

# Korozijska otpornost armaturnog čelika u mortu ugrađenim muljem (pepelom) s UPOV-a

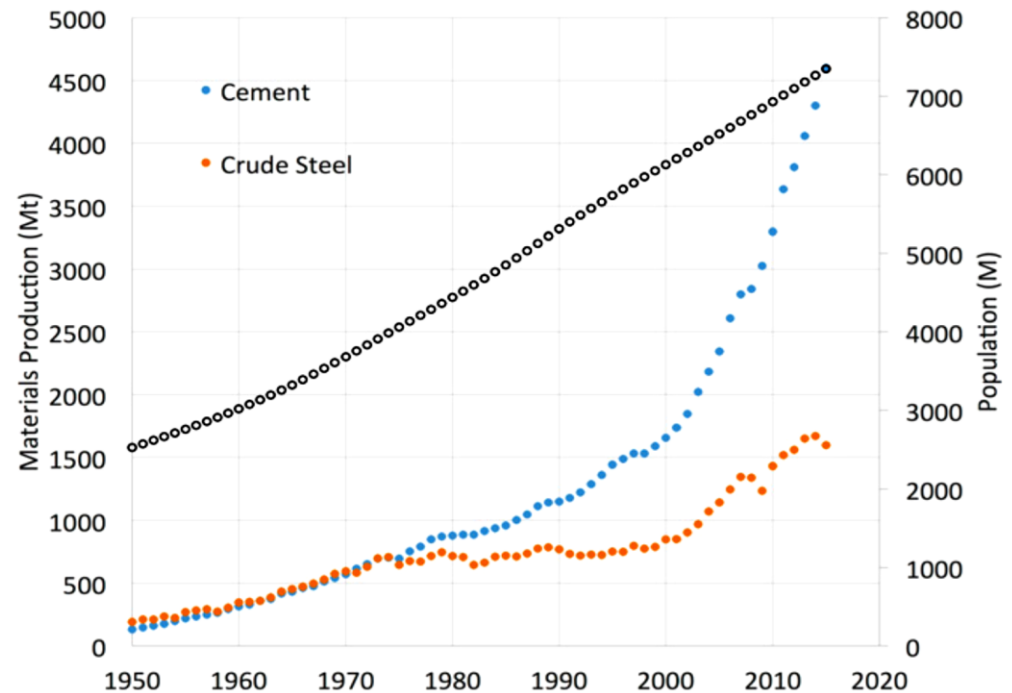
---

Doc.dr.sc. Ana Baričević, abaricevic@grad.hr  
Doc.dr.sc. Marijana Serdar, mserdar@grad.hr

**RES****UE**

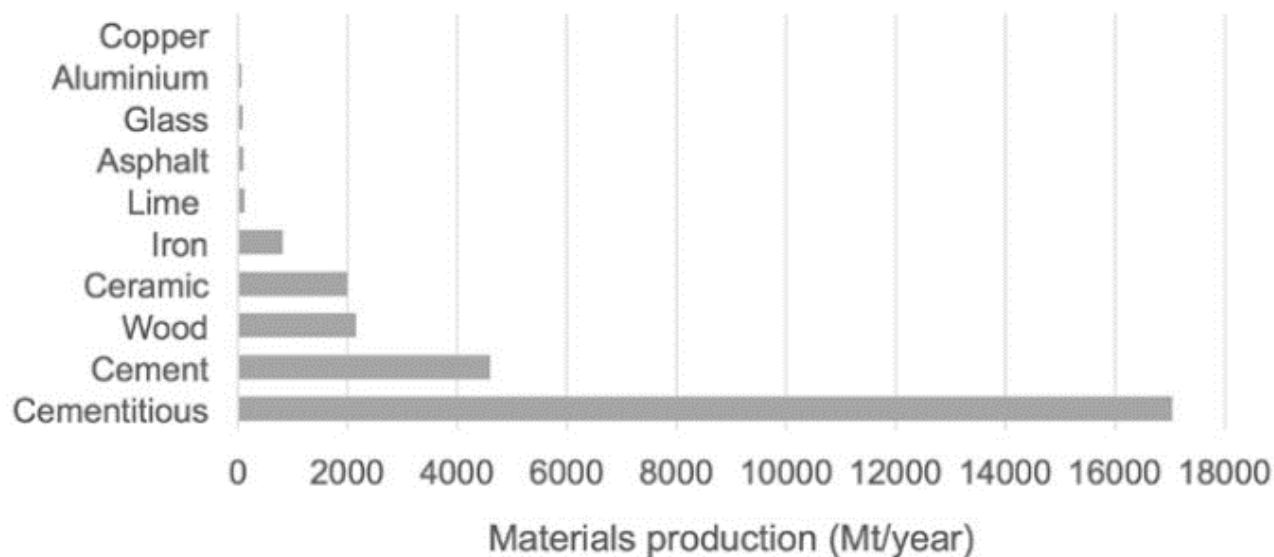
# UPOTREBA CEMENTA

U 2015. proizvedeno je ukupno **4.6 milijardi tona cementa** ili **626 kg/po stanovniku**.

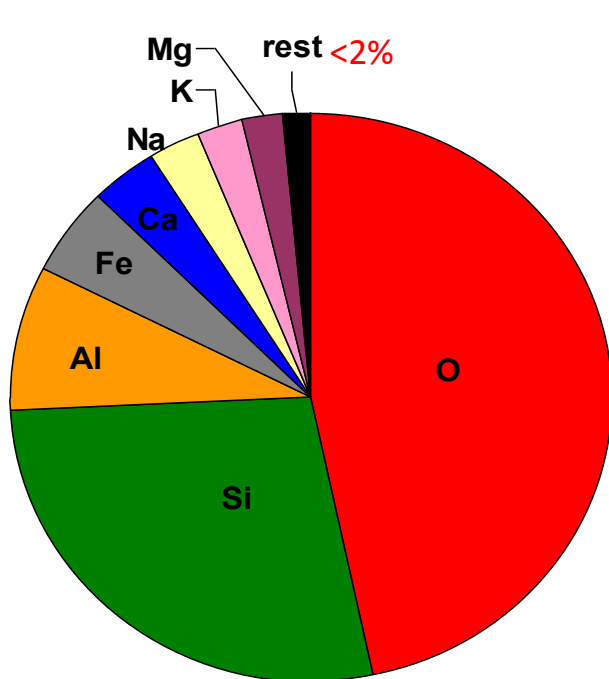


# UPOTREBA CEMENTA

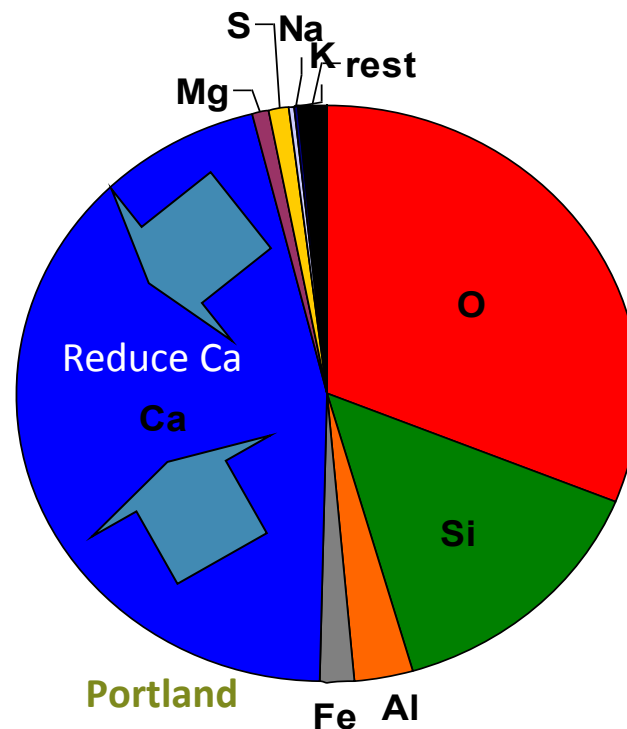
Za **1 tonu** proizvedenog klinkera emitira se prosječno **842 kg CO<sub>2</sub>**, što je gotovo 10% ukupne emisije stakleničkih plinova.



