

Zbornik Selške doline

Železne niti 20 2023



20 let
2003 – 2023

Muzejsko društvo Železniki

Kako so talili železo v pokrajinah nekdanje Avstro-Ogrske v 19. stoletju

Andrej Bogataj

Uvod

Peč za taljenje železove rude v Železnikih danes imenujemo plavž. V Železnikih sta bila zgrajena dva. Tisti na Racovniku je bil porušen pri gradnji elektrarne, v Zgornjih Železnikih pa je z nekaj uspešnimi potezami zanesenjakov ostal. To je najpomembnejša zgradba, ki je bila nekoč v fužini poleg velikega kladiva, mehov in peči za žilavljenje. Plavž nam je v ponos, zaradi pomembnosti, ki povezuje izkušnje in znanje preteklosti v prihodnosti, smo ga postavili tudi v občinski grb. Na temelju železarstva se je razvila večina današnje industrije v Selški dolini.

Pa ga dovolj poznamo? Ali pa, bolje rečeno, ali ga dovolj na široko poznamo? Ali pa mogoče, ali si dovolimo, da ga spoznamo še bolje? Nas zanimajo detajli, podrobnosti in posebnosti? Vse tisto, kar takšne objekte naredi še bolj zanimive in posebne? Večina pravi, da ne. Da ni pomembno. Da ne bo nič spremenilo. Tam stoji, naš je, to nam zadostuje. Pa vendarle je na nas, ljubiteljih tehnične dediščine, da naredimo nekaj več. Zase in za vse ostale.



Plavž v Železnikih. Foto: Simon Benedičič

Do pred nekaj leti sem bil prepričan, da je naš plavž edini ohranjeni tehnični spomenik te vrste v Sloveniji. Kar tudi drži. Nekako nevede in v slem ponosu do našega tehničnega spomenika sem to razumel, da takšnega objekta ni niti v naših sosednjih deželah oziroma tem delu Evrope. Ko pa sem pred leti pričel bolj sistematično zbirati podatke o njem, sem spoznal, da so podobni plavži in železarski obrati ohranjeni tudi drugje. Takrat sem ugotovil, da za preučevanje podrobnosti delovanja našega plavža poleg primerljivih plavžev v Sloveniji, ki jih ni več, nujno moram pogledati čez plot in spoznati tudi plavže in železarske obrate, ki so talili železo v nekdanji skupni državi Avstro-Ogrski. Le tako bom s primerjavami predvsem v tehničnem smislu lahko odkril nove podrobnosti delovanja našega plavža.

Vse skupaj me je postavilo pred težko časovno nalogo, ki se vleče že več let. Da se poizvedovanje premakne z mrtve točke, sem se odločil, da prispevek o našem plavžu razdelim na več delov. V tej jubilejni dvajseti številki zbornika *Železne niti* bi ljubiteljem tehnične dediščine in bralcem rad predstavil predvsem plavže v nekdanji skupni državi, danes Avstriji oziroma na Koroškem in sosednjih deželah. Moj namen je spodbuda, da bi si ogledali, kaj imajo od nekdanj tako pomembne panoge železarstva iz 19. stoletja ohranjeno drugje. To imajo namreč tudi dobro zapisano in voden. Če hočemo vrednotiti ali primerjati ali pa samo vedeti in videti, moramo poznati železarstvo tukaj in tam.

V naslednji številki zbornika bi na podlagi analize podatkov iz tega prispevka in vključitvijo dostopnih informacij, zapisov, risb in literature, ki opisuje naš plavž, skušali odgovoriti na tisto vprašanje, ki mene zelo zanima, to so detajli samega plavža, velikost, oblika, način taljenja, tehnologija, izkoristki, stroji, naprave, instrumenti, postopki itd. Upam, da s prispevkom prepričam še kakšnega navdušenca za raziskovanje taljenja železa pred stoletjem ali dvema.

Zakaj iščem podatke prav na Koroškem? Predvsem zaradi tega, ker smo bili tehnološko v tem času

zelo povezani s Koroško oziroma ostalimi deželami v Avstro-Ogrski. Ista država, preizkušeni modeli, dobra praksa, trgovina in uporabne rešitve so zelo verjetno vplivali tudi na razvoj našega železarstva. Tukaj mislim, da moramo v tem času pozabiti na vpliv zahodne dežele (Italije), ki je imela svoj vpliv v temeljih na začetku železarstva, in se obrniti na sever. Tehnologijo za ogrevanje vpihovalnega zraka je Železarska industrijska družba Bratov Globočnik dobila na Koroškem (SI ZAL ŠKL/027). Tudi Zois je svoj plavž v Bohinju naredil po avstrijskih načrtih iz Löllinga na Koroškem (Mohorič, 1969, str. 131). Pa tudi živeli smo v istem cesarstvu, davke plačevali istemu cesarju in konec koncev govorili tudi nemško. Priznam pa, da je bil eden izmed pomembnih dejstev tudi to, da je nekdanja dežela Avstro-Ogrska odlično vodila svoj arhiv razvoja in vodenja železarstva v pisni obliki.

Natančnost arhivov, zapisov in objav se pri kakšnem podatku med seboj razlikuje, saj se podatki večkrat križajo in niso enaki v vseh virih. To je treba pri branju upoštevati. Poleg tega je to precej obsežna tematika, iz katere sem pobral samo drobtinico ali dve, mogoče samo toliko, kolikor je potrebno za tehnično razumevanje in primerjanje železarstva.

Pomembni podatki

Med pomembnimi podatki, na katere opiram razvoj tehnologije taljenja, je predvsem velikost talilne posode, v nadaljevanju imenovane tudi peč. Velikost peči je bilo glavno merilo tehnološke uspešnosti, če pogledamo njeno povečevanje in rast skozi zgodovino. Ta je srce železarskega obrata. Poleg tega je pomembnih še nekaj ostalih podatkov, kot so tipi mehov, uporaba vročega zraka za vpihavanje, vrsta rude in kurivo, število pihalic in podobni, če so ti na voljo. Zgradbe, ki sestavljajo železarski obrat, pa so zelo različne. Odvisno od tega, ali so železo predelovali naprej v izdelke (palice) ali so proizvajali samo železo za nadaljnjo prodajo. V



Železarski obrat s talilno pečjo, srcem železarskega obrata. Foto: Andrej Bogataj. Vir: Radwerk IV.

Železnikih, kakor boste videli v naslednjem zborniku, je bil železarski obrat, imenovan fužina pred plavžem. Velika napaka se nam je zgodila pri urejanju trga, saj nismo opravili arheoloških izkopavanj pred plavžem. Tako bi vedeli veliko več. Ali pa nekoč preprosto zarisali na tlak obrise nekdanjih fužinskih naprav (mehov, norca, koles ...) za boljšo predstavo obiskovalcev.

Prve natančne raziskave našega plavža

V Železnikih smo leta 2014 ljubitelji tehnične dediščine v MD Železniki raziskali, očistili in premerili plavž, po dolgem in počez, zunaj in znotraj. Tako imamo naš plavž prvič odlično dokumentiran. Podrobneje je to opisano v Zborniku za Selško dolino Železne niti leta 2015. To, da smo dobili prave dimenzije in tehnične detajle, pa je bil osnovni pogoj, da smo lahko pričeli primerjati naš plavž z ostalimi podobnimi železarskimi obrati. Same skice z merami so že obstajale, tudi maketa v muzeju, vendar tako natančnega posnetka zgradbe še ni bilo. Podrobne risbe bodo tudi v pomoč pri vzdrževanju in ohranjanju plavža v prihodnosti.



Notranjost peči. Foto: Andrej Bogataj



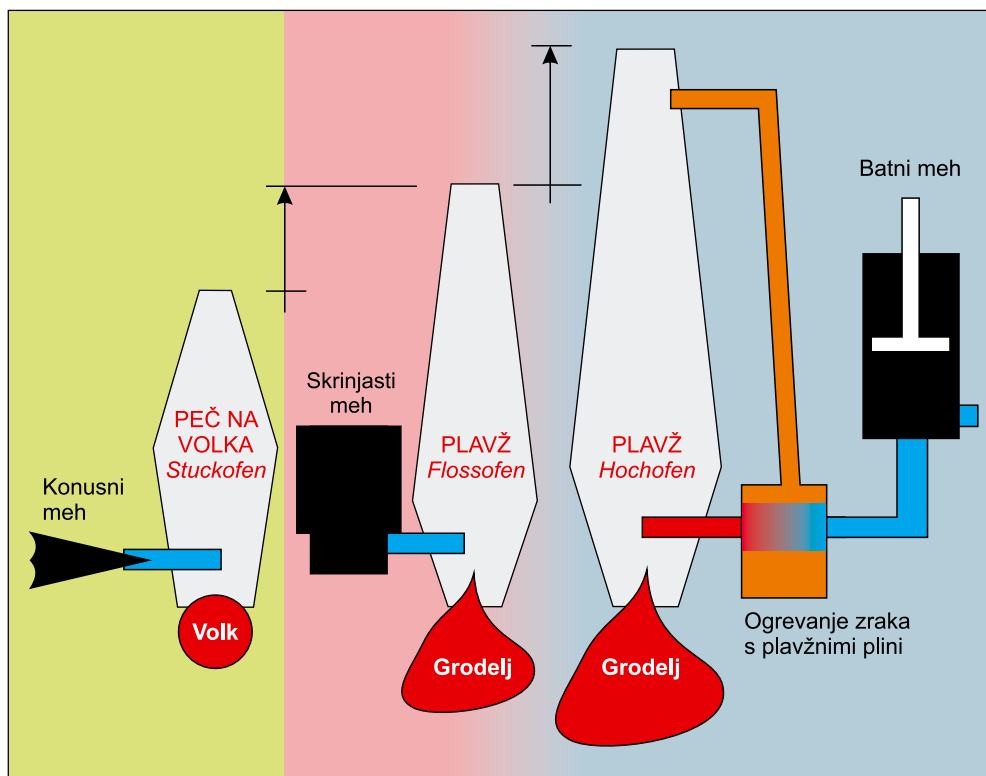
Bojan Rihtaršič pri meritvah v jašku peči. Foto: Andrej Bogataj

Plavž ali kako z besedo na kratko opisati tehnološko stanje pomembnega objekta

Pri preučevanju železarstva in talilnih peči sem naletel na težavo, na kakšen način v tem prispevku preprosto (ne s preveč besedami) poimenovati peči dveh različnih tehnoloških stopenj taljenja, katerih proizvod je tekoče železo ali grodelj. To pa zaradi tega, ker pri nas uporabljamo besedo plavž za obe tehnološki rešitvi. Plavž namreč pri nas pomeni sam objekt, to je celotna zgradba, ki je sestavljena iz talilne peči in zidne konstrukcije, ki podpira oziroma nosi talilno peč, ne pa tehnološki postopek oziroma njegov rezultat. Jaz pa v tem prispevku želim postaviti bolj ostro mejo med zgodnjo tehnološko obliko plavža, ki jo v nemščini imenujejo *Flossofen* in med poznejšo sodobnejšo obliko

plavža, ki jo v nemščini imenujejo *Hochofen*. Pri nas nisem opazil, da bi avtorji temu razlikovanju in imenovanju posvečali posebno pozornost. Na zgodnejšo tehnološko obliko plavža (*Flossofen*) pa naletimo samo pri opisu plavža v Železnikih, kjer je večkrat navedeno, da je plavž "flosovka", to je zgodnja oblika peči za taljenje, kjer je bil proizvod tekoče železo. Natančneje bomo poskusili odgovoriti na vprašanje, za kakšno vrsto peči je šlo, v naslednji številki.

Ker je večina uporabljenega gradiva iz nemško govorečega področja, sem se odločil, da za talilno peč ne uporabljam besede plavž, ampak talilni jašek v plavžu imenujem peč, v oklepaju pa napišem, za kakšno talilno peč gre. Ali gre za peč na volka (*Stuckofen*) ali zgodnejšo obliko peči, katere proizvod je tekoče železo (*Flossofen*), ali pa razvitejšo obliko peči (*Hochofen*). To se mi je zdela še najboljša rešitev.



Enostavni prikaz treh različnih tipov peči (*Stuckofen*, *Flossofen* in *Hochofen*). Medtem ko je razlika med tipom *Stuckofen* in *Flossofen* zelo jasna, pa je razlika med tipom *Flossofen* in *Hochofen* nejasna. *Hochofen* so se imenovala tudi višje peči, ki pa še niso imele ogrevanja vpihovalnega zraka. Risba: Andrej Bogataj

Slovarček nekaterih besed:

- *Stuckofen* – peč v obliki jaška, konusne oblike, katere produkt je kepa železa, ki je pomešana z žlindro in ogljem. Proti koncu delovanja teh peči, konec 18. stoletja, je bila oblika že bolj podobna kasnejšim pečem tipa *Flossofen*.
- *Flossofen* – peč v obliki dveh stožcev, katere produkt je tekoče železo, ki se nabere na dnu peči in ga občasno izpuščamo iz peči.
- *Hochofen* – višja peč v obliki dveh stožcev, katere produkt je tekoče železo, ki se nabere na dnu peči in se ga občasno izpušča iz peči. To je peč z večjim izkoristkom, zmogljivejšim vpihavanjem, običajno večjim številom pihalic in napravo za ogrevanje zraka.
- Železarski obrat – lahko tudi fužina, to je skupina naprav, ki so potrebne za izdelavo železa. Običajno so tukaj mehovi, naprava za ogrevanje zraka, večje kladivo in peč za žilavljenje, če so v železarskem obratu izdelovali tudi kovno železo.
- Žilavljenje – tudi frišanje ali pudlanje. To je postopek ponovnega segrevanja grodlja, v katerem se s pomočjo zraka zmanjša delež ogljika tako, da je primeren za kovanje.
- Pihalice – lahko tudi šoba, s pomočjo katere vpihavamo zrak v spodnji del peči za taljenje in s tem pospešujemo izgorevanje oglja in posledično višamo temperaturo v peči.
- Vroč vpihovalni zrak – zrak, ki so ga s pomočjo plavžnih plinov v posebnih komorah (pečeh) ogreli na višjo temperaturo, lahko tudi do 300 stopinj Celzija. S tem so dosegli višje temperature v talilniku peči in zmanjšali porabo oglja.
- Grodelj, tekoče železo – produkt peči tipa *Flossofen* ali *Hochofen* oziroma plavža. Tekoče žele-

zo (grodelj) je bilo primerno za vlivanje v kalupe za razne izdelke (ograje, stebre, spomenike ...), ni bilo pa primerno za kovanje.

- Konični meh – meh konusne oblike, narejen iz lesa in usnja.
- Skrinjasti meh – lesen meh kvadratne oblike.
- Batni meh – kovinski meh okroglega premera.
- Volk – produkt peči tipa *Stuckofen*, to je peč na volka.
- Žlindra – stranski produkt taljenja železa, ki nastane pri redukciji železove rude v železo.

Železarski obrati v nekdanji Avstro-Ogrski, ki danes stojijo na območju Avstrije

Iskanje in zbiranje informacij o železarskih obratih v sosednjih državah, nekoč skupni Avstro-Ogrski, je bilo s pomočjo interneta olajšano. Tam je digitalizirano že ogromno starejše železarske literature predvsem iz avstro-ogrskih dežel, ki kar kličejo po preučevanju. Pa vendarle je treba poseči tudi po literaturi, ki je tam še ni. V Avstriji, ki je bila nekoč avstro-ogrška, so ohranjene peči za taljenje železove rude oziroma železarski obrati predvsem v deželah Koroška, Salzburgska in Štajerska. Dostopna literatura pa nudi najbolj temeljite, uporabne in natančne podatke prav o koroških železarskih obratih. Nekaterih železarskih obratov oziroma peči za taljenje danes ni več, nekaj je lepo ohranjenih in vzdrževanih, nekateri so spremenjeni, nekateri pa prepuščeni zobu časa.

Njihova usoda, da so se ohranili, je bila prav takšna kakor pri nas. V začetku so bili obrati zgrajeni večinoma v soteskah, daleč od prometnih cest in železnice, saj so za svoje delovanje izkoriščali vodno silo. Ko so z uporabo parnega stroja

namesto vodne sile lahko nove obrate zgradili bližje cestam, mestom in železnici in s tem združili in pocenili proizvodnjo, je bilo najcenejše, da so stare obrate samo opustili. Nič podirali, kajti za podiranje bi bili potrebni dodatni stroški. Tako so se odlično ohranili.

Danes fotografije vsakega od ohranjenih obratov lahko najdemo z nekaj kliki, pa vendarle se mi je zdelo potrebno in prav, da si za preučevanje vsakega ogledam od blizu, da ga opazujem, vidim in doživim. Tukaj sem imel podporo žene Valerije, ki mi je pri tem delala železarsko družbo.

V tem prispevku je opis večine železarskih obratov. Niso pa vsi. Poleg železarskih obratov, ki so na Koroškem, zaradi odlične ohranjenosti in prezentacije nisem mogel mimo obratov, ki ležijo v sosedstvu Koroške, na Štajerskem in Salzburškem. Vredni so pozornosti in ogleda, za zdaj pa manjkajo nekateri njihovi natančnejši tehnični opisi, ki jih še nisem našel.

Običajno so se obrati poimenovali po kraju, kjer so bili, najbrž pa so bile poimenovane tudi posamezne peči. Tako imamo nekaj primerov imenovanja peči, pri večini pa ne, zato sem kot osnovo za ime talilne peči ali železarskega obrata uporabil besedo kraja, kjer peč stoji.

Železarski obrati na Koroškem v 19. stoletju

Kakor vidimo z zemljevida na desni strani, so bili železarski obrati postavljeni blizu rudišč, v soteskah, kjer je bilo dovolj vodne sile, poleg tega pa so bili okoli tudi obsežni gozdovi, v katerih so izdelovali kurivo – oglje. Tako so bili stroški prevoza minimalni.

● Obiskani železarski obrati in peči na Koroškem, ki so ohranjeni v naravi in jih je avtor za razumevanje in dotik železarstva tudi obiskal.

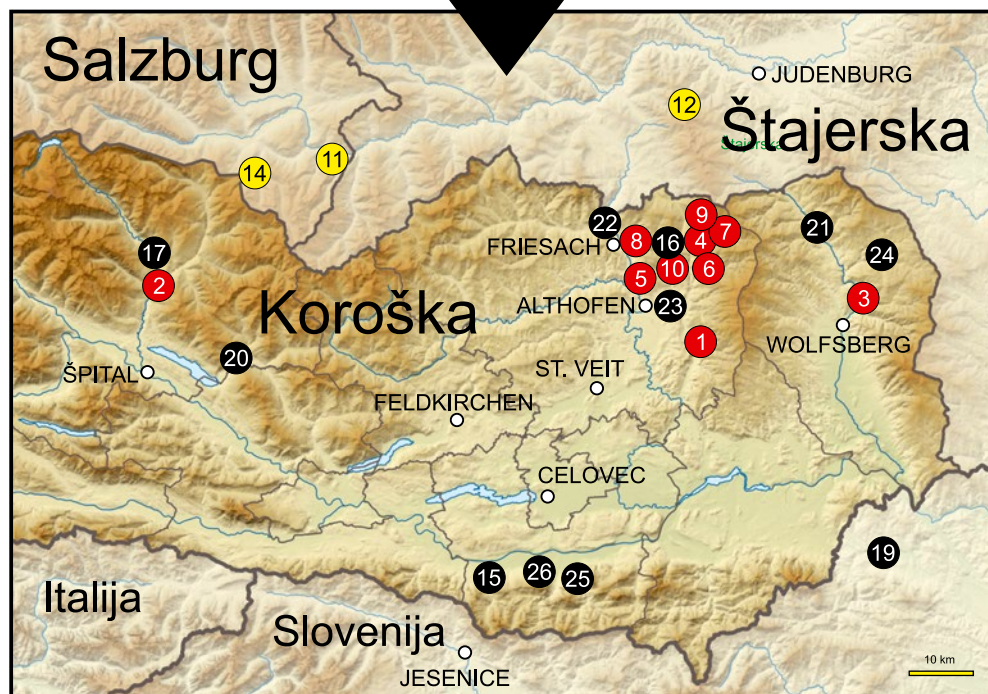
1. Eberstein (Svinec)
2. Eisentratten
3. Frantschach-Sankt Gertraud
4. Heft
5. Hirt
6. Lölling
7. Mosinz
8. Olsa
9. Schottenau
10. Urtlgraben

● Železarski obrati in peči na Koroškem, ki se niso ohranili, imamo pa več zanimivih uporabnih tehničnih podatkov o njih v literaturi:

15. Freistritz (Bistrica)
16. Compagniehütte (Hüttenberg) (Gettemberg)
17. Kremsbrücke
18. Pontafel
19. Prevalje
20. Radenthein (Radenče)
21. St. Leonhard (Št. Lenart)
22. St. Salvator
23. Treibach
24. Waldenstein (Baltenštanj)
25. Waidisch (Bajdiše - Bajtiše)
26. Windisch Kappel

● Železarski obrati in peči v deželi Salzburg in na Štajerskem

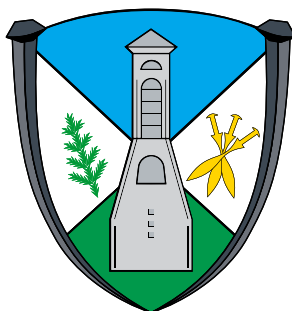
11. Kendlbruck (Ramingstein) (Salzburg)
12. Ossach (Štajerska)
13. Vordernberg (Štajerska)
14. Bundschuh (Thomatal) (Salzburg)



Zemljevid železarskih obratov na Koroškem, v deželi Salzburg in na Štajerskem. Izdelava zemljevida: Andrej Bogataj. Podlaga zemljevida: NordNordWest in Ikonact.

Uporaba simbola plavža v grbih

Proizvodnja železa je bila nekoč zelo pomembna dejavnost. Po zatonu železarstva se je ohranilo raznovrstno znanje, ki se je uspešno prelilo v druge dejavnosti. V zahvalo in spoštovanje nekdanjega železarstva so poleg Železnikov simbol plavža v svoj grb umestili tudi nekateri kraji, okraji ali občine v sosednji Avstriji.



