



innoveas

The power of energy audits

Orodja oz. možnosti za izboljšanje energetske učinkovitosti v podjetjih

Jure Eržen, univ. dipl. inž. gr.
Lokalna energetska agencija Gorenjske
Stara cesta 5
4000 Kranj



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement N° 847095



Kazalo vsebine

- Uvod
- Pristop in možnosti za izboljšave
- Ukrepi, primeri za izboljšanje in priporočila



Uvod

Energetska učinkovitost (v bolj subjektivnem smislu) je relativna varčnost ali potratnost, pri čemer se vhodna energija uporablja za zagotavljanje dobrin in storitev.

Do zvišanja energetske učinkovitosti pride, ko je:

- vhodna energija zmanjšana za določeno stopnjo oskrbe ali
- povečana oskrba pri enaki količini dovedene energije.

Možnih več poti oz. ukrepov.



Pristop

Kako do višje energetske učinkovitosti

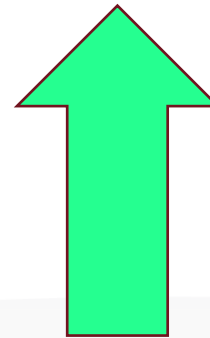
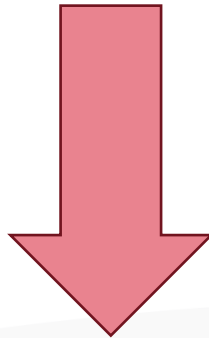
- Skušamo zmanjšati porabo energije – najlažje prihranjena energija je tista, ki je ne porabimo (npr. ugašanje ko ni nikogar v prostoru)
- Skušamo uporabiti tisto kar nam je na voljo (energenti, odpadna toplota, odpaden hlad), skušamo izkoristiti vse kar nam je na voljo (zaprti krog)
- Načrtujemo tako, da bomo porabili čim manj energije
- Skrbimo za spremljanje – tako lahko odpravljamo napake (knjigovodstvo)
- Aktivno pristopimo k sanaciji pomanjkljivosti



Želje/cilji

Zmanjšanje:

- Porabe energije,
- odpadkov,
- uporaba fosilnih goriv,
- emisij v okolje,
- vplivov na okolje
- stroškov

