Manj plina, več prožnosti: energetska transformacija Palome v praksi

Primer dobre prakse: rekuperacija toplote ReE (YES), plinski kondenzacijski in elektrodni kotel

Mednarodno srečanje slovenskega papirništva 2026

Created by: Miran ROŽMAN

Portorož, 21.–22. 10. 2026

SLOVAK HYGIENIC PAPER GROUP

Slovak Hygienic Paper Group

Največji proizvajalec papirnatih izdelkov za higieno v srednji in vzhodni Evropi

4
proizvodni obrati

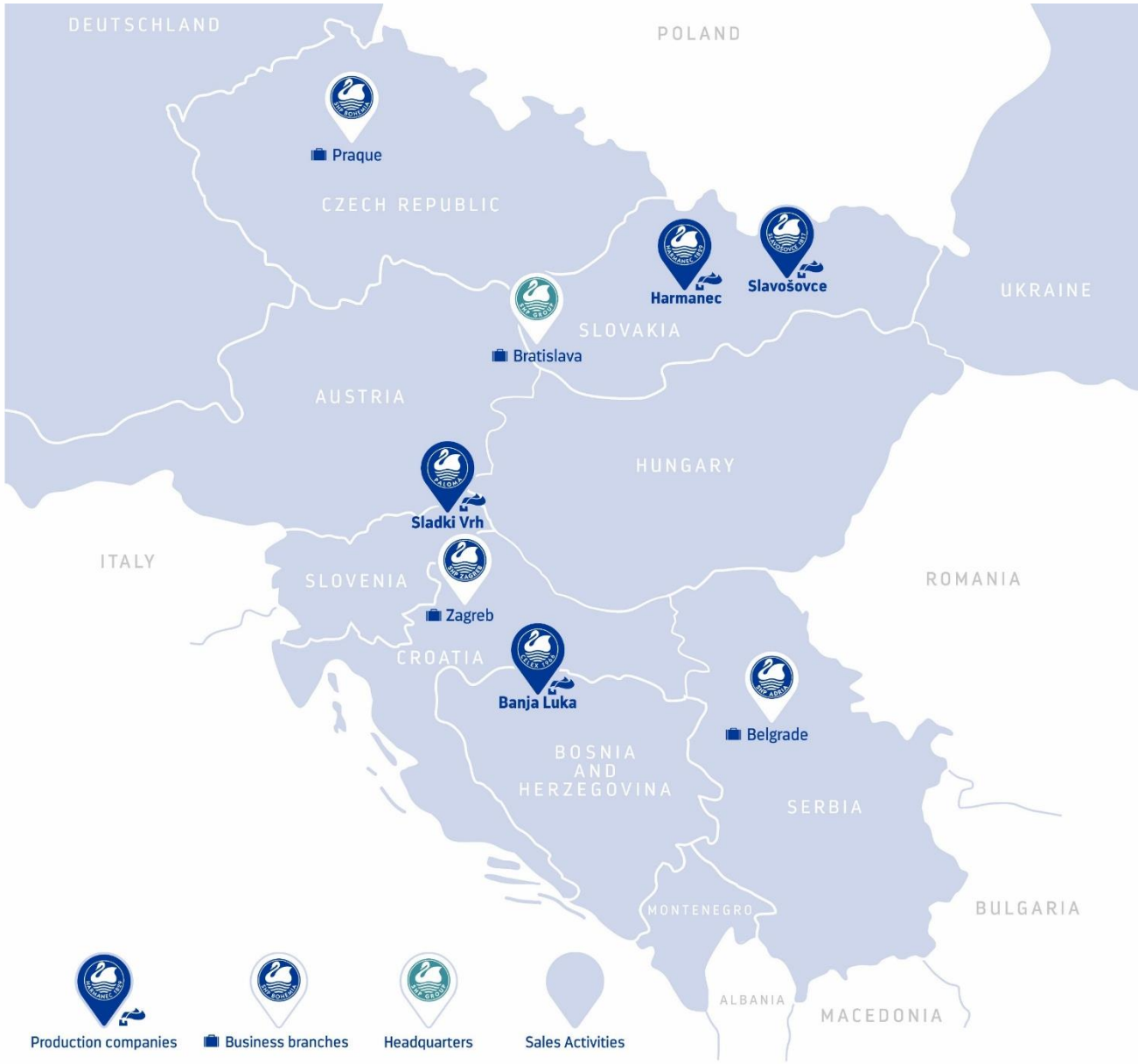
3
poslovne enote

46
držav, kamor prodajamo

1.300+
sodelavcev

Tradicija proizvodnje papirja od leta 1817

Sedež skupine v Bratislavi; ključni trgi: srednja in vzhodna Evropa ter regija DACH



PALOMA – osnovne informacije

Paloma je delniška družba s 150-letno tradicijo proizvodnje in trženja higienskih papirnatih izdelkov v Evropi ter vodilna na trgu jugovzhodne Evrope.



2 papirna stroja

Zmogljivost proizvodnje papirja: 80.000 t/leto

7 predelovalnih linij

Zmogljivost predelave: 76.000 t/leto

Energija: ključni strošek in vzvod

Energetska učinkovitost je za nas strateška naložba

Nenehna modernizacija proizvodnje

Investicijski cikli Impulz, Motion in ENERGY



2020

IMPULZ

- Nov papirni stroj PM9
- Avtomatizirano skladišče matičnih zvitkov



2023–2024

MOTION

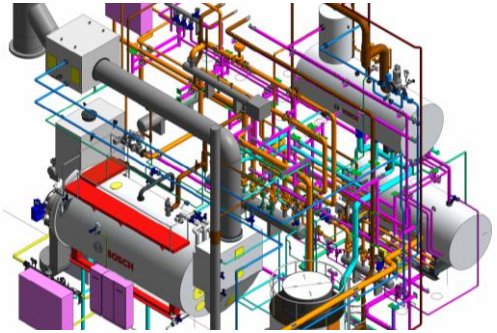
- 2 novi konfekcijski liniji okroglega programa
- Visokoregalno skladišče HRS 1: 24.760 paletnih mest