Občina
Železniki



Frantschach-St. Gertraud



Krems



Thomatal



Sankt Salvator

Opisi železarskih obratov s talilnimi pečmi, ki so danes ohranjeni in na voljo obiskovalcem za ogled

Komentar k opisu železarskih obratov

Kakor sem že omenil, sem posamezne železarske obrate poimenoval po kraju, kjer stojijo. Spodaj so navedene tudi koordinate posameznega objekta. Tako bo iskanje in obiskovanje s sodobno tehnologijo lažje. Sledi skrajšani opis posameznega objekta za predstavo o razvoju obratov. Na fotografijah se vidi današnje stanje objektov. Nekaterim so priložene tudi starejše fotografije iz časa njihovega uspešnega delovanja. Na risbah *Razvoj talilnih peči in njihov prerez* pa je zgoraj časovni potek delovanja železarskega obrata, kjer so označeni začetek železarstva, vmesne spremembe in posodobitve ter njegov konec. Spodaj je prerez posameznih peči leta 1808 in leta 1872 (Münichdorfer, 1873). Zraven vsakega prereza je tudi prerez našega plavža. Vsi prerezi peči so bili za objavo na novo preračunani in zrisani. Natančnejše risbe hrani avtor tega prispevka. Nad vsakim prerezom peči so natančni podatki o postopku taljenja. Navedeni so podatki za vrsto rude, razmerje mešanja, proizvodnjo železa v 24 urah, izkoristek peči, porabo oglja, število pihalic in tip mehov. Ponekod so bili podatki neberljivi ali jih ni bilo. Vsi so zaradi lažje predstave preračunani na današnje enote. Pri pretvarjanju starih enot v današnje merske enote sem uporabil naslednje pretvornike:

- Čevelj: 0,316 m
- Palec: 0,02634 m
- Zentner: 56 kg
- Pfund: 0,56 kg
- Cubicfuss: 0,0315 m³

Pri obratih, ki jih ni več, ni časovnega traku delovanja obrata, prerezi peči s podatki pa so združeni za več peči skupaj.

Pri obratih v deželi Salzburg in Štajerska so priložene samo fotografije, ker do izida tega prispevka še nisem našel ustrezne tehnične dokumentacije o njih. Je pa v postopku pridobivanja.



Konični meh. Foto: Andrej Bogataj. Vir: Muzej Bundschuh (Thomatal).



Maketa skrinjastega meha z Jesenic. Fotografijo hrani Tehnični muzej na Dunaju.



Batni meh iz Vordernberga. Foto: Andrej Bogataj. Vir: Muzej Radwerk IV.

1. Eberstein (Svinec)

Eberstein 57, Sankt Veit an der Glan (Šentvid ob Glini), Koroška

Koordinate: 46.811670, 14.566479

V Ebersteinu (po slovensko je ime vasi Svinec) plavž ni več ohranjen. Porušili so ga leta 1973. Ohranjeni sta samo stavba, v kateri so bili mehovi, in trasa nekdanje transportne železnice. Na informativni tabli je zapisano, da so tukaj pričeli z železarstvom leta 1581 s pečjo na volka (*Stuckofen*). Leta 1650 so postavili peč na tekoče železo (*Flossofen*). Leta 1808 so za vpihavanje zraka zadnji na Koroškem še vedno uporabljali konični meh. Leta 1825 so porušili staro peč (*Flossofen*) in zgradili novo (*Hochofen*) višine 10,1 m. Leta 1837 so prvi v deželi zgradili napravo za ogrevanje vpihovalnega zraka. Leta 1847 so zgradili peč (*Hochofen*) višine 12,3 m. Leta 1875 so dvignili peč na 13,3 m in s tem bolje izkoristili plavžni plin za ogrevanje vpihovalnega zraka. Kljub stalnim posodobitvam je postala proizvodnja železa predraga. Največji strošek pri proizvodnji je predstavljal transport žele-

zove rude, ki je bila preveč oddaljena od rudnikov. Zaradi tega so ga leta 1885 najprej začasno, leta 1889 pa dokončno ugasnili. (Münichdorfer, 1873; Köstler, 1989; Ehemaliges Hochofenwerk Eberstein, 24. 8. 2023)

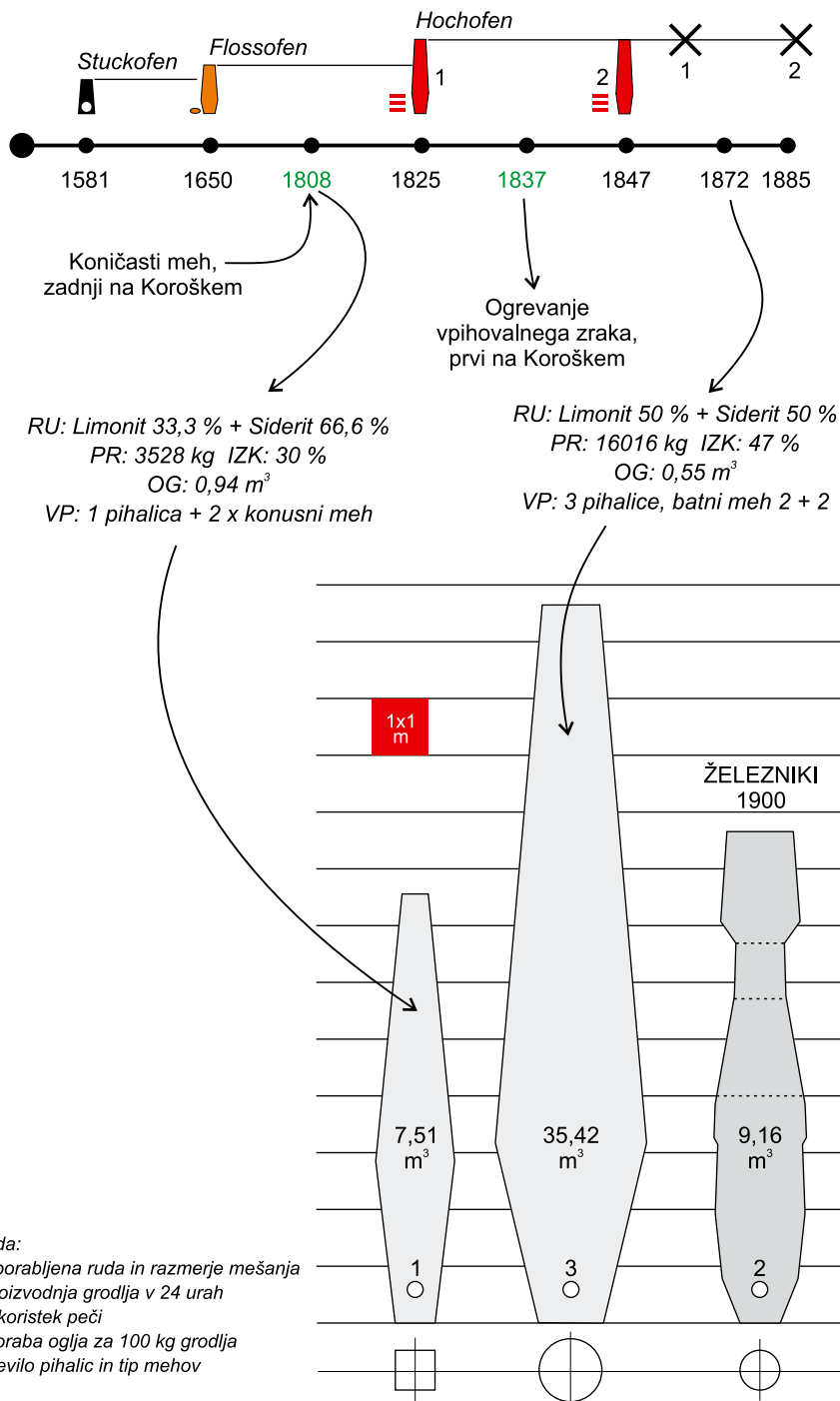


Železna svinja, ki so jo potegnili z dna ugaslega plavža. Foto: Andrej Bogataj



Zidani podporni steber železniške proge, s katero so v železarski obrat Eberstein dovažali rudo. Foto: Andrej Bogataj

Razvoj talilnih peči in njihov prerez v obratu Eberstein



2. Eisentratten

Konstantin-Hochofen in Eisentratten

Koordinate: 46.923219, 13.578861

Vas Eisentratten leži v ozki dolini pod viaduktom avtoceste Tauern A10, ki pelje proti Salzburgu. V 15. stoletju so vas, ki stoji ob potoku, kjer je bilo zaradi uporabne vodne sile veliko mlinov in železarskih obratov, imenovali tudi *Hammertratten*. Nekateri viri, predvsem krajevne kronike, navajajo, da naj bi prvo peč (*Flossofen*) za proizvodnjo tekočega železa, imenovano *Plahhaus* oziroma *Plahaus*, avgusta 1566 tukaj zgradil Jakob Türgg. Drugi, meni verodostojnejši vir (Münichdorfer, 1873) pa navaja, da naj bi zgradili peč (*Flossofen*) tukaj šele leta 1745, prej so najbrž uporabljali peči (*Stuckofen*). V 17. stoletju sta rudnik železa in železarski obrat prešla v last grofa Lodrona. Leta 1842 so zgradili napravo za ogrevanje vpihovalnega zraka. Leta 1860 (1862) so zgradili novo peč, imenovano Constantin, v slogu italijanske vojaške arhitekture, višine 12,64 m s tremi šobami za vpih. Skrinjasto puhalo so zamenjali z batnimi, proizvodnja tekočega železa se je v 24 urah povečala s 5.040 kg na 7.000 kg. Zaradi težav z železovo rudo je lahko peč (*Hochofen*) delovala samo 30 tednov na leto. Ko so leta 1883 v Innerkremsu prenehali kopati železovo rudo, so morali prenehati s taljenjem. Poskus ponovnega obratovanja leta 1890 je trajal samo eno leto. Leta 1891 so peč dokončno zaprli.

Peč (*Hochofen Constantin*), zgrajena leta 1862, je bila večkrat obnovljena, saj gre za veliko krajevo znamenitost. Stoji na trgu sredi vasi. Visoka je 20 m, spodnji del je narejen iz klesanih blokov zele-nega skrilavca, zgornji del nad talilno posodo pa iz opeke. (Münichdorfer, 1873; Konstantin-Hochofen 24. 8. 2023; www.krems-kaernten.gv.at 24. 8. 2023 in Hochofen Eisentratten 24. 8. 2023)

Ponos vaščanov na svojo železarsko dediščino se vidi tudi v občinskem grbu, ki ga krasi omenjena peč. Če se sprehodite po vasi, boste opazili še nekaj ohranjenih stavb, ki bi jim lahko pripisali, da so bile priča nekdanjemu uspešnemu železarstvu. Žal



Hochofen Constantin. Foto: Andrej Bogataj

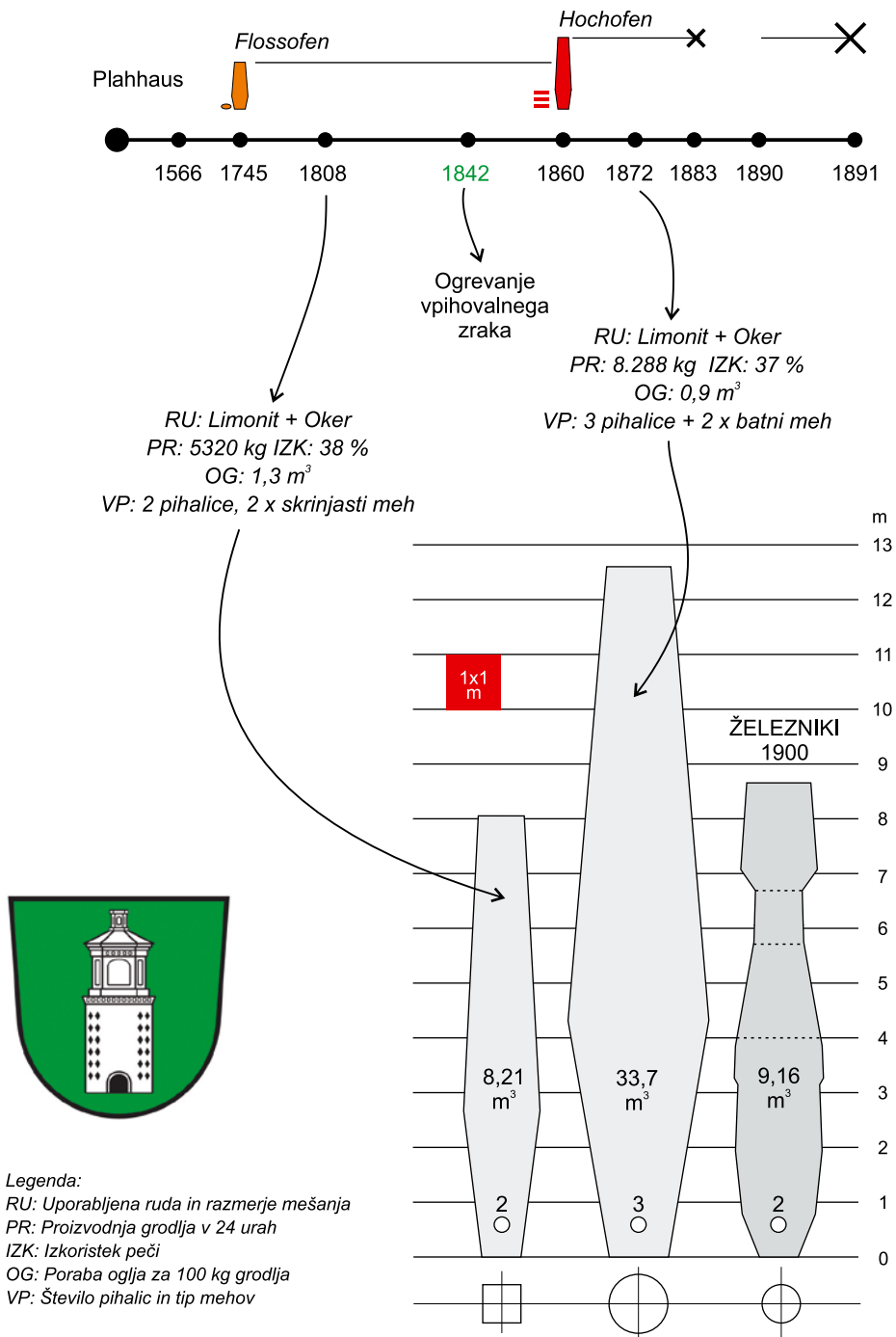
je na plavžu nekaj pomembnih informacij samo na skromni informativni tabli, s časovnim potekom delovanja peči, in bi si glede na pomembnost vsekakor zaslužil več (natančnejših) podatkov.

Je pa zanimivo ime, ki ga omenjajo za peč, *Plahhaus*, za katero se meni, da je iz nje po eni od variant lahko izpeljana naša beseda plavž.



Notranjost talilnega jaška. Foto: Andrej Bogataj

Razvoj talilnih peči in njihov prerez v obratu Eisetretten



3. Frantschach-Sankt Gertraud

Hochofen in St. Gertraud

Vorderwölch 43, Vorderwölch, Lavanttal Kärnten (Labotska dolina na Koroškem)

Koordinate: 46.872636, 14.876028



Nekdanja peč s sosednjimi zgradbami. Velikokrat некоč spremenjen tok reke uporabljajo za elektrarno. Tako je tudi v tem primeru. Elektrarna sicer zaradi poškodb pri poplavih trenutno ne deluje. Foto: Andrej Bogataj

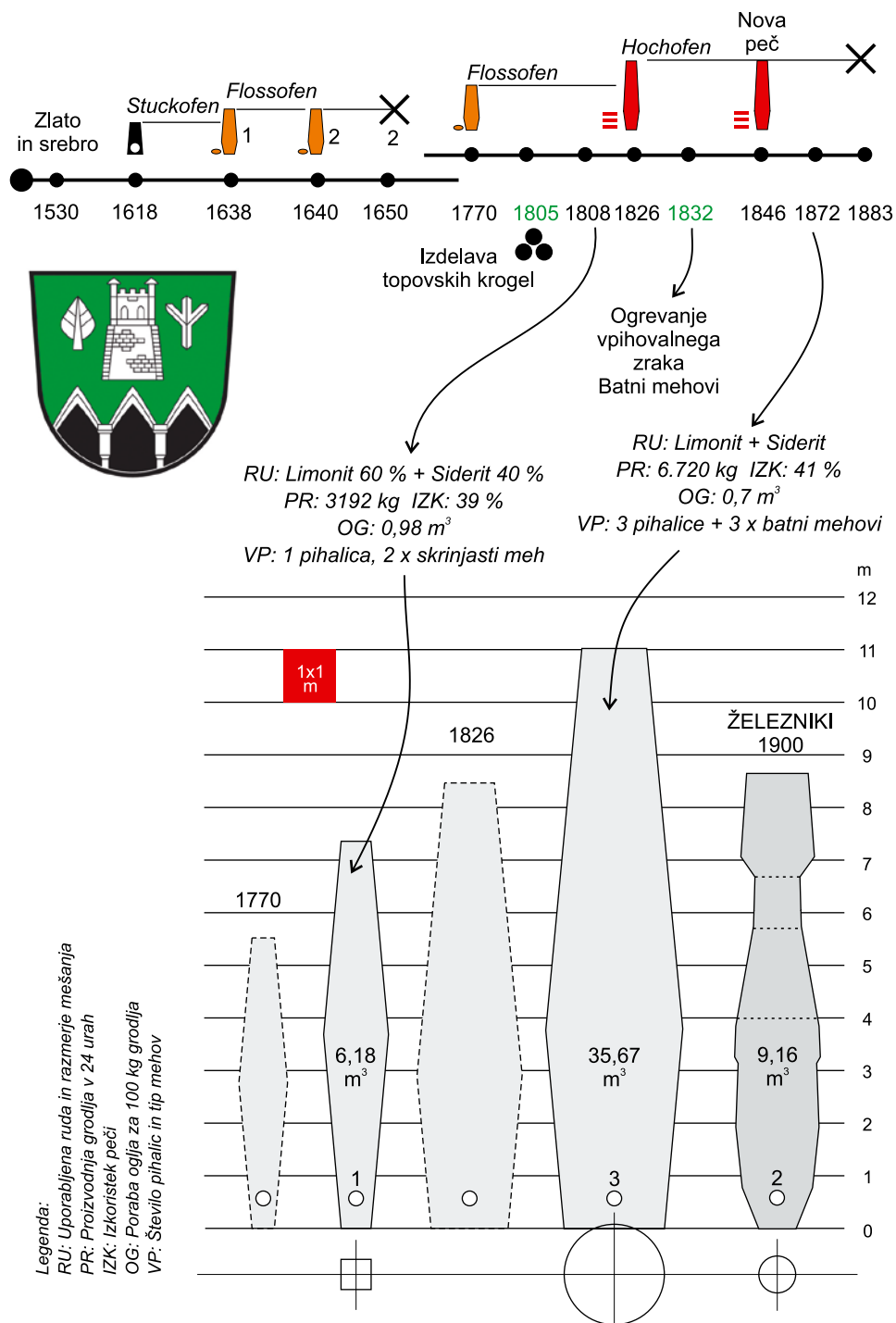
V Lavantski (Labotski) dolini so se od leta 1530 do leta 1579 ukvarjali z iskanjem in taljenjem zlata ter srebra. Ko ta dejavnost ni več prinašala pričakovanih zaslužkov, so se preusmerili v taljenje železa. Tako je prva peč (*Stuckofen*) v dolini delovala že leta 1618. Leta 1638 pa so pri Sv. Štefanu zgradili prvo peč na tekoče železo (*Flossofen*). Drugo peč (*Flossofen*) v dolini so zgradili leta 1640, vendar je delovala le deset let. Ker so hoteli dejavnost železarnstva razširiti, obstoječa lokacija pa ni bila primerna za širitev, so novo peč (*Flossofen*) zgradili v St. Gertraudu. Leta 1759 (1751) je železarski obrat od bamberske škofije kupila družba Aerar in leta 1770 zgradila novo peč (*Flossofen-Hochofen*). Med francoskimi vojnami 1805–1809 so tukaj izdelovali topovske krogle. Leta 1826 sta železar no kupila brata Rosthorn in povišala peč (*Hochofen*) za 3,16 m, to je na 8,84 m. Leta 1832 je bil železarski obrat prodan družbi Wolfsberger Aktiengesellschaft, ki je zgradila napravo za ogrevanje vpihovalnega zraka in leseno skrinjasto puhalo zamenjala z batnim ter uvedla še nekatere druge posodobitve. Leta 1837 je ves svoj razvoj vložila v železarno na Prevaljah, zato je posodobitve plavža opustila. Leta 1846 je druž-

ba prešla v roke Henckla von Donnersmarcka, ki je takoj porušil staro peč in zgradil novo (*Hochofen*), kakršna stoji še danes, višine 11,37 m v tudorskem slogu. Spodnji del je narejen iz skrilavca – gnajsa. Proizvodnja v 24 urah je bila od 5.040 do 5.600 kg. Najvažnejši izdelki so bili ulitki za tovarno v Zeltwigu. Zaradi krize je bilo taljenje prekinjeno od leta 1863 do 1866. Proizvodnja železa se je v manjšem obsegu nadaljevala do leta 1883, ko je peč (*Hochofen*) dokončno ugasnila. Peč se je zaradi znanih okoliščin izognila popolnemu uničenju in je danes spomeniško zaščiten objekt tehnične dediščine. (Münichdorfer, 1873; Köstler, 1989; informativna tabla na objektu, 2023)



Tudorski slog gradnje zgornjega dela. Foto: Andrej Bogataj

Razvoj talilnih peči in njihov prerez v obratu Sankt Gertraud



4. Heft

Eisenwerk Heft bei Hüttenberg

Heft 1, Heft

Koordinate: 46.950492, 14.563644



Železarski obrat v Heftu. Levo strojnica, na sredini peči, desno zgradba za oskrbo z zrakom. Foto: Andrej Bogataj