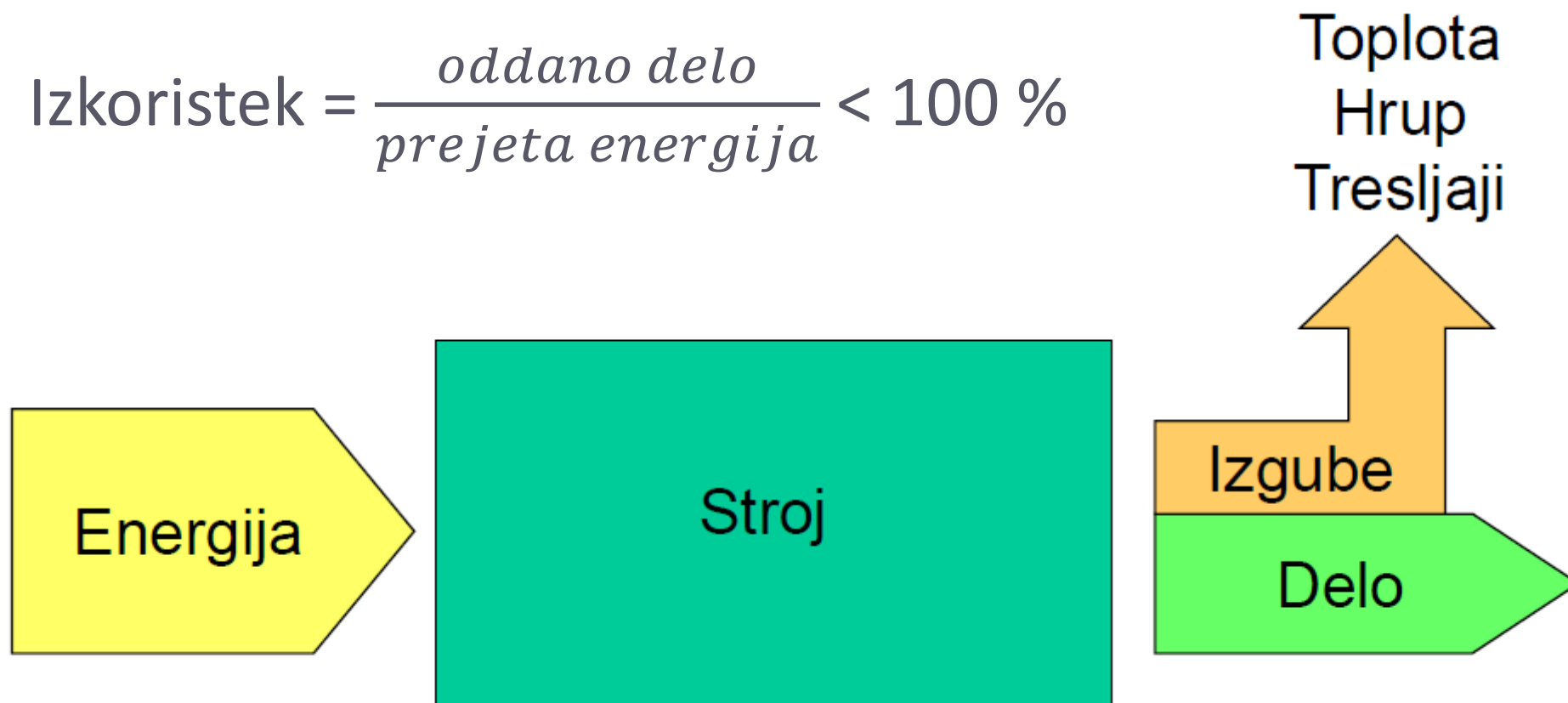


Povečanje:

- Deleža OVE
- Energetske učinkovitosti
- Okolju prijaznih produktov
- Ozaveščenosti
- Konkurenčnosti

Pristop

$$\text{Izkoristek} = \frac{\text{oddano delo}}{\text{prejeta energija}} < 100 \%$$





Možne izboljšave

- **Premišljeno načrtovanje (kapacitet, objektov, procesov)**
- **Investicijski ukrepi (učinkovite naprave, regulacija, itd.)**
 - Toplotni ovoj (sanacija)
 - Ogrevanje
 - Hlajenje
 - Prezračevanje
 - Razsvetljava
 - Elektromotorji, kompresorji, SPTE, itd.
 - Izraba OVE (PV, HI,
- **Ne investicijski ukrepi**
 - Informiranje oz. izobraževanje
 - Energetsko upravljanje
 - Optimiranje obratovanja

industrijski in storitveni sektor

toplotna izolacija ovoja stavbe, vgradnja zunanjega stavbnega pohištva

posamezni kotli ali kotlovnice za skupinsko ogrevanje

toplotne črpalke (zemlja-voda, voda-voda)

priklop stavb na sistem daljinskega ogrevanja

energetsko učinkovite naprave za hlajenje ali klimatizacijo zraka

monitoring energetsko učinkovitih naprav za hlajenje ali klimatizacijo zraka

učinkoviti ventilacijski sistemi (mehanično nadzorovan sistem za odvajanje odpadnega zraka, predgretje svežega zraka itd.)

energetsko učinkoviti sistemi razsvetljave

energetsko učinkovita ulična ali javna razsvetljava

energetski pregledi

sistemi za soproizvodnjo toplote in električne energije

fotovoltaične elektrarne

male hidroelektrarne

energetsko učinkovita pisarniška oprema

energetsko učinkoviti elektromotorji

frekvenčni pretvorniki

učinkoviti črpalni sistemi v industrijskih procesih

učinkoviti sistemi za pripravo stisnjene zraka

sistemi za izkoriščanje odpadne toplote v stavbah

uvajanje sistemov upravljanja z energijo

informiranje, izobraževanje



Možnosti za optimizacijo

- Investicijski ukrepi (kompenzacija jalove energije, optimizacija kompresorske postaje, regulacija kurilnih naprav, izboljšanje priprave mehke vode za kotle, izolacija neizoliranih cevovodov, lokalno ogrevanje s sevali, frekvenčna regulacija, rekuperacija odpadne toplote, zmanjšanje ventilacijskih izgub, zamenjava stare tehnološke opreme, vgradnja merilen opreme, ciljno spremljanje



Premišljeno načrtovanje

orientacija stavbe

steklene površine na južni strani

senčenje

oblika stavbe

oblikovni faktor: $O_f = \frac{A}{V}$

ovoj stavbe

izolacija fasade, stavbno pohištvo itd.