V teku

NOVE LINIJE IN HRS 2

- Linija za robčke v škatlici
- Nova linija okroglega programa
- HRS 2: skupaj 37.520 paletnih mest
- Sistem za odstranjevanje prahu



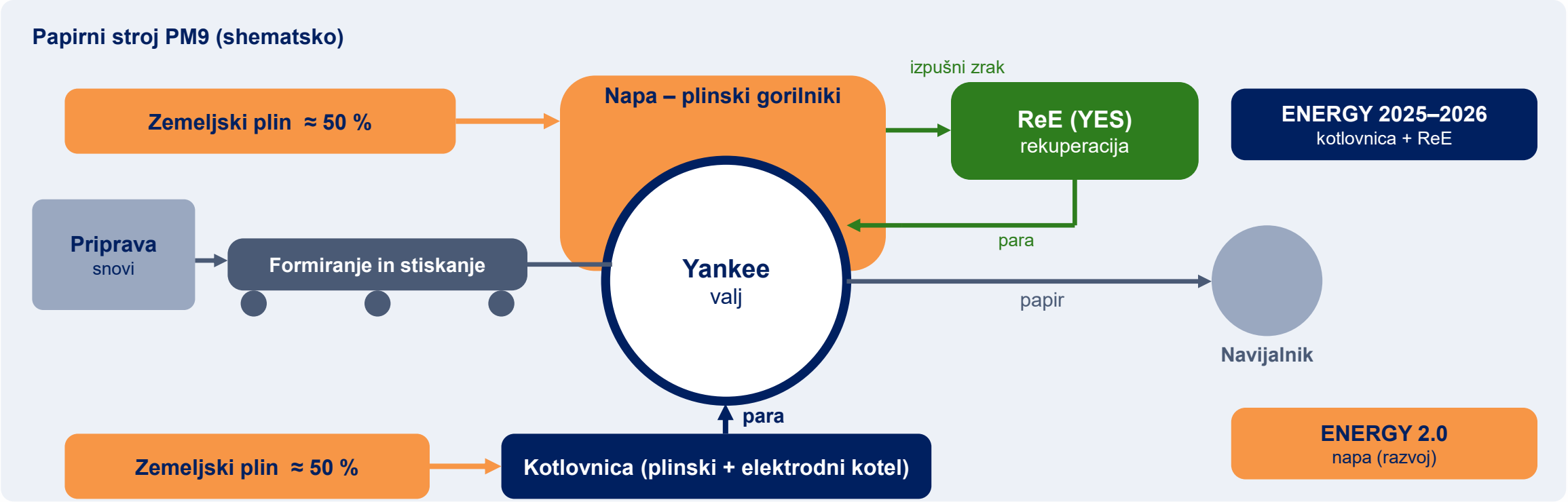
2025–2026

ENERGY

- Rekonstrukcija kotlovnice (BR)
- Odvečna toplota PM9 (ReE)
- Energetska sanacija objektov (EeBr)

Kam gre energija in kje je vzvod?

Papirni stroj PM9: zemeljski plin gre v dve smeri



Polovica plina je para: tu delujejo ReE, plinski in elektrodni kotel. Druga polovica je neposredno sušenje v napi.

Projekt ENERGY

Zasnova 2025, izvedba 2026: trije sklopi, tri merila izbora

Merila izbora projektov

Ekonomska učinkovitost
EBITDA oziroma neposredni prihranek

Okoljska učinkovitost
Prihranek izpustov CO_2

Nujnost izvedbe
Dotrajanost obstoječih sredstev

Seznam projektov je umeščen v razpoložljiv investicijski proračun; hkrati uvajamo ISO 50001.

Trije sklopi projekta

»BR« Rekonstrukcija kotlovnice
Elektrodni in plinski kondenzacijski kotel, priprava vode, EIS

»ReE« Izkoriščanje odvečne toplote na PM9
Parni generator YES na izpušni zrak nape Yankee valja

»EeBr« Energetska sanacija objektov
Deli objektov z največjimi energetskimi izgubami

2025
Zasnova in tehnično-ekonomske analize

2026
Izvedba

16. 9. 2026
Zagon ReE na PM9

30. 11. 2026
Predviden zaključek projekta

Pričakovani letni prihranki

Projektne ocene ukrepov (izhodišče 2024) in skupni učinek v sistemu

	Znižanje rabe zemeljskega plina	Znižanje izpustov CO_2	Povečanje rabe EE iz OVE
Elektrodni parni kotel	**11,7 %**	**6,8 %**	**10,0 %**
Plinski kondenzacijski kotel	**1,9 %**	**1,1 %**	–
ReE – odvečna toplota PM9	**9,7 %**	**5,6 %**	–
SKUPAJ V SISTEMU Ni vsota ocen: ukrepi si delijo isto paro iz kotlovnice.	**≈ −14 %** zemeljskega plina na leto	**≈ −14 %** CO_2 iz zemeljskega plina	**−18 %** elektrike za e-kotel zaradi ReE

Odstotki: projektne ocene posameznih ukrepov glede na leto 2024 (trakovi sorazmerni z največjo vrednostjo v stolpcu).
Skupaj v sistemu: izračun iz meritev 2026 glede na ocenjeno letno rabo plina.

»BR« – rekonstrukcija kotlovnice

Elektrodni in plinski kondenzacijski kotel, voda, meritve

Elektrodni parni kotel 10 MW

- Priključitev neposredno na 20 kV SN
- Hiter zagon in odziv
- Obratovanje ob nizkih in negativnih cenah EE
- Potrdila o izvoru, sistemske storitve

