi najveći deo toplotne energije.

Instalirana su postrojenja za preradu vode za kotlovske krugove, kako bi se unapredila pouzdanost i umanjili troškovi koje prouzrokuju ispadi iz pogona.

Da bi se toplane prilagodile radu orijentisanom ka potrošačima, preduzete su sledeće aktivnosti:

- kotlovi direktno priključeni na toplovodnu mrežu razdvojeni su razmenjivačima toplote;
- na svim magistralama je ugrađena oprema za merenje protoka;
- pumpne stanice su prešle na varijabilni protok instalacijom frekventnih regulatora i, u nekim slučajevima, novih pumpi;
- za regulaciju temperature su ugrađeni regulatorni ventili;
- radi boljeg nadzora i automatske kontrole ugrađeni su sistemi SCADA i DCS.

Troškovi za ovaj projekat procenjuju se na 15 MEUR.

## **2.4. Softver za hidrauličke proračune**

Formirana je i obučena grupa za hidrauličke proračune i implementiran je softver. Planirano je da neki od rezultata njihovog rada budu prezentovani u jednom od radova na ovom kongresu.

Ova grupa, zajedno sa nekoliko drugih organizacionih celina u preduzeću, sada postepeno mapira toplovodne mreže. Softver i stručnjaci u okviru grupe nakon toga mogu da pomognu u projektovanju novih trasa, da procene probleme u distribuciji i uska grla u postojećim toplovodnim mrežama, pruže podatke za adekvatno projektovanje podstanica itd.

Troškovi za hardver i softver iznosili su oko 60 000 evra. Skuplji deo je u toku – mapiranje mreža. To će zahtevati najmanje 20 ljudi/godina, da bi se dostigao prihvatljivi nivo, međutim, to će u stvari biti neprestana bitka da se model prilagodi realnom stanju.

## **2.5. Optimizacija rada i unapređenja postrojenja**

Grupa je formirana, opremljena i obučena za dijagnostiku toplotnih izvora i merenja, tehnologiju sagorevanja, hemiju vode, vibrodijagnostiku i merenja itd. Ova grupa sada radi na merenjima uticaja na životnu sredinu, unapređenju kotlova itd.

U 2006. grupa za dijagnostiku je sproveda merenja na 156 kotlova, od kojih je 81 morao da bude prilagođen (misli se na nivo CO i O<sub>2</sub>). Prosečni procenat smanjenja O<sub>2</sub> iznosi 1–1,5%, što dovodi do niže temperature dimnih gasova i poboljšava efikasnost procesa sagorevanja i kompletnog kotla. Smanjenjem emisije CO sprečavamo formiranje čađi na cevima u kotlovima (na strani dimnih gasova). Ukupna ušteda tokom prošle godine iznosila je oko 420.000 evra. To je rezultat rada male grupe ljudi i veoma malih investicija odnosno troškova popravke.

# **3. Koristi od projekta**

## **3.1. Tehničke koristi**

Ukupna iskustva do danas su pozitivna. Neka iskustva, pre svega iz projektovanja podstanica, biće prezentovana u drugim radovima na ovom kongresu. Ostali pozitivni efekti će doći tek kada se završe ulaganja u toplotne izvore.

Plan je da se sada sprovede program verifikacije koji će kvantifikovati koristi proistekle od ulaganja. Nadam se da će predstavnici BE biti u prilici da iznesu još više rezultata i iskustava na sledećem kongresu, iduće godine.

## **3.2. Finansijske koristi**

Indikativna merenja iz realizovanih instalacija nas utvrđuju u verovanju da će projekat dostići procenjenih 25% ukupne uštede energenata u područjima pokrivenim radovima. Neki od ovih pokazatelja će biti prezentovani u drugim radovima na ovom kongresu. Međutim, puni efekat investicija će se postići tek kada se okončaju svi delovi i kada se uvedu nova tarifa zasnovana na utrošku i novi način rada. Nadam se da će predstavnici BE biti u prilici da ove rezultate iznesu na Kongresu 2009. godine.