občutek ugodja

vlažnost zraka

hitrost zraka

kakovost zraka

hrup, izgled

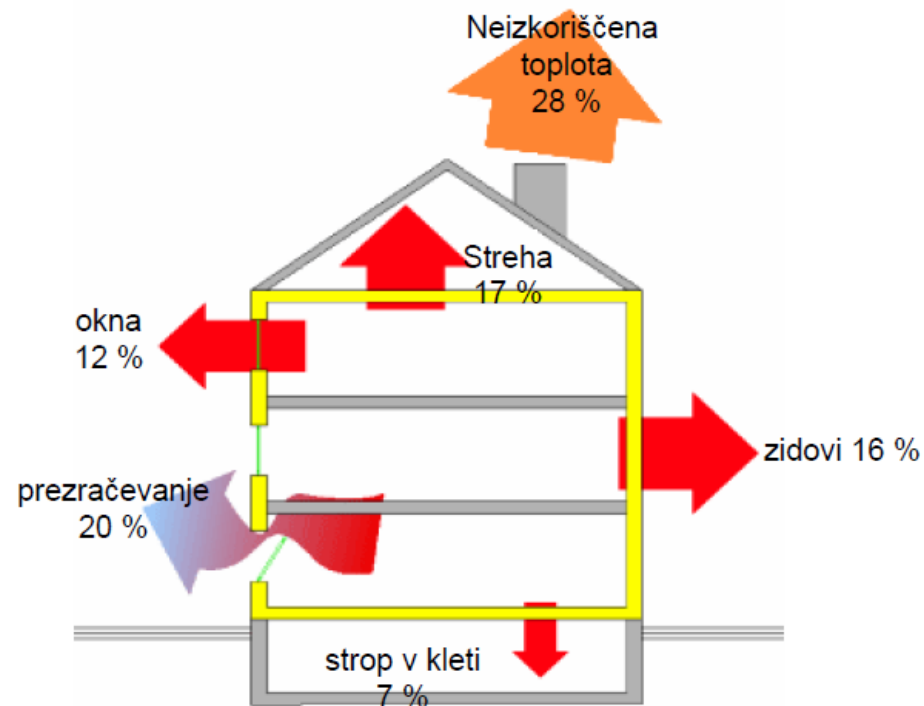
temperatura

občutena temperatura:

$$T_o = \frac{T_z + T_s}{2}$$

Ovoj

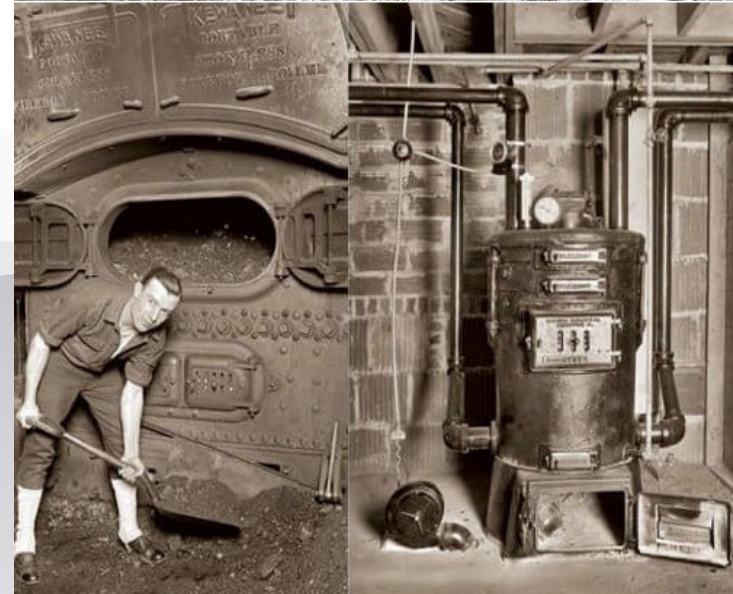
- Izolacija ovoja stavbe
 - Strop proti neogrevanemu podstrešju
 - Streha
 - Stene
(čim nižja toplotna prehodnost)
(debelina do 20 cm)
- Zamenjava stavbnega pohištva
 - čim nižja toplotna prehodnost (U_w , U_g)
 - čim višja prehodnost za vidno svetlobo
 - faktor g (pozimi, poleti)
 - ustrezno senčenje