Plinski kondenzacijski kotel 10 MWth

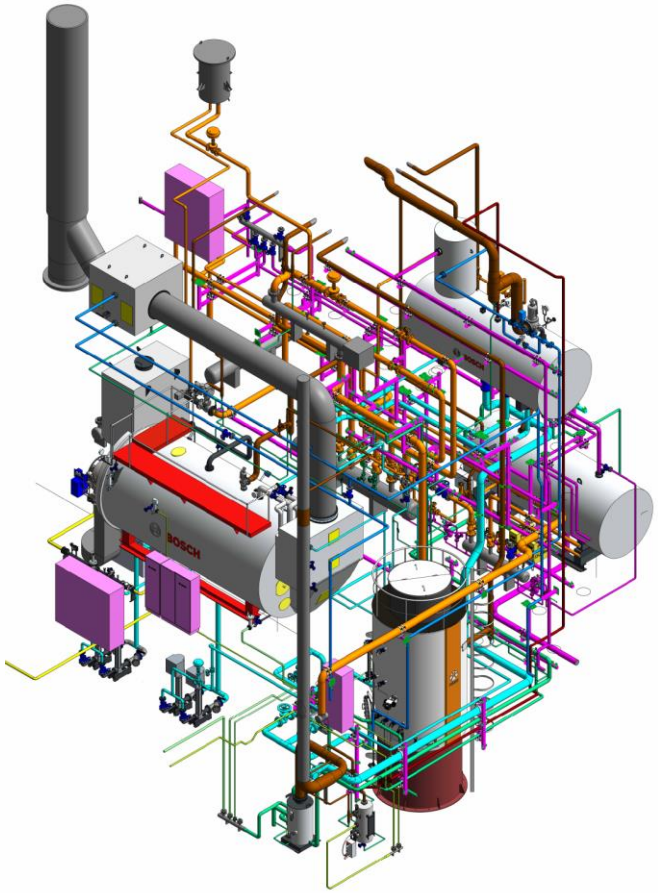
- Visok izkoristek v idealnem območju moči
- Višja odzivnost od starega kotla
- H_2 ready: v prihodnje do 10 % vodika
- Osnovni vir pare ob visokih cenah elektrike

Napajalna voda in kondenzat

- Učinkovitejša priprava napajalne vode
- Poliranje kondenzata
- Visoke zahteve elektrodnega kotla
- Manjša raba kemikalij

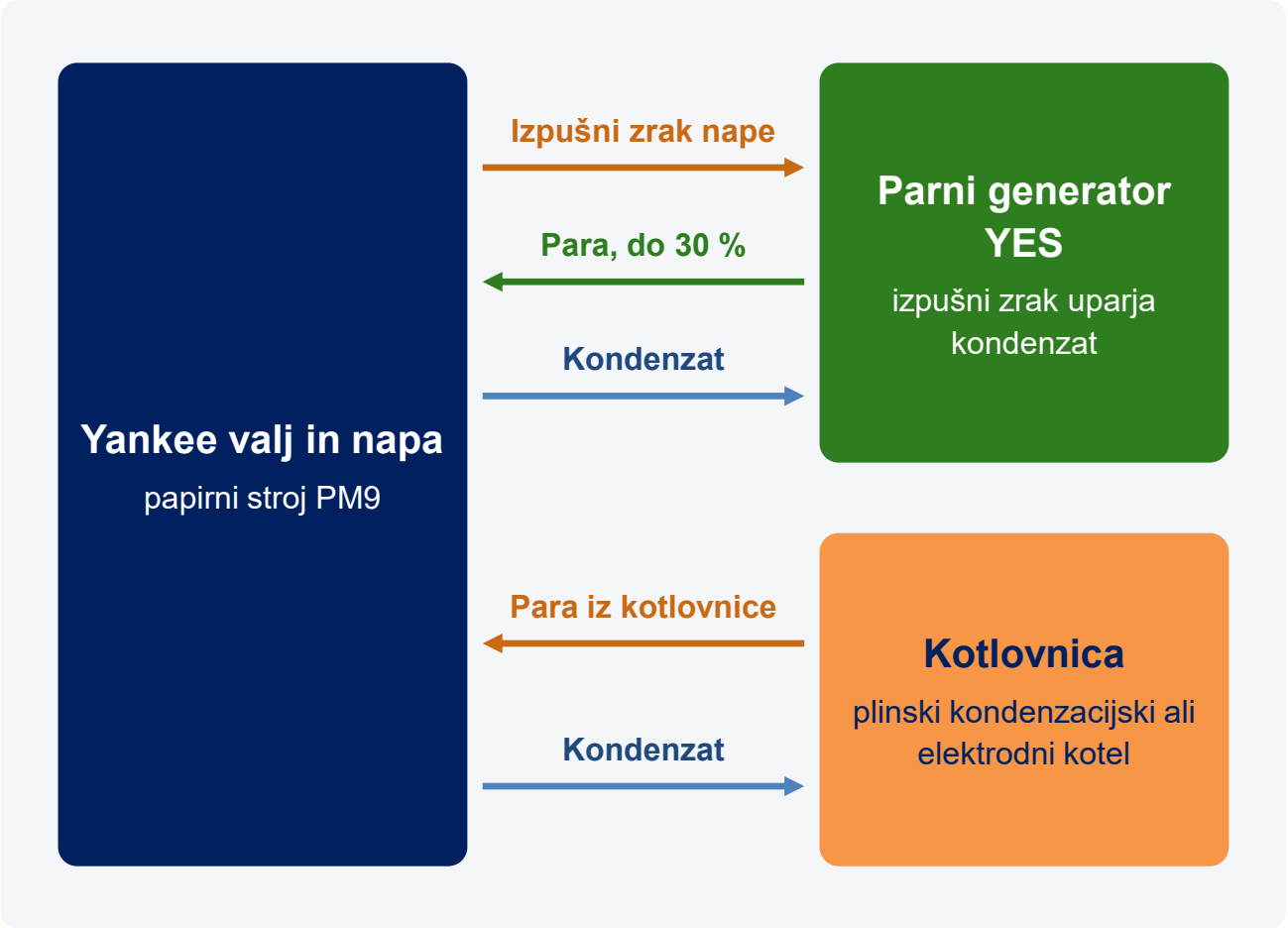
Energetski informacijski sistem

- Meritve snovnih in energijskih tokov
- SCADA in povezava s proizvodnjo
- Podlaga za ISO 50001
- Energetska sanacija ključnih delov objekta



»ReE« – izkoriščanje odvečne toplote na PM9

Odpadni zrak nape postane para za Yankee valj



Rekuperacija v zaprti zanki

Tehnološka izguba postane koristna energija.

Interni parni generator

Do 30 % pare za sušenje na Yankee valju (projektna vrednost).

Razbremenjena kotlovnica

Manj primarne energije, nižji stroški in izpusti CO_2.

