

ODRŽIVO GOSPODARENJE TLOM

POGODNOST TALA ZA POLJOPRIVREDNU PROIZVODNJU



prof. dr. sc. Vesna Vukadinović

U prirodi postoji veliki broj tala različitih svojstava, nastalih kao rezultat interakcijskog utjecaja pedogenetskih činitelja i djelovanja pedogenetskih procesa.

Postupak sistematskog grupiranja i razvrstavanja tala temeljem zajedničkih svojstava (morfološka, kemijska, fizikalna) naziva se *klasifikacija tala*. Rezultat je klasifikacijski sustav – sistematika tala – pedotaksonomija (grč. *taxis* = red, raspored + *nomos* = zakon).

U vrednovanju i procjeni tla za odabir optimalnog načina korištenja naglasak se stavlja na:

- ograničenja uvjetovana vanjskim obilježjima (morfološka svojstva: reljef, nagib, stjenovitost, skeletnost voda i prirodna dreniranost tla.
- Ograničenja u tlu (dubina, pH, opskrbljenost hranivima, tekstura, struktura, osjetljivost na onečišćenja).

AUTOMORFNA TLA

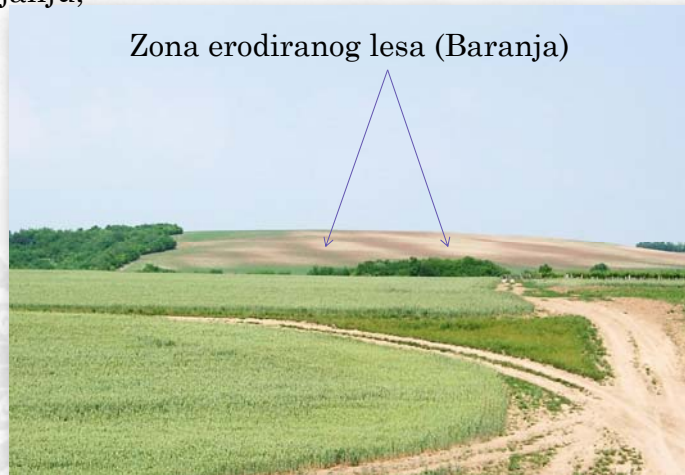
Odjel automorfni tala obuhvaćaju sva tla čiju genezu i evoluciju obilježava vlaženje isključivo atmosferskim talozima pri čemu je perkolacija infiltrirane vode slobodna. Posljedica je izostanak stagniranja vode i suvišnog vlaženja koje bi uzrokovalo redukcijske procese.

SIROZEM (REGOSOL)

Sirozemi su nerazvijena tla. Nastaju erozijom ranije nastalih tala, najčešće na rastresitom matičnom supstratu (eruptivi zrnaste strukture, les, lapori, karbonatni pješčenjaci, kristalasti dolomiti).

Činitelji nastanka:

- ❑ uništavanjem prirodne vegetacije i neracionalnom obradom **Čovjek** u znatnoj mjeri ubrzava procese erozije te se javlja kao dominantan čimbenik u njihovom nastajanju;



- **klima** s povećanom količinom oborina može ubrzati eroziju, - u aridnijim uvjetima moguća je intenzivnija mineralizacija, što omogućava evoluciju u razvijena tla.

Svojstva ovise o prirodi matičnog supstrata:

- a) najpovoljnija fizikalna i mehanička svojstva imaju sirozemi nastali na lesu - dobro aerirana, relativno topla i ocjedita tla s niskim sadržajem organske tvari (<1%);
- b) sirozemi na bazičnim supstratima su neutralne reakcije, a kiseli nastaju na trošini kiselih stijena;
- c) najviše površina zauzimaju silikatno-karbonatni regosoli s 10-20% CaCO_3 i $\text{pH}(\text{H}_2\text{O}) = 7,8-8,5$. U sastavu adsorpcijskog kompleksa ovog podtipa dominiraju Ca^{2+} i Mg^{2+} ioni.