## **3.3. Ekološki efekti**

Ekološki efekti programa generalno su bili pozitivni. Smanjenje potrošnje energenata i poboljšanje mešavine energenata, nastalo kao posledica različitih tehničkih

investicija i boljeg upravljanja i rukovanja, dovelo je do smanjenja emisije i količine otpadnih produkata.

Još uvek nisu izvršena nikakva kvantitativna merenja, jer investicioni program još nije završen. Priprema se program verifikacije koji bi BE primenile na kraju faze investicija. Sačinjen je program verifikacije koji će BE realizovati na kraju ove faze investicija.

Predviđene su sledeće vrednosti smanjenja emisija:

	2005.	2006.	2007.	2008.	2009.	2010.
Smanjena emisija CO <sub>2</sub> (t./god.)	0,00	4 165	28 967	52 264	53 816	53 822
Smanjena emisija SO <sub>x</sub> (t./god.)	0,00	0,00	406,66	406,66	406,66	406,66
Smanjena emisija NO <sub>x</sub> (t./god.)	0,00	3,71	47,48	68,25	69,63	69,64

#### 4. Stečena znanja i preporuke

Snažno se preporučuje da se svaki projektni tim formira kao relativno nezavisan te da se članovima tima daju jasni zadaci i jasan angažman isključivo na projektu (bez dupliranja šefova). Isto tako, neophodno je prepoznati značaj rada na projektu, dodatnih odgovornosti, većih zahteva u pogledu obima posla i prekovremenog rada i obezbediti korektnu kompenzaciju za to.

Jedan od glavnih zadataka podrške svakom preduzeću za daljinsko grejanje treba da bude fokusiranje na postizanje ciljeva umesto na procedure. Procedure mogu biti sredstvo za postizanje ciljeva, ali one same nisu važan cilj. Projektni zadatak i principi nabavke za konsultante su često previše orijentisani na procedure i veoma malo orijentisani na ciljeve. Oblik konsultantske podrške treba da određuju potrebe samog projekta. On će varirati tokom trajanja projekta, a suviše oštro definisani zahtevi su kontraproduktivni.

BE nisu bile sasvim spremne za brzi početak, dok su sa druge strane BC pokušale da ispune očekivanja i u kratkom roku dovele nekoliko konsultanata. U tom trenutku u BE nije bilo dovoljno adekvatnih kancelarija, kompjuterske opreme i postavljenih osoba na paralelnim pozicijama u timu BE. To je dovelo do značajnih poremećaja i kašnjenja i kada se toga prisetimo, čini se iznenađujućim da je toliko toga u stvari urađeno. Međutim, trebalo je da imamo dužu početnu fazu i postepeniji razvoj saradnje, i u vreme potpisivanja ugovora trebalo je priznati da su očekivanja nerealna.

Korišćenje investicija ne treba da počne sve dok zainteresovane strane ne odobre pripreme, timove, planove itd. (najbolje bi bilo da sve ovo postoji i funkcioniše pre početka, ali to nije bilo tako u našem slučaju). To treba da bude zasnovano na izveštaju o organizaciji projekta praćenom početnim izveštajem konsultanata koji treba da sadrži preporuke zainteresovanim stranama i komentare na izveštaj organizacije projekta. Taj postupak može da potraje, ali čvrsto verujemo da bi realan i organizovan pristup ugradnji, koja je počela u proleće 2004. godine, umanjila današnja zašćenja.

Obe strane bi na početku trebalo više vremena da posvete razumevanju tehničkog zaleđa druge strane, posebno u pogledu rukovanja sistemima, pre donošenja te-

hničkih odluka. Pažljivo planirana obuka, studijske posete i uvođenje u moderne tehnologije DG olakšavaju prihvatanje tehničkih rešenja, ali vremenski raspored projekta mora da dozvoli vreme za održavanje takve obuke kao i vreme za inženjere i rukovodioce da razmotre tehnička rešenja i da ih prihvate.