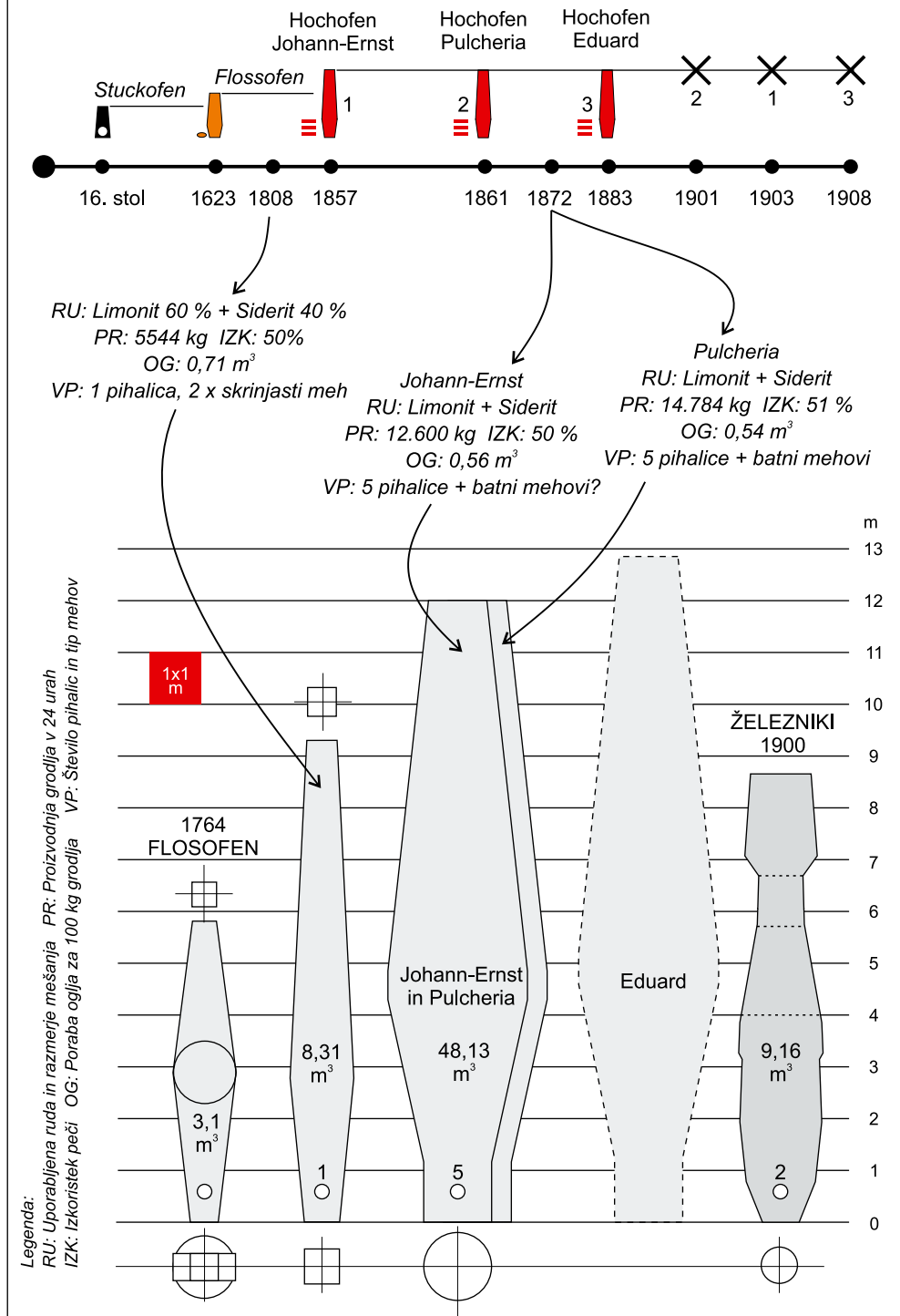
Železovo rudo, iz katere so izdelovali tako dobro znano noriško železo, so v okolici Hüttenberga kopali že v rimskih časih. V 16. stoletju pa so v Heftu postavili prvo peč na volka (*Stuckofen*). Leta 1623 so peč na volka predelali v peč (*Flossofen*). Konec 18. stoletja so posebno pozornost namenili taljenju železa v Heftu, ki je imel skupaj s Treibachom najboljše rezultate zaradi povečanja dimenzij peči (*Hochofen*). Višina peči je bila 10,11 m. Od leta 1828 do leta 1852 je bila dnevna proizvodnja litega železa od 8.960 do 11.200 kg. Leta 1853 je bil inštaliran nov sistem mehov z nihajočo roko in štirimi batnimi mehovi, ki se je zaradi svoje preprostosti uveljavil od leta 1840 v večini koroških peči (*Hochofen*).

Večji peči (*Hochofen*), ki stojita še danes, je spomladi leta 1857 začela graditi družina Rauscher. Poleg Hefta so imeli nedaleč stran še peč v Mosinzu, ki so jo opustili. Logistične težave, predvsem prevoz oglja, pri vzporednem obratovanju dveh peči so bile prevelike. Prva peč (*Hochofen*) z imenom Johann-Ernst je pričela z obratovanjem konec leta 1857, druga peč (*Hochofen*), imenovana Pulcheria, pa

še leta 1861. Obe peči sta bili visoki 13,27 m. Vsaka je imela po pet pihalic, od leta 1863 po šest, kar je bilo največje število pihalic na peč na Koroškem. Aparat za ogrevanje zraka so postavili na nivo tal, kar je bila prva takšna tehnična rešitev na Koroškem. (Očitno so prej postavljali naprave nad žrelo peči.) Proizvodnja litega železa oziroma grodlja v 24 urah je bila 32.480 kg. To je bila največja proizvodnja tekočega železa na Koroškem. Poraba oglja je bila 0,49 m³ na 100 kg litega železa. Kljub velikim načrtom se zaradi neugodne lokacije in nezadostne vodne energije, kakor se je izkazalo po gradnji, donosnost ni povečala.

Na predlog Petra Ritterja von Tunnerja, profesorja metalurgije v Leobnu, se je družba Rauscher odločila, da predela lito železo iz novih peči v jeklo po Bessemerjevem postopku. Za predelavo so vgradili dva Bessemerjeva šeststonska konvertorja in 4. junija 1864 (1870, nekateri viri) izdelali prvo saržo jekla po tem postopku. To je bila ena izmed prvih jeklarn (poleg Turracha) v avstro-ogrski monarhiji, ki je uporabljala predelavo litega železa v jeklo po tem sodobnem postopku. Postali so vodilni proizvajalec jekla na

Razvoj talilnih peči in njihov prerez v obratu Heft





Peč Pulcheria. Foto: Andrej Bogataj



Železarna v Heftu nekoč. Fotografijo hrani tehnični muzej na Dunaju.



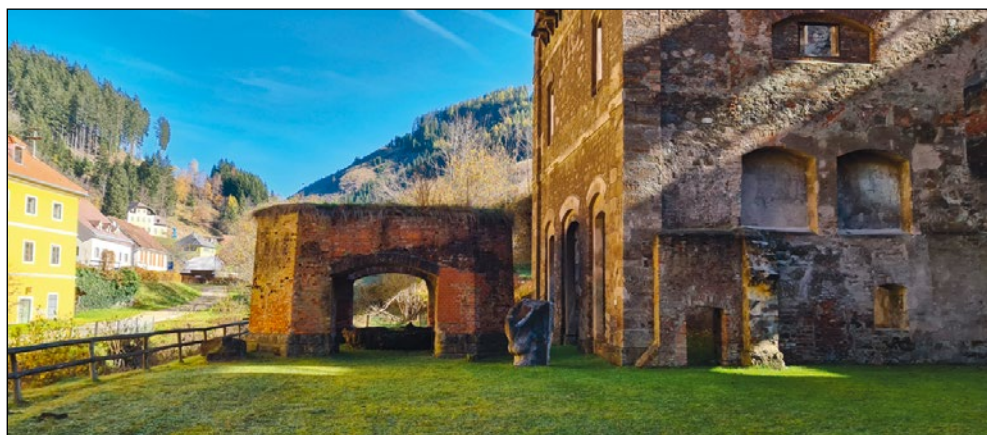
Žrelo ene od ohranjenih peči. Foto: Andrej Bogataj



Arhitekturna rešitev s sodobnim pristopom za ožvitev nekdanje železarne v Heftu.
Foto: Andrej Bogataj



Dostop do žrela peči.
Foto: Andrej Bogataj



Spodnji del nekdanje peči Eduard. Foto: Andrej Bogataj

Koroškem, ki je bil cenjen tudi v sosednjih državah.

Leta 1869 so se štiri rudarske družbe, ki so imele v lasti več železarskih obratov in rudnikov, združile v delniško družbo *Hüttenberger Eisenwerks-Gesellschaft* (HEWG). Leta 1881 je družbo HEWG prevzela družba ÖAMG in leta 1882 zaradi velikega povpraševanja po Bessemerjevem jeklu pričela posodabljati železarski obrat v Heftu. Leta 1883 so gradili tretjo peč (*Hochofen*), imenovano Eduard. Tako so povečali kapaciteto proizvodnje surovega železa na mestu predelave in ga jim ni bilo treba več dovažati iz peči v Löllingu.

Največjo proizvodnjo jekla so dosegli v letih 1899 in 1900, tik pred postopnim zaprtjem. Vsaka peč (*Hochofen*) je proizvedla od 20.000 do 25.000 kg tekočega železa. Kljub temu proizvodnja ni bila več konkurenčna železarnam, ki so za gorivo uporabljale koks in zgradile nove Siemens-Martinove peči.

Trg je zahteval nižje stroške izdelave jekla, zato je družba ÖAMG prenesla vso proizvodnjo v svoja obrata Donawitz in Eisenerz. V Heftu je leta 1901 najprej zaustavila Bessemerjeve konvertorje in peč (*Hochofen*) Pulcheria, leta 1903 peč (*Hochofen*) Johann-Ernst, peč (*Hochofen*) Edvard pa je še talila rudo iz Knappenberga, ki so jo dovažali po posebni ozkotirni železnici. Leta 1908 je ugasnil še zadnji plavž. S tem se je proizvodnja surovega železa na Koroškem po večstoletni proizvodnji končala. (Münichdorfer, 1873; Köstler, 1989; informativna

tabla na objektu, 2023; Eisenwerk Heft 3. 2. 2023)

Objekti v Heftu so bili restavrirani in popolnoma obnovljeni po letu 1981. Območje železarne (mislim, da bi bil naziv železarski obrat pri takšni proizvodnji in predelavi podcenjujoč) še danes vzbuja občudovanje. Popolnoma sta ohranjeni dve peči (*Hochofen*) Johann-Ernst in Pulcheria, od tretje peči (*Hochofen*) pa je ohranjen samo spodnji del. Poleg peči so (delno) ohranjeni tudi objekti za skladiščenje rude in oglja, pražarnica rude, stavba, kjer so bila vgrajena pihala, in strojnica. Bessemerjevi konvertorji so bili postavljeni pred plavžema. Ohranjena je tudi upravna stavba.

Da bi prostoru nekdanje železarne, ki je bila v nekem obdobju največja na Koroškem, dali dodatno uporabno vrednost in nove vsebine, so leta 1995 izdelali ogromen projekt iz stekla in jekla in ga položili na železarno. Uporaba novih objektov za prireditve in razstave naj bi območju vrnilo obiskovalce. Zanimiva arhitekturna rešitev je na začetku obljubljala veliko, kaj kmalu pa se je izkazalo, da podobni projekt ni rešitev za večji obisk in v zadnjem času sameva. Poleg tega primanjkuje tudi sredstev za njeno vzdrževanje. Tako je za obiskovalce od celotne železne konstrukcije najuporabnejši dostop do vrha jaskov peči, ostalo je zaklenjeno in prazno.

Lepo pa se je sprehoditi v tišini in čistem zraku okoli objektov in nad njimi in podoživeti čas največje proizvodnje, polne hrupa, dima in smrada.

5. Hirt

Hochofen in Hirt

Hirt, občina Micheldorf, KO: Lorenzenberg

Koordinate: 46.902300, 14.438000



Železarski obrat v Hirtu. Foto: Andrej Bogataj

Taljenje železa v Hirtu je bilo prvič omenjeno v listinah leta 1554. Lastnica železarskega obrata je bila škofija Gurk. Sredi 17. stoletja so naredili peč (*Flossofen*). Leta 1773 so jo posodobili (*Hochofen*), z novimi stroji pa so posodobili tudi predelavo grodlja. Peč in železarski obrat so posodobili še v letih 1806, 1853 in 1872. Tega leta so peči za taljenje dodali nove batne mehove in napravo za ogrevanje vpihovanega zraka. Leta 1872 je železarski obrat kupila družba Hüttenberger Eisenwerks-Gesellschaft in že naslednje leto, 1873, prenehala s proizvodnjo. Mimo obrata teče reka Metnitz (Motnica). (Münichdorfer, 1873; Köstler, 1989; Hochofen Hirt, 24. 8. 2023)

Objekt je bil restavriran leta 1963. Iz leta 1802 so ohranjeni originalni kamniti deli objekta. Slikar Markus Pernhart je dokumentiral delovanje žele-

zarskega obrata v tistem obdobju.

Žal je bil objekt ob najinem obisku zaprt. Ogledala sva si lahko samo zunanost. Pri zadnji obnovi so naredili še stekleno konstrukcijo pred vhodom in steklen hodnik za stavbo. Uredili so tudi notranjost, z železnimi stopnicami so omogočili ogled talilne posode. Žal kakšnih informativnih tabel ni bilo videti, razen skozi zamazano steklo ob vhodu. Lep primer ohranjenega železarskega obrata z ostalimi objekti. Žal je trenutni vtis, da je opuščen in slabo vzdrževan.

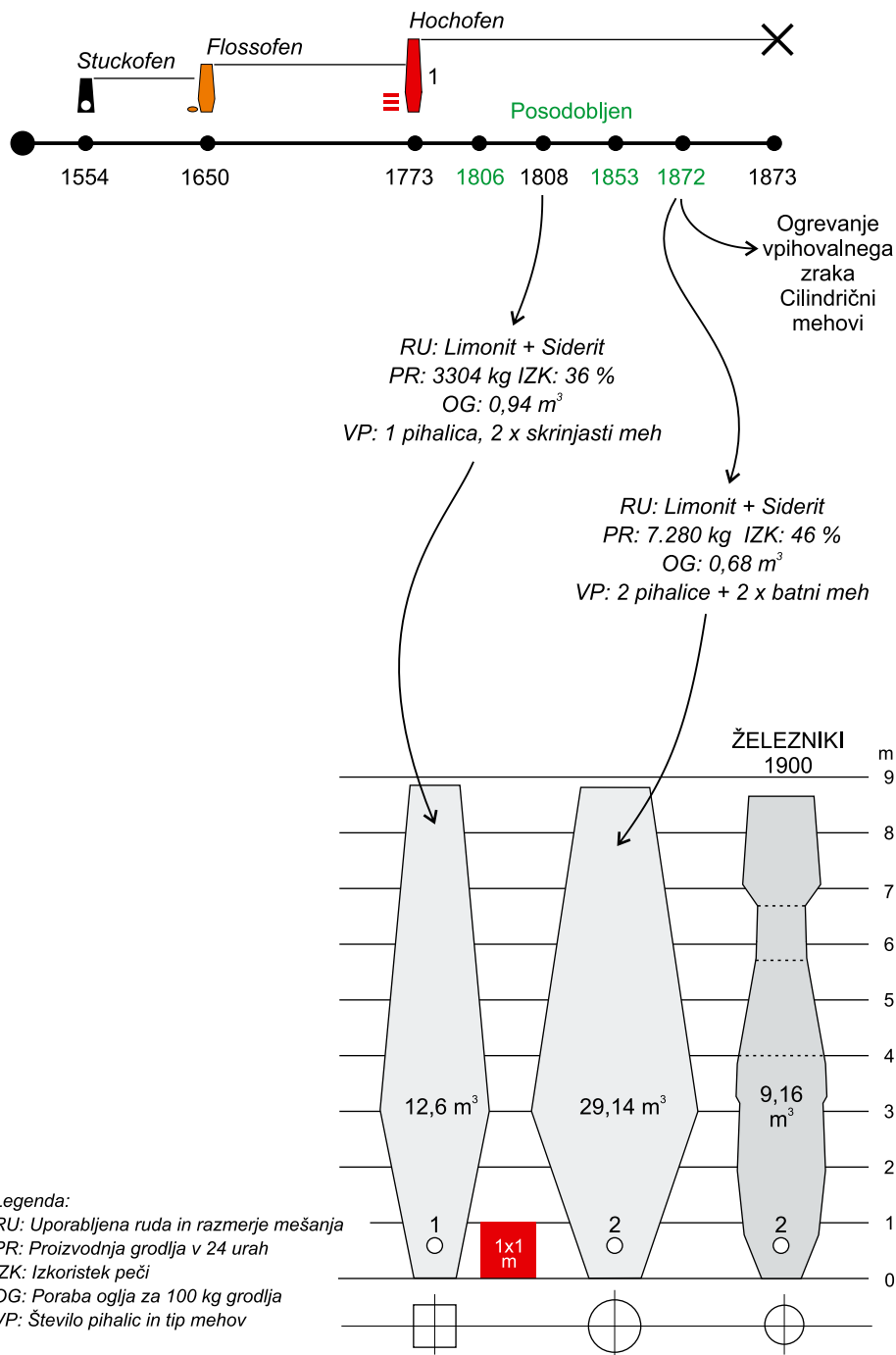


Posodobljeni vhod. Foto: Andrej Bogataj



Marko Pernhart, *Hochofen in Hirt*, slika na platnu, 40 cm × 74 cm. (Markus Pernhart- Hirt 1., 28. 8. 2023)

Razvoj talilnih peči in njihov prerez v obratu Hirt



6. Lölling

Schattseite, Lölling

Koordinate: 46.918503, 14.584711



Ostanki peči Johanna. Foto: Andrej Bogataj

Dokumentirani začetek železarstva v Löllingu sega v leto 1572, ko so bile na tem mestu postavljene tri talilne peči (*Stuckofen*). Dvesto let kasneje (1772) jih je porušila velika povodenj. Leta 1800 je nizozemska družina Dickmann-Secherau kupila ostanki železarskega obrata. Družba HEWG je kasneje zgradila tri nove peči (*Hochofen*). Leta 1822 je peč (*Hochofen*), imenovana Johanna, višine 12,32 m, ki je ob izgradnji veljala za najvišjo na Koroškem, imela tri pihalce in batno puhalo z osmimi bati (premer 1,31 m, hod 1,10 m) in regulatorjem. Leta 1838 je zgradila peč (*Hochofen*), imenovano Eugen, in leta 1846 peč (*Hochofen*), imenovano Albert.

Rudo so dobavljali iz okolice Löllinga. Sodobne pražilne peči in drobilnike rude so zgradili kar na pobočju za pečmi, saj so naklon terena izkoristili za lažjo pripravo rude pred taljenjem. Z uporabo naprave za ogrevanje vpihovalnega zraka je bil železarski obrat v Löllingu najboljši v proizvodnji surovega železa. Sčasoma so stroški pridelave železa postali previsoki kljub posodobitvam (1888–1890) v pražilnico rude in v močnejša puhala. Zaprtje jeklarne na Prevaljah, ki je bila glavni kupec njihovega grodlja in izdelava novega plavža v Heftu ob uporabi Bessemerjevih konvektorjev sta povzročila konec proizvo-

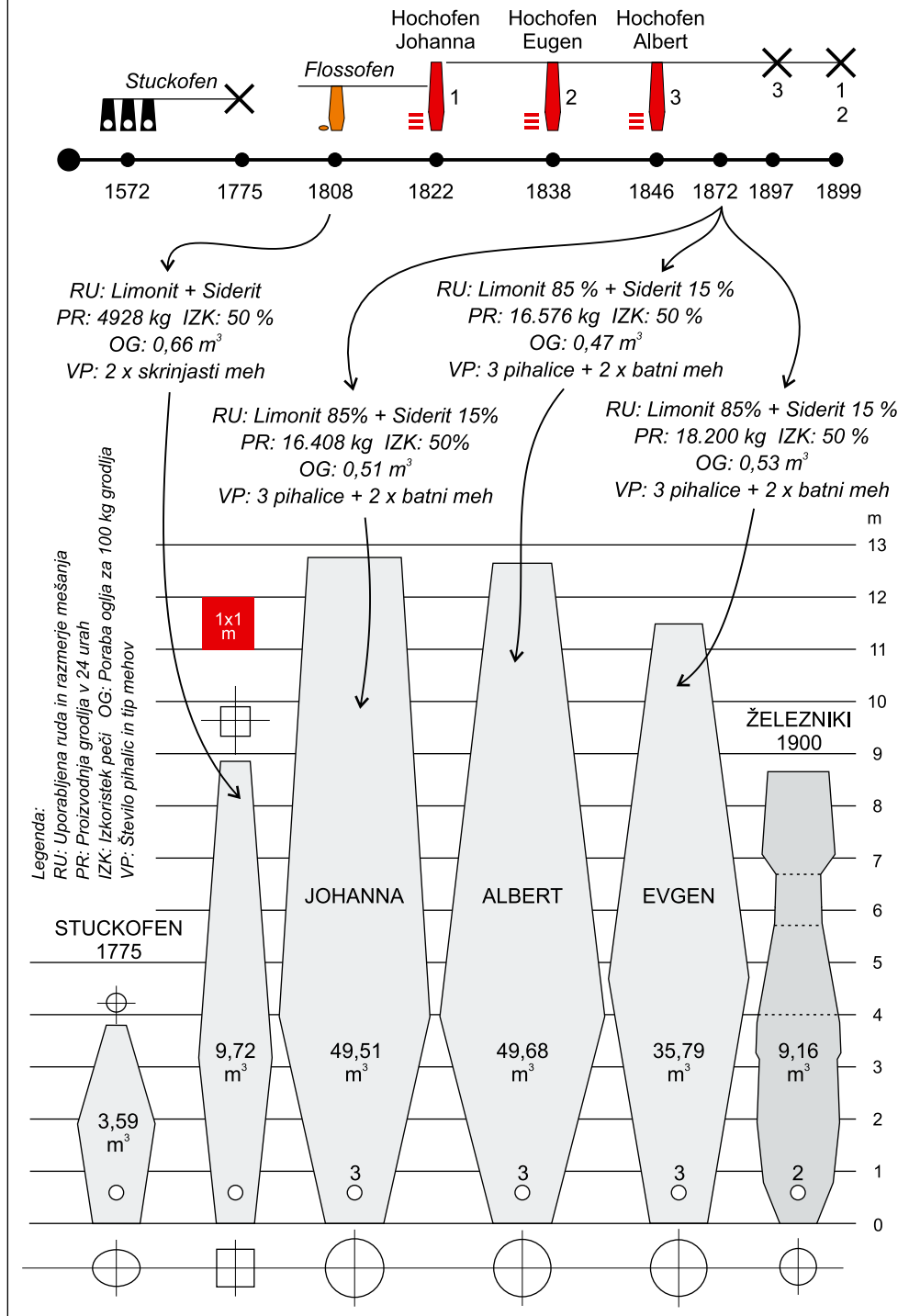
dnje. Leta 1897 je ugasnila peč Albert, leta 1899 pa še peči Johanna in Eugen. (Münichdorfer, 1873; Köstler, 1989; Lölling, Gemeinde Hüttenberg, 24. 8. 2023)

Danes je na tem prostoru viden samo še spodnji del plavža Johanna in zidovje, ki je nekoč pripadalo ostalim objektom obrata. Ostaline se nahajajo na zasebnem zemljišču, zato je ogled možen samo z oddaljene ceste. Kakšne informativne table žal ni bilo opaziti. Po vasi pa si je mogoče ogledati nekaj objektov, ki so služili nekoč mogočni proizvodnji železa v tem kraju.