Cena ukrepa

Več plina v gorilnikih nape: projektno do 4 %, izmerjeno ≈ 3 %.

15. 9. 2026, 19.00: ReE se vklopi

Primerjava ur tik pred in po vklopu: isti izdelek, ista hitrost stroja

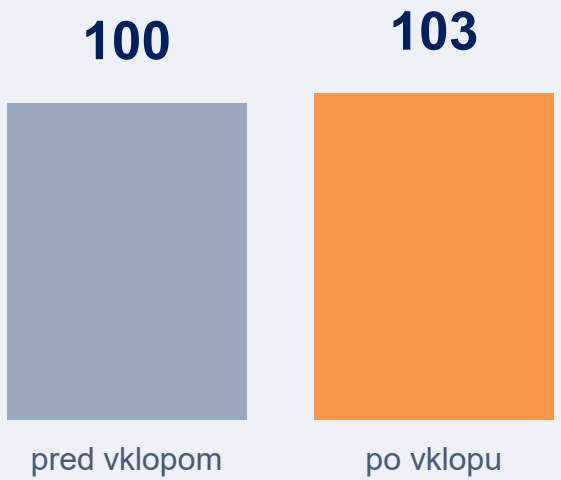
Para na PM9 [indeks]



−24 %

pare, ki jo potrebuje stroj

Plin v napi PM9 [indeks]



+3 %

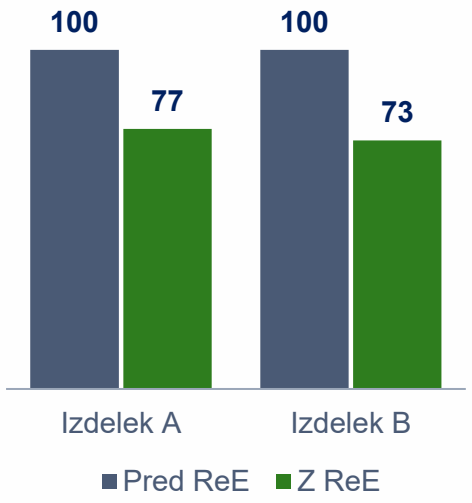
plina v gorilnikih nape

Isti papir, ista hitrost: ReE odpelje skoraj četrtino pare iz kotlovnice, v napi pa porabimo le nekaj odstotkov plina več.

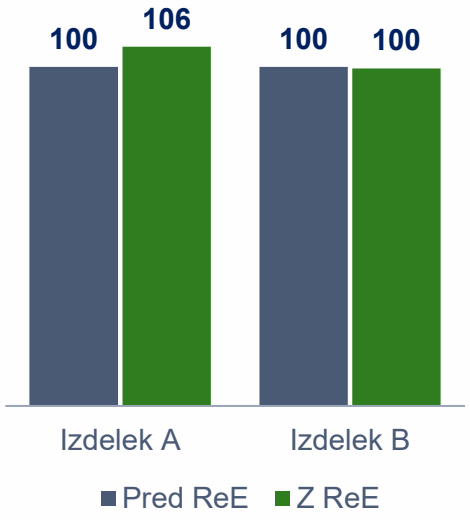
ReE: manj pare, nekaj več plina v napi

Isti izdelek, ista hitrost stroja; stanje pred ReE = 100

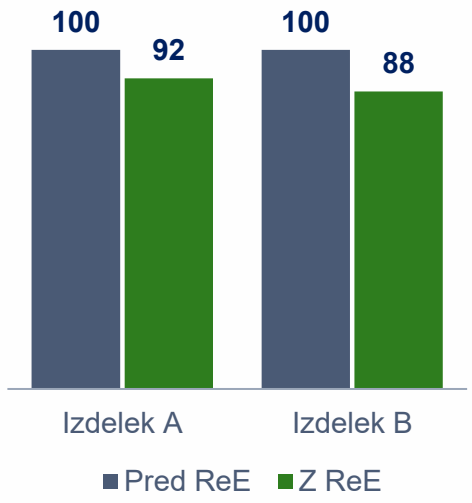
Para na PM9 [indeks]



Plin v napi PM9 [indeks]



Toplota na tono papirja [indeks]



−25 %

pare na PM9 pri enakem papirju

+3 %

plina v napi PM9 (od 0 do +6 %)

−10 %

toplote na tono papirja

≈ −7 %

zemeljskega plina tovarne na leto (neto)