# KEMIJSKI SASTAV CEMENTA



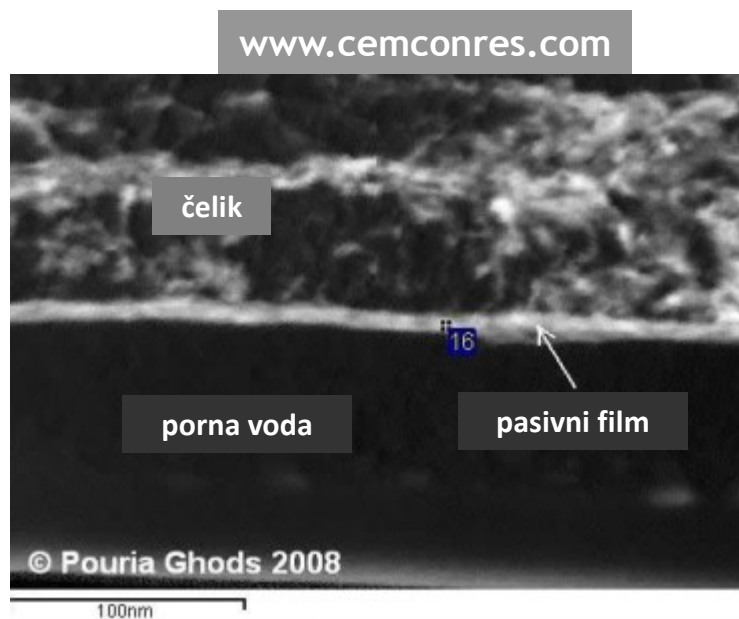
Zemljina kora



Portland cement

# ARMATURA U BETONU

Površina čelika se u medijima s visokim pH, poput betona, pasivira elektrokemijskom oksidacijom  
Na površini nastaje tanki pasivni sloj željezovog oksida



# KOROZIJA ARMATURE U BETONU

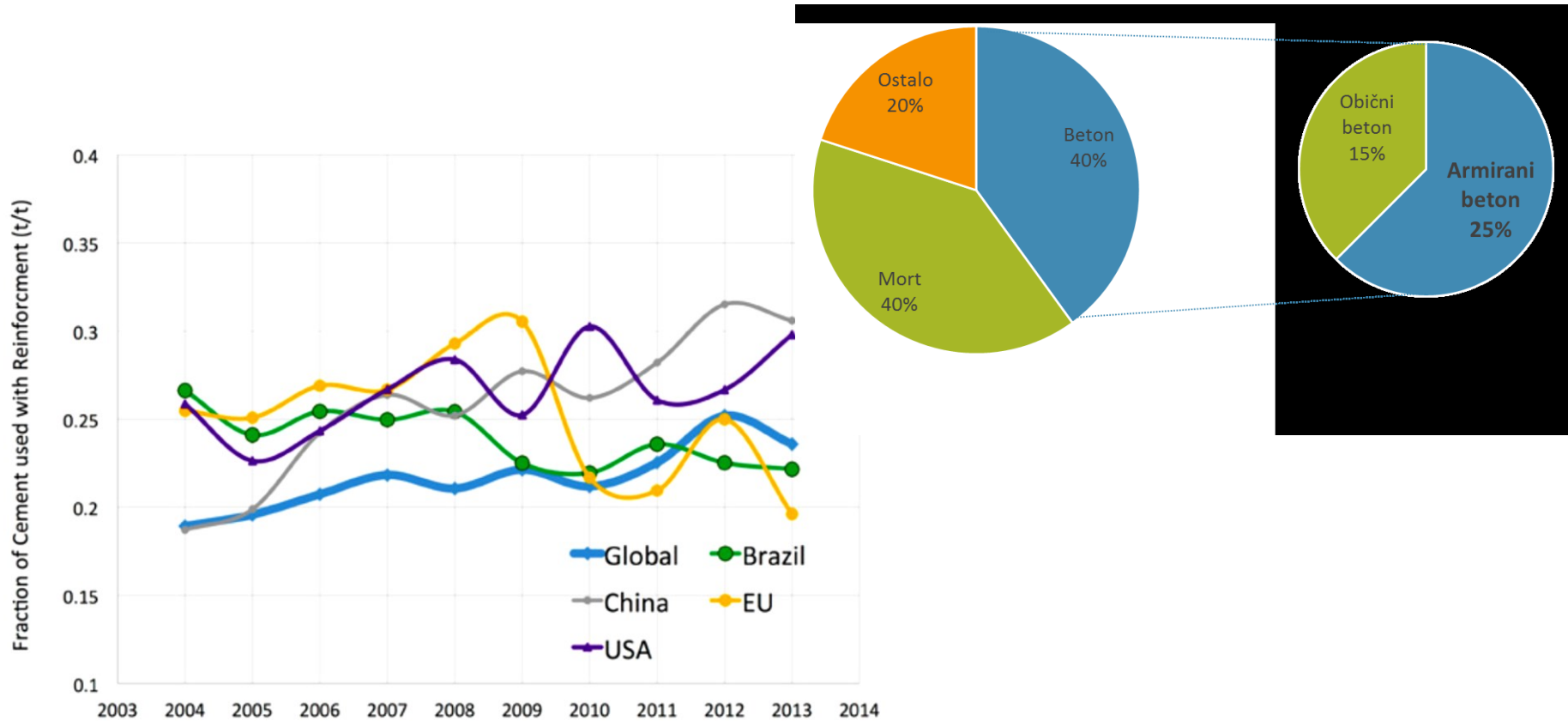
---

Osnovni razlozi korozije armature u betonu:

- **smanjivanje pH razine betona**  - karbonatizacija XC (korozija uzrokovana karbonatizacijom)
- **penetracija klorida u pore oko armature**  XD (korozija uzrokovana solima koji nisu iz mora)
- XS (korozija uzrokovana kloridima iz morske vode)
- XF (korozija uzrokovana smrzavanjem i odmrzavanjem)



# UDIO CEMENTA ZA KORIŠTENJE U ARMIRANOM BETONU







# TEMELJNI ZAHTJEVI ZA GRAĐEVINE

---

1. Mehanička otpornost i stabilnost
2. Sigurnost u slučaju požara
3. Higijena, zdravlje i okoliš
4. Sigurnost i pristupačnost pri uporabi
5. Zaštita od buke
6. Gospodarenje energijom i očuvanje topline
7. **Održiva uporaba prirodnih izvora**

- Građevina mora biti projektirana, izgrađena i uklonjena tako da je uporaba prirodnih izvora održiva i da je posebno zajamčena:
  - ponovna uporaba ili recikliranje građevine, njezinih materijala i dijelova nakon uklanjanja,
  - trajnost građevine,
  - uporaba sirovina i sekundarnih materijala u građevini u skladu s okolišem.