Železarski obrat Lölling. Zada je peč, katere ostanki so vidni še danes. Fotografijo hrani Tehnični muzej na Dunaju.

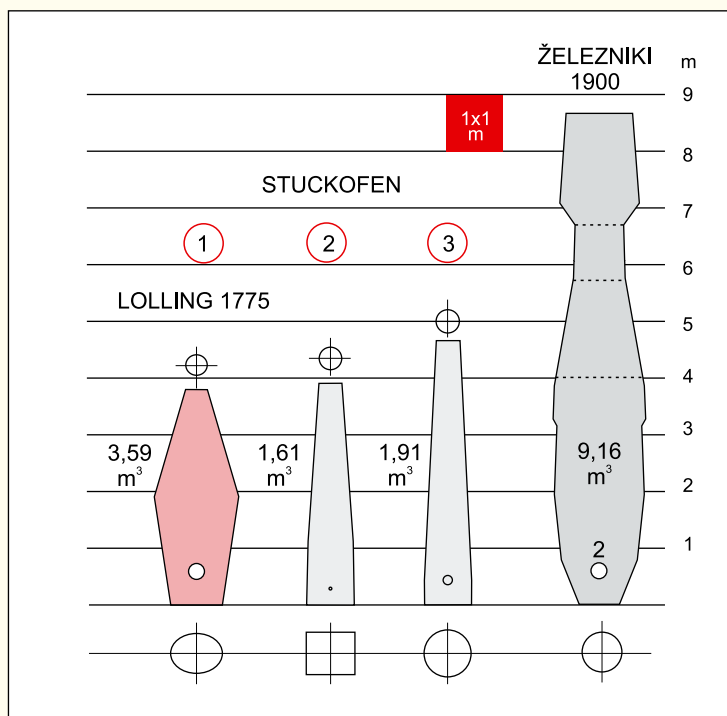
Razvoj talilnih peči in njihov prerez v obratu Lölling



Zadnja peč na volka (*Stuckofen*) na Koroškem

V 18. stoletju so bile peči na volka (*Stuckofen*) od tal do vsipa visoke okoli 3,79 m, oblika pa je bila podobna dvema piramidama ali stožcema, postavljenima drug na drugega, in so bile podobne kasnejšim pečem na prebod (*Flossofen*). V takšni peči je nastal volk, težak od 672 do 840 kg, proces taljenja je trajal 19 do 20 ur, 4 do 5 ur je bilo potrebnih za pripravo peči, ogrevanje in izvlek. Ker sta bila gradnja in vzdrževanje takšnega železarskega obrata zelo draga, je običajno takšen obrat imel več lastnikov, ki so talili glede na lastniške deleže. Mehove so skrbno hranili, v nekaterih obratih so imeli mehove skupne, v nekaterih pa je meh vsak lastnik po končanem taljenju skrbno zaklenil v skladišču. Nekateri obrati so se ukvarjali samo s taljenjem železa, nekateri pa so delali polizdelke, na primer železne palice. Po predpisih so iz 56 kg železa morali skovati šest železnih surovih palic. Torej je vsaka palica morala biti težka okoli 9,33 kg.

V Löllingu je do leta 1775 talila železo tudi zadnja peč na volka (*Stuckofen*) na Koroškem. Peč je delovala vsako leto samo od marca oziroma aprila do konca novembra. Imamo tudi nekaj zanimivih podatkov o delovanju zadnje peči (*Stuckofen*). Münichsdorfer ima narisane tri peči na volka, najbrž pa je napaka pri navajanju pravilne risbe, saj sta narisani peči št. 3 in 4 premajhni za zabeležene podatke, pa tudi opis oblike peči, ki jo navaja v svojem delu konec 18. stoletja, nakazuje na to. Zato po vsej verjetnosti gre za peč št. 1. (Münichsdorfer, 1873)



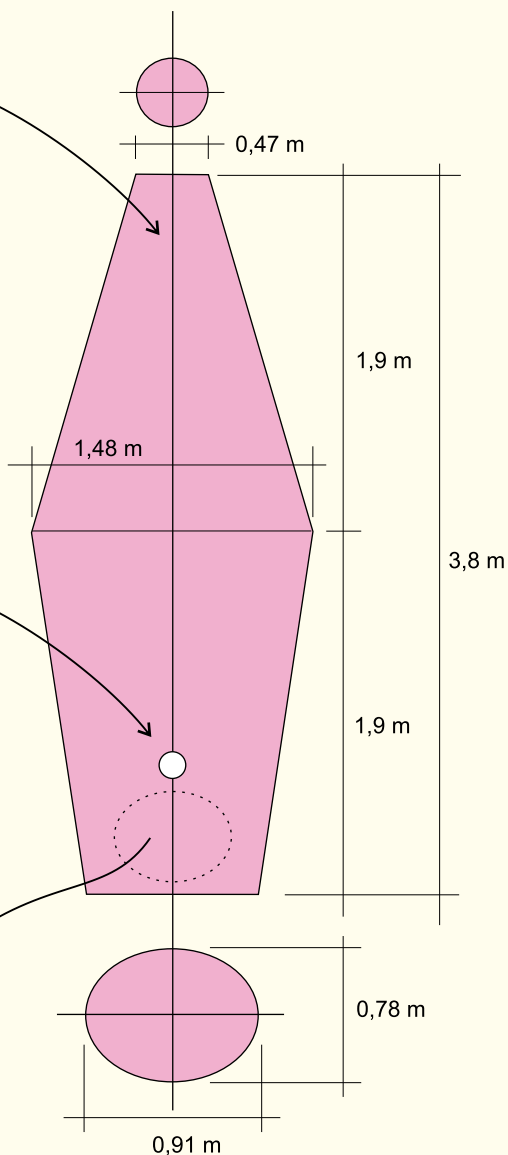
Zadnja peč na volka (*Stuckofen*) v Löllingu 1775

Čas taljenja: 19–20 ur
 Čas priprave, podiranja in ogrevanja 4–5 ur
 Poraba rude: 3153 kg
 Poraba oglja: 14,6 m³ (7,78 m³)

Vsip:
 - 32 vsipov v 24 urah
 - 98,56 kg rude/vsip
 - 0,45 m³ oglja/vsip
 - čas med vsipi 37,5 min

Oskrba z zrakom:
 2 koničasta mehova
 - dolžina 2,52 m
 - širina zadaj 1,18 m
 - širina spredaj 0,23 m
 - hod 0,55 m
 - takt: 16 hodov/min
 - luknja puhalice 4,6 cm
 - kapaciteta 7,56 m³/min

Teža volka 1049 kg
 Izkoristek 33 %
 Takoj razbit na dva dela



7. Mosinz

Die Pfannerhütte in Mosinz

Mosinz 50, K.O.: St. Johann am Pressen

Koordinate: 46.958969, 14.601472

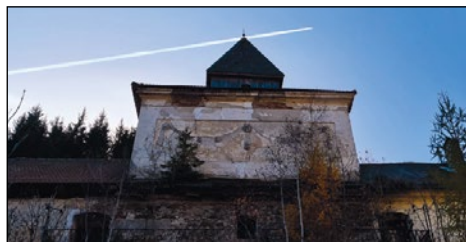


Železarski obrat Mosinz je stisnjen v ozki dolini. Foto: Andrej Bogataj

Prvi železarski obrat s pečjo na volka (*Stuckofen*) ob potoku Mosinz je zgradil Josef Rauscher leta 1727. Leta 1754 je dobil dovoljenje za posodobitev peči (*Flossofen*). Jašek peči je postopoma dvigoval najprej na 4,7 m, potem na 8,5 m in kasneje na 9,5 m. Zadnja posodobitev je bila narejena leta 1839/40. Povišana je bila na 10,1 m, zgradili pa so tudi naprave za ogrevanje vpihovalnega zraka. Kakor večina plavžev na Koroškem je tudi ta za kurivo uporabljal oglje. V 24 urah so pridobili 10.000 kg grodlja. Ko so v družbi leta 1857 zgradili nove plavže (*Hochofen*) v Heftu, poškodovani plavž v Mosinzu ni bil več potreben. Ustavili so ga leta 1861. Zaradi velikega povpraševanja po grodlju so peč popravili in plavž ponovno zagnali, vendar samo od leta 1873 do leta 1875. Kasneje so trinadstropno stavbo uporabljali za stanovanja, hleve in skladišča, nekaj časa celo za cerkev. Ob

dobri kondiciji je objekt proizvajal 9.000 kg tekočega železa na dan. (Münichsdorfer, 1873; Köstler, 1989; Köstler, 1989, Die Eisenwerke)

Današnji objekt je iz tistega časa. Čeprav je bil leta 1995/96 saniran, ga danes ob najinem obisku vidno načenja zob časa in propada. Ob objektu tudi ni nobene informativne table, ki bi ponujala več informacij o njem. Po nekaterih podatkih je tudi izločen iz Železarske tematske poti, saj ima tudi nekaj nepravilnih dozidav in predelav.



Razvoj talilnih peči in njihov prerez v obratu Mosinz

Legenda:

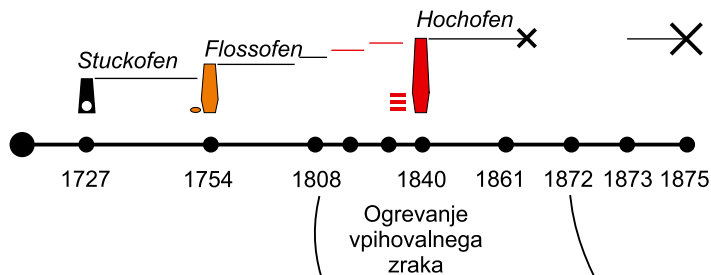
RU: Uporabljena ruda in razmerje mešanja

PR: Proizvodnja grodlja v 24 urah

IZK: Izkoristek peči

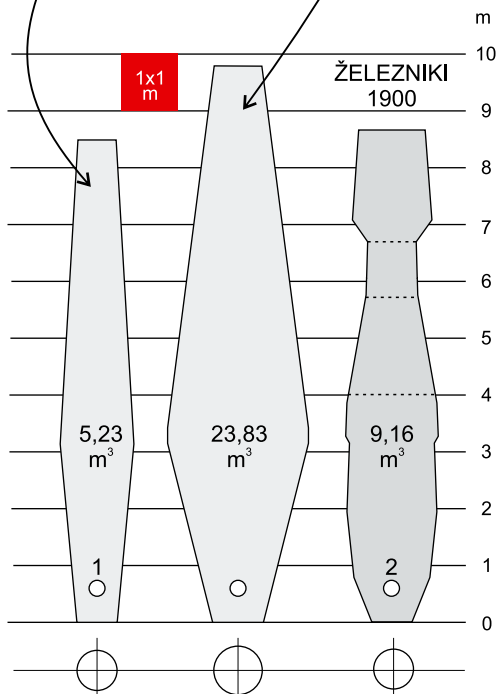
OG: Poraba oglja za 100 kg grodlja

VP: Število pihalic in tip mehov



RU: Limonit + Siderit
 PR: 5040 kg IZK: 52 %
 OG: 0,79 m³
 VP: 1 pihalica, 2 x skrinjasti meh

Po opustitvi železarstva so objekt uporabljali za različne namene. Foto: Andrej Bogataj



8. Olsa

Ehemaliger hochofen Olsa

Olsaring 2, KO: Friesach (Breže), Viet an der Glan District (Šentvid ob Glini)

Koordinate: 46.952383, 14.420247



Nekoč pomemben železarski obrat Olsa je danes večstanovanjska stavba z zanimivimi arhitekturnimi rešitvami. Foto: Andrej Bogataj

Prva koncesija za postavitev peči (*Hochofen*) je bila izdana 9. novembra 1762. Na kamnu na oboku peči je pisalo: Johann Sigmund Jarnigg, fužinar iz Brež (Freisach) je lastnik peči, ki jo je sezidal zidarski mojster Anton Auer leta 1799. Obrat in peč so večkrat posodobili. Leta 1830 so okoli peči zgradili nekaj novih stavb, v katere so bili montirani batni železni mehovi, regulator za zrak in naprava za ogrevanje vpihovalnega zraka. Vse skupaj je poganjalo veliko vodno kolo. Plavž je deloval po devet mesecev na leto. Obnovljen je bil ponovno leta 1858. V peč (*Hochofen*) so vgradili štiri pihalice, eno prav nad odprtino za izpust in najsodobnejšo napravo za ogrevanje vpihovalnega zraka, ki so ga segrevali na 320

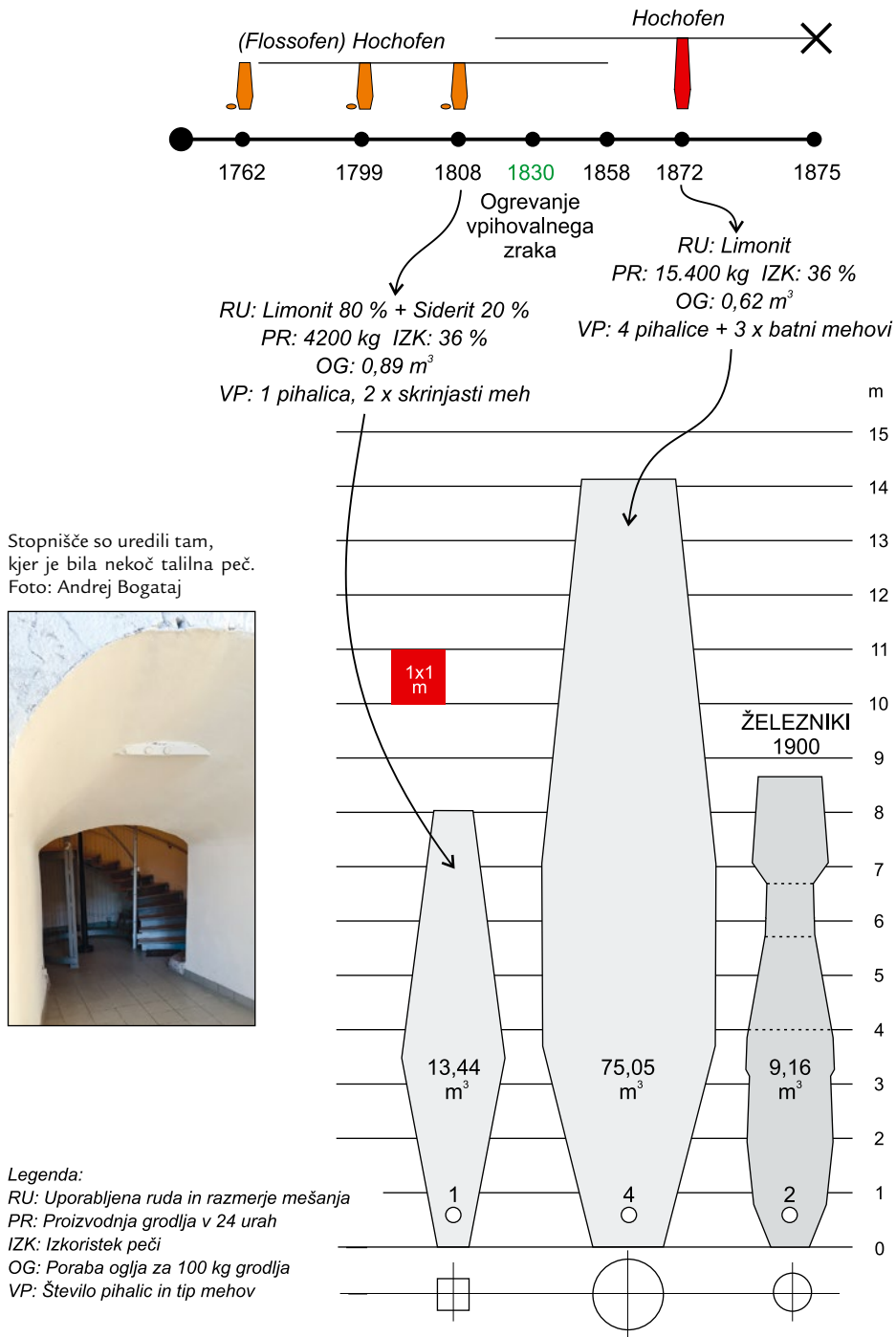
stopinj Celzija. S tem so prihranili veliko oglja, proizvodnja pa se je v 24 urah povečala na od 14.000 kg do 16.800 kg. Peč (*Hochofen*) so ugasnili leta 1875. (Hohenauer, 1847; Münichsdorfer, 1873)

Danes je objekt nekoč cvetočega železarskega obrata preurejen v večstanovanjsko zgradbo. Talilna peč, ki je bila postavljena v središče zgradbe, je odstranjena, nosilna okrogla zgradba talilne peči pa uporabljena za okroglo stopnišče do posameznih stanovanj. Na nekdanji obrat poleg stopnišča spominja še spodnji ohranjeni del peči z oboki in drugimi tehničnimi elementi in seveda zunanost, ki postane po prebiranju skromnih informacij na informativni tabli nekako razumljivejša.



Ohranjeni spodnji del peči. Foto: Andrej Bogataj

Razvoj talilnih peči in njihov prerez v obratu Olsa



9. Schottenau

Fuchsflossofen

Schottenau 87a, K.O.: St. Johann am Pressen

Koordinate: 46.954639, 14.583028

Peč (*Flossofen*) je leta 1768 zgradila železarska družba Rauscher in je delovala le 24 let, do leta 1792. Lastniki so dejavnost železarstva najverjetneje združili v železarskem obratu Mosinz, ki je bila tudi v lasti omenjene družbe in se nahaja v njeni bližini. Višina je bila 13 m, višina peči pa 5 m. Jašek je zgoraj pravokoten, na sredini okrogel in spodaj ponovno pravokoten. (Münichsdorfer, 1873; Liste der denkmalgeschützten Objekte in Hüttenberg, 24. 8. 2023)

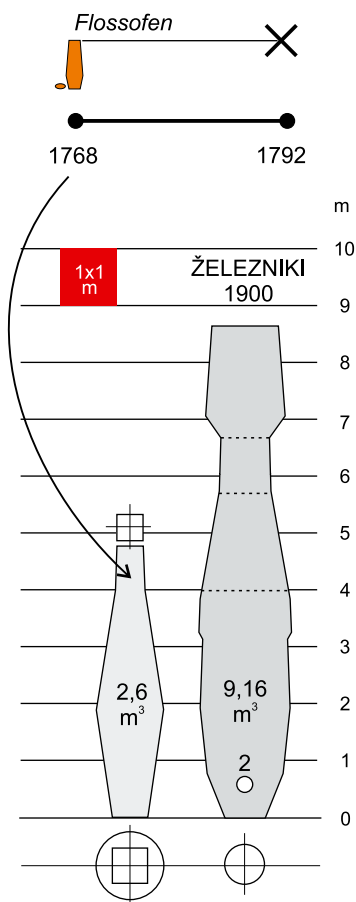
Peč (*Flossofen*) se danes nahaja na samem med cesto in bližnjim potokom. Okoli nje ni videti nobenih ostankov drugih železarskih zgradb.



Fuchsflossofen Schottenau. Foto: Andrej Bogataj

To je danes ena od treh ohranjenih peči tipa *Flossofen* v Avstriji. Eden je še Schmelz pri Judenburgu, ki ga mi imenujemo Ossach (št. 12), in Kendlbbruck (št. 11).

Razvoj talilnih peči in njihov prerez v obratu Schottenau



Tri ohranjene peči tipa *Flossofen* v Avstriji

Schottenau (9)



Kendlbruck (11)



Ossach (12)



Ali ste vedeli ...

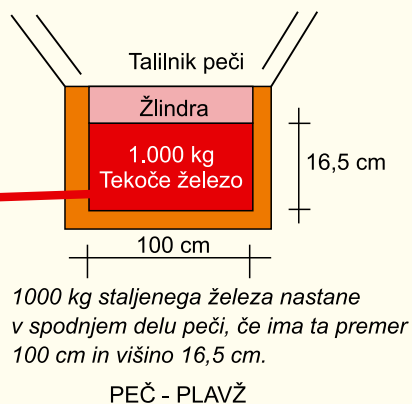
Prostornina železa pri teži 1.000 kg

Prostornina izpuščenega tekočega železa je bila odvisna od velikosti talilne posode, števila pihalic, višine peči in druge tehnološke opreme. Ko sta se železo in žlindra nabrala v talilniku, so ga izpustili v za to pripravljeno jamo. Tekoče železo so v 24 urah izpuščali večkrat.

Pripravljena jama mora imeti velikost
200 cm x 128 cm in višino 5 cm.