U intenzivnoj poljoprivrednoj proizvodnji to su zemljišta vrlo dobrih proizvodnih sposobnosti:

- rastresiti supstrati omogućavaju nesmetan razvoj korijena;
- fizikalno-mehanička svojstva popravljiva primjenom organskih gnojiva;
- na karbonatnim regosolima je moguća pojava kloroze (imobilizacija željeza zbog debalansa omjera Ca:Mg);



- ❑ prije podizanja plantažnih nasada voćnjaka i vinograda potrebno je provesti protuerozijske zaštitne mjere (terasiranje, zatravljanje međurednog prostora, obrada po izohipsama, malčiranje, konturna obrada i sadnja);
- ❑ u sušnim područjima moguće je navodnjavanje kišenjem na tlima zaštićenim od erozije;
- ❑ rigolanjem sirozema (>60 cm) pri podizanju trajnih nasada nastaju antropogena tla (Rigosoli).

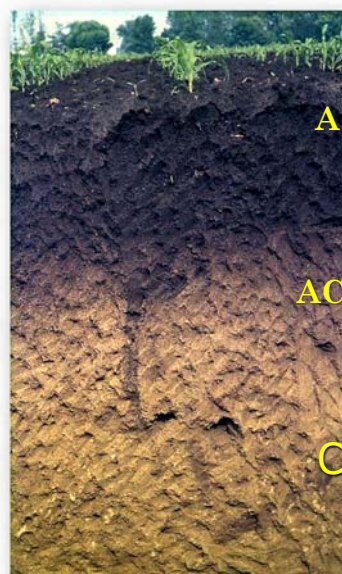


ČERNOZEM

Nastaje u kontinentalnoj (stepska aridna do semiaridna) klimi s hladnim i suhim zimama, vlažnim proljećima te suhim i toplim ljetima.

U našim uvjetima kontinentalne klime (istočna Slavonija) vladaju izvrsni preduvjeti za njegovu genezu (godišnji prosjek: 600-650 mm oborina, temperatura 10-11°C, evaporacija oko 710 mm).

Prirodna vegetacija su trave (stepe), čija velika količina organskih ostataka se u postojećem klimatu akumulira ⇒ crna boja.



Klima je i preduvjet slabe eluvijacije, što znači ispiranje lakotopivih soli, a kalcijevog karbonata samo djelomično. Iz tog razloga nastaju lesne lutke i pseudomicelije CaCO_3 .



Pseudomicelije CaCO_3

Matični supstrat je karbonatni les (20-30% CaCO_3), a rijetko pretaloženi les, aluviji i eolski pijesci.

U tipičnim černozemima nema utjecaja podzemnih voda, koje su na lesnim platoima dubine 10-40 m, a na terasama od 3 do 5 m. U mikrodepresijama je moguće oglejavanje dubljih slojeva, a ako su podzemne vode plitke i zaslanjene, dolazi do zaslanjivanja i alkalizacije.

Tekstura je ilovasta kod černoze na tipičnom lesu (90%), pjeskovito ilovasta kod varijeteta na pijesku ili glinasto-ilovasta (lesne terase ili izluženi varijeteti).

Strukturni agregati su mrvičasti (do 5 mm), stabilni.



- Odnos makro i mikro pora - 3:2.
P (ukupna poroznost) = 50-55%,
Kv (retencijski kapacitet za vodu) = 30-35 %,
Kz (kapacitet za zrak) = 15-20%.
- sadržaj humusa = 2-5%;
 - zasićenost adsorpcijskog kompleksa bazama (Ca^{2+} i Mg^{2+}) je > 80%.
 - biološka aktivnost je dobro izražena.
 - organski oblik *dušika* u sušnim uvjetima je biljkama nepristupačan bez navodnjavanja,
 - *fosfor* u karbonatnoj sredini prelazi u $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, oblik koji je biljkama nepristupačan.

- ❑ sadržaj CaCO_3 kod tipičnog černozema raste s dubinom (4-8% u površinskom, 25-35% u prijelaznom i 20-25 % u matičnom sustratu);
- ❑ izluženi černozem nema CaCO_3 u površinskom sloju, a posmeđeni karbonatan cijelom dubinom profila;
- ❑ $\text{pH}(\text{H}_2\text{O})$ 7,5-8,5 je u karbonatnim černozemima, a u izluženim je $\text{pH}(\text{H}_2\text{O})$ oko 7;
- ❑ CEC je 30-35 mekv 100g^{-1} (dominacija ilita i osrednji sadržaj humusa);



Černozeze je prema fizikalno-kemijskim svojstvima vrlo plodno tlo, međutim u uvjetima niske agrotehnike i semiaridne klime (suša barem jedan mjesec tijekom godine) prinosi znatno variraju.