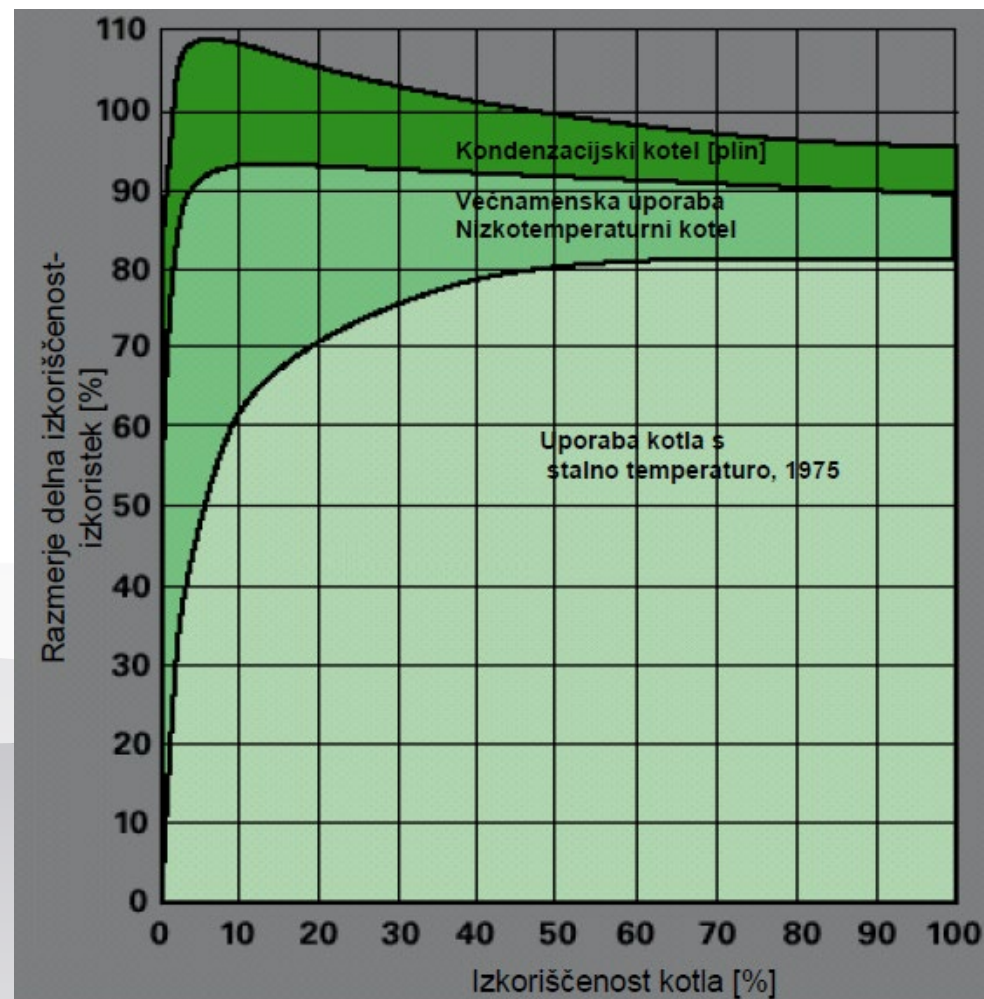
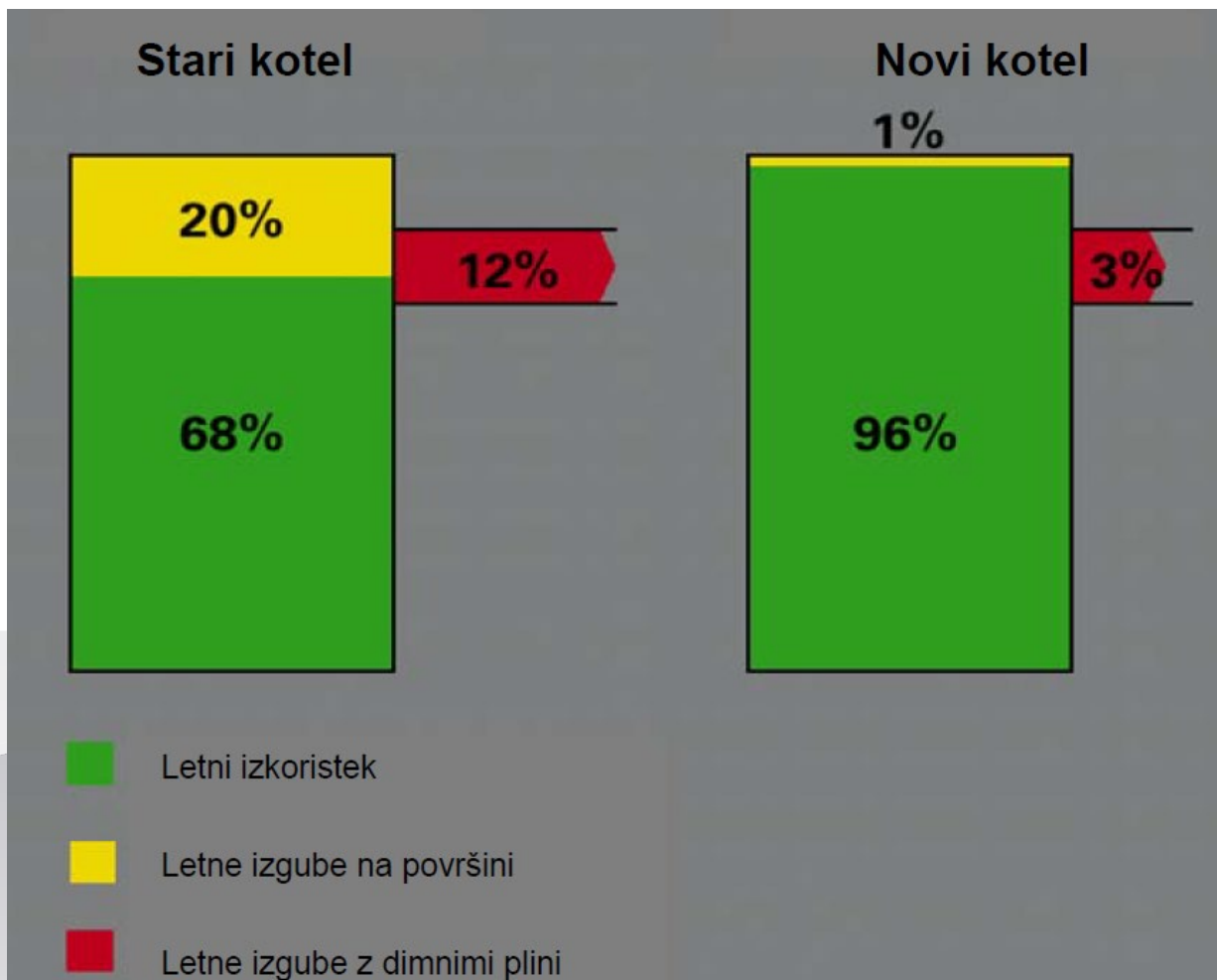
Ogrevanje

- Ogrevanje je potrebno za zagotovitev primernih pogojev za delo in obratovanje
- Za ogrevanje lahko uporabljamo več sistemov.
- Rimljani, odprta kurišča, centralni sistemi ogrevanja
- Vse nižje temperature grelnih teles (TČ, za bolj izolirane stavbe)





Ogrevanje



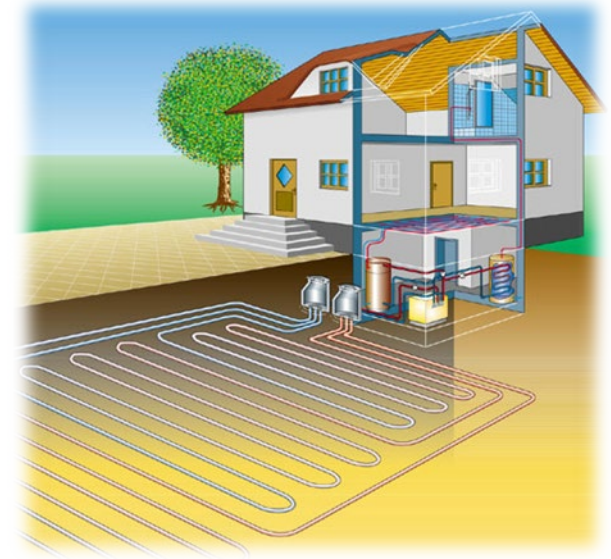


Ogrevanje

- Projektna temperatura ogrevalnega sistema $\leq 55 \text{ }^\circ\text{C}$
- Ogrevanje s toplotno črpalko:
 - ploskovni nizkotemperaturni sistem $\leq 35 \text{ }^\circ\text{C}$,
 - za ventilatorske konvektorje $\leq 45 \text{ }^\circ\text{C}$
- COP toplotne črpalke za toplo vodo sistem zrak-voda $> 3,0$
- Grelna telesa: regulacija s proporcionalnim območjem 1 K
- Toplotna izolacija cevovodnega razvoda
- Toplotne izgube razvodnega omrežja $< 5 \%$
- Specifična raba električne energije za transport $< 15 \text{ Wh/kWtoplote}$