JAMA ZA IZPUST ŽLINDRE



10. Urtlgraben

Hochhofen in Urtlgraben

Urtlgraben 9, Guttaring (Šentvid ob Glini)

Koordinate: 46.902025, 14.513436



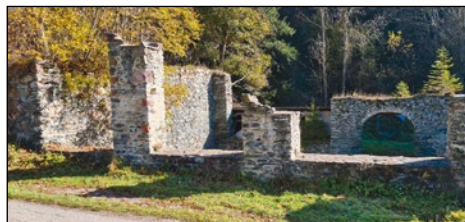
Sprednji del železarskega obrata s pečjo (*Flossofen*) v Urtlgrabnu. Foto: Andrej Bogataj

Začetek proizvodnje železa na območju Urtlgrabna umeščajo na konec prvega tisočletja. Okoli leta 1520 je bila na tem mestu zgrajena prva peč na volka (*Stuckofen*), ki je bila v lasti mesta Šentvid ob Glini. V letu 1578 se začne gradnja nove peči za proizvodnjo litega železa (*Flossofen*). To je bila prva peč na tekoče železo (*Flossofen*) v srednji Avstriji. Proizvodnja je bila približno 300 t na leto.

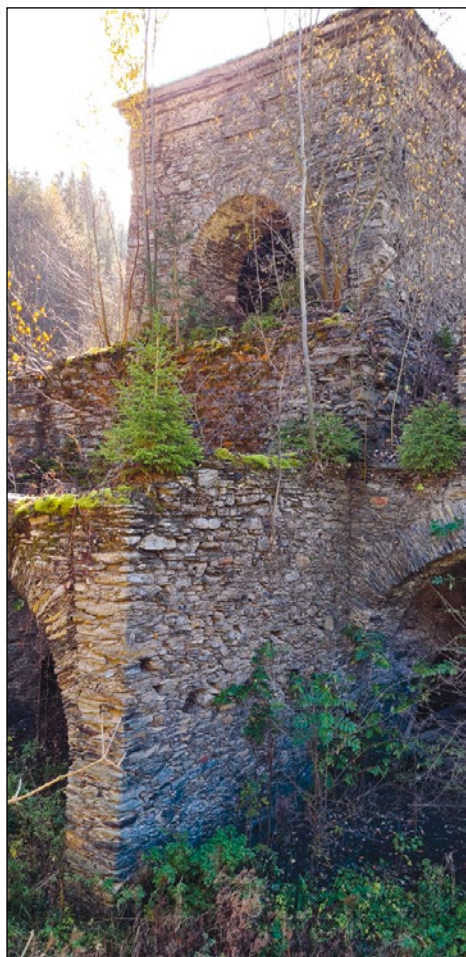
Leta 1793 so tu prvi na Koroškem začeli uporabljati skrinjaste mehove namesto koničnih. Leta 1800 je bil železarski obrat prodan podjetju Löllinger Union. Leta 1803 je Johann Nepomuk von Dickmann postal edini lastnik obrata, leta 1834 pa so proizvodnjo železa ustavili. Ohranjeni železarski obrat je še vedno enak, kakor je bil ob izgradnji leta 1578, sezidan z glinastim skrilavcem in je danes najstarejša ohranjena peč (*Flossofen*) v Evropi. Na začetku je peč (*Flossofen*) delovala skupaj le 10 do 20 tednov, dvakrat na leto. V 24 urah je proizvedla od 1.680 do 1.960 kg tekočega železa. Za primerjavo: Leta 1625 so talili železo od 4. aprila do 8. junija. Na teden so proizvedli 11.240 kg tekočega železa. V 24 urah so železo izpustili iz peči šest- do sedemkrat, vsak

izpust je imel po 234 kg grodlja ali litega železa. Taljenje so večkrat zaustavljali tudi zaradi popravil poškodovanega plašča peči. Ko so odpravili to težavo, je bila leta 1780 letna proizvodnja litega železa 761 t. (Münichsdorfer, 1873; Ehemaliger Hochofen Urtlgraben, 28. 8. 2023; Liste der denkmalgeschützten Objekte in Guttaring, 28. 8. 2023)

Leta 1987 in 1994 so bile zgradbe restavrirane. Stavba danes služi tudi kakor skladišče bližnjemu kmetu. Okolica je neurejena, med objekti se je razraslo grmičevje. Od zadnjega popravila jo je zob časa dobro načel in si bo v bližnji prihodnosti morala poiskati novo sanacijo. Informativna tabla sicer je, vendar pa bi bila potrebna obnove.



Zadnji del železarskega obrata v Urtlgrabnu. Foto: Andrej Bogataj

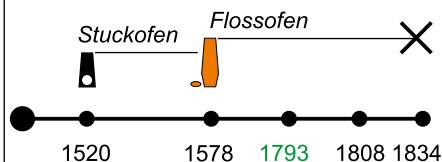


Peč z zgornjo odprtino za vsipanje.
Foto: Andrej Bogataj



Spodnja odprtina za izpuščanje tekočega železa in
žlindre. Foto: Andrej Bogataj

Razvoj talilnih peči in njihov prerez v obratu Urtlgraben



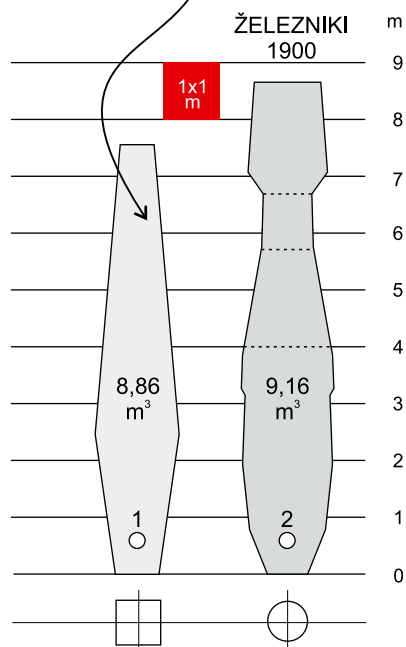
Skrinjasti mehovi,
prvi na Koroškem

RU: Limonit + Siderit

PR: 3976 kg IZK: 38 %

OG: 1,22 m³

VP: 1 pihalica + 2 x skrinjasti meh



Legenda:

RU: Uporabljena ruda in razmerje mešanja

PR: Proizvodnja grodlja v 24 urah

IZK: Izkoristek peči

OG: Poraba oglja za 100 kg grodlja

VP: Število pihalic in tip mehov

Peči in železarski obrati na Koroškem, ki jih ni več, imamo pa nekaj tehničnih podatkov o njih

15. Feistritz (Bistrica)

Feistritz im Rosental (Bistrica v Rožu)

Najstarejši podatek pravi, da so tukaj talili železovo rudo od 16. stoletja dalje. Ker je bilo v okolici malo rude, so jo vozili z Jesenic in iz Hüttenberga. Na plavž spominja danes ledinsko ime Na Pjavže. To je danes kraj Bärenthal (Rute). Ime Na Pjavže je izposojenka iz besede Blähhaus. Leta 1834 je bila peč (*Hochofen*) porušena. (Münichsdorfer, 1873; Kulturni portal ledinskih in hišnih imen 28. 8. 2023)

16. Compagniehütte (Gettemberg)

Ni podatka o kraju postavitve. Mogoče gre za železarski obrat v Hüttenbergu.

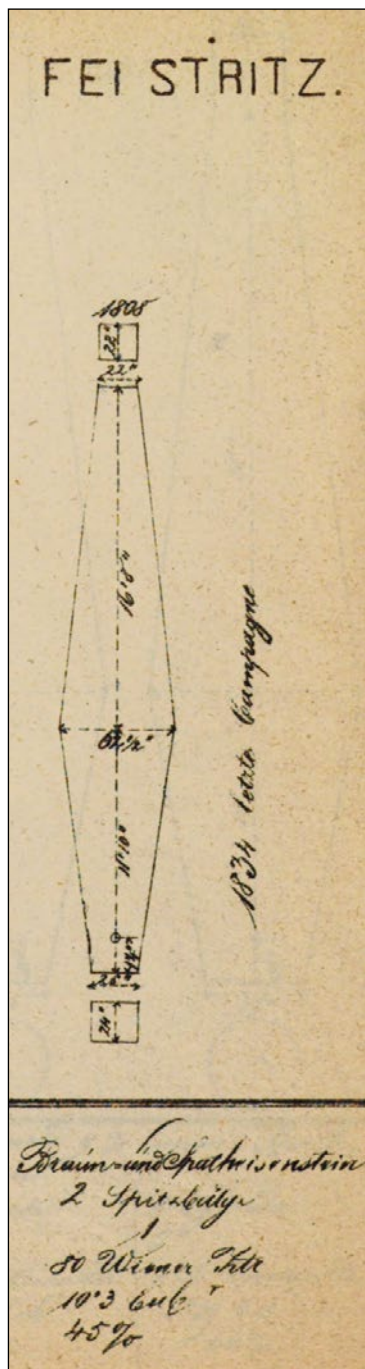
17. Kramsbrücken

Leta 1833 peč v Kramsbrücknu ugasne, nadomesti jo nova peč v Eisentrattnu. (Münichsdorfer, 1873)

18. Pontafel (Deutsch-Pontafel)

Tablja, Kanalska dolina, Italija

Danes je kraj v Kanalski dolini v Italiji, na meji z Avstrijo, z imenom Pontebba ali po slovensko Tablja. Zadnje taljenje je bilo tukaj leta 1823. (Münichsdorfer, 1873)



Prerez peči (*Hochofen*) železarskega obrata Feistritz (Bistrica) s podatki o taljenju. (Münichsdorfer, 1873)

Prerez peči s podatki za Freistritz, Compagniehütte, Kramsbrücke in Pontafel

Legenda:

RU: Uporabljena ruda in razmerje mešanja

PR: Proizvodnja grodja v 24 urah

IZK: Izkoristek peči

OG: Poraba oglja za 100 kg grodja

VP: Število pihalic in tip mehov

15. Freistritz, 1808

RU: Limonit + Siderit

PR: 4480 kg IZK: 45 %

OG: 0,58 m³

VP: 2 x konusni

17. Kramsbrücke, 1808

RU: Limonit + Oker

PR: 3472 kg IZK: 36 %

OG: 1,16 m³

VP: skrinjasti

18. Pontafel, 1808

RU: Hematit + Limonit

PR: 2520 kg IZK: 46 %

OG: 1,42 m³

VP: 3 x vodni meh

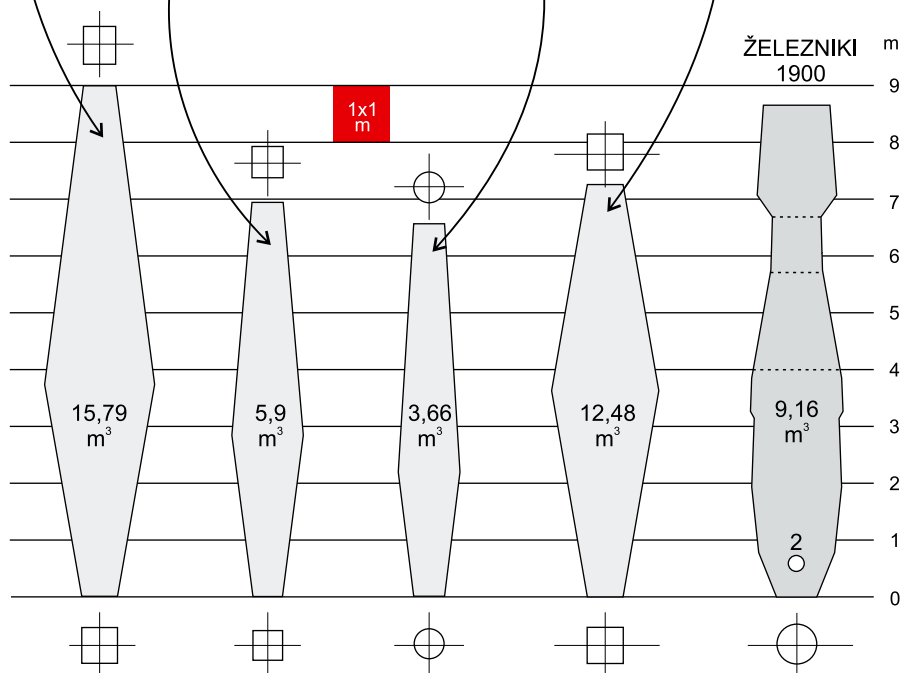
16. Compagniehütte, 1808

RU: Limonit + Siderit

PR: 3416 kg IZK: 48 %

OG: 1,19 m³

VP: 3 pihalice



19. Prevalje

(Prevali) Slovenija

Najpomembnejši preboj v razvoju proizvodnje grodlja na Koroškem je bila gradnja plavža na koks (*Koakshochofens*) na Prevaljah. Taliti je začel leta 1870. Železarna je bila zgrajena ob železnici, kar je pomenilo veliko pridobitev in pocenitev transportnih stroškov. Plavž je bil narejen po škotskem sistemu na litoželeznem nosilnem obroču premera 7,9 m, širine 1,34 m in teži 28 t. Podpiralo ga je sedem stebrov višine 2,84 m. Prostornina plavža je bila 157,5 m³. Znotraj je bil obložen z ognjezdružnimi opekami. Zwillingova naprava za oskrbo z zrakom je imela parni cilindar premera 0,84 m in batni cilindar za sapo premera 1,89 m, s hodom 1,58 m, zagotavljala je 189 m³ zraka na minuto. Naprava za ogrevanje vpihovalnega zraka je ogrela zrak na 350 do 400 stopinj Celzija. Za gorivo so uporabljali samo koks. Grodelj je bil odlične kakovosti in nič ni zaostajal za grodljem, ki se je pridobival z ogljem. Zmogljivost plavža na koks je bila od 39.000 do 44.800 kg v 24 urah. Izkoristek pri nepraženi rudi je bil 45 %, pri praženi rudi pa 51 %. (Münichsdorfer, 1873)

Prerez peči s podatki za Prevalje

19. Prevalje, 1872

RU: Siderit

PR: 56.056 kg IZK: 48 %

OG: koks

VP: 6 pihalic, 2 x batni meh

Legenda:

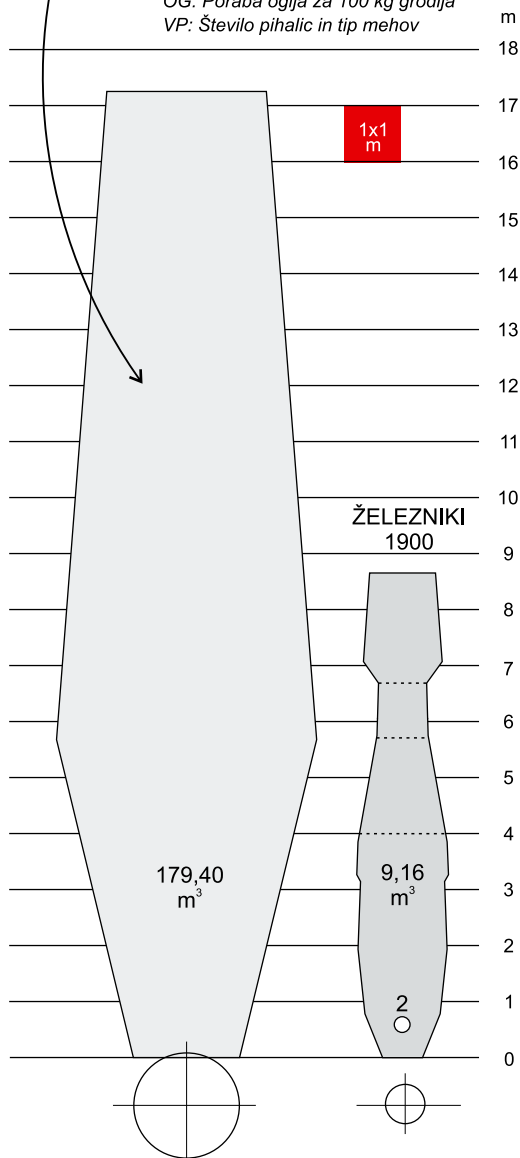
RU: Uporabljena ruda in razmerje mešanja

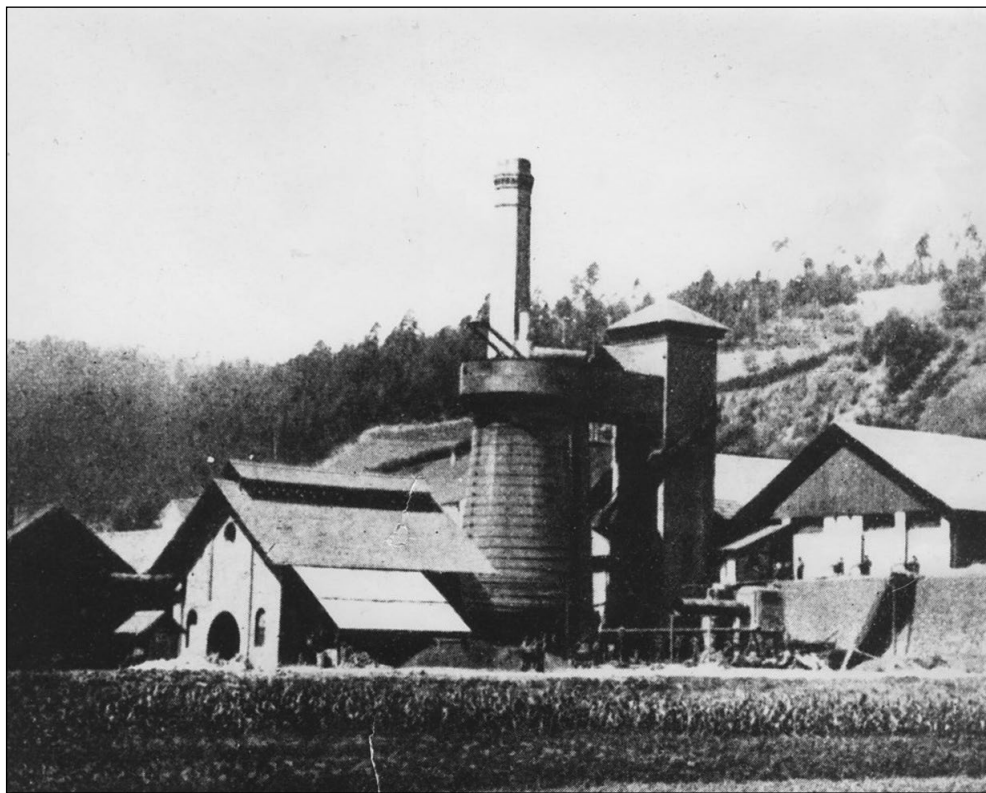
PR: Proizvodnja grodlja v 24 urah

IZK: Izkoristek peči

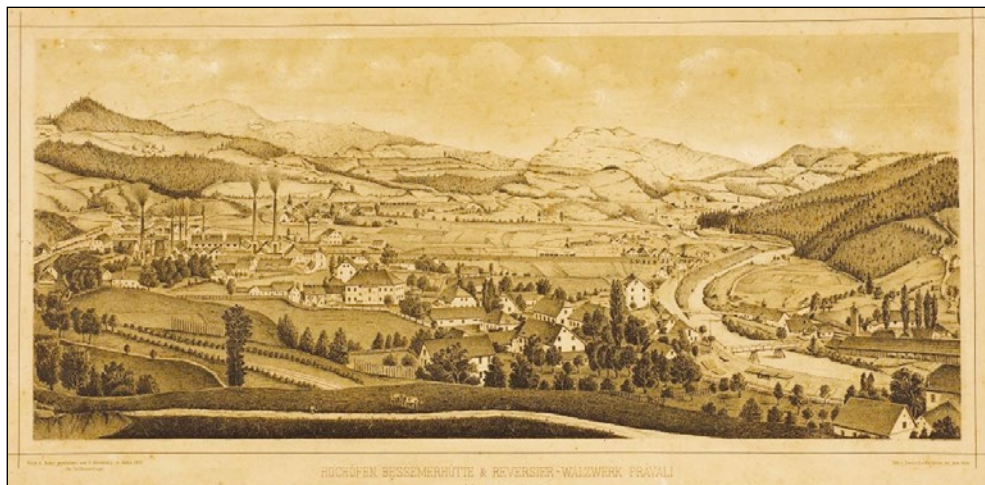
OG: Poraba oglja za 100 kg grodlja

VP: Število pihalic in tip mehov





Plavž na Prevaljah okrog leta 1880. (*Žive vezi Koroške 1*)



Litografija železarne na Prevaljah leta 1887, Vinzenz Pernikarz, 1887. (*Žive vezi Koroške 2*)

20. Radenthein (Radenče)

(Špital ob Dravi)

Od leta 1808 je peč zamenjala kar štiri lastnike, vendar železarskega obrata niso mogli usposobiti za pozitivno poslovanje. Zaradi transporta rude so bili stroški previsoki. Peč je obratovala občasno. Zadnjič leta 1862. (Münichsdorfer, 1873)

21. St. Leonhard (Št. Lenart)

Bad Sankt Leonhard im Lavanttal (Sveti Lenart v Labotu), Wolfsberg

Leta 1826 so plavž (*Hochofen*) dvignili na 11,37 m, leta 1840 so dogradili škotsko (*schottischen*) napravo za ogrevanje vpihovalnega zraka in škatlaste mehove nadomestili z batnimi. Leta 1866 je bila peč (*Hochofen*) dvignjena na 12,64 m. Na dnu žrela (očitno na ravni tal, mogoče je bila prej nad žrelom) so postavili novo škotsko peč za ogrevanje vpihovalnega zraka. (Münichsdorfer, 1873)

22. St. Salvator

St. Salvator bei Friesach (Breže, Šentvid ob Glini)



Nabiranje srebra in železarstvo sta bila v tem kraju dolgo časa pomembni dejavnosti. Škofija Gurk je od leta 1641 tukaj najprej imela peč na volka (*Stuckofen*). Med letoma 1760 in 1770 so jo zamenjali z novo pečjo (*Flossofen*), ki je delovala do leta 1869. (austria-forum.org)



Železarski obrat St. Leonhard med letoma 1880 in 1914. Fotografijo hrani Avstrijski državni arhiv. (Avstrijski državni arhiv, St. Leonhard)