Intenzivnim korištenjem u proizvodnji hrane, uz relativno nisku agrotehniku, plodnost se smanjuje. Značajno opada sadržaj humusa i hraniva, pogoršava se struktura tla, javlja erozija, a kod nekih varijeteta i plitke podzemne vode.

U intenzivnoj eksploataciji černozeze treba primijeniti:

- ❑ redovnu gnojidbu stajnjakom i plodored s višegodišnjim travama zbog sprječavanja degradacije fizikalnih svojstava te tako usporiti procese mineralizacije organske tvari;
- ❑ produbljivanje oraničnog sloja u kombinaciji s organskom gnojidbom značajno smanjuje opasnost stvaranja "tabana pluga", zbijenost i poboljšava procjeđivanje vode;
- ❑ navodnjavanje, kao efikasnu mjeru u borbi protiv suše.

EUTRIČNO SMEĐE TLO

Tla semiaridnog do semihumidnog područja s prosječnom godišnjom količinom oborina 600-700 mm i srednjom temperaturom 10-12°C.

Geneza je vezana za valovite, brežuljkaste i brdovite reljefne oblike (100-500 m nadmorske visine) na različitim matičnim supstratima: les, ilovasti jezerski i riječni sedimenti, te neutralne i bazične eruptivne stijene.



Prirodna vegetacija su listopadne šumske zajednice. Dobra prirodna drenaža omogućava infiltraciju oborinskih voda u dublje dijelove profila pri čemu na karbonatnim supstratima dolazi do ispiranja CaCO_3 iz soluma u procesu dekarbonatizacije. Na nekarbonatnim supstratima se uslijed ispiranja javlja blaga acidifikacija soluma.

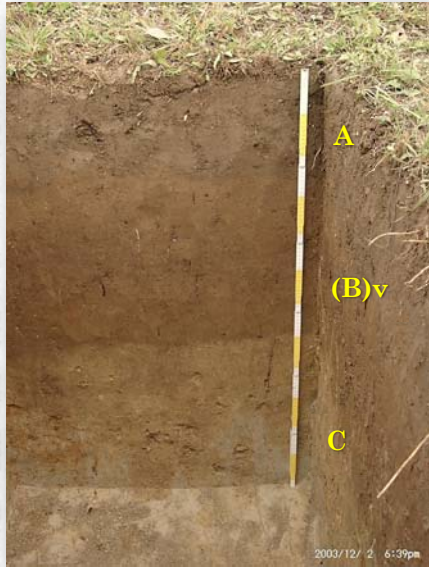
U građi profila jasno se ističe kambični horizont svojom bojom, koja je rezultat pedogenetskog procesa argilosinteze, tj. nastanka sekundarnih alumosilikata.

Intenzitet boje ovisi o količini i stupnju hidratacije oslobođenog željeza.

Kambični, (B)v, horizont



- eutrično smeđa tla su duboka (izuzev skeletnih podtipova), sa solumom debljine 50-100 cm;



- tekstura je ilovasta do ilovasto glinasta u kambičnom horizontu;
- stabilna graškasta do orašasta struktura preduvjet je povoljnih vodno zračnih odnosa cijelom dubinom profila;
- kapacitet za vodu je osrednji s vrijednostima 35-40%;
- poroznost (P) je oko 50%.

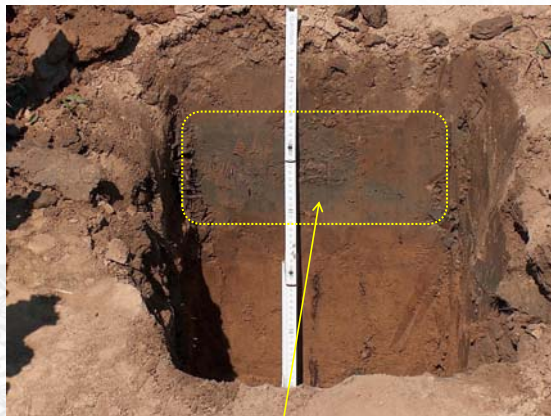
- tla su bogata bazama cijelom dubinom profila;
- reakcija u oraničnom sloju je najčešće neutralna ($\text{pH}(\text{H}_2\text{O}) = 6,5-6,8$), a u podoraničnom se zbog intenzivnog procesa dekarbonatizacije može spustiti i do 5,5;
- sadržaj humusa je u šumskim tlima 2-6 %, a na oranicama svega 1-3%;
- kapacitet adsorpcije kationa ($\text{CEC} = 20-40 \text{ cmol}^{(+)} \text{ kg}^{-1}$);
- biljkama pristupačnog fosfora ima malo, a kalija osrednje;
- biološka aktivnost je izuzetno velika.