Izboljšanje grelnega števila

- Dodaten visokotemperaturni sistem
za pokrivanje konic in kot
dodatek v hladnejših obdobjih
- Izkoriščanje vira toplote z višjo
oz. bolj konstantno
temperaturo
zemlja, podtalnica
- Učinkovita ogrevala - radiatorji
- Vgradnja zalogovnika in
proizvodnja toplote v času
male tarife





Ogrevanje

Primerjava cene različnih energentov – februar 2021

	Cena končne energije €/MWh	Primerjava s kurilnim oljem
Zemeljski plin - zakupljena letna zmogljivost od 5-15 MWh	69	-27%
Zemeljski plin - zakupljena letna zmogljivost od 5-25 MWh	64,5	-31%
UNP	137	46%
Kurilno olje	94,1	0%
Drva	27	-71%
Lesenei briketi	37,2	-60%
Sekanci	22,5	-76%
Peleti	53,9	-43%
Premog	49,9	-47%
Daljinska toplota	80,9	-14%
Elektrika	139,8	49%
Toplotna črpalka zrak – voda (COP=3)	46,33	-50,7%



Ogrevanje

Emisije – primerjava energentov

	CO ₂	SO ₂	NO _x	C _x H _y	CO	prah
	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ
ELKO (S=0,2%); za povprečno gorivo	74.000	120	40	6	45	5
UNP	55.000	3	100	6	50	1
Drva - gospodinjstva	0	11	85	85	2.400	35
Elektrika	138.908	806	722	306	1.778	28
Zemeljski plin	57.000	0	30	6	35	0
Daljinski sistem ogrevanja – zemeljski plin	88.889	0	30	6	35	0



Ogrevanje

- Nekaj kontrolnih točk:
 - Ali obstoječi sistemi zagotavljajo primerne pogoje?
 - je v kurilnici veliko višja temperatura? (izolacija virov in razvodov)
 - učinkovitost obstoječega kotla (izkoristek, zanesljivost)
 - kakšna je regulacija (so nastavljeni različni režimi ogrevanja)
 - ali imajo črpalke regulacijo?
 - so nameščeni termostatski ventili?



Hlajenje

- Hlajenje je proces s katerim odvajamo toploto. Hlajenje lahko delimo na:
 - naravno hlajenje (pravilna zasnova stavbe, orientacija, nočno hlajenje)
 - pasivno hlajenje (izkoriščamo npr. podtalno vodo - talno hlajenje)
 - aktivno hlajenje (prenašamo toploto s toplotnim prenosnikom, potrebujemo kompresorski hladilni sistem)
- Pri izbiri in optimizaciji je potrebno upoštevati več dejavnikov
 - Namen (industrijsko, poslovno, stanovanjsko)
 - Zahteve in pogoji (prostori, lokacija in orientacija stavbe, lastnosti ovoja, zahteve v prostorih itd.)



Hlajenje

- Sistemi za hlajenje prostorov
 - klimatske naprave,
 - konvektorsko hlajenje,
 - radiatorsko hlajenje,
 - hladilne grede,
 - stropno hlajenje,
 - stensko hlajenje,
 - talno hlajenje,
 - hlajenje z zrakom zemeljskih kolektorjev.



Hlajenje

- Raba energije je odvisna od COP hladilnika v posameznih točkah delovanja.
- Optimizacija hladilne naprave:
- Regulacija v skladu s hladilnimi potrebami
- Mesto namestitve kondenzatorja
- Vzdrževanje naprave
- Regulacija kompresije v kompresorju
- Večstopenjska kompresija pri veliki ΔT
- Izbira pogonskega motorja



Hlajenje – primer: zmrzovanje

- Zmanjšajte toplotne obremenitve zaradi okoliškega zraka:
Netesna vratna tesnila (do +40 % porabe)
- Hladnejši zrak se hitreje premika!
- Zmanjšajte notranje toplotne obremenitve zaradi:
 - Senčenje
 - Razsvetljave (optimizacija, čas delovanja)
 - Ventilatorjev (regulacija glede na potrebe)



Hlajenje

- Nekaj kontrolnih točk:
 - Ali obstoječi sistemi zagotavljajo primerne pogoje?
 - ali je hlajenje potrebno? (žaluzije, nočno prezračevanje, itd.)
 - ali smo poskrbeli za zmanjšanje toplotnih virov?
 - ali so razvodi (kanali in cevi) primerno izolirani
 - ali so sistemi nevarni za okolje?
 - ali je regulacija urejena (so nastavljeni različni režimi ogrevanja)