Prerez peči s podatki za St. Leonhard, Radenthein in St. Salvator

21. St. Leonhard, 1808

RU: Limonit 66,6 % + Siderit 33,3 %

PR: 2968 kg

OG: 1,0 m³

VP: 1 pihalica, 2 x skrinjasti meh

Legenda:

RU: Uporabljena ruda in razmerje mešanja

PR: Proizvodnja grodlja v 24 urah

IZK: Izkoristek peči

OG: Poraba oglja za 100 kg grodlja

VP: Število pihalic in tip mehov

21. St. Leonhard, 1872

RU: Limonit 66,6 % + Siderit 33,3 %

PR: 7392 kg

OG: 0,59 m³

VP: 3 pihalice, 2 x batni meh

22. St. Salvator, 1872

RU: Limonit

PR: 6720 kg IZK: 40 %

OG: 0,9 m³

VP: 3 x skrinjasti meh

20. Radenthein, 1808

RU: Magnetit

PR: 1400 kg IZK: 30 %

OG: 1,14 m³

VP: 2 x skrinjasti meh

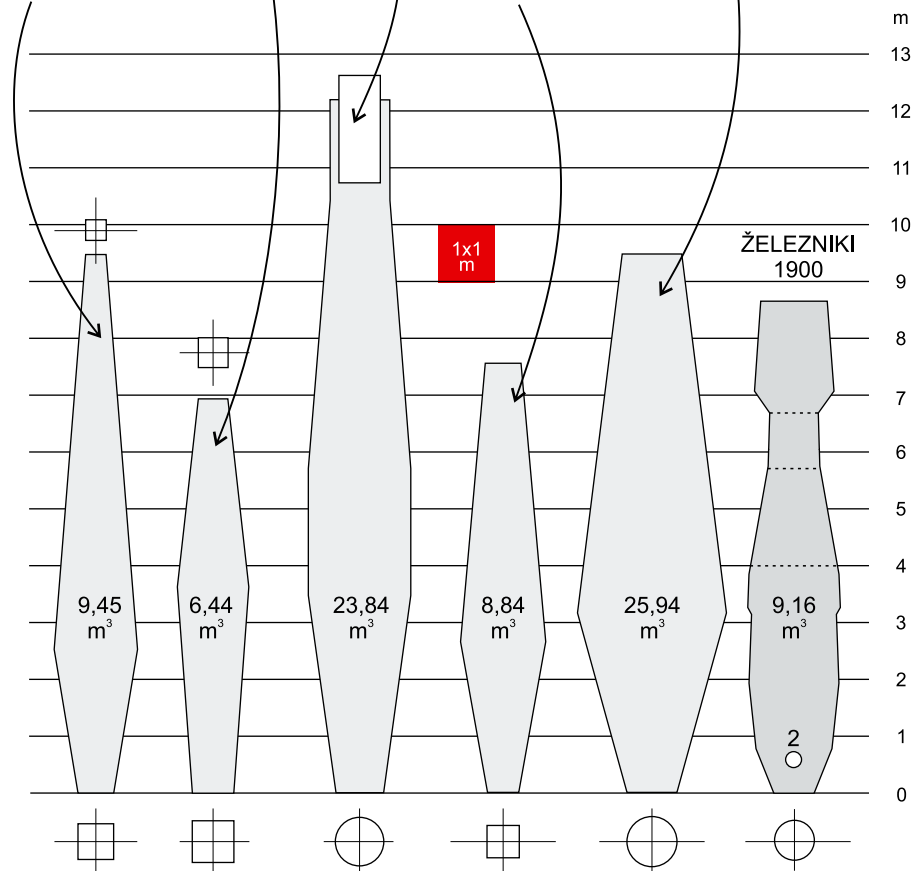
22. St. Salvator, 1808

RU: Limonit + Siderit

PR: 3976 kg/24 ur, 40 %

OG: 1,00 m³/100 kg

VP: 2x skrinjasti meh



23. Treibach

Althofen (Stari Dvor)

Kraj je bil v 14. in 15. stoletju eno najpomembnejših železarskih trgovskih središč na Koroškem. Prav zato so leta 1609 zgradili talilno peč (*Flossofen*). Nova peč (*Hochofen*) je bila od začetka 19. stoletja poznana daleč naokoli po zelo dobrem izkoristku. Velika proizvodnja litega železa in nizka poraba oglja sta ga uvrstili med najboljše peči na Koroškem in Štajerskem. Proizvodnja litega železa je bila v 24 urah 8.960 do 11.200 kg, poraba oglja pa samo 0,31 m³. Leta 1766 je imela peč dve pihalici (2 *Formen*), 1802 tri pihalice, peč pa je bila povišana na 11,06 m. Leta 1820 so imeli prvi litoželezni batni meh. Leta

1847 so zgradili peč višine 11,37 m, leta 1858 pa še dve peči (*Hochofen*) z višino 13,27 m in petimi pihalicami, stari plavž so opustili. Leta 1869 so naredili naprave za ogrevanje vpihovalnega zraka na 300 stopinj Celzija. Leta 1871 so uspešno delovale tri peči (*Hochofen*). Leta 1870 so železarski obrat povezali z železnico. Proizvodnja grodlja, ki je bila v začetku stoletja 3,7 t na dan, je leta 1870 znašala 75.000 kg na dan. Leta 1877 so morali zaradi zloma borze proizvodnjo grodlja zmanjšati na polovico, leta 1887 pa je ugasnila zadnja peč. (Münichsdorfer, 1873; www.althofen.gv.at, 24. 8. 2023)



Eisenhammer Treibach, 1681. Janez Vajkard Valvasor, *Slava vojvodine Kranjske*, bakrorez.

Prerez peči s podatki za Treibach

Legenda:

RU: Uporabljena ruda in razmerje mešanja

PR: Proizvodnja grodlja v 24 urah

IZK: Izkoristek peči

OG: Poraba oglja za 100 kg grodlja

VP: Število pihalic in tip mehov

23. Treibach, 1872

RU: Limonit 91 % + Siderit 9 %

PR: 25.032 kg IZK: 47 %

OG: 0,47 m³

VP: 5 pihalic, 8 x batni meh

23. Treibach, 1872

RU: Limonit 91 % + Siderit 9 %

PR: 15.568 kg IZK: 46 %

OG: 0,59 m³

VP: 3 pihalice, 4 x batni meh

23. Treibach, 1872

RU: Limonit 91 % + Siderit 9 %

PR: 23.632 kg IZK: 47 %

OG: 0,47 m³

VP: 5 pihalic, 8 x batni meh

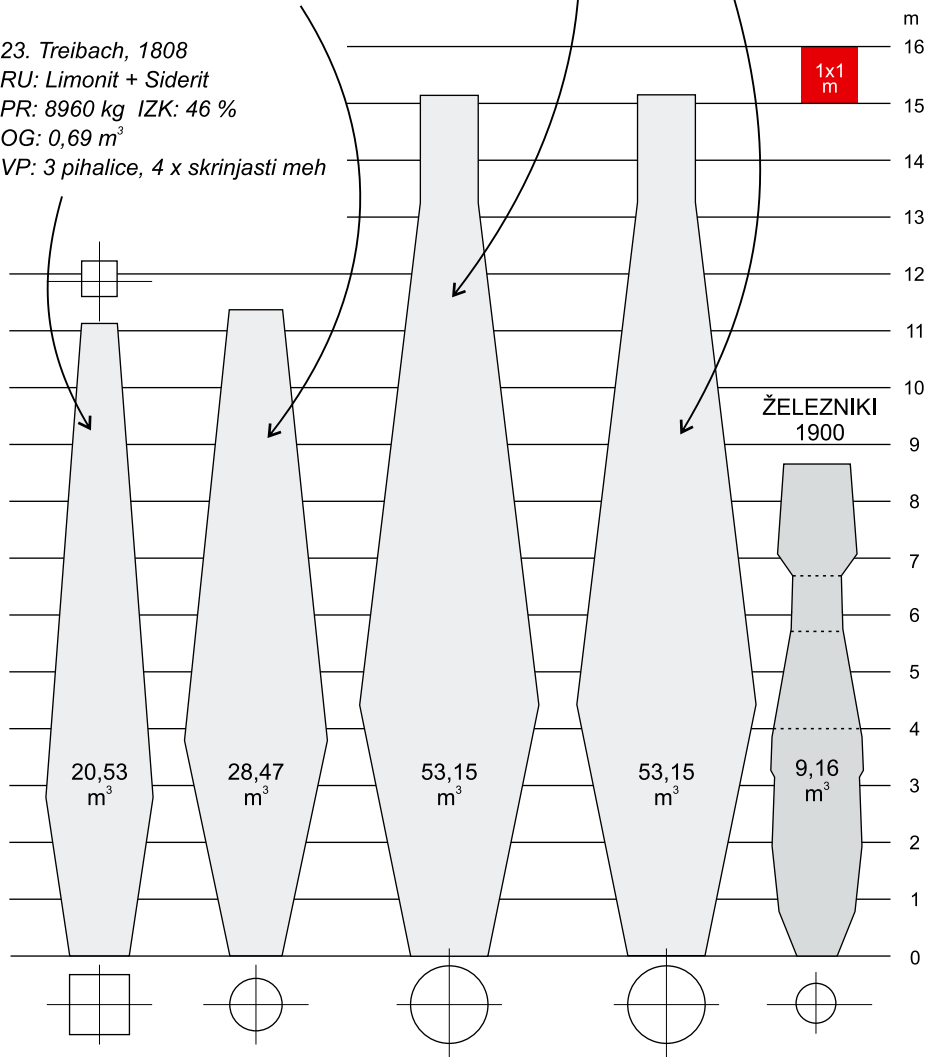
23. Treibach, 1808

RU: Limonit + Siderit

PR: 8960 kg IZK: 46 %

OG: 0,69 m³

VP: 3 pihalice, 4 x skrinjasti meh



24. Waldenstein (Baltenštanj) (Waldenstein in Lavanttal), Wolfsberg

Waldenstein je bil središče železarstva že v rimskih časih, sledovi pa po nekaterih ocenah segajo še v kasnejši čas. Največji razcvet je železarstvo doživelo v obdobju med letoma 1817 in 1832. Leta 1843 je bila 6-metrška peč (*Hochofen*) predelana na višino 12,64 m. Leta 1846 so obrat predelali v livarno. Leta 1858 je bila livarna opuščena, peč pa je bila znižana za 1,8 m. Znižanje peči je poslabšalo rezultate taljenja. Leta 1876 je bila peč ustavljena. (Münichsdorfer, 1873; Schloss Waldenstein im Lavantal, 28. 8. 2023)

ranje so uporabljali žlindro oziroma ostanke od žilavljenja železa pri predelavi grodlja v kovno železo iz bližnjih železarskih obratov. Že leta 1805 je tukaj obstajala peč za sintranje (*Sinterofen*). Višina je bila 8,53 m. Za 100 kg sintranega železa je porabila 1,29 m³ oglja, leta 1873 pa le še 0,9 m³. Leta 1869 so peč (*Hochofen*) dvignili na višino 10,11 m, vgradili so napravo za ogrevanje vpihovalnega zraka, prej so v peč vpihovali neogreti zrak. Mehovi so bili batni. Za doseganje počasne redukcije se je uporabljal zelo nizek tlak. V 24 urah je peč proizvedla 3080 kg sintranega železa. (Münichsdorfer, 1873)

25. Waidisch (Bajdiše) Ferlach (Borovlje)

Nova peč (*Hochofen*) je pričela obratovati leta 1826 in je bila namenjena tudi sintranju. Za sint-

26. Windisch Kappel

Nepoznano ime, mogoče gre za kraj Windisch Bleiberg (Slovenji Plajberk), Ferlach.



Železarski obrat v Bajdišah. Fotografijo hrani Avstrijski državni arhiv. (Avstrijski državni arhiv, Waidisch)

Prerez peči s podatki za Waldenstein, Widisch Kappel in Waidisch

24. Waldenstein, 1872

Peč za sintranje

RU: Limonit ali tudi prah

od peči za žilavljenje

PR: 6440 kg IZK: 45 %

OG: 0,62 m³

VP: 1 pihalica, 3 x Wackler meh

Legenda:

RU: Uporabljena ruda in razmerje mešanja

PR: Proizvodnja grodlja v 24 urah

IZK: Izkoristek peči

OG: Poraba oglja za 100 kg grodlja

VP: Število pihalic in tip mehov

25. Waidisch, 1872

RU: Ostanke od žilavljenja

PR: 2800 kg IZK: 58 %

OG: 0,68 m³

VP: 1 pihalica, cilinder meh

24. Waldenstein, 1808

RU: Limonit 80 % + Siderit 20 %

PR: 2128 kg IZK: 30 %

OG: 1,47 m³

VP: 1 pihalica, 2 x skrinjasti meh

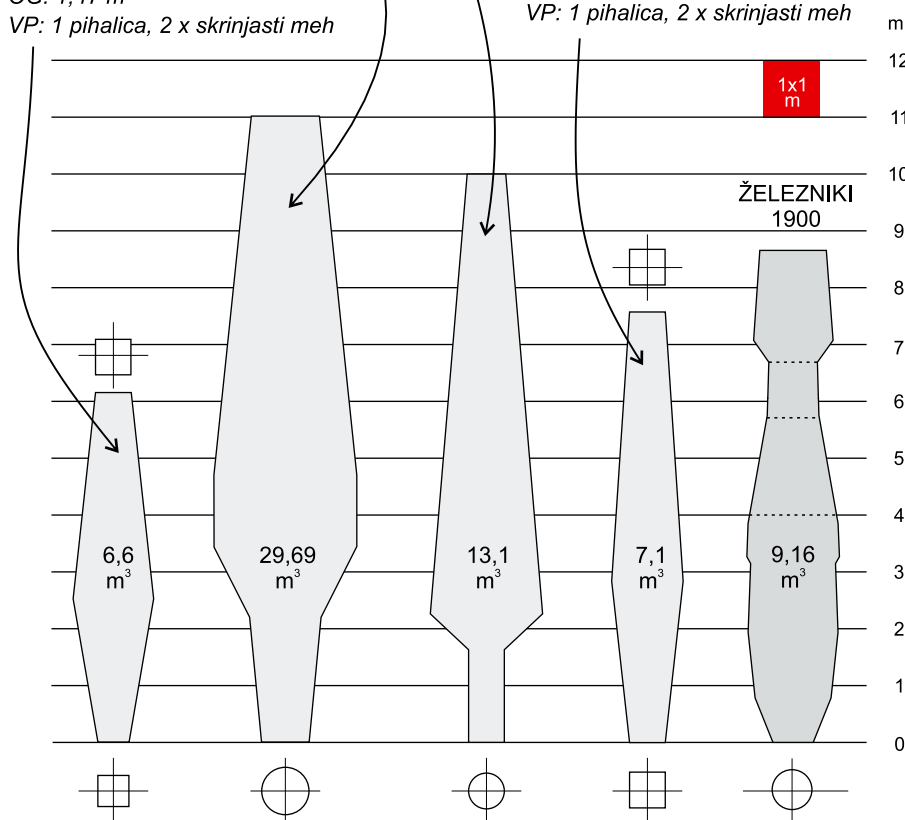
26. Windisch Kappel, 1808

RU: Hamatit

PR: 1960 kg IZK: 38 %

OG: 1,4 m³

VP: 1 pihalica, 2 x skrinjasti meh



Železarski obrati v deželi Salzburg in na Štajerskem, ki so se ohranili v naravi

Za omenjene železarske obrate še nisem našel ustreznih tehničnih opisov oziroma niso še obdelani, zato jih predstavljam samo s fotografijami.

11. Kendlbruck

Ramingstein (Salzburg)

Koordinate: 47.065137, 13.879007



Ohranjeni objekti danes. Peč (*Flossofen*) levo in peč za žilavljenje desno. Nekateri ostali objekti so bili pri gradnji ceste porušeni. Foto: Andrej Bogataj

Železarski obrat Kendlbruck (imenovan tudi Blahhaus) se nahaja v istoimenskem kraju v občini Ramingstein, stisnjen med breg in potok. Rudo so kopali v bližini. Čas gradnje prvih peči ni znan. Leta 1754 so objekte novi lastniki obnovili, delovala je do leta 1830. Deloma obnovljen in ohranjen železarski obrat (1972) je pomemben predvsem zaradi ohranjenosti talilne peči tipa *Flossofen*, ki je eden od treh ohranjenih v Avstriji. Eden je še Schmelz pri Judenburgu, ki ga mi imenujemo Ossach (št. 12), Fuchsflossofen pri Hüttenbergu (št. 9) in Kendlbruck. Vsi imajo piramidasto obliko dimnika. To je pomembno. Sam železarski obrat sestavlja peč (*Flossofen*) višine 20 m in peč za žilavljenje približno enake višine dimnika. (Salzburger bildungswerk, Hochofen Kendlbruck, 28. 8. 2023; Hochofen Kendlbruck, 28. 8. 2023)

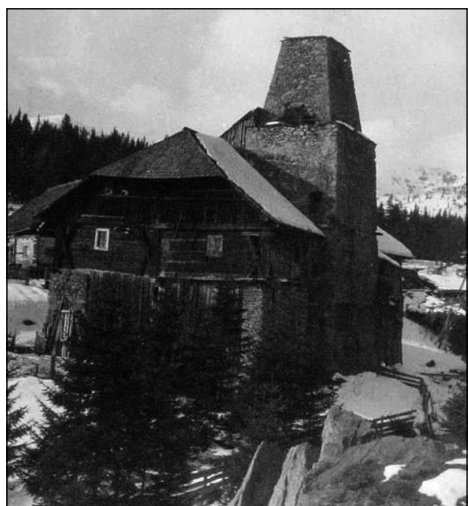
12. Ossach

(Seetaler-alpe-Štajerska)

Koordinate: 47.104300, 14.588000



Talilna peč. Levo zgoraj odprtina za vsipanje, desno spodaj za izpust železa. Foto: Andrej Bogataj



Železarski obrat nekoč. Fotografijo hrani Tehnični muzej na Dunaju.

Tukaj so kopali in talili železovo rudo že od leta 1450. Nahajališča so se nahajala na bližnjih pobočjih, rudniški jami pa sta se imenovali Josefstollen in St. Ignaz-Stollen. Kopali so železovo rudo Hematit, ki vsebuje pribl. 70 % železa. Taljenje so končali okoli leta 1860.

Podatki z informativne table ob objektu:

- Peč (*Stuckofen*) je za 1 t litega železa porabila 9,3 m³ oglja in 2.640 kg železove rude.
- Pri dnevni proizvodnji 2.800 kg tekočega železa so porabili 7.400 kg rude in 26 m³ oglja.
- Višina peči je bila do leta 1810 8,2 m, po letu 1810 pa 8,8 m. Za letno proizvodnjo 391 t grodlja so porabili 1.032 t železove rude in 3640 m³ oglja.
- Za 3640 m³ oglja so posekali 12 ha gozda, to je površina širine 100 m in dolžine 1200 m.
- V 1 ha gozda je bilo 300 do 350 m³ lesa, ki so ga predelali v oglje.
- Vsebnost ogljika v oglju je 80 do 90 %. Poraba goriva za 1 t tekočega železa je približno 3,5 t oglja.
- Iz 100 kg smrekovega lesa dobimo pribl. 35 kg oglja.
- Za 120 t oglja je potrebno 1000 m³ lesa.

(Informativna tabla ob objektu Eisenbergbau, Seetaler-alpe, 18. 3. 2023; Bracher Karl, 1964)

13. Vordernberg (Štajerska)



Radwerk IV. Danes muzej z zelo veliko ohranjenimi elementi. Do sedaj je to najpopolnejši muzej za ogled in prezentacijo taljenja. Foto: Andrej Bogataj

Vordernberg je danes večja vas v ozki dolini med hribi približno na pol poti med Leobnom in Eisenerzom. V tej vasi je nekoč delovalo kar 14 železarskih obratov, ki so proizvajali grodelj oziroma lito železo. To je bil njihov glavni produkt. Zaradi specializacije obratov za taljenje pa tudi zato, ker bi pri predelavi porabili preveč prepotrebnega oglja, ga niso predelovali v izdelke. V najboljših časih so proizvedli kar 30 % vsega grodlja v Avstro-Ogrski. Od nekoč 14 železarskih obratov je danes ohranjenih samo nekaj peči (*Hochofen*). Ohranjene so tudi številne stavbe in ostali objekti iz tistega časa. Obrati so imenovani *Radwerk*. Najbolje so ohranjeni Radwerk I, Radwerk III, Radwerk IV in Radwerk X. V obratih Radwerk III sta ohranjeni peč (*Hochofen*) in naprava za vpihavanje z batnimi mehovi, Radwerk IV pa je ohranjen v celoti razen nekaterih manjkajočih detajlov. Tako kakor v Radwerku III je tudi tukaj ohranjen delujoč stroj za vpihavanje, obema smo s pomočjo vode oziroma

elektrike tudi prisluhnili. Sapa 150 let stare tehnike je bila preprosto čudovita in vredna obiska. To je res vzorčni primer ohranjene stare tehnične dediščine. V železarskem obratu so ohranjeni še vsi pomembni deli od prevoza rude, žarjenja rude, vozičkov, sistema za vpihavanje, zgornjega dela plavža z vsipom in spodnjega dela za prebod z vsem orodjem in pripomočki iz tistega časa.



Radwerk IV. Pobiranje žarjene rude iz peči so opravljale ženske. Foto: Andrej Bogataj. Vir: Muzej Radwerk IV



Radwerk III. Levo stavba za oskrbo z zrakom in delujočimi batnimi mehovi, desno peč (*Hochofen*). Foto: Andrej Bogataj



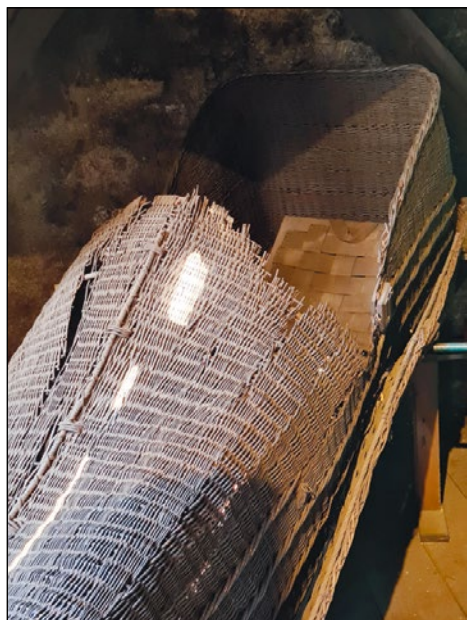
Model obrata Radwerk IV. Desno od peči je sistem za zajem plavžnih plinov, s katerim so ogrevali vpihavalni zrak in žarili rudo. Foto: Andrej Bogataj



Radwerk IV. Spodnji del z izpustom taline, lito ploščo grodlja in preusmeritvijo žlindre v potok. Foto: Andrej Bogataj



Delujoči batni meh v obratu Radwerk III. Foto: Andrej Bogataj



Radwerk IV. Nosila za prenos obnemoglih polnilcev peči pri vsipni odprtini. Tistih, ki so v strupenem ozračju polnili peč z rudo in ogljem. Foto: Andrej Bogataj



Preprosta naprava za izdelavo glinenih krogel, s katerimi so zaprli odprtino za iztok železa. Izdelovali so jih otroci. Kroglo so nabodli na posebno dolgo orodje in jo porinili v odprtino, da so luknjo zaprli. Foto: Andrej Bogataj



Radwerk IV. Rešilni balkon, kamor je po vsakem vsipu na svež zrak prišel vsipovalec rude in oglja. Če ga v določenem času po vsipu ni bilo, so ga šli iskat, ker je lahko omagal med potjo na balkon. Življenjska doba teh delavcev je bila zaradi strupenega ozračja od 40 do 45 let. Foto: Andrej Bogataj



Radwerk IV: To je po naše "pobirovina". Ko se je pri izpustu iz peči pokazala tekoča žlindra, so njen tok preusmerili v potok. Vmes so bili tudi curki železa. Žlindra je v vodi eksplodirala in se spremenila v pesek, železo pa je ostalo. Tega so potem v potoku pobirale prezgodaj ostarele in vdovele ženske. Foto: Andrej Bogataj



Plošča ohlajenega železa, ki je nastala pri enkratnem izpustu iz peči. Na plošči so kladiva za razbijanje železa na manjše kose. Žarečo ploščo so ohladili z vodo, s posebnim vzvodom dvignili za nekaj centimetrov iz jame, da so jo s kladivi lažje razbili. Po odstranitvi kosov so ponovno pripravili jamo, v katero so kasneje ponovno spustili žareče tekoče železo. Foto: Andrej Bogataj



Voziček za prevoz rude v žrelo peči. Foto: Andrej Bogataj



Radwerk X. Foto: Andrej Bogataj



Tukaj je bila ustanovljena prva montanistična univerza. Imeli so tudi svojo kovačnico. Študenti so morali obvladati tudi praktičen del izpita, ki je obsegal kovanje in predelavo grodlja v kovno železo. Foto: Andrej Bogataj

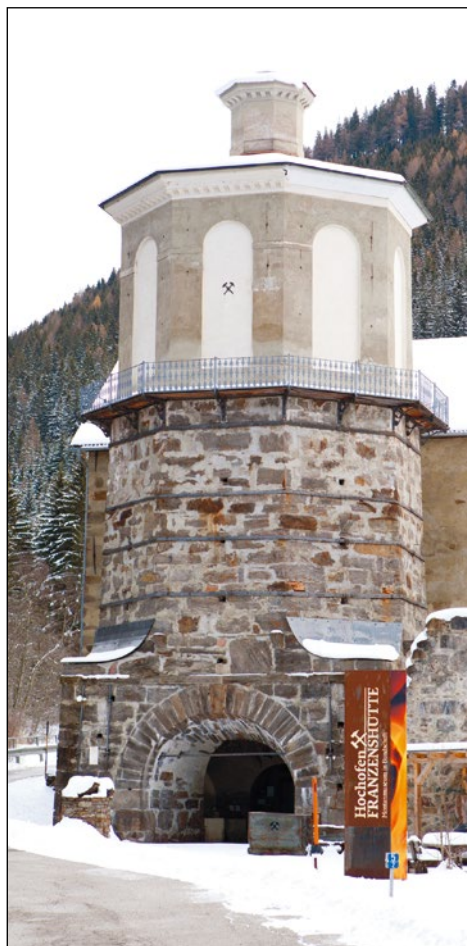


Radwerk I. Foto: Andrej Bogataj

14. Bundschuh

Thomatal (Salzburg)

Koordinate: 47.038700, 13.714200



Peč (Hochofen). Foto: Andrej Bogataj

Železarski obrat Hochofen Wasserrad stoji na koncu ozke doline Bundschuh v občini Thomatal. Tako sama zgradba, kakor tudi veliko ostalih objektov, ki so sestavljali obrat, je čudovito obnovljenih, na celotnem večjem območju obrata (pražilnica rude, skladišča, apnenica, stavba za rudarje, vodna zajetja, vodno kolo, upravni prostori in drugo). Taljenje tukaj sega v 16. stoletje. Leta 1769 je bilo tukaj zaposlenih 40 ljudi. Od rudarjev, voznikov do železarjev. Rudo so dovažali z volovskimi vpregami. Obnovljena peč je bila zgrajena leta 1862 in je bila ena najsodobnejših v tistem času. Posebno zanimiva je redka ohranjena naprava za ogrevanje zraka. Ruševine zgradbe so jo zaščitile pred preprodajalci starega železa in tako se je ohranila. Rudo so kopali v 10 km oddaljenih rudnikih. Peč so prvič ustavili leta 1885. Od leta 1901 do leta 1903 so jo ponovno uporabljali, po tem datumu pa dokončno ugasnili. Peč (*Hochofen*) je bila obnovljena in preurejena v muzej. Muzej je odprt od maja do septembra, trikrat na teden. (Salzburger Bildungswerk, Hochofen Wasserrad, 28. 8. 2023; Hochofen Bundschuh, 28. 8. 2023)



Zgradba (peč) za žarjenje rude. Foto: Andrej Bogataj



Stavba, v kateri so stanovali rudarji. Foto: Andrej Bogataj



Pogled na železarski obrat z južne strani.
Foto: Andrej Bogataj



Leseno kolesje za pogon mehov. Foto: Andrej Bogataj



Vodno kolo za pogon mehov. Foto: Andrej Bogataj



Delno ohranjena naprava za ogrevanje vpihovalnega zraka. Zunanje stene so odstranjene. Foto: Andrej Bogataj



Kladivo za razbijanje ohlajenih plošč tekočega železa ali izpuščene in strnjene žindre, ki so jo izpuščali iz peči. Z verigo je bilo kladivo pripeto na vzvod, ki so ga dvignili pod strop in spustili na ploščo, da se je razbila. Foto: Andrej Bogataj



Jama, v katero so izpustili tekoče železo iz peči, je imela posebna rebra (kakor čokolada), da so jo ohlajeno lažje razbili. Foto: Andrej Bogataj

Zmogljivosti koroških plavžev leta 1808

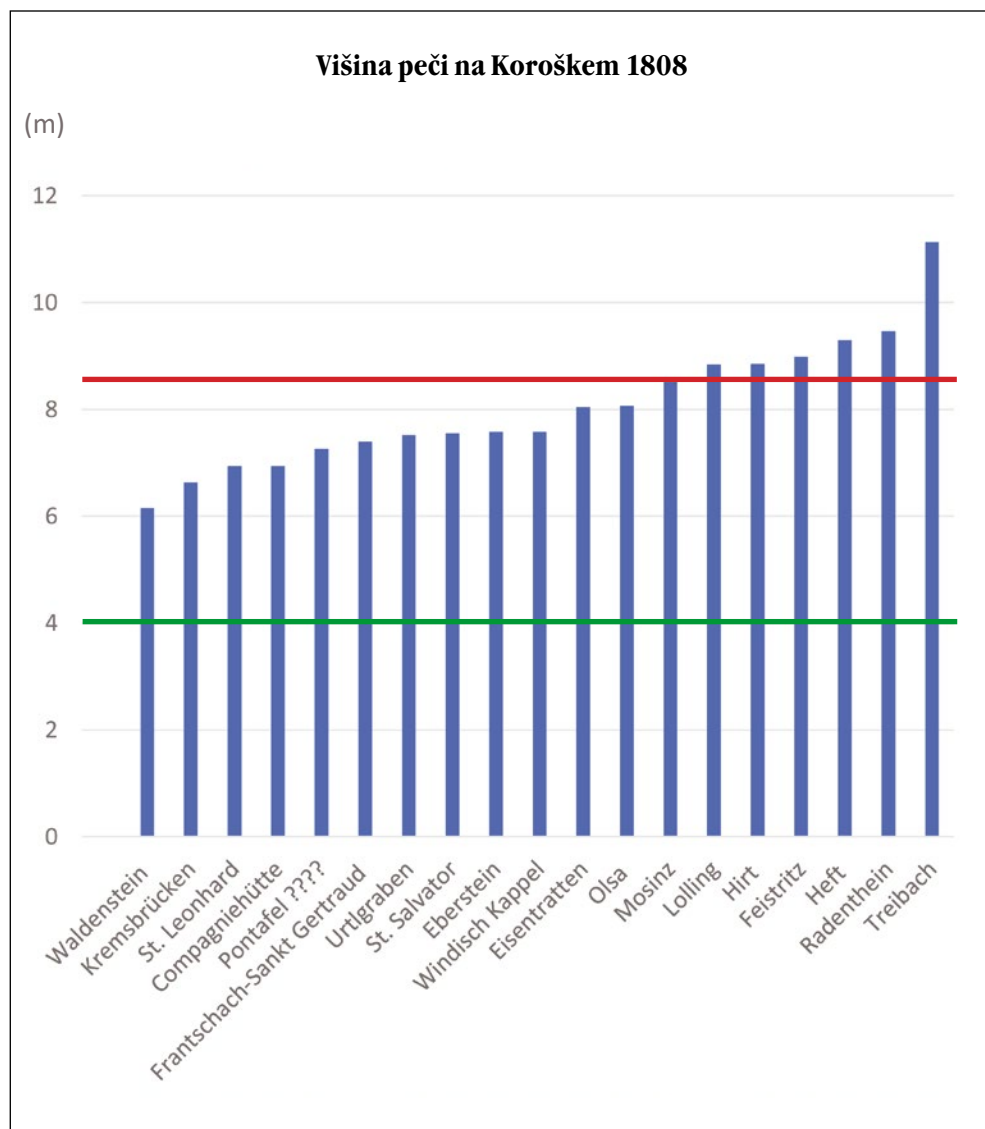
Kraj	Tip peči	Tip mehov	Število mehov	Prozvodnja v 24 urah (kg)	Izkoristek (%)	Poraba oglja (m ³ /100 kg)	Višina (m)	Prostorina (m ³)
Eberstein		Konični	2	3.528	30	0,94	7,58	7,51
Eisentratten	<i>flossofen</i>	Skrinjasti	2	5.320	38	1,3	8,04	8,21
Frantschach-Sankt Gertraud	<i>flossofen</i>	Skrinjasti	2	3.192	39	0,98	7,40	6,18
Heft	<i>flossofen</i>	Skrinjasti	2	5.544	50	0,71	9,30	8,31
Hirt	<i>hochofen</i>	Skrinjasti	2	3.304	36	0,94	8,85	12,60
Lolling	<i>flossofen</i>	Skrinjasti	2	4.928	50	0,66	8,84	9,72
Mosinz	<i>flossofen</i>	Skrinjasti	2	5.040	52	0,79	8,53	5,23
Olsa	<i>flossofen</i>	Skrinjasti	2	4.200	36	0,89	8,07	13,44
Urtlgraben	<i>flossofen</i>	Skrinjasti	2	3.976	38	1,22	7,52	8,86
Feistritz		Konični	2	4.480	45	0,58	8,99	15,79
Compagnie-hütte			-	3.416	48	1,19	6,94	5,90
Kremsbrücken	<i>flossofen</i>	Skrinjasti	-	3.472	36	1,16	6,63	3,66
Pontafel		Vodni	3	2.520	46	1,42	7,26	22,80
Radenthein		Skrinjasti	2	1.400	30	1,14	9,47	9,45
St. Leonhard		Skrinjasti	2	2.968	-	1	6,94	6,44
St. Salvator		Skrinjasti	2	3.976	40	1	7,55	8,84
Treibach		Skrinjasti	4	8.960	46	0,69	11,13	20,53
Waldenstein		Skrinjasti	2	2.128	30	1,47	6,15	6,60
Windisch Kappel		Skrinjasti	2	1.960	38	1,4	7,58	7,10

Zmogljivosti koroških plavžev leta 1872

Kraj	Tip peči	Tip mehov	Število mehov	Prozvodnja v 24 urah (kg)	Izkoristek (%)	Poraba oglja (m ³ /100 kg)	Višina (m)	Prostorina (m ³)
Eberstein	<i>hochofen</i>	Batni	2+2	16016	47	0,55	12,64	35,42
Eisentratten	<i>hochofen</i>	Batni	3	8288	37	0,9	12,63	33,70
Frantschach-Sankt Gertraud	<i>hochofen</i>	Batni	3	6720	41	0,7	11,05	35,67
Heft (Johann-Ernst)	<i>hochofen</i>	Batni ??	?	12600	50	0,56	12,00	48,13
Heft (Pulcheria)	<i>hochofen</i>	Batni??	?	14784	51	0,54	12,00	48,13
Hirt	<i>hochofen</i>	Batni	2	7280	46	0,68	8,80	29,14
Lolling (Johanna)	<i>hochofen</i>	Batni	2	16408	50	0,51	12,73	49,51
Lolling (Albert)	<i>hochofen</i>	Batni	2	16576	50	0,47	12,62	49,68
Lolling (Evgen)	<i>hochofen</i>	Batni	2	18200	50	0,53	11,46	35,79
Frantschach-Sankt Gertraud	<i>hochofen</i>	Batni	3	15400	36	0,62	14,16	75,05
St. Leonhard	<i>hochofen</i>	Batni	2	56056	48		17,26	179,40
St. Salvator	<i>hochofen</i>	Skrinjasti	3	7392	0	0,59	12,84	23,84
Treibach 1	<i>hochofen</i>	Batni	3	6720	40	0,9	9,48	25,49
Treibach 2	<i>hochofen</i>	Batni	4	15568	46	0,59	11,37	28,47
Treibach 3	<i>hochofen</i>	Batni	8	25032	47	0,47	15,15	53,15
Waldenstein	<i>Sinter</i>		8	23632	46	0,47	15,15	53,15
Waidisch			3	6440	45	0,62	11,30	29,69
			?	2800	58	0,68	10,00	13,10

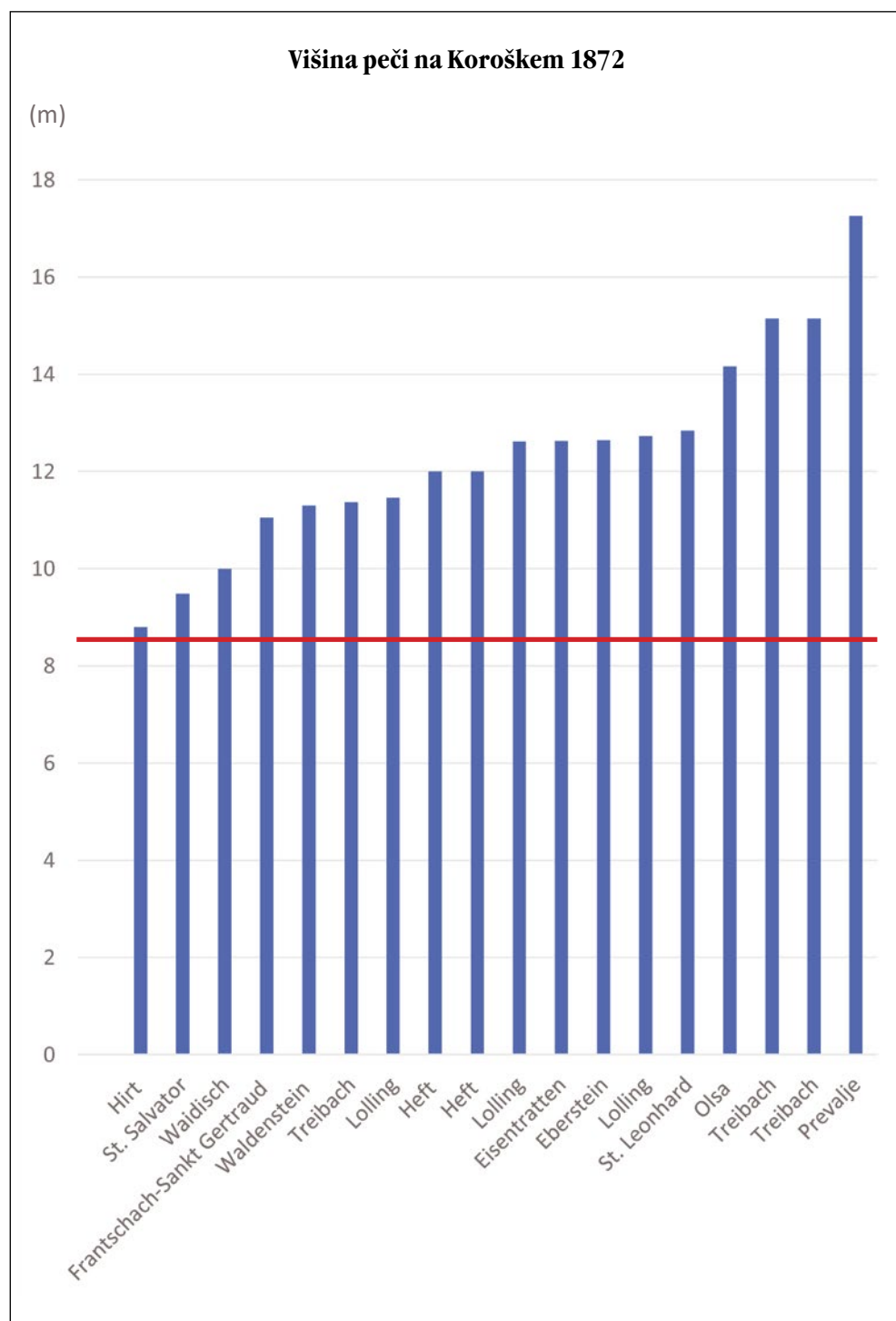
Tabeli prikazujeta podatke o proizvodnji za leti 1808 in 1872. Ne moremo prezeti, da se je s povišanjem peči, uporabo vročega zraka in boljšimi mehovi proizvodnja izredno povečala, prav tako tudi izkoristek, poraba oglja pa zmanjšala.

Težko je primerjati naši dve peči na volka oziroma plavža s pečmi na Koroškem, saj je bilo kar nekaj usodnih dejavnikov, ki so opravičevali počasnejši razvoj tehnologije in uporabe sodobnejših peči v Železnikih. Pa vendarle s prebiranjem in analizo podatkov lahko primerjamo med seboj vsaj tiste, ki so bili najbližji po velikosti, čeprav v različnih časovnih obdobjih.



— višina peči (*Flossofen* ali *Hochofen*) v Železnikih leta 1900

— približna višina peči (*Stuckofen*) v Železnikih leta 1808



Nekaj železarskih drobtin iz obdobja železarstva na avstrijskem Koroškem

V nadaljevanju so nanizane nekatere drobtinice o železarstvu iz 19. stoletja, ki jih je v svoji knjigi *Entwicklung der Roheisen-Produktion in Kärnten* (Razvoj proizvodnje surovega železa na Koroškem) zapisal Friedrich Münichsdorfer leta 1873 (Münichsdorfer, 1873). Zbrane so najzanimivejše. Tako lažje primerjamo železarstvo na tej in oni strani Karavank oziroma na Koroškem in Kranjskem.

1.

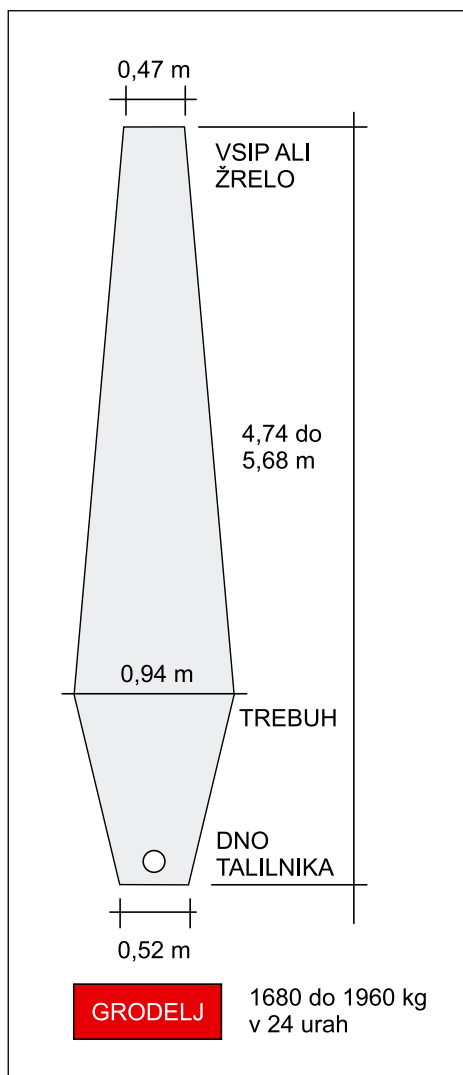
Na Koroškem so pričeli uporabljati prve peči (*Flossofen*), ki so proizvajale lito železo, v drugi polovici 16. stoletja (1550–1600). Najpomembnejši dosežek novih peči tipa *Flossofen* je bil, da ni bilo potrebno zaustavljati postopka taljenja, saj so tekoče železo in žlindro, ki se je nabrala na dnu peči, občasno izpuščali v jamo pred pečjo. Prva peč (*Flossofen*) je bila postavljena leta 1567 v Urtlu. Pri uporabi peči na volka (*Stuckofen*) je bilo treba vsak dan prekiniti taljenje, odpreti spodnji del peči, izvleči volka, pozidati odprtino in znova začeti z nasipanjem oglja in ogrevanjem. To je bil postopek, ki je trajal tudi štiri ure, preden se je ponovno začel postopek taljenja. Pri uporabi novejših peči tipa *Flossofen* tega zapravljanja časa ni bilo.

2.

Želja vsakega lastnika železarskega obrata je bila, da bi proizvedel večjega volka. S postopnim višanjem peči in povečevanjem moči vpiha v peči na volka (*Stuckofen*) pa je kakor stranski produkt nastajal tudi vedno večji delež tekočega železa okoli volka. To so imenovali *Graglach*. Tega so tako kakor žlindro občasno izpuščali iz peči. Ker je bilo tekočega železa (grodlja) vedno več, za kovanje pa ni bil primeren, so ga s posebno metodo (žilavljenje ali frišanje) pričeli predelovati v kovno železo. Z obvladovanjem te veščine predelave tekočega železa grodlja v kovno železo so prišli do stanja, ko so lahko talili železo tako, da so ga v času taljenja občasno izpuščali iz peči. Takšne peči so imenovali *Flossofen*.

3.

Prve peči na izpuščanje (*Flossofen*) so bile visoke od 4,74 m do 5,68 m. Še leta 1808 je imela večina peči kvadraten ali pravokoten horizontalni prerez. Šele kasneje so pričeli graditi peči (*Hochofen*) z okroglim horizontalnim prerezom. Tukaj je verjetno šlo za vzporedni premik oblike tlorisa jaška z izdelavo večjih peči (*Hochofen*).



Velikost prvih peči na izpust tipa *Flossofen*

4.

Na vsipu (žrelu) so imele peči (*Flossofen*) velikost odprtine 0,47 m, trebuh širine 0,94 m, dno talilnika 0,52 m.

5.

Kljub prednostim, ki so jo imele izboljšane peči (*Flossofen*) – poleg neprekinjenega delovanja je bila velika prednost tudi večji izkoristek –, je bila zamenjava obstoječih peči na volka (*Stuckofen*) s pečmi, ki so proizvajale tekoče železo (*Flossofen*), počasno. Vzroki za to so bili predvsem v določenih privilegijih železarskih družb, ki si tega niso želele (cena), novozgrajenih napravah, ki bi jih morali opustiti, težavno je bilo tudi pridobivanje dovoljenj za gradnjo in obratovanje takšne peči, premajhno povpraševanje po železu, predvsem pa nezadostno poznavanje nove tehnologije, katere zamenjava po mnenju lastnikov ni prinašala zadostnih prednosti.

6.

Tako je bilo od sredine 16. stoletja do sredine 17. stoletja na novo zgrajenih oziroma predelanih iz peči na volka (*Stuckofen*) samo pet talilnih peči (*Flossofen*). Do sredine 18. stoletja pa še štiri, torej v dvesto letih samo devet.

Od leta 1567 do leta 1650 so nove peči (*Flossofen*) postavili oziroma zamenjali:

- leta 1567 v Urtlu,
- leta 1609 v Treibachu,
- leta 1632 v Heftu,
- leta 1650 v Gillitzsteinu pri Ebersteinu.

Leta 1745 so izboljšavam sledili še v železarskih obratih Mosinz, Kremsbrucken, Eisentratten, Del-lach in Jadersdorf.

Tudi na Koroškem, v središču takratnega železarstva Avstro-Ogrske, postavitev novih peči (*Flossofen*) ni bila samoumevna in železa oziroma lo-gična. Razvoj železarstva je zahteval določen čas za

prilagoditev in spoznavanje nove tehnologije in to vseh, tako lastnikov obratov kakor cesarstva.

7.

Čas taljenja zaradi neprekinjenega delovanja peči na izpust (*Flossofen*) je v železarskih obratih običaj-no trajal od 10 do 12 tednov, dvakrat na leto. Pov-prečna proizvodnja tekočega železa v 24 urah je bila od 1680 do 1960 kg. Zaradi večje hitrosti taljenja, ker čas za podiranje in ponovno ogrevanje peči ni bil več potreben, se je skrajšal tudi čas uporabe peči za taljenje dogovorjene količine rude.

8.

Zaradi vedno večjih nesporazumov med trgovci in proizvajalci železa je leta 1756 Hüttenberg z okolico obiskala posebna cesarska komisija, da bi ugotovila, zakaj prihaja do nesoglasij in zakaj trgovci nasprotujejo zamenjavam obstoječih peči (*Stuckofen*) v sodobnejše (*Flossofen*). Ugotovila je, da so nasprotovanja trgovcev popolnoma ne-utemeljena in da jim nasprotujejo samo zaradi svojih koristi. Pregledala je dejanske podatke in primerjala stroške izdelave železa s pečo na volka (*Stuckofen*) in pečo na izpust (*Flossofen*).

Ugotovila je naslednja dejstva:

	<i>Stuckofen</i>	<i>Flossofen</i>
Poraba rude	2.184 kg	1.884 kg
Poraba oglja	15,12 m ³	11,21 m ³
Proizvodna cena*	21 FL 19 KR	16 FL 51 KR
Prodajna cena*	22 FL 30 KR	25 FL
Razlika (dobiček)*	1 FL 11 KR	8 FL 9 KR

*Na težo proizvoda 56 kg (1 zentner),
denarna enota: FL - florin, KR - krona

Državna komisija je sprejela sklep, da je izkori-stek peči na izpust (*Flossofen*) veliko večji od peči na volka (*Stuckofen*) in da ne sme biti več ovir za podeljevanje dovoljenj za gradnjo novih peči (*Flossofen*).

9.

Zaradi ugotovitve komisije iz leta 1765 ni bilo več ovir za pridobitev koncesij za gradnjo oziroma zamenjavo peči iz peči na volka (*Stockofen*) v peči na prebod (*Flossofen*). Še vedno pa so železarski obrati morali spoštovati s strani cesarstva predpisane in dogovorjene maksimalne količine oglja, ki jo s proizvodnjo niso smeli preseči. Tako so železarski obrati imeli dodaten motiv za povečanje izkoristka samih peči (*Flossofen*), saj so z manjšo porabo oglja lahko proizvedli in prodali večjo količino tekočega železa za boljši zaslužek.

10.

Na podlagi ugotovitve komisije je Marija Terezija leta 1759 izdala nova navodila in usmeritve (zakone). Pri tem pa je seveda še kako upoštevala tudi vojaške potrebe po železu in s tem močno povečala povpraševanje po njem. Zaradi večje proizvodnje so lahko ostanek železa izvozili tudi v Italijo, Turčijo in Anglijo. Njihovi glavni izdelki so bili: jeklo, žebli, žica, pločevina, kose in srpi.

11.

Po letu 1759 se je razmahnila gradnja novih, zmogljivejših peči za taljenje. Leta 1762 v Löllingu nova peč (*Flossofen*) nadomesti pet zastarelih peči (*Stuckofen*), od katerih sta delovali le dve, leta 1768 je v Schottenauu zgrajena nova peč (*Flossofen*), imenovana *Fuchsofen*, ki nadomesti dve peči na volka (*Stuckofen*), leta 1775 opustijo dve peči (*Stuckofen*) in zgradijo v Löllingu še drugo peč (*Flossofen*).

12.

Med letoma 1760 in 1770 so postavili nove peči (*Flossofen*) tudi v Olsi, Hirtu, St. Salvatorju, Waldensteinu, St. Gertraudu in St. Leonhardu. Tako je leta 1776 na Koroškem delovalo 19 peči (tipa *Flossofen*). Tukaj je treba poudariti oziroma razjasniti, da Münichsdorfer pri navajanju novozgrajenih peči omenja peč tipa *Flossofen*, na koncu pa v seštevku vseh novih peči omenja tudi peči tipa *Hochofen*. Tako ne vemo natančno, katere so bile te peči.

13.

Po koncesijah iz leta 1759 je imel vsak železarski obrat predpisano tudi maksimalno količino proizvedenega železa, ki je upoštevala tudi predpisane pravice do uporabe železove rude.

14.

Od leta 1769 naprej je na Koroškem pričelo pri manjkovati tekočega železa oziroma grodlja, zato so s posebnim zakonom leta 1782 zahtevali od železarskih obratov, da vse proizvedeno železo pošljejo na trg. Vsem obratom so dovolili povečanje proizvodnje železa, vendar pa so morali vse železo že od uvedbe novega zakona leta 1759 oddajati v glavno skladišče v St. Veitu, za dodatno predelavo v izdelke pa so ga morali od tam ponovno kupiti. Očitno so s skladiščenjem železa čakali na boljše cene, kar je povzročilo njegovo pomanjkanje.

15.

Odkupno-prodajna cena za železo za enoto 56 kg (1 meiler) je bila:

- tekoče železo oziroma grodelj v listih ali kosih:
25 do 26 FL,
- kovno železo: od 48 do 50 FL,
- železo, ki ostane v peči (*graglach*): 20 do 21 FL.
(FL = denarna enota florin)

16.

Leta 1781 in 1782 je končno cesar Jožef s patentom ukinil nadzor cesarstva nad železarskimi obrati in s tem tudi privilegije določenih železarskih družb. S to potezo je spodbudil tržno gospodarstvo v železarstvu. Od takrat naprej so lahko železarski obrati brez nadzora in omejitev cesarstva razpolagali s svojimi izdelki (surovim železom) in surovinami (ruda in oglje) ter gozdom.

17.

Ukinjen nadzor cesarstva je takoj povzročil povečanje proizvodnje železa na Koroškem. Leta 1794 je bila proizvodnja večja že za 10.864 t. Ker zadnjih dvesto let ni bilo motiva za uvajanje izboljšav, je to

pomenilo novo tržno priložnost. S povečevanjem peči so zmanjševali porabo oglja in povečali izkoristek peči, s tem pa postajali konkurenčnejši na trgu.

18.

Primer proizvodnje železa za železarski obrat Urtl (*Flossofen*) v različnih letih:

Leto	Proizvodnja v 24 urah	Poraba oglja na 100 kg železa
1625	1.848 kg	Ni podatka
1740	2.016 kg	1,89 m ³
1808	3.976 kg	1,22 m ³ (izkoristek 38 %)

19.

Po letu 1790 so zaradi načrtovane večje proizvodnje postopoma pričeli povečevati peči oziroma poviševati talilni jašek.

- V obratu Mosinz so leta 1791 povišali jašek peči na 7,85 m, proizvodna je narasla na 3.640–4.368 kg grodlja v 24 urah.
- V Heftu so leta 1768 povišali jašek na 5,68 m, leta 1794 na 6,32 m in leta 1794 na 7,58 m, proizvodnja je bila povečana na 4.200 kg v 24 urah.

20.

Talilne peči (*Flossofen*) so bile kvadratnega ali pravokotnega horizontalnega prereza. Imenovali so jih nemške peči. Kasneje so pričeli graditi boljše peči z okroglim horizontalnim prerezom. Takšne peči so imenovali štajerske ali "*Innerberger Flossofen*". Konusne mehove, ki so se radi kvarili, so zamenjali s skrinjastimi mehovi. Prva dva sta bila narejena leta 1766. Prvi skrinjasti mehovi za taljenje na Koroškem so bili uporabljeni v železarskem obratu Urtl leta 1793, v Heftu leta 1797 in leta 1802 v Treibachu. Uporaba boljših skrinjastih mehov se je bliskovito razširila, saj sta leta 1808 samo še talilni peči v Feistritz in Ebersteinu uporabljali konične mehove.

21.

Leta 1808 so imele še vse peči eno pihalico za vpihavanje zraka v peč, razen v Eisentrattnu in Treibachu. Tam so že od leta 1766 uporabljali dve pihalici, leta 1802, ko so peč povišali na 10,11 m, pa celo tri pihalice. Trebuh peči so povečali iz 1,26 m na 2,84 m, dno peči pa iz 0,63 na 0,94 m. Kapaciteta taljenja je bila od 8.960 do 10.800 kg železa v 24 urah. Poraba oglja je bila okoli 0,67 m³ na 100 kg železa. Omenjena peč (*Hochofen*) v Treibachu je bila dolgo časa vzorčen primer uporabe noveše tehnologije taljenja železa in so jo hodili gledat tudi ostali železarji, ki so na podoben način zgradili svoje nove peči (*Hochofen*). Takšna oblika peči je ostala nespremenjena naslednjih nekaj desetletij.

22.

Prvo napravo za ogrevanje vpihovalnega zraka so zgradili v Ebersteinu leta 1837, novo tehnično rešitev pa so kmalu začeli uporabljati tudi drugi železarski obrati na Koroškem.

23.

Na začetku 19. stoletja je na Koroškem delovalo 19 peči (*Hochofen*). Na koncu 18. stoletja so prenehale delovati peči: v Mosinzu (*Fuchflossofen*), v Löllingu (*Flossofen*), Dellachuu in Jadesdorfu (*Hochofen*), nove peči pa so bile zgrajene v Radentheinu, Pontafelu, Feistritz (1802) in v Windischen Kappel.

24.

Na Koroškem so bile konec 18. in v začetku 19. stoletja v uporabi tudi peči za sintranje. Sintranje je postopek, kjer prah s segrevanjem tik pod temperaturo tališča med sabo sprime tako, da nastanejo večje grude. Za sintranje so uporabljali ostanke od žilavljenja (*Frischschlacke*). Peči so bile podobne pečem na volka (*Stuckofen*), visoke 3,16 m, pihalica je bila na višini 0,31 m, trebuh peči pa na višini 0,62 m, premer vsipne odprtine (žrela) je bil 0,36 m. Leta 1772 je takšna peč delovala v Eisentrattnu, leta 1800 v Waidischu in leta 1802 v Feistritz, tukaj je bila visoka 5,68 m.

25.

V peči za sintranje v Eisentrattnu so v 24 urah porabili 10,20 m³ oglja za 1.075 kg žilavilne žlindre. Dobili so 403 kg sintranega železa, poraba oglja je bila 2,53 m³ na 100 kg železa, izkoristek je bil 37 %. Sintrano železo se je nabralo na dnu peči in so ga izvlekli na enak način kakor iz peči na volka (*Stuckofen*). Spodnja površina (dno talilnika), kjer se je nabralo sintrano železo, je bila velika 0,79 m × 0,79 m.

Zaključek

V tem prispevku sem poskusil "razširiti naše obzorje" o železarstvu v naši sosesčini, predvsem na Koroškem pa tudi na Štajerskem in v deželi Salzburg. Zbral sem predvsem tehnične podatke o pečeh (*Stuckofen*, *Flossofen* in *Hochofen*), najpomembnejšem objektu v železarskem obratu, jih tudi obiskal in zbral veliko informacij in njihovih opisov iz literature. V tem prispevku je objavljen le del zbranega gradiva, za katerega sem ocenil, da je zanimiv za vas, bralce. Na koncu sem zbral še nekaj zanimivih drobtinic iz obdobja železarstva na splošno v tistem času.

Za preučevanje našega železarstva, predvsem v tehničnem smislu, se mi zdi pomembno, da se s pomočjo tega prispevka lahko primerjamo z drugimi podobnimi železarskimi obrati. Da vidimo, kako so to delali drugje, kakšne so bile njihove težave in uspehi in zakaj. S tem vedenjem bomo lažje naredili korak naprej v odkrivanju našega železarstva.

Viri in literatura:

Bracher, Karl (1964). *Alte Eisenbergwerke im Judenburg*. 1. Das Eisenbergwerk in Seetal. Von Karl Bracher.

Dostopno na: https://www.historischerverein-stmk.at/wp-content/uploads/B_Jg38_Karl-BRACHER-Alte-Eisenbergwerke-um-Judenburg-I.-Das-Eisenbergwerk-im-Seetal.pdf

Hohenauer, Franz Lorenz (1847). *Die Stadt Friesach: ein Beitrag zur Profan- und Kirchen-Geschichte von Kärnten. Nebst einem Anhang: Die Olsa, ein Eisenbergbau und Hochofen bei Friesach*. Celovec: Truck und Verlag des Johann Leon.

Dostopno na: https://books.google.si/books?id=zJYAAAAcAAJ&printsec=frontcover&hl=sl&source=gb_s_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

Köstler, Hans Jörg (1989). Zur Geschichte einiger alpenländischer Hüttenwerke. Digital literature. V: *Archiv für Lagerstättenforschung der Geologischen Bundesanstalt*, Band: 10. Dostopno na:

https://www.zobodat.at/pdf/ArchivLagerst-GBA_10_0075-0080.pdf

Köstler, Hans Jörg (1989).

Die Eisenwerke beim Hüttenberger Erzberg seit 1870, Digital literature. V: Carinthia II – Sonderhefte. Band: 48. Dostopno na: https://www.zobodat.at/pdf/CAR-SH_48_0031-0041.pdf

Mohorič, Ivan (1969). *2000 let železarstva na Gorenjskem*. Ljubljana: Mladinska knjiga.

Münichsdorfer, Friedrich (1873). *Entwicklung der Roheisen-Produktion in Kärnten*. Celovec: Bertschinger. Dostopno na: <https://mdz-nbn-resolving.de/urn:nbn:de:bvb:12-bsb11160465-7>

SI ZAL, Zgodovinski arhiv Ljubljana, enota Škofja Loka, ŠKL/027. Železarska industrijska družba bratov Globočnik, Risba naprave za ogrevanje zraka, Friesach am 23. marec 1883.

Podlaga za izdelavo zemljevida:

NordNordWest

Dostopno na: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Austria_Carinthia_relief_location_map.svg

Ikonact

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Austria-geographic_map-blank.svg

Spletni viri:

Avstrijski državni arhiv, St. Leonhard

Dostopno na: <https://www.archivinformationssystem.at/detail.aspx?ID=6113402>

Austria-forum.org

Dostopno na: https://austria-forum.org/af/AustriaWiki/St._Salvator_%28Friesach%29

Avstrijski državni arhiv, Waidisch

Dostopno na: <https://www.archivinformationssystem.at/detail.aspx?ID=6113696>

Eisenwerk Heft, 3. 2. 2023.

Juwelen unserer Kulturlandschaft, (Biseri naše kulturne krajine). Kärntner Bildungswerk Betriebs GmbH. Dostopno na: http://www.kleindenkmaler.at/detail/eisenwerk_heft

Ehemaliges Hochofenwerk Eberstein, 24. 8. 2023.

Juwelen unserer Kulturlandschaft (Biseri naše kulturne krajine). Kärntner Bildungswerk Betriebs GmbH. Dostopno na: http://www.kleindenkmaler.at/detail/ehemaliges_hochofenwerk_eberstein

Ehemaliger Hochofen Urtlgraben, 28. 8. 2023.

Dostopno na: http://www.kleindenkmaler.at/detail/ehemaliger_hochofen_urtlgraben

Hochofen Bundschuh, 28. 8. 2023.

Dostopno na: <http://www.hochofen-bundschuh.at/index.php/Home.html>

Hochofen Eisentratten, 24. 8. 2023.

Juwelen unserer Kulturlandschaft, (Biseri naše kulturne krajine). Kärntner Bildungswerk Betriebs GmbH. Dostopno na: http://www.kleindenkmaler.at/detail/hochofen_eisentratten

Hochofen Hirt, 24. 8. 2023.

Dostopno na: https://de.wikipedia.org/wiki/Hochofen_Hirt

Hochofen Kendlbruck, 28. 8. 2023.

Dostopno na: https://www.sn.at/wiki/Hochofen_Kendlbruck

Konstantin-Hochofen, 24. 8. 2023.

Dostopno na: <https://de.wikipedia.org/wiki/Konstantin-Hochofen>

Krems-kaernten, 24.8.2023.

Dostopno na: <https://krems-kaernten.gv.at/unser-krems/chronik>

Kulturni portal ledinskih in hišnih imen, 28. 8. 2023.

Dostopno na: <https://www.flurnamen.at/home/tiskane-obcinske-karte/>

Liste der denkmalgeschützten Objekte in Hüttenberg, 24. 8. 2023.

Dostopno na: [https://de.wikipedia.org/wiki/Liste_der_denkmalgesch%C3%BCtzten_Objekte_in_H%C3%BCttenberg_\(K%C3%A4rnten\)#Weblinks](https://de.wikipedia.org/wiki/Liste_der_denkmalgesch%C3%BCtzten_Objekte_in_H%C3%BCttenberg_(K%C3%A4rnten)#Weblinks)

Liste der denkmalgeschützten Objekte in Guttaring, 28. 8. 2023.

Dostopno na: https://www.wikiwand.com/de/Liste_der_denkmalgesch%C3%BCtzten_Objekte_in_Guttaring

Lölling Gemeinde Hüttenberg, 24. 8. 2023.

Dostopno na: [https://www.wikidata.de-de.nina.az/1%C3%B6lling_\(Gemeinde_H%C3%BCttenberg\).html](https://www.wikidata.de-de.nina.az/1%C3%B6lling_(Gemeinde_H%C3%BCttenberg).html)

Markus Pernhart, Hirt 1. 28. 8. 2023.

Dostopno na: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Markus_Pernhart_-_Hirt_1.jpg#

Schloss Waldenstein im Lavantal, 28. 8. 2023.

Dostopno na: <https://www.lovntol.at/sehenswuerdigkeiten/schloesser-im-lavantal/schloss-waldenstein>

Salzburger bildungswerk, Hochofen Kendlbruck, 28. 8. 2023.

Dostopno na: <https://www.marterl.at/suche/detail-1?oid=19484&type=rss&cHash=5284ed23487f17134cf0f4dfad78eeb4>

Salzburger Bildungswerk, Hochofen Wasserrad, 28. 8. 2023.

Dostopno na: <https://www.marterl.at/suche/detail-1?oid=19036&type=rss&cHash=1b55682adcf5ead2565de2604848760>

Wikimedia.org, 24. 8. 2023. Dostopno na: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Guttaring_Urtlgraben_9_

Verweserhaus_und_Hochofen_N-Ansicht_21032017_6794.jpg

www.althofen.gv.at, 24. 8. 2023

Dostopno na: <https://althofen.gv.at/unser-althofen/chronik>

Žive vezi Koroške 1

Plavž na Prevaljah okrog 1880. Hrani Koroški pokrajinski muzej Ravne na Koroškem, inv. št. 5513.

Dostopno na: www.reg-kult.si

Žive vezi Koroške 2

Litografija železarne na Prevaljah 1887, Vinzenz Pernikarz 1887. Hrani Koroški pokrajinski muzej Ravne na Koroškem, cd.

št. 274. Dostopno na: www.reg-kult.si