# ZAMJENA CEMENTA DRUGIM MATERIJALIMA

**CILJ:** pronaći alternative cementnom klinkeru



**MOGUĆNOSTI:** lokalno dostupni mineralni dodatci, nus-proizvodi drugih industrija



Silicijska prašina



Vapnenac



Leteći pepeo



Zgura

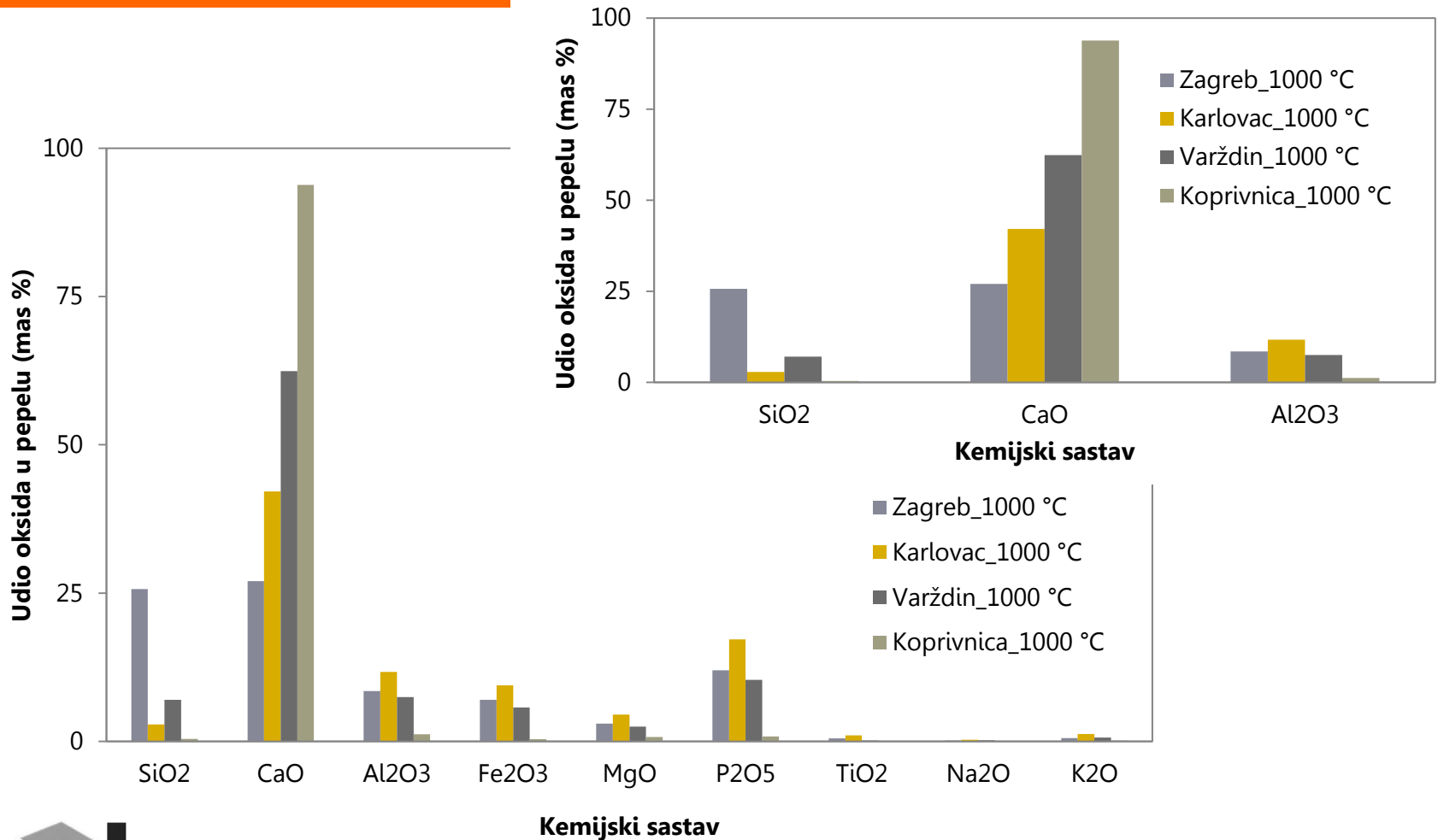


Prirodni pucolani



Crveni mulj

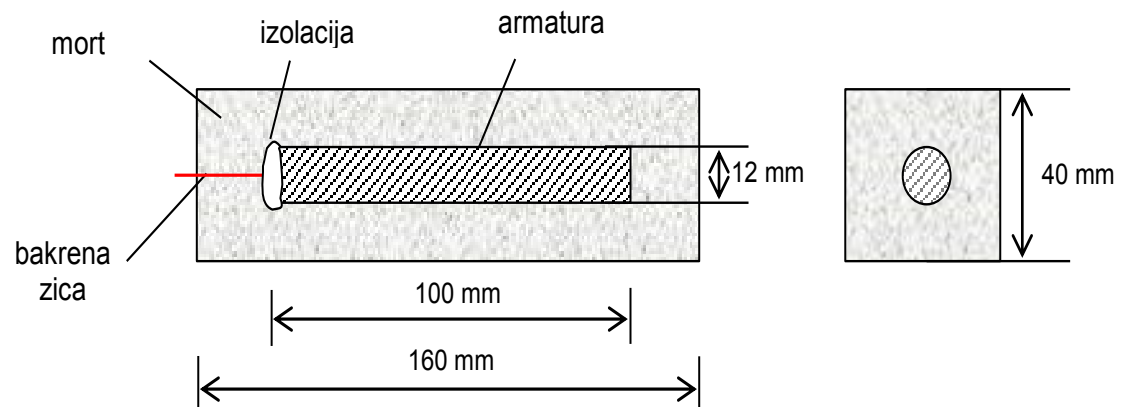
# KORIŠTENJE MULJA S UPOV-A U PROIZVODNJI MORTA I BETONA



# KOROZIJSKA OTPORNOST ČELIKA U MORTU S PEPELOM

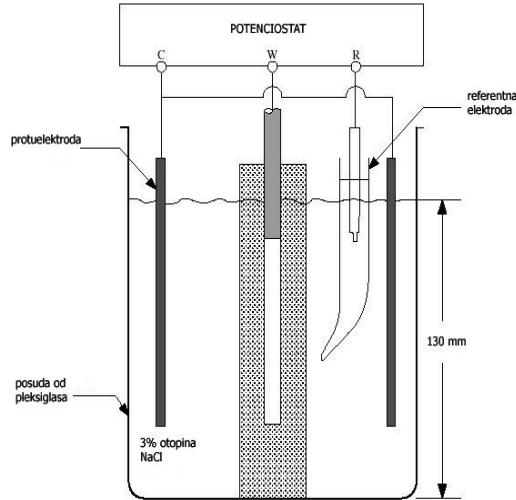
## MATERIJAL:

- CEM II/B-M (S-V) 42,5 N
- drobljenim dolomitskim agregatom, 0/4 mm
- Voda
- maseni udio: 1 : 2 : 6 = voda : cement : agregat.