Eutrično smeđa tla su dobre do izvrsne plodnosti ovisno o dubini profila, evolucijskoj starosti, stupnju erozije, antropogenom utjecaju i sl.

Najplodniji su podtipovi na lesu i aluvijalnim nanosima.

Mogući problemi u intenzivnoj poljoprivrednoj proizvodnji:

- ❑ pogoršana struktura uslijed neadekvatne obrade,
- ❑ niski sadržaj humusa i hraniva,
- ❑ moguća izražena teksturna diferencijacija unutar profila,
- ❑ manjak vode u sušnim uvjetima i erozija.



Redukcijski uvjeti uslijed teksturne diferencijacije

Mjere popravke ili melioracija:

- ❑ poboljšanje strukture i intenzivna gnojidba organskim gnojivima uz uvođenje u plodored višegodišnjih trava i siderata;
- ❑ intenzivna gnojidba mineralnim gnojivima, naročito dušičnim i fosforim. Kalij treba dodati u većim dozama samo kod uzgoja kaliofilnih biljaka ili u intenzivnoj proizvodnji uz navodnjavanje;
- ❑ produbljivanje oraničnog sloja može se provesti jednokratno miješanjem A i (B) v horizonata uz pojačanu gnojidbu;
- ❑ navodnjavanje;
- ❑ protuerozijske zaštitne mjere za plantažne nasade (terasiranje, konturna obrada, oranje po izohipsama, pravilan plodored, međuredno zatravljanje i dr.).

LESIVIRANO TLO (LUVISOL)

Lesivirana tla nastaju u područjima umjereno tople semihumidne do humidne klime s prosječnom količinom oborina > 650 mm godišnje i srednjom temperaturom zraka 8-11°C.

Matični supstrati su pretežito ilovasti s više od 10% gline ili rahle stijene čijim raspadanjem se može formirati dublji ilovasti profil. To su: les, pleistocenske ilovine, tercijarni jezerski sedimenti lakše teksture, stariji koluvijalni i aluvijalni nanosi.



Reljefni oblici na kojima nastaju su stare riječne i jezerske terase, zatravnjene i blaže valovite forme na nadmorskoj visini 100-700 m.

Prirodna vegetacija su uglavnom iskrčene mezofilne listopadne šume. Za luvisole je karakterističan proces eluvijalno-iluvijalne migracije.

Zona nastanka lesiviranih tala



Suština je ispiranje čestica gline (lesiviranje) zajedno s bazama (Ca^{2+} , Mg^{2+}) gravitacijskim tokovima vode iz humusno akumulativnog (A) i eluvijalnog horizonta (E).

U iluvijalnom (Bt) horizontu dolazi do njihove akumulacije.

- ❑ najbolje uvjete za ukorjenjivanje biljaka imaju luvisoli na lesu (tipični), pleistocenskim ilovinama i silikatnim supstratima;
- ❑ debljina soluma najčešće je u granicama 55-120 cm;
- ❑ prema teksturi površinski horizonti su pjeskovite ili praškaste ilovače, a Bt glinaste ilovače;
- ❑ struktura je stabilna, mrvičasta do orašasta, odnosno grudvasta u Bt. Uslijed intenzivnog lesiviranja eluvijalni (E) horizont može biti bestrukturan.



- ❑ reakcija je umjerena do slabo kisela ($\text{pH}(\text{H}_2\text{O}) = 5,0-6,5$);
- ❑ sadržaj humusa do 2 %;
- ❑ CEC je nizak ($10-20 \text{ cmol}^{(+)} \text{ kg}^{-1}$);
- ❑ opskrbljenost biljkama pristupačnim dušikom i kalijem je osrednja, a fosforom vrlo niska.