Bilanca plina: razmerje med kotlovnico in napo

−7,5
kotlovnica: manj plina

+

+1
napa PM9: več plina

=

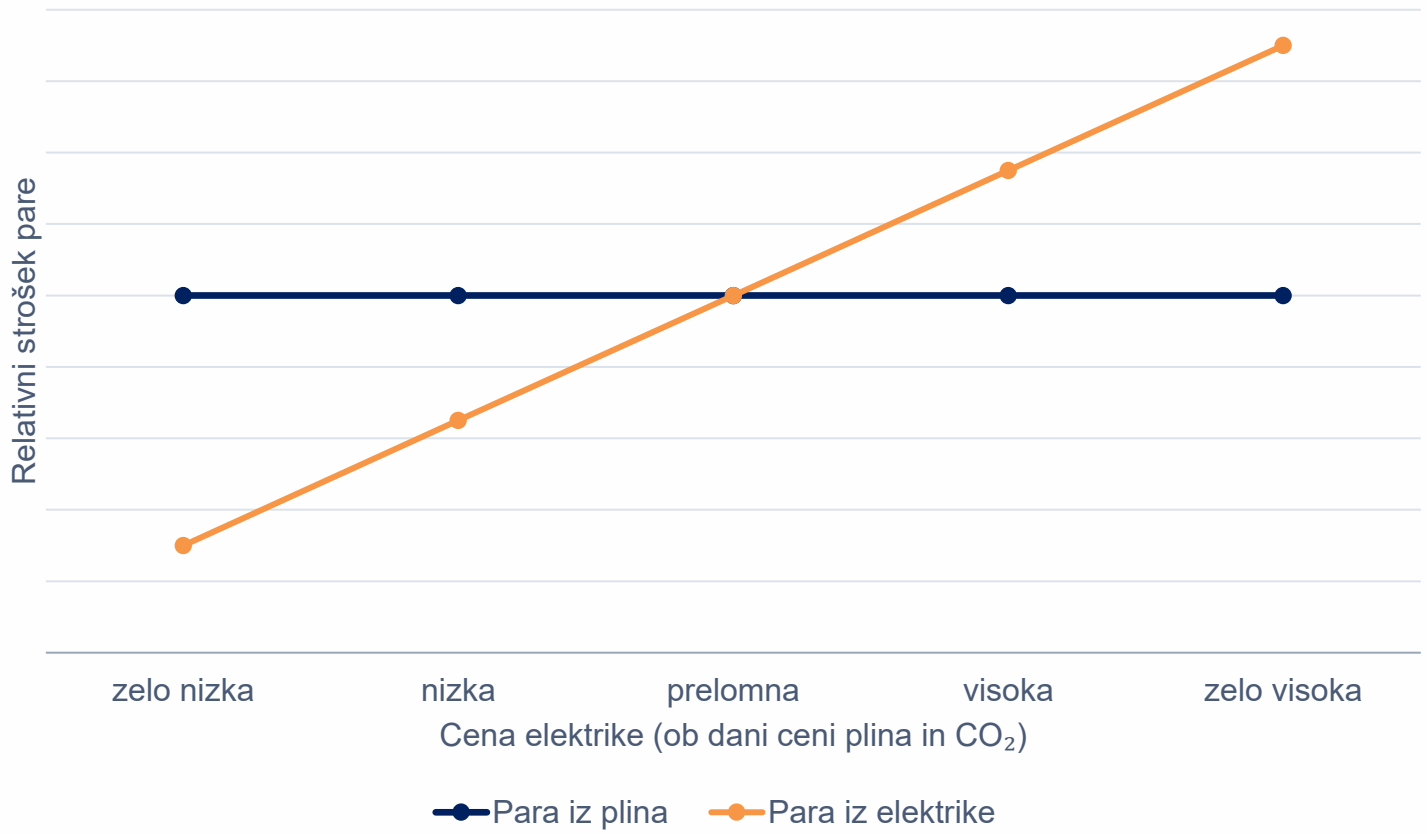
−6,5
neto prihranek

DCS PM9, urne vrednosti: primerjava obdobij pred ReE in z ReE pri enakih izdelkih in hitrosti. Obdobje z ReE je kratko, vrednosti so začasne.

Elektrodni kotel: kdaj se splača?

Odločitev je cenovna: kdaj para iz elektrike premaga paro iz plina

Strošek pare iz plina in iz elektrike (shematski prikaz)



Kaj odloča?

Razmerje med ceno elektrike in ceno plina, vključno z dajatvami in kuponi CO_2.

Ista para, dva vira

Elektrika ali plin: para je ista, spremeni se le račun.

Plinski kotel je merilo

Učinkovitejši kondenzacijski kotel premakne prelomno točko v prid plinu.

Shematski prikaz načela; konkretnih cen in izkoristkov ne objavljamo.

Trije ukrepi si delijo isto paro

Vsak zmanjšuje potencial drugih, skupaj pokrijejo vse cene

Odjem pare iz kotlovnice [brez ReE = 100]



ReE ↔ e-kotel
ReE vzame e-kotlu 18 % pare; ob poceni elektriki je prihranjena para vredna manj.

ReE ↔ plinski kotel
Manj pare zmanjša prihranek novega kotla za okoli 7 %; učinkovitejši kotel hkrati zniža prihranek ReE na tono pare.

Plinski ↔ e-kotel
Učinkovitejši kotel premakne prelomno ceno elektrike navzdol; ure e-kotla izrinjajo ure plinskega.

Tri območja obratovanja glede na ceno elektrike

Cena EE nad prelomno

Plinski kotel, ReE vklopljen

Kondenzacijski kotel; ReE neto prihrani plin, tudi z dodatnim plinom v napi.

Cena EE pod prelomno

Elektrodni kotel, ReE vklopljen

ReE prihrani elektriko e-kotla; v napi porabi nekoliko več plina.

Cena EE negativna

Elektrodni kotel, YES izklopljen

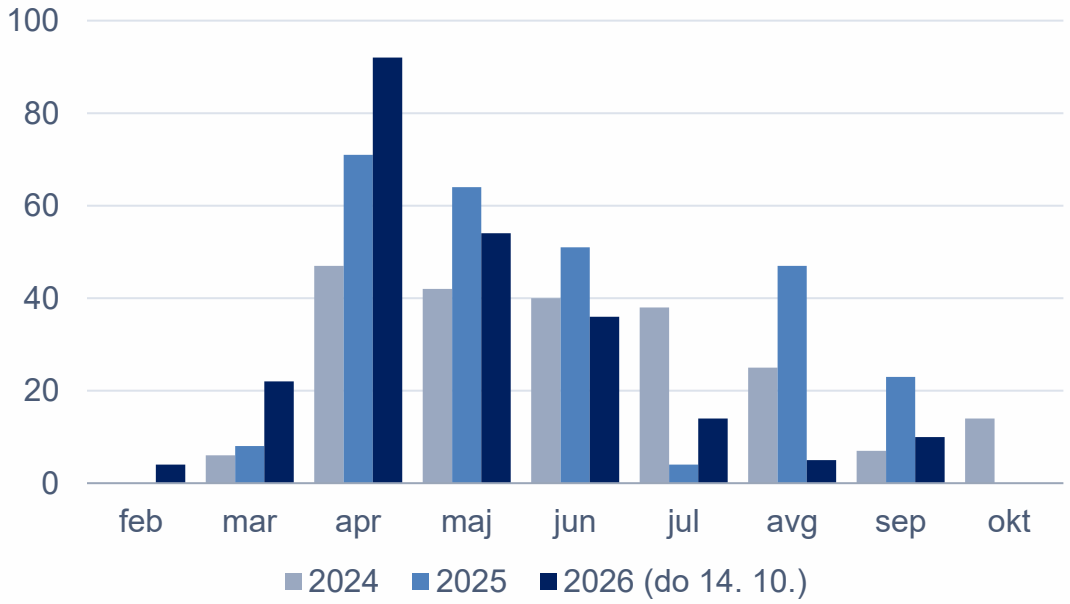
E-kotel prevzame paro, ki jo sicer daje ReE, po negativni ceni; v napi je nekoliko manj plina.