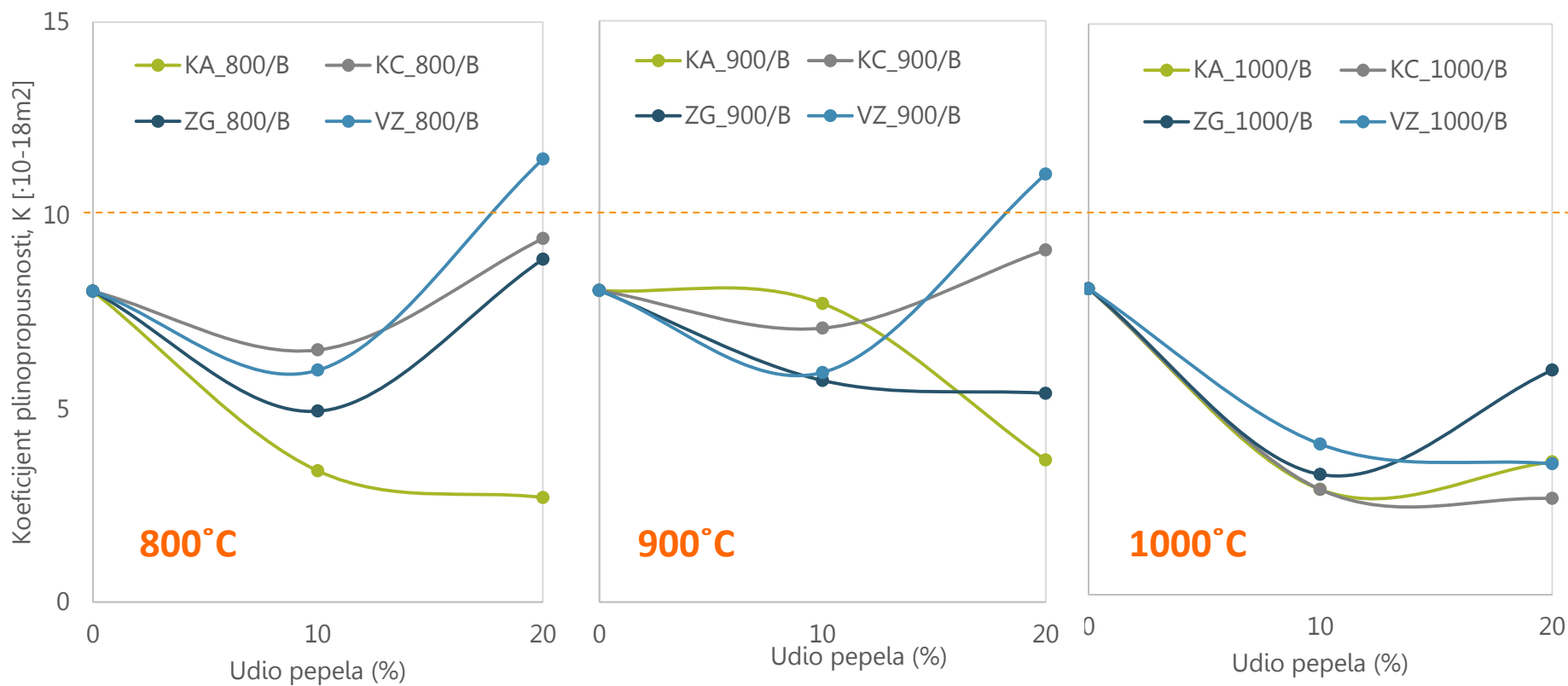


# KOROZIJSKA OTPORNOST ČELIKA U MORTU S PEPELOM

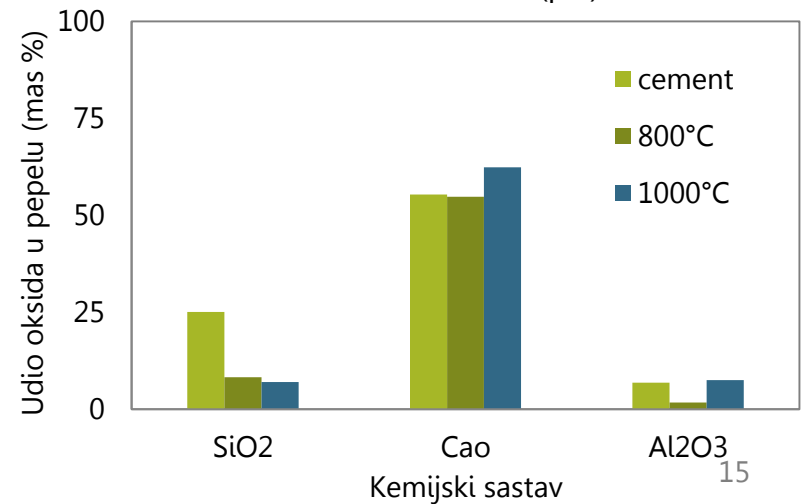
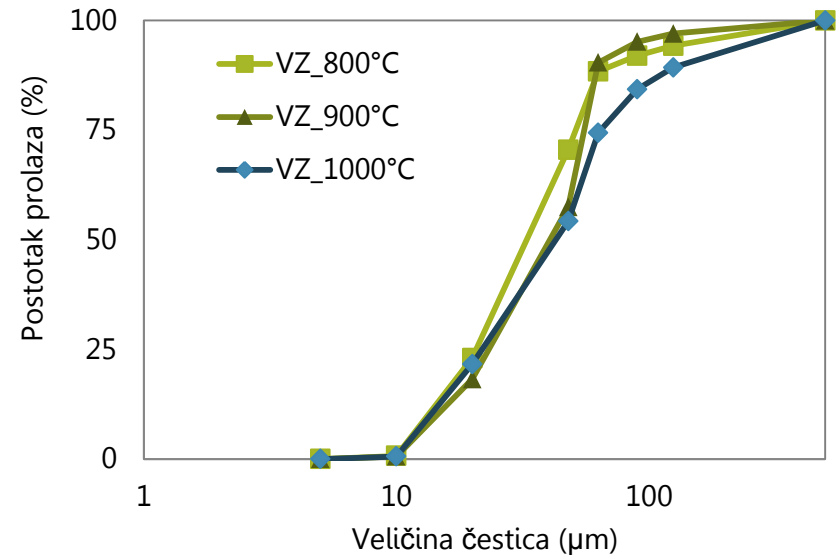
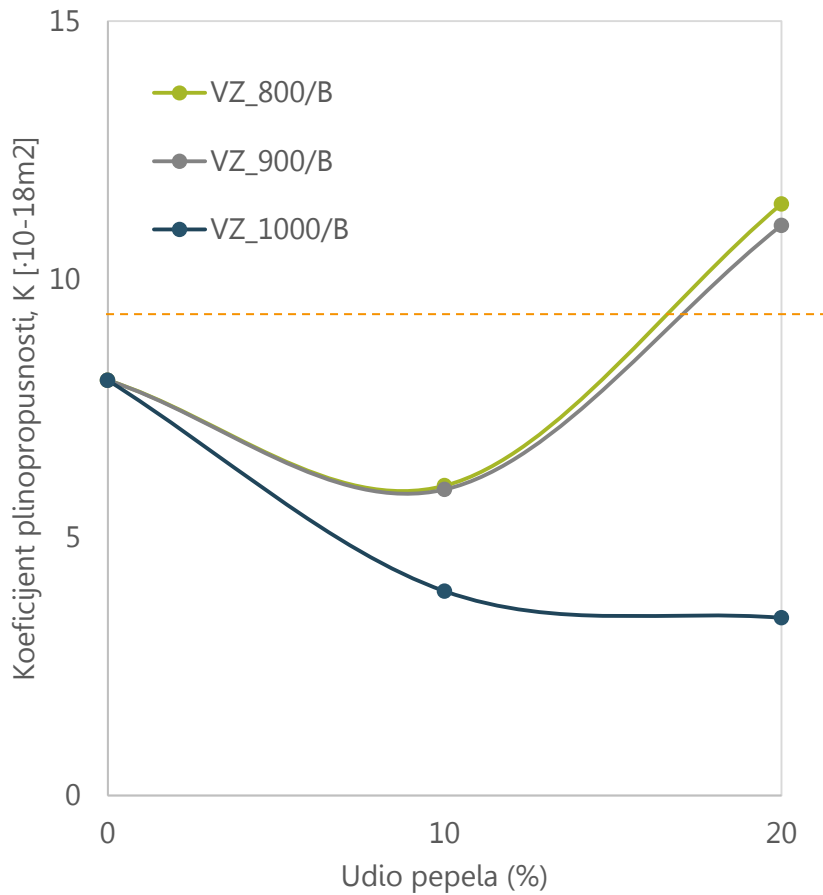
- izlagani su 3,5% NaCl otopini tijekom 140 dana
- određena je mjerenjem korozijskog potencijala, linearnom polarizacijom (LP) i određivanjem otpora emisijskom impedancijskom spektroskopijom (EIS)



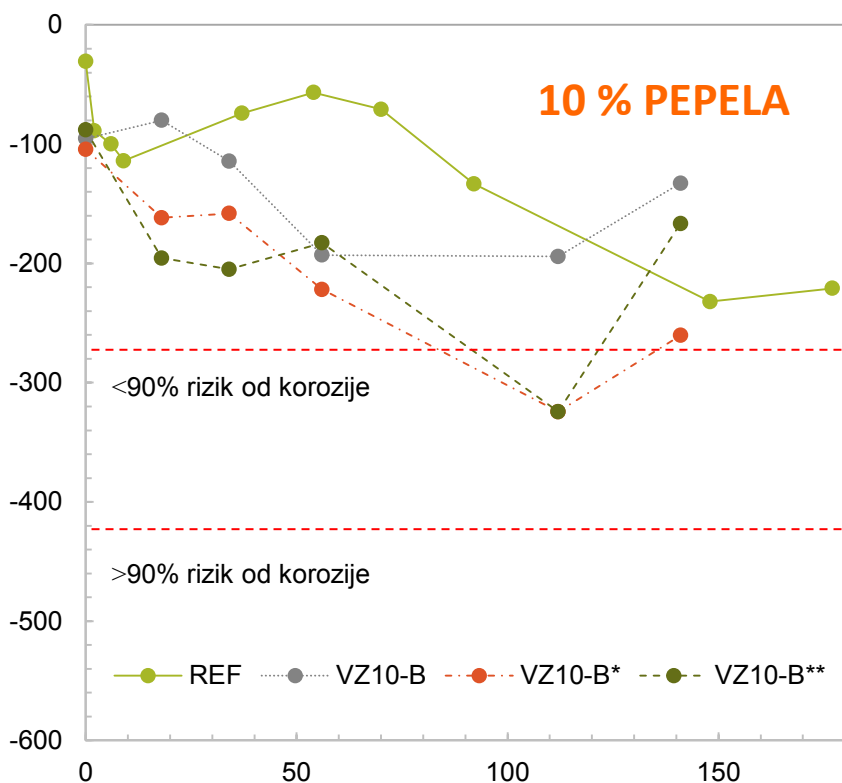
# PLINOPROPUSNOST



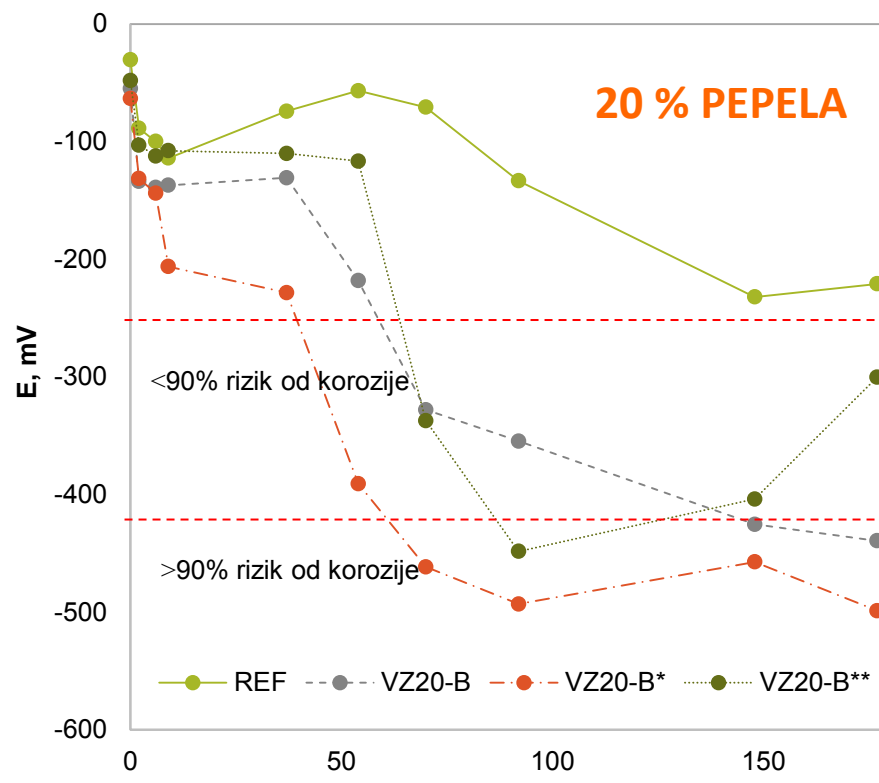
# PLINOPROPUSNOST



# PROMJENA KOROZIJSKOG POTENCIJALA ČELIKA



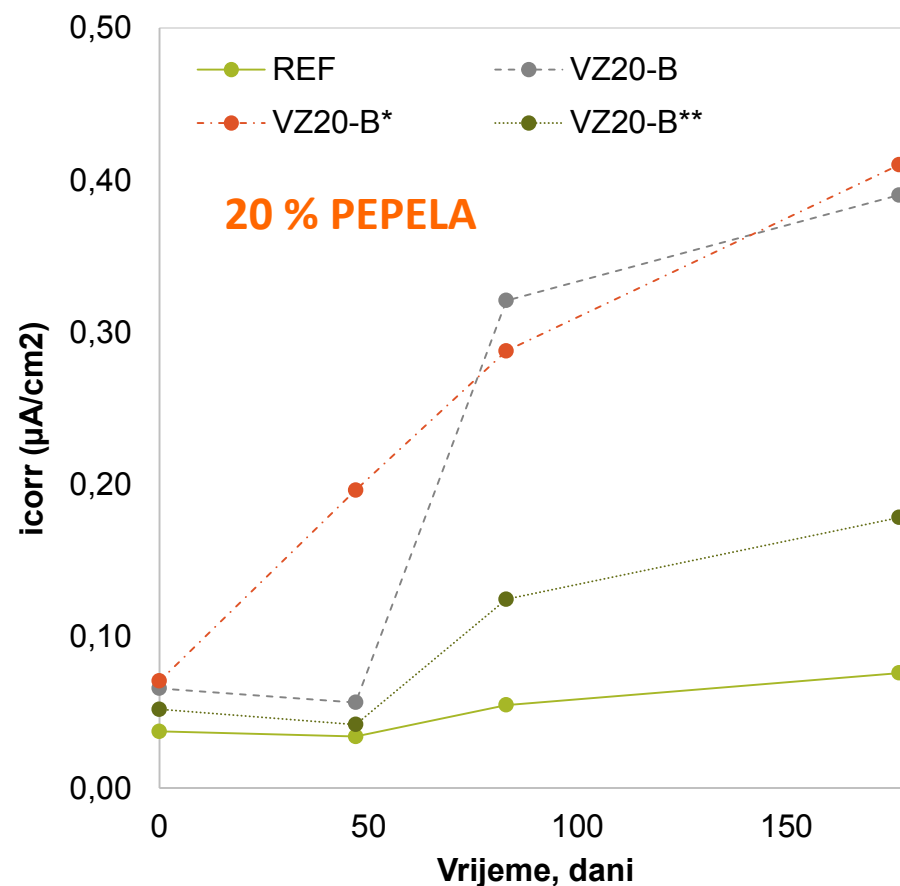
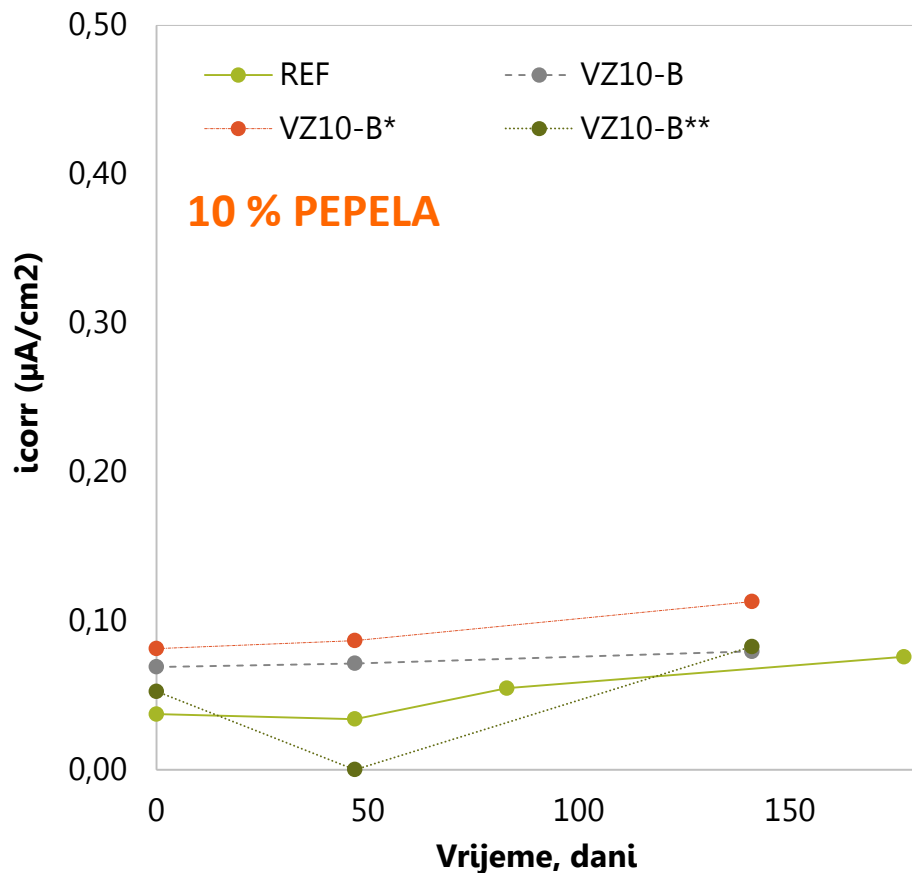
Vrijeme, dani