Proizvodna sposobnost ovisi o intenzitetu lesiviranja. Ako je:

- a) slabo izražen proces tla su plodnija zbog:
 - mogućnosti zadržavanja vlage i baza u Bt horizontu,
 - manje zbijenosti te lakšeg prodora korijena.
- a) intenziviranje procesa dovodi do:
 - pada sadržaja humusa i stabilnosti strukturnih agregata,
 - pojačanog zbijanja Bt horizonta uz slabu perkolaciju vode,
 - pojačane acidifikacije,
 - ubrzavanja erozije na padinama.

Agrotehničke mjere popravke:

- ❑ duboko oranje (barem do 40 cm), zbog miješanja horizonata, smanjivanja zbijenosti, poboljšanja vodopropusnosti, a dio aktivnih koloida i baza vratit će se u oranični sloj što će usporiti acidifikaciju;
- ❑ preporučljivo je duboko oranje kombinirati s visokim dozama dušičnih i fosfatnih gnojiva (uz kalcizaciju kad je to potrebno), a za neke kulture i kalijevim gnojivima. Kalcizaciju, kao mjeru kemijske popravke, najčešće nije potrebno provoditi;
- ❑ na valovitim se reljefnim oblicima antropogenizacijom potiče erozija, stoga je potrebno na padinama u agrotehniku uključiti i uobičajene protuerozijske mjere.

HIDROMORFNA TLA

Tla s povremenim ili stalnim suficitnim vlaženjem dijela profila ili cijelog soluma. Tijekom prekomjernog vlaženja sve pore su ispunjene stagnirajućom ili sporo pokretnom vodom. Posljedica su redukcijski procesi spojeva željeza, mangana i sumpora, te u konačnici proces oglejavanja.

Voda je nezaslanjena i nealkalizirana, a prema porijeklu može biti:

- a) *oborinska* – zadržava se na teško propusnom horizontu ili unutar soluma. Količina jednaka sumi godišnjih oborina;
- b) *dopunska (dodatna)* – priključuje se oborinskoj vodi, a može biti: slivena, poplavna ili podzemna.

PSEUDOGLEJ

Za pseudoglej je karakteristično postojanje nepropusnog horizonta na dubini 30-40 cm uslijed izražene teksturne diferencijacije profila. Stoga, često dolazi do suficitarnog vlaženja površinskih dijelova soluma stagnirajućom površinskom, najčešće oborinskom vodom i geneze pseudoglejnog (g) horizonta.

Klima je semihumidna i humidna (> 650 mm oborina godišnje), a reljef najčešće blago valoviti.

Geološka podloga su duboki rastresiti sedimenti s prirodnim pokrovom hrastovo-grabovih šuma.



Izmjena i trajanje mokre i suhe faze utječu na proces pseudooglejavanja.

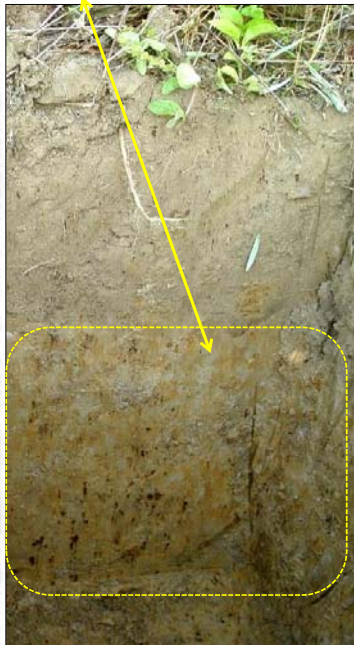
I. mokra faza - tlo je saturirano vodom u periodu zima-proljeće, dominiraju redukcijski procesi (lakopokretljivi, Fe^{2+} i Mn^{2+} spojevi migriraju u dublje dijelove profila);

II. vlažna faza - sadržaj vode je između poljskog vodnog kapaciteta i točke uvenuća;

III. suha faza - sadržaj vode pada ispod točke uvenuća, dominiraju oksidacijski procesi, a reducirane forme željeza i mangana prelaze u oksidirane te se talože u vidu konkreција tamnosmeđe do crne boje.

Nema oštre podