

1 IZRAČUN EKONOMIČNOSTI IZOLIRANE CEVI – PRAKTIČEN PRIMER IZRAČUNA ZA INDUSTRIJSKO KURILNICO

Preden se podjetje odloči za prenovo toplotne izolacije ogrevalnega sistema ali investicijo v toplotno izolacijo, se praviloma vpraša, kolikšen je znesek investicije in v kolikšnem času se le-ta povrne. Na ta način podjetje prihrani pri mesečnih stroških električne energije.

V nadaljevanju predstavljamo praktičen primer izračuna za industrijsko kurilnico z razvodom cevi po industrijskem proizvodnem objektu, ki je namenjen proizvodnji električnih aparatov. Da bo izračun enostavnejši, smo za primer vzeli 50 metrov železne cevi DN 50. Izračun ekonomičnosti izoliranja cevne razvoda temelji na predpostavki temperature medija v ceveh pri 60 °C in temperaturi okolice pri 22 °C. Za izolacijo smo izbrali fleksibilno elastomerno peno proizvajalca Armacell, ki se v praksi uporablja za izolacijo cevi v industrijskih kurilnicah, pri temperaturi medija 60 °C.

V tabeli 2 so predstavljene cene izolacijskega materiala, fleksibilne elastomerne pene proizvajalca Armacell.

Tabela 1: Cene izolacijskega materiala, fleksibilne elastomerne pene proizvajalca Armacell

	Dimenzije izolacije (debelina x notranji premer izolacijskih cevi)	Cena na 1 TM v € brez DDV	Strošek za 50 m toplotne izolacije v € brez DDV
izolacijski material ARMAFLEX XG	13 mm x 60 mm	1,35 €	67,50 €
	19 mm x 60 mm	2,45 €	122,50 €
	25 mm x 60 mm	5,40 €	270,00 €

Vir: Martin d.o.o, 2017.

Izolacijski material, fleksibilno elastomerno izolacijo Armaflex XG, predstavljeno v tabeli 2, tudi sami uporabljamo v podjetju, v katerem se ukvarjamo z izolacijo industrijskih kurilnic. Prikazane so debeline izolacijskih cevi (13 mm, 19 mm in 25 mm) ter njihov premer 60 mm.

Če želimo ogrevati vodo na 60 °C, pri različnih dimenzijah izolacijskih cevi porabimo različno količino energije, razlikuje se tudi prihranek energije, če so te izolirane z izolacijskim materialom Armaflex XG.

Toplotna energija se skozi stene cevi radialno prenaša v okolico. Izračunamo lahko, da pri enem metru neizolirane cevi DN 50 v eni uri izgubimo 94,95 Wh energije.

Do izračuna pridemo z naslednjo formulo:

$$Q = \frac{2 \times \pi \times K \times L \times (T1 - T2)}{\ln \frac{R2}{R1}}$$

pri čemer je:

K = koeficient prenosa toplote materiala cevi. Za železno cev znaša toplotna prevodnost $74,4 \frac{W}{m K}$ (Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko, 2010, 1)

T1 = temperatura v notranjosti cevi, kjer se lahko predpostavi, da je enaka temperaturi kapljevine, v našem primeru 60 °C

T2 = zunanja temperatura cevi, kjer se lahko predpostavi, da je enaka temperaturi zraka zunaj cevi, v našem primeru 22 °C

L = dolžina cevi, po kateri se pretaka tekočina v cevi; izračun temelji na 1 tm cevi

R1 = notranji premer cevi, v našem primeru 50,0 mm (Kraut, 2011)

R2 = zunanji premer cevi, v našem primeru 60,3 mm (Kraut, 2011)

$\pi = 3,14159$

Iz tega sledi še izračun porabe energije:

$$W = Q * l * t$$

Q = toplota

l = dolžina cevi

t = čas, v našem primeru smo za izračun porabe energije upoštevali 180 dni, to je čas kurilne sezone od novembra do konca aprila

Po podatkih proizvajalca toplotnih izolacij je prihranek energije pri dimenziji cevi DN 50 za različne debeline spremenljiv, in sicer pri debeli izolacijskega materiala 13 mm znaša 79 %, pri debelini 19 mm znaša 83 % ter pri debelini izolacijskega materiala 25 mm znaša prihranek energije 86 % – podatki so predstavljeni v tabeli 3 (Armacell, 2007, 1).