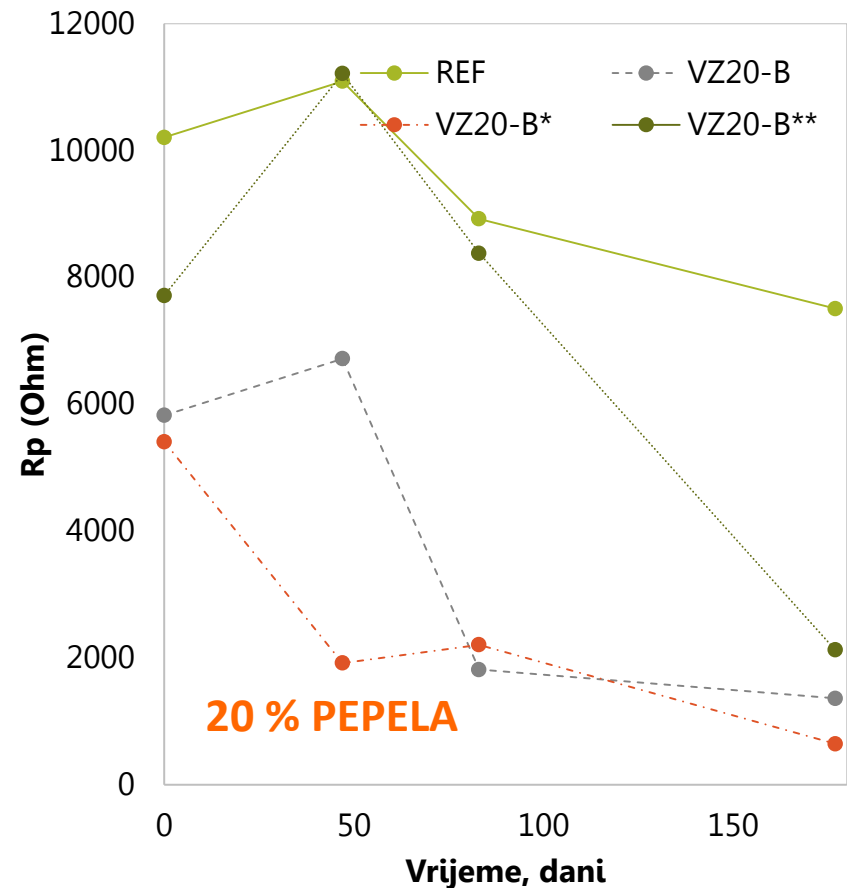
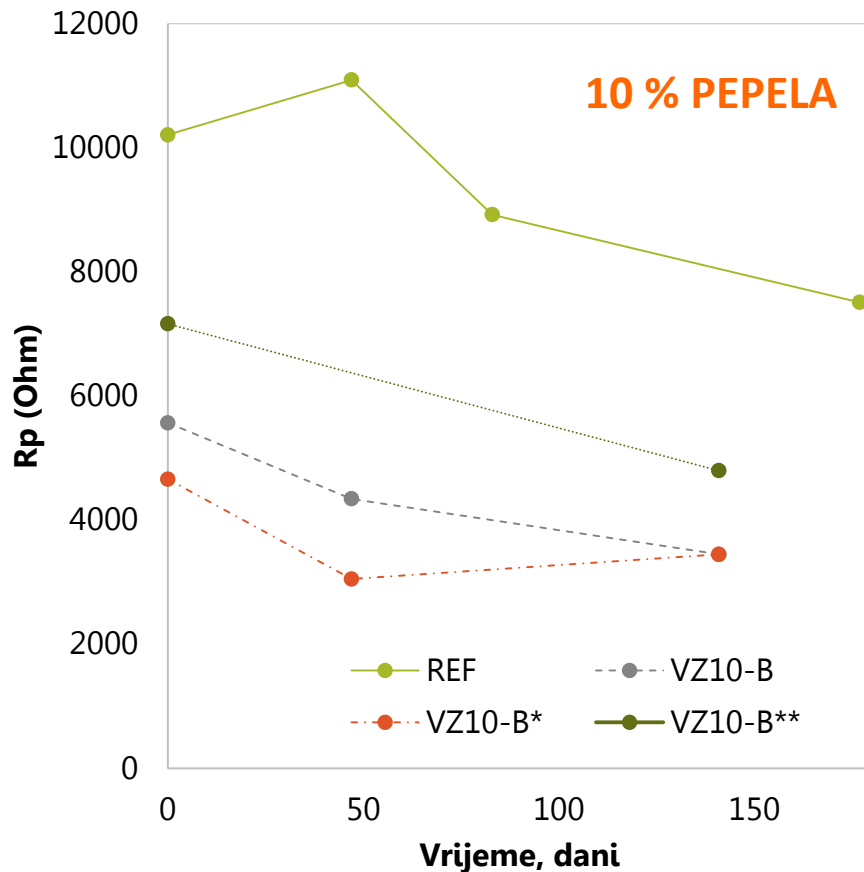
Vrijeme, dani



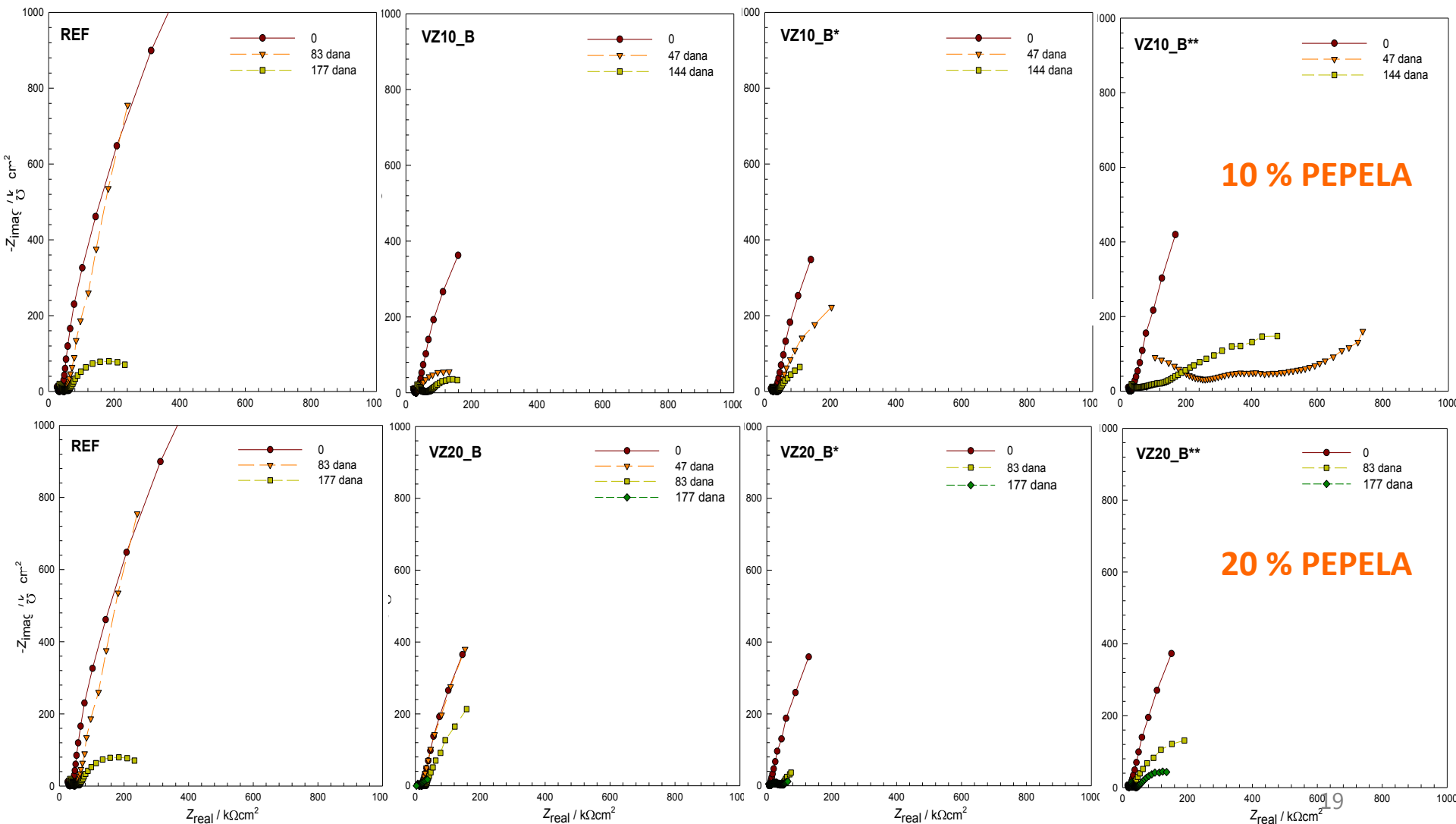
# PROMJENA GUSTOĆE KOROZIJSKE STRUJE ČELIKA



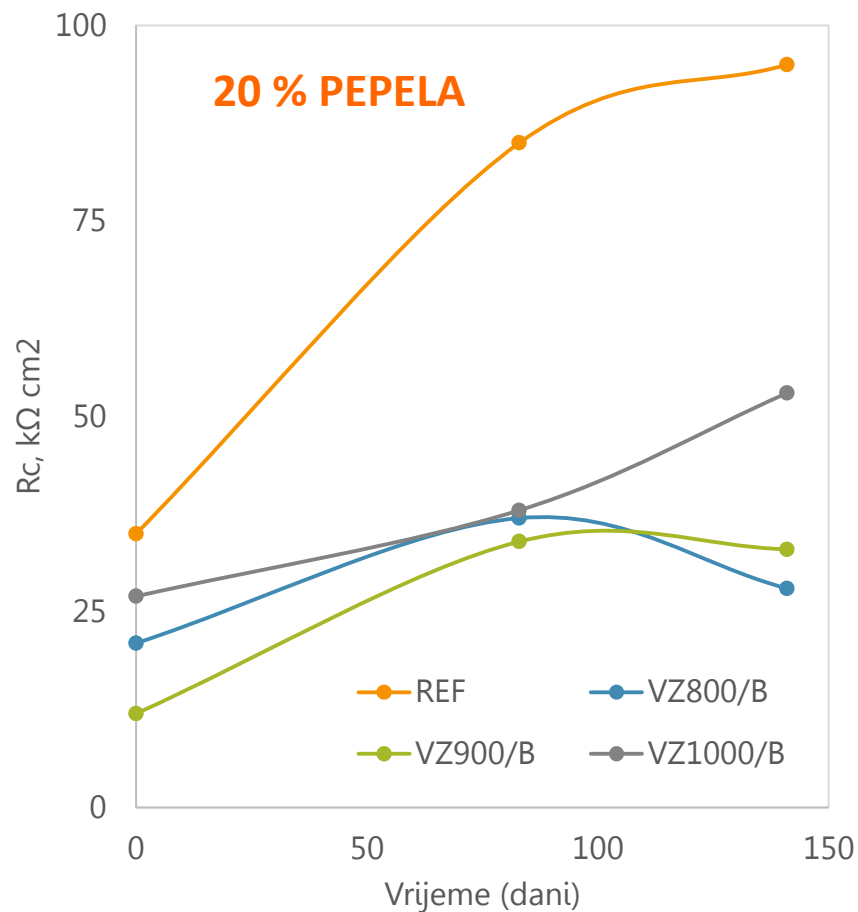
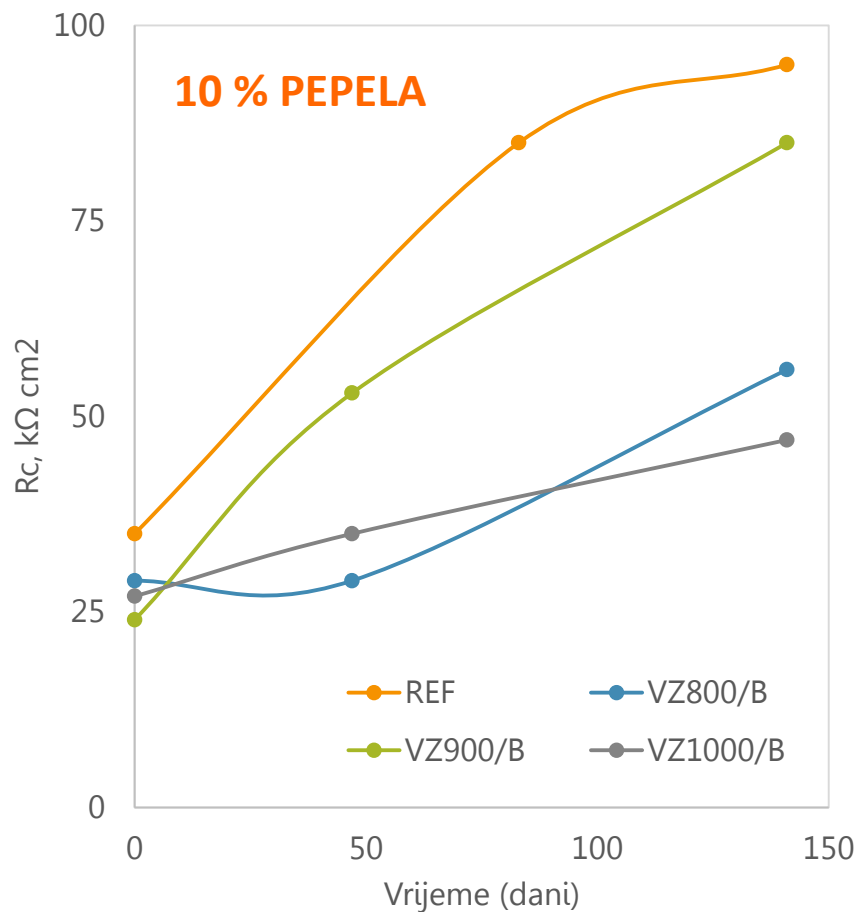
# PROMJENA POLARIZACIJSKOG OTPORA ČELIKA



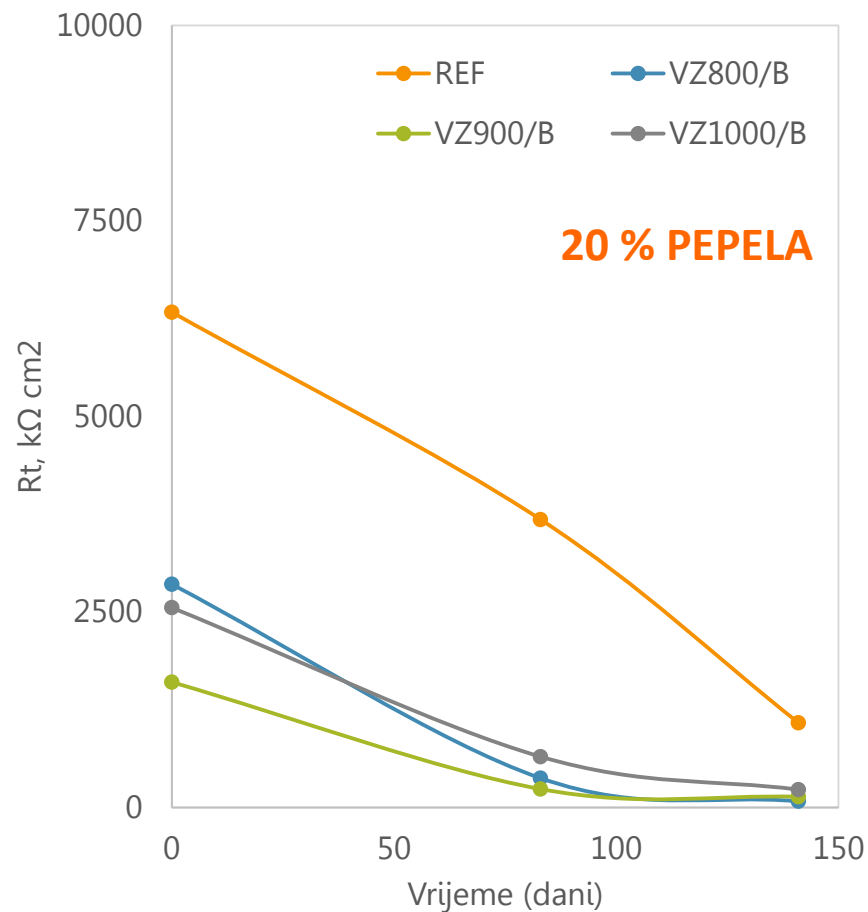
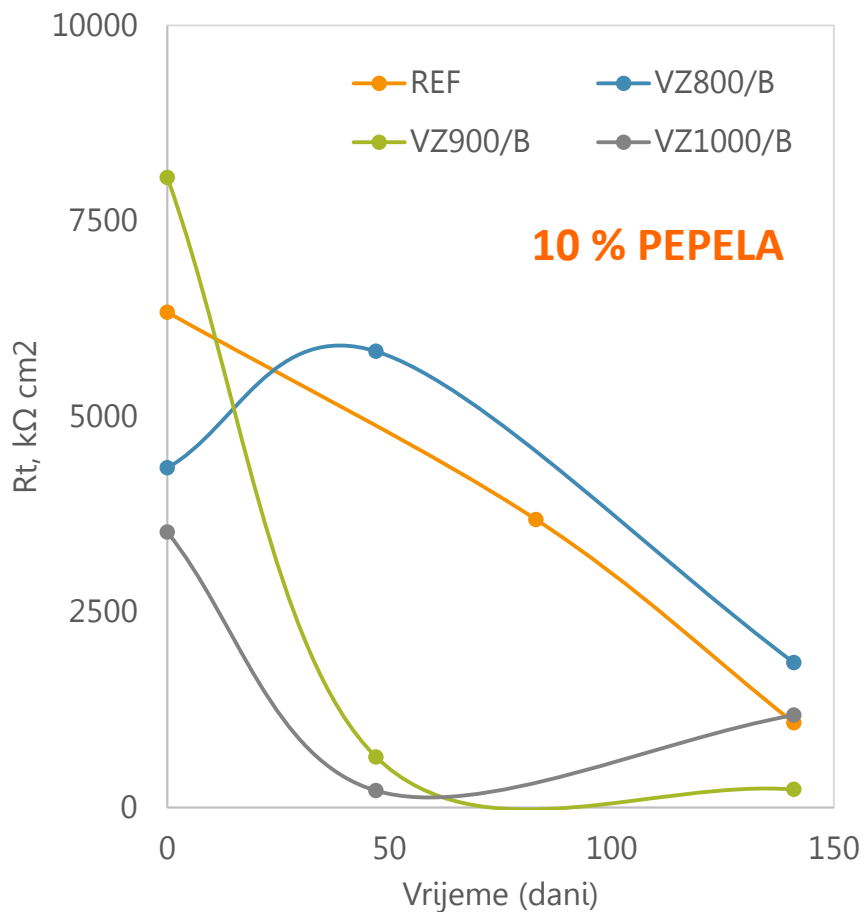
# ELEKTROKEMIJSKI IMPEDANCIJSKI SPEKTRI ARMIRANOG MORTA



# PROMJENA ELEKTRIČNOG OTPORA BETONA PRAĆENA EIS<sub>0M</sub>



# PROMJENA ELEKTRIČNOG OTPORA DVSLOJA PRAĆENA EIS<sub>OM</sub>



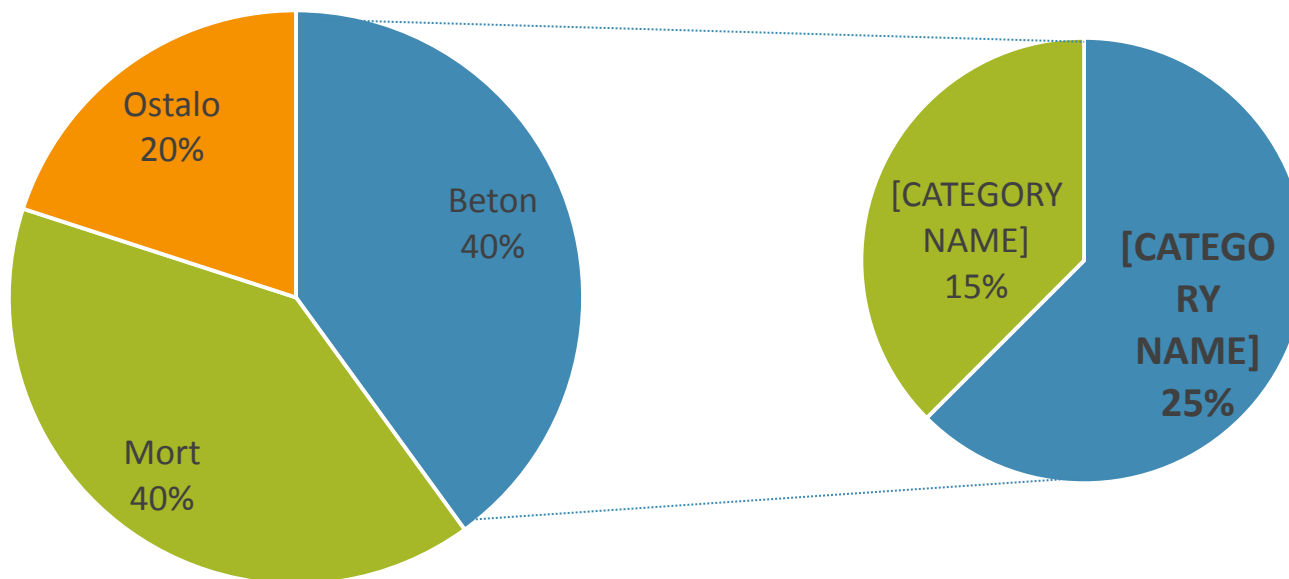
# ZAKLJUČAK

---

- **dodavanjem bilo koje količine pepela** dobivenog na bilo koje tri temperature spaljivanja utječe na određeno  **smanjenje korozijske otpornosti morta u kloridnoj otopini**,
- **smanjenje korozijske otpornosti je manje** značajno u slučaju mješavina s  **dodatkom 10% pepela**, a značajnije u slučaju mješavina s dodatkom 20% pepela,
- **najbližnje ponašanje onom referentnog morta vidljivo je u slučaju 10% dodatka pepela spaljivanog na temperaturi od 800°C**; u slučaju ovog morta korozijski potencijal, struja i otpor ukazuju na korozijsku stabilnost čelika, jednako kao u slučaju referentnog morta,
- u slučaju dodatka 20% pepela vidljiv je značajniji gubitak pasivnosti nakon 50 dana izlaganja kloridnoj otopini,
- usporedbom unutar skupine mortova s dodatkom 10% i 20% pepela moguće je zaključiti da najveću sklonost koroziji pokazuju čelici u mortu s dodatkom pepela spaljenog na temperaturi od 900°C (VZ10-B\* i VZ20-B\*).

# ZAKLJUČAK

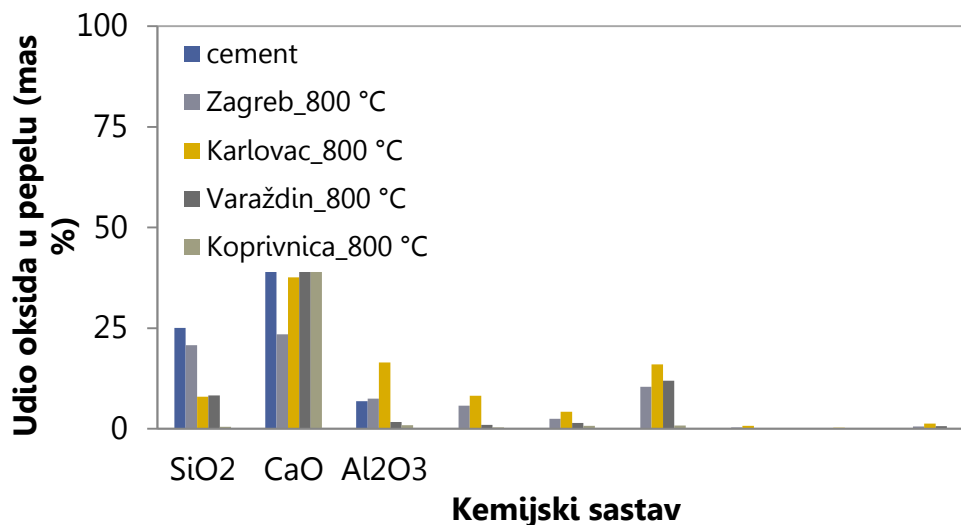
Udio cementa za korištenje u armiranom betonu



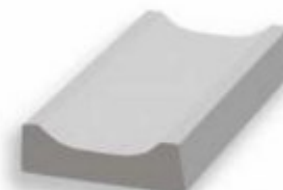
# PILOT PROJEKT

- u suradnji s BETON – LUČKO d.o.o.

Proizvodnja betonskih elemenata korištenih u području hidrotehnike (oblaganje korita vodotoka, odvodnja ....)



50x15x12



50x25x8



49x49x20  
49x49x10



# ZAHVALJUJEM NA PAŽNJI!

---

abaricevic@grad.hr

*Ana*