Relativne vrednosti iz meritev 2026 (začasno). Učinek ReE izmerjen na PM9.

Negativne cene elektrike: okno priložnosti

Ure z negativno ceno na BSP in kdaj elektrodni kotel obratuje

Ure z negativno ceno po mesecih (BSP)



Stotine negativnih ur na leto: 219 (2024), 268 (2025) in že 237 do 14. 10. 2026; najnižja cena −486 EUR/MWh.

Kako izkoristimo poceni elektriko

Negativna cena elektrike

YES izklopljen, e-kotel prevzame več pare

Elektrika po negativni ceni nadomesti plin.

Cena med nič in prelomno

YES vklopljen, e-kotel pokriva paro

Plinski kotel miruje.

Apr–jun	10–17 h	≈ 80 %
največ negativnih ur	94 % ur v tem oknu	ur je ob vikendih

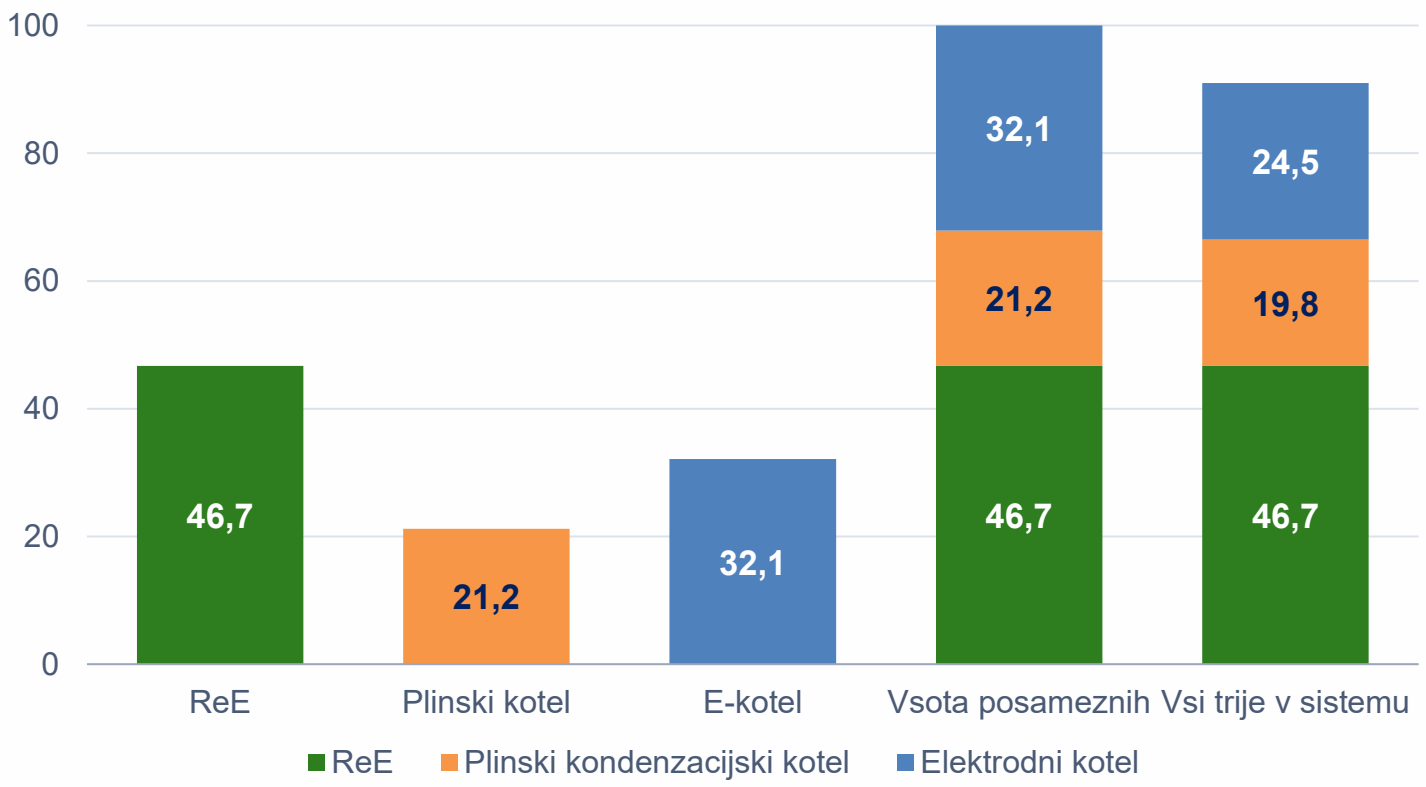
Ob visokih cenah elektrike (jesen, zima) kotel miruje in paro daje plinski kotel – tudi »ne obratuj« je rezultat optimizacije.

Vir: BSP, SPOT dan vnaprej, 15-minutni intervali (1. 1. 2024–14. 10. 2026); ura = 4 intervali z negativno ceno.

Skupni učinek: manj kot vsota, a največ

Projekcija letnega znižanja rabe plina

Prispevek ukrepov [vsota posameznih ukrepov = 100]



≈ −14 %

manj plina in CO_2 iz plina na leto

−9 %

prekrivanje glede na vsoto posameznih ukrepov

−18 %

elektrike za e-kotel zaradi ReE

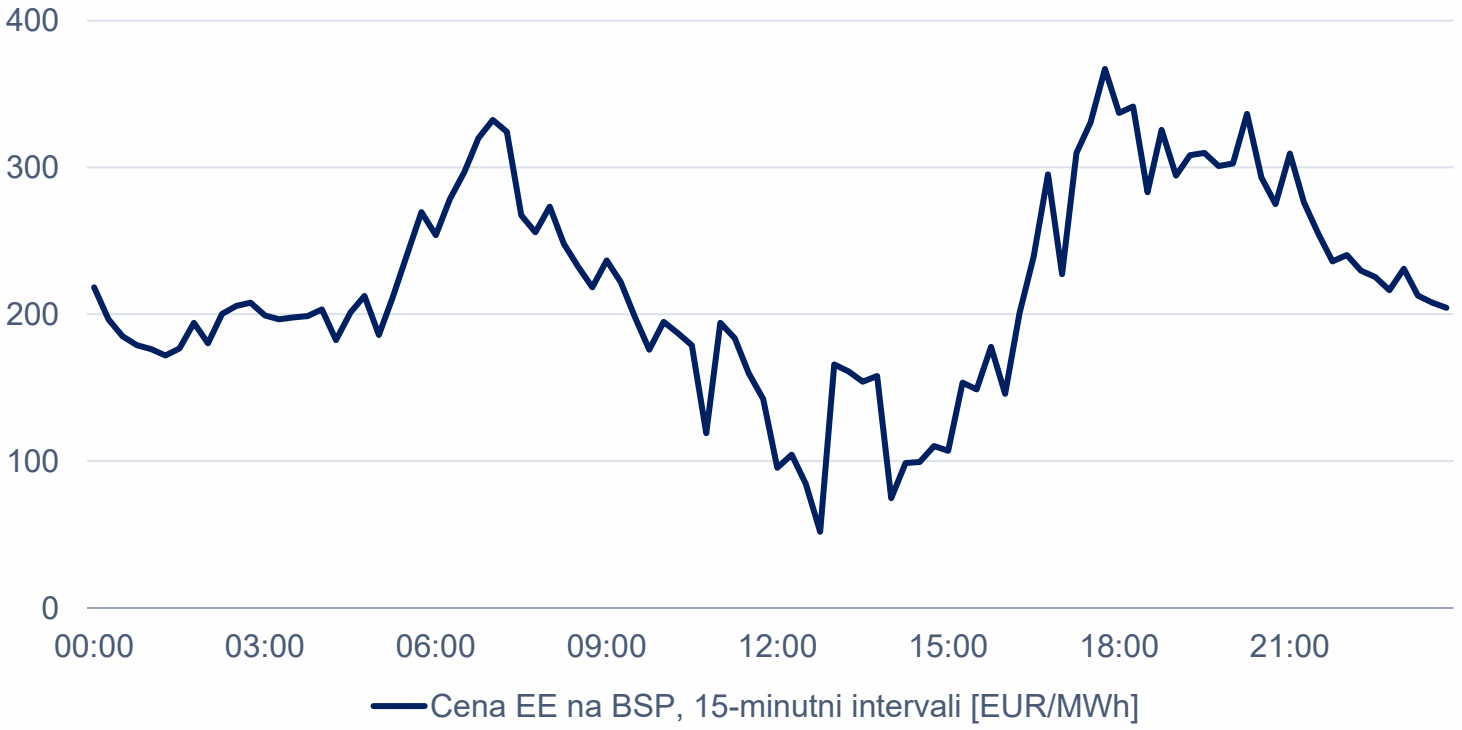
Ukrepi se dopolnjujejo: ReE zmanjša potrebo po pari, kotla pa zagotavljata prožnost pri vsaki ceni energije.

Scenarij iz meritev 2026. Učinki so prikazani relativno: vsota posameznih ukrepov = 100. Razdelitev po vrsti: ReE, plinski kotel, e-kotel.

Dan vnaprej: 96 cen, ena odločitev

Dnevna optimizacija e-kotla po 15-minutnih cenah BSP

Cene elektrike na BSP, ponedeljek, 5. 10. 2026 [EUR/MWh]



Rezultat dneva: elektrodni kotel miruje. Tudi »ne obratuj« je optimalna odločitev (cene: povprečje 218, najnižja 52 EUR/MWh).

1 Cene elektrike

96 intervalov BSP za dan vnaprej (uvoz prek ENTSO-E)

2 Dnevni vnosi

Cena plina (CEGHIX), cena ETS, odjem pare, zaustavitve

3 Optimizacija

Tehnične in pogodbene omejitve tovarne

4 Izhodi

Navodila upravljavcem, napoved odjema dobavitelju, poročilo vodstvu

EIS: od meritev do odločitev

Meritve, validiran model in dnevna poročila

Meritve

iHistorian in DCS: plin, para in elektrika; zajem na sekundni, minutni in 15-minutni ravni

Čiščenje in kalibracija

Analiza na urnih vrednostih; stanja obratovanja; pred in po ReE

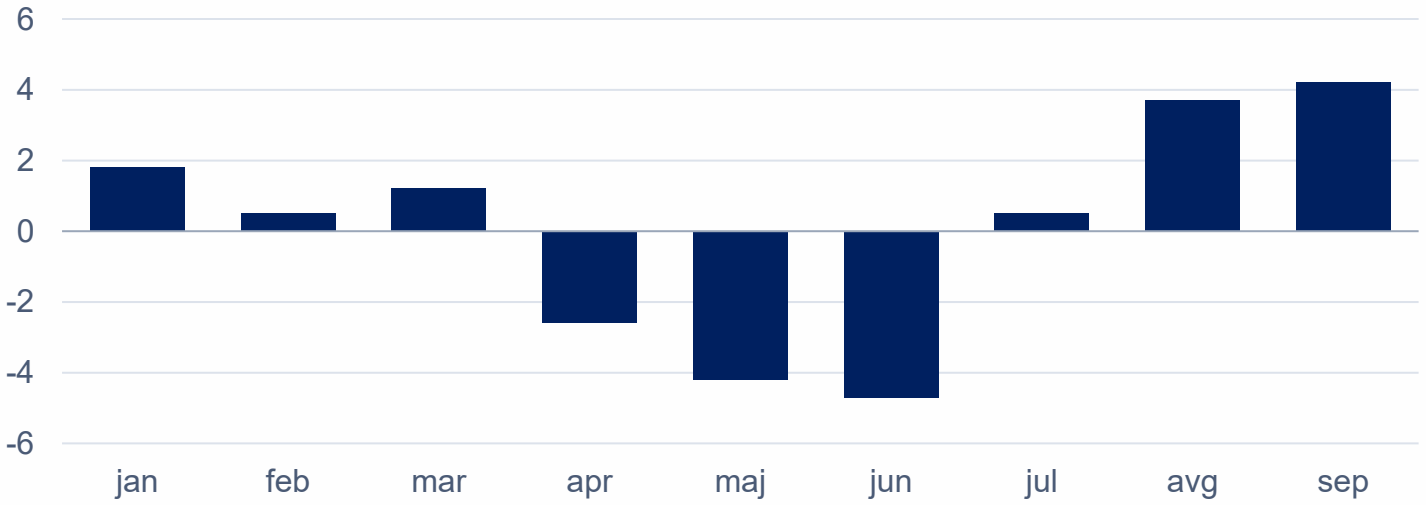
Modeli

Simulator zaustavitev, prognoza porabe in zakupa, optimizacija dan vnaprej

Odločitve in poročila

Dnevna poročila, kazalniki po strojih in linijah, podlaga za ISO 50001

Povratni preizkus: odstopanje modela od meritev po mesecih [%, plin tovarne]



Povprečno mesečno odstopanje modela od meritev

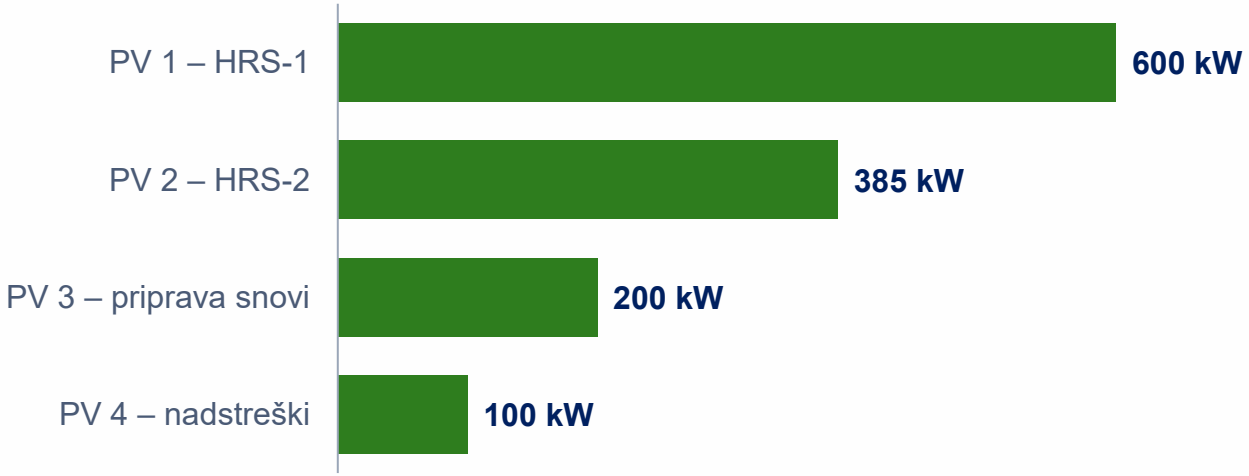
1,2 %	2,7 %	2,6 %
elektrika	para	plin

Januar–september 2026. Poraba plina kotla sledi proizvodnji pare z $R^2 = 0,99$.

Sončne elektrarne in baterijski hranilniki

»PV in BESS« – pripravljeno za investicijski cikel 2027

Moč sončnih elektrarn po lokacijah [kW]



1,29 MW

sončnih elektrarn na strehah in parkirišču (4 lokacije)

2 MW / 4,1 MWh

moč in kapaciteta baterijskih hranilnikov

Baterijska hranilnika ob HRS-1 in HRS-2

2 × 1.000 kW / 2.070 kWh. Hranilnika in elektrodni kotel skupaj povečujejo prožnost odjema tovarne.

Pripravljeno za izvedbo

Projekt čaka na nov investicijski cikel v letu 2027.

Nepovratna sredstva

Pridobljene odločbe o dodelitvi (javni poziv Borzen JP OVE-02).

ENERGY 2.0

Brez spremembe tehnologije nape ostane polovica plina

Zemeljski plin je v napi danes neizbežen. Razogljičenje sušenja zahteva spremembo dela tehnologije stroja: elektrifikacijo nape ali sušenje s paro.

Omejitve

Sušenje na papirnem stroju

≈ 50 % plina zgori neposredno v gorilnikih nap. ReE in oba kotla delujejo le na drugi polovici – pari.

Soproizvodnja (SPTE)

Para visokih parametrov bistveno zmanjša električno moč turbine, zato je donos omejen.

Finance

Brez zajetnih finančnih spodbud ozelenitev energetsko intenzivnih panog ne bo mogoča.

Usmeritve – projekt v razvojni fazi

Sprememba tehnologije nape

Elektrifikacija s toplotno črpalko ali sušenje s paro namesto plinskih gorilnikov.

Para iz biomase ali elektrodnega kotla

Projekt biomasne kotlovnice; čakamo pogoje nove podporne sheme za PN SPTE in OVE.

Odvečna toplota in novi stroji

Izkoriščanje toplote izpuha; razvoj dobaviteljev, zamenjava PM5 z visoko učinkovitim strojem.

Kaj smo se naučili – in kako naprej?

Dobra praksa: štiri spoznanja

1. **Najprej meritve**

   Zajem na sekundni, minutni in 15-minutni ravni po porabnikih: brez tega ni izhodišča in ni dokaza prihranka.

2. **Ukrepe vrednotimo kot sistem**

   ReE, plinski in elektrodni kotel si delijo isto paro: učinki se ne seštevajo, se pa dopolnjujejo.

3. **Prožnost je vir prihranka**

   Plin ali elektrika po tržnih cenah; ob negativnih cenah izklop YES; nakup energije usklajen z odločitvijo kotlov.

4. **Validiran model namesto občutka**

   Simulator in prognoza podpirata zakup energije, načrtovanje zaustavitev in poročanje.

Kako naprej?

Kako se učinkovito pripraviti na naslednji investicijski cikel glede na:

- geopolitično nestabilnost
- evropske usmeritve: IED, politika OVE, konkurenčnost industrije
- strategijo energetske oskrbe RS
- državne vire sofinanciranja: podnebni sklad, prispevek OVE in SPTE, NOO
- državni načrt razogljičenja

Hvala za pozornost!