Tabela 3: Energjska izguba skozi dano debelino izolacije

Water Temperature °C		60			70			80		
Ambient Temperature °C		10	20	30	10	20	30	10	20	30
Pipe Size (DN)	Insulation (mm)	HEAT LOSS (W/m Length)								
50	Nil	143.7	114.9	86.2	172.4	143.7	114.9	201.1	172.4	143.7
	9	29.8	23.9	17.9	35.8	29.8	23.9	41.8	35.8	29.8
	13	24.2	19.4	14.5	29.1	24.2	19.4	33.9	29.1	24.2
	19	19.3	15.5	11.6	23.2	19.3	15.5	27.1	23.2	19.3
	25	16.4	13.1	9.8	19.7	16.4	13.1	23.0	19.7	16.4

Vir: Armacell, 2007.

Na teh predpostavkah temelji izračun, predstavljen v tabeli 4.

Tabela 4: Poraba energije na izolirani cevi z izolacijskim materialom Armaflex XG

	dimenzije (debelina x notranji premer izolacijskih cevi)	energija, ki se zgubi na 1 m cevi DN 50 v eni uri pri razliki temperatur (60 °C – 22 °C) 38 °C [Wh]	prihranek energije [Wh]	odstotek prihranka energije
Neizolirana cev	\	94,95	\	\
izolacijski material ARMAFLEX XG	13 mm x 60 mm	19,94	75,01	79 %
	19 mm x 60 mm	16,14	78,81	83 %
	25 mm x 60 mm	13,29	81,66	86 %

Vir: Lasten izračun, prirejeno po Armacell, 2007, 1.

Tabela 5 prikazuje izgube in prihranke na letni ravni na meter neizolirane in izolirane cevi ter za cel vod (predpostavimo, da je naš toplovod dolg 50 m). Če v povprečju kurilna sezona traja 180 dni (od novembra do aprila) in kurimo 24 ur na dan, to skupaj znaša 4320 ur. Celotna kurilna sezona bi imela zaradi neizoliranih cevi 410

kWh izgub na meter cevi oziroma 20.509 kWh na celoten vod. Hitro lahko opazimo, da se izgube energije skozi stene cevi drastično znižajo, če uporabimo izolacijo.

Potek izračuna izgube in prihrankov za neizolirano cev pri debelini izolacije 13 mm:

letna izguba za 1 m neizolirane cevi: $94,95 \text{ Wh} \times 4320 \text{ h/leto}/1000 = 410 \text{ kWh}$

Letna izguba za 1 m izolirane cevi 13 mm Armaflex XG:

$19,94 \text{ Wh} \times 4320 \text{ h/leto}/1000 = 86,14 \text{ kWh}$

Letni prihranek energije pri debelini izolacije 13 mm:

$19,94 \text{ kWh} \times 4320 \text{ h/leto}/1000 = 324,04 \text{ kWh}$

Za ostale debeline izolacije se izračuna po enakem postopku.

Tabela 5: Prikaz izgub in prihrankov na letni ravni na meter neizolirane in izolirane cevi

	dimenzije (debelina x notranji premer izolacijskih cevi)	letna izguba energije [kWh]		letni prihranek energije [kWh]	
		za 1 m cevi	za celoten vod (50 m)	za 1 m cevi	za celoten vod (50 m)
neizolirana cev	/	410,18	20.509	/	/
izolacijski material ARMAFLEX XG	13 mm x 60 mm	86,14	4.307	324,04	16.202
	19 mm x 60 mm	69,72	3.486	340,46	17.023
	25 mm x 60 mm	57,41	2.871	352,77	17.639

V tabeli 6 so prikazani stroški goriva za kurilno sezono od novembra do aprila. Izbrali smo kurilno sredstvo plin, ker je tako najlažje določiti enakomernost računanja stroška. Upoštevali smo ceno 0,033 €/kWh (Petrol, 2017), v katero so vštete tudi vse dajatve, ki jih predpisuje zakon. Cene zemeljskega plina so iz €/Sm³ v €/kWh pretvorjene s kalorično vrednostjo 10,769 kWh/Sm³.

Potek izračuna letnih stroškov za 50 m cevi pri debelini izolacije 13 mm:

$86,14 \text{ kWh} \times 0,033 \text{ €/kWh} \times 50 \text{ m cevi} = 142,13 \text{ €}$

Letni prihranek za 50 m cevi pri debelini izolacije 13 mm:

324,04 kWh x 0,033 €/kWh x 50 m cevi = 534,67 €

Za ostale debeline izolacije je izračun po enakem postopku.

Tabela 6: Letni stroški pri neizoliranih/izoliranih ceveh

	dimenzije izolacije (debelina x notranji premer izolacijskih cevi)	letni strošek zaradi izgub	letni prihranek
neizolirana cev	/	676,80 €/kWh	/
izolacijski material ARMAFLEX XG	13 mm x 60 mm	142,13 €	534,67 €
	19 mm x 60 mm	115,04 €	561,76 €
	25 mm x 60 mm	94,73 €	582,07 €

Sedaj lahko izračunamo, ali se nam investicija v izolacijo cevi izplača in kako hitro se nam povrne. Upoštevamo ceno izolacije in polaganja, ki se giblje okoli 3,5 € na tekoči meter. Do izračuna smo prišli na predpostavki cene, po kateri je mogoče v povprečju storitev na trgu prodati. Predpostavili smo, da sistem inštalacije ni zapleten in ne predvideva dodatnih del.

V tabeli 7 so prikazani podatki o času povračila investicije pri različnih debelinah izolacije. Razvidno je, da se nam investicija zelo hitro povrne. Pri vseh debelinah izolacije se investicija povrne že v eni sezoni. Pri debelini izolacije 13 mm se obratovalni stroški najhitreje povrnejo, in sicer v 87 dneh. Od tistega trenutka naprej toplotno izoliran vod služi za prihranek energije in varčevanje denarja.

Potek izračuna časa povračila investicije pri debelini 13 mm:

$0,075 \text{ kWh (prihranjene energije)} \times 0,033 \text{ €/kWh (cena plina)} \times 257,35 \text{ €/kWh (stroški investicije)} / 0,12 \text{ €/kWh (prihranek plina)} / 24 \text{ h} = 78 \text{ dni}$

Za ostali debelini 19 mm in 25 mm izolacije se izračuna čas povračila investicije po enakem postopku.

Tabela 7: Čas povračila investicije v izolacijo cevi

	dimenzije izolacije (debelina x notranji premer izolacijskih cevi)	cena izolacije na 1 TM brez DDV	strošek polaganja na TM	strošek celotne investicije (za cel vod, to je 50 tekočih metrov)	čas, ko se nam investicija povrne [št. dni]
izolacijski material ARMAFLEX XG	13 mm x 60 mm	1,35 €	3,50 €	257,35 €	87
	19 mm x 60 mm	2,45 €	3,50 €	324,45 €	104
	25 mm x 60 mm	5,40 €	3,50 €	504,40 €	156

Vir: Lasten, 2017.

Na podlagi izračunov lahko zaključimo, da se izolacija cevne sistema izplača, saj se investicija praviloma povrne prej kot v eni kurilni sezoni.

Diplomsko delo, toplotne izolacije cevnih sistemov,

Mentor: univ. Dipl. Inž. France saje,

Somentor: simon biček,

Kandidat: matic biček

Litija, avgust 2017