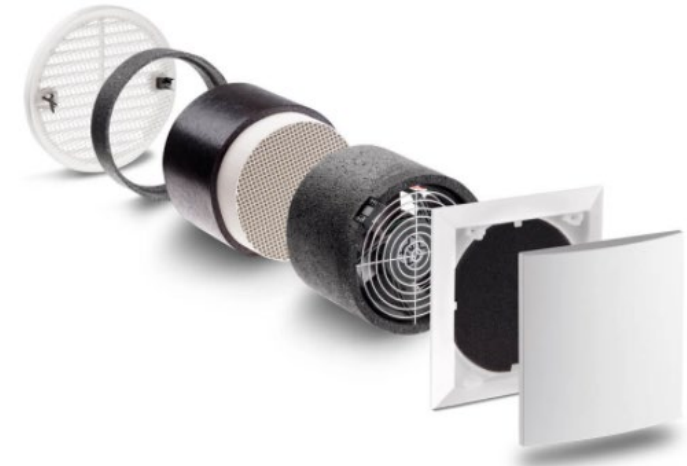
Prezračevanje

- Za primerne pogoje v prostorih je poleg toplote potreben tudi svež zrak, ki zagotavlja zdrave bivalne in delovne pogoje.
- Prezračevanje vpliva na temperaturno stanje in vlago v prostoru.
- Posledica neustreznega prezračevanja je lahko rosenje sten in pa plesni v prostoru
- Vrste :
 - NARAVNO (odpiranjem oken in skozi špranje na oknih, vratih)
 - MEHANSKO (ventilatorji, kanalski razvodi in ostale prezračevalne elemente)



Prezračevanje

- Za primerne pogoje v prostorih je poleg toplote potreben tudi svež zrak, ki zagotavlja zdrave bivalne in delovne pogoje.
- Posledica neustreznega prezračevanja je lahko rosenje sten in pa plesni v prostoru
- Vrste :
 - NARAVNO (odpiranjem oken in skozi špranje na oknih, vratih)
 - MEHANSKO (lokalno, centralno)





Prezračevanje

- Vračanje toplote zavrženega ali odtočnega zraka temp. izkoristek nad 65 %.
- Nizkoenergijske stavbe mehansko prezračevanje, vračanje toplote s temp. izkoristkom nad 75 %.
- Specifična moč ventilatorja:
 - vtok: največ SFP4,
 - odtok: največ SFP3
- Ventilatorji najmanj tristopenjsko ali zvezno regulacijo (nad 150 m³/h)
- Računski končni tlačni padec na filtrih:
 - razred G: 150 Pa
 - razred F5 do F7: 200 Pa
 - razred F8 in F9: 300 Pa



Prezračevanje

- Nekaj kontrolnih točk:
 - Ali obstoječi sistemi zagotavljajo primerne pogoje?
 - Pregled stanja naprave (ali je čista, vibracije, ali kje kaj pušča, itd.)
 - Pri napravah nad 100 kW smiselno spremljati delovanje (če ni podatkov delovanja – meritve (temperature, moči)
 - ali so razvodi (kanali in cevi) primerno izolirani
 - ali uporabniki vedo kakšne je sistem prezračevanja (naravno/mehansko)
 - ali je regulacija urejena (so nastavljeni različni režimi prezračevanja)
 - ima prezračevalni sistem vgrajen rekuperator toplote/hladu
 - ali se filtri menjajo (pravočasna menjava zmanjšuje porabo energije)



Razsvetljava

- PURES, 2010 – celovita poraba energije v stavbi (všteta tudi poraba energije za umetno razsvetljavo)
- Pravilnik o zahtevah za zagotavljanje varnosti in zdravja delavcev na delovnih mestih (zahteve za naravno osvetljenost, zahteve za umetno razsvetljavo, zasilno razsvetljavo)
- Zahteve: SIST EN 12464-1:2011 Razsvetljava na delovnem mestu – 1.del Notranji prostori