Ne treba potcenjivati interesovanje za tehnička pitanja i uticaj najvišeg rukovodstva (onih koji imaju tehničko obrazovanje i dugo su u preduzeću). Neophodno je osigurati direktan dijalog između konsultanata i pravih donosilaca odluka.

Finansijeri treba da se pridržavaju dogovorenih planova nabavke i uslova ugovora tokom trajanja projekta bez obzira na to koja osoba predstavlja organizaciju. Suvviše često je bio slučaj da su se uslovi menjali, ponekad u veoma kasnoj fazi.

## 5. Zaključci

Postoji ogroman potencijal za uštedu energije i poboljšanje kvaliteta životne sredine. Ovaj projekat je pokazao neke od načina da se to ostvari. Tri područja u centralnom delu Beograda su rehabilitovana, što je dovelo do značajnog poboljšanja kvaliteta vazduha i efikasnijeg grejanja.

Kratkoročno gledano, očekujemo da se uštedi 25% troškova za energente pomoću modernog i efikasnijeg sistema distribucije. Još 25% može da se uštedi smanjenjem potrošnje energije u zgradama – što je već u sferi odgovornosti vlasnika stambenih zgrada. Postojeća infrastruktura i proizvodni kapaciteti bi tada mogli da snabdevaju duplo više potrošača bez većih investicija i bez povećanja današnje potrošnje goriva.

## Literatura

- [1] \*\*\* Republic of Serbia, Study on the Improvement of Commercial Performance of Public Municipal Enterprises for Water Supply and Sewerage as well as District Heating; Novi Sad, Niš, Belgrade. Draft Final Report, submitted to Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) by Stone & Webster Consultants in association with Lahmeyer International GmbH and Hendley Associates Limited and Karanović & Nikolić, decembar 2001.
- [2] \*\*\* Final Report on Feasibility Study for the Reconstruction of the District Heating System in Belgrade; Internal Report Prepared for Belgrade's Electrical Company and EBRD, by Gothenburg Energy International Corp, april 2002.
- [3] \*\*\* Inception report of Norwegian Energy Efficiency Assistance to Serbia, The Norwegian Energy Efficiency Group NEEG, Oslo, Norveška, 2002.
- [4] **Todorovic, B.**, *Energy Situation of Countries in Transition – Example of Serbia*, Cold climate, Trondheim, Norveška, jun 2003.
- [5] **Landberg, H.**, *The Role of Heat Pumps in the Modern Energy System* (“Uloga toplotnih pumpi u savremenim energetske sistemima”); 34. međunarodni kongres i izložba o KGH u Beogradu, SMEITS, Beograd, decembar 2003.
- [6] **Landberg, H., B. Todorovic**, *Revitalization and reconstruction of district heating systems in countries in transitions*, konferencija „Installation for building and the ambient comfort“, Timisoara, Rumunija, april 2004.
- [7] **Landberg, H., R. Talić, N. Kontić**, *A New Way to Build Substations* (“Novi način izgradnje podstanica”); 35. međunarodni kongres i izložba o KGH u Beogradu, SMEITS, Beograd, decembar 2004.



- [8] **Landberg, H.**, *Sustainable heat supply* (“Održivo snabdevanje toplotnom energijom”); 36. međunarodni kongres i izložba o KGH u Beogradu, SMEITS, Beograd, decembar 2005.
- [9] \*\*\* Program rehabilitacije daljinskog grejanja u Beogradu, Završni izveštaj, pripremljen za Sida, zajednički izveštaj JKP Beogradske elektrane i The Belgrade Cruinniú, konzorcijuma koji čine: Göteborg Energy International, Helm Corporation i ÅF International, maj 2007.

**kg**h