Razsvetljava

Ref.št.	VRSTA PROSTORA, VIDNE NALOGE ALI DEJAVNOSTI	Evz (lx)	UGR	Ra	Pripombe
1	2	3	4	5	6
2.5	Kemična in gumarska industrija ter industrija umetnih snovi				
5.1	Proizvodno tehnične naprave z daljinskim upravljanjem	50		40	
5.2	Proizvodno tehnične naprave z občasnimi ročnimi posegi	100	28	40	
5.3	Stalno zasedena delovna mesta pri tehničnih napravah v proizvodnji s stalnim procesom	300	25	80	
	Precizne merilnice, laboratoriji				
5.4	Izdelovanje zdravil	500	19	80	
5.5	Izdelava plaščev in zračnic za vozila	500	22	80	
5.6	Barvno preizkušanje	500	22	80	
5.7	Prerezovanje, dodelava, kontrolna dela	1000	16	90	Tcp ≥ 4000 K



Razsvetljava

- Narava (okna, vrata, svetlobni jaški)
- Umetna – različni tipi svetilk
 - Halogenska žarnica
 - Kompaktna fluorescentna sijalka
 - Metalhalogenidna sijalka
 - Fluorescentna sijalka
 - Visokotlačna natrijeva sijalka
 - LED sijalke
- Pravilna izbira svetilk predstavlja nezanemarljiv prihranek pri računu za električno energijo



Razsvetljava

Tip sijalke	Moč [kW]	Življenska doba [h]	Cena [€]
Fluorescentna T12	0,065	10000	/
Fluorescentna T8	0,058	20000	2,56
Fluorescentna T5	0,049	24000	2,56
LED navoj	0,005	20000	7,3
žarnica	0,058	1000	1,79
varčna	0,018	8000	7,19
halogen	0,035	2000	1,7
LED (namesto 36W, T8)	0,0145	30000	8



Razsvetljava

- Meritve izvedene na nekaterih poslovnih objektih kažejo, da lahko s pomočjo nadzora svetilk glede na naravno osvetlitev zmanjšamo letno porabo energije za osvetlitev od 30 – 60 % [Li in Lam, 2001] [Li in sod., 2006].
- Pomanjkanje naravne osvetljenosti ima negativen vpliv na zdravje, počutje in produktivnost ljudi [Boubekri, 2004].
- Slaba razsvetljava je kot slabo vreme, ljudje se slabše počutimo, slabše delamo, smo prej utrujeni
- Potrebno poskrbeti za dobro osvetlitev delovnih prostorov.



Razsvetljava

- Nekaj kontrolnih točk:
 - Ali obstoječi sistemi zagotavljajo primerne pogoje?
 - Ali se kolikor je mogoče uporablja naravna osvetlitev?
 - ali je regulacija urejena (luči ne gorijo ko ni potrebno, senzorji)
 - ali so svetilke energetsko učinkovite?
 - se svetilke čistijo?



Elektromotorji

- Elektromotor je stroj, ki pretvarja električno energijo v mehansko
- Glavna delitev:

- motorji na enosmerni tok (DC)

Uporabljajo se kej

- motorji na izmenični tok (AC)

Sinhroni motorji (se uporabljajo za aplikacije, kjer je zahtevana konstantna hitrost vrtenja (npr. navijalni stroji, močno obremenjeni pogoni))

Asinhroni motorji (uporabljajo najpogosteje)

Univerzalni motorji (zasnova enako kot DC motorji. Najdemo v vrtalni stroji, sesalniki za prah, itd.)



Elektromotorji

- Poleg pravilne izbire (dimenzionirana elektromotorjev) je zelo pomembna tudi pravilna regulacija
- Vrste regulacije:
 - brez regulacije,
 - kaskadna – on/off,
 - obvod, dušenje,
 - večstopenjska,
 - frekvenčna regulacija



Elektromotorji

- Nekaj kontrolnih točk:
 - Ali je elektromotor energetsko učinkovit?
 - Ali je elektromotor pravilno dimenzioniran?
 - Je urejena regulacija (obratovanje prilagojeno zahtevam)?
 - So mehanski prenosi učinkoviti?
 - Je motor redno vzdrževan?



Nekaj predlogov ukrepov

- Zamenjave toplovodnih kotlov
- Zamenjava električnega grelnika za pripravo tople sanitarne vode
- Vgradnja toplotnih črpalk za ogrevanje stavb
- Izolacija podstrešja
- Vgradnja sprejemnikov sončne energije
- Optimizacija sistema ogrevanja v stavbah z več posameznimi deli
- Sistemi soproizvodnje toplote in električne energije
- Fotonapetostne elektrarne
- Uporaba frekvenčnih pretvornikov
- Sistemi za izkoriščanje odpadne toplote v stavbah



Hvala za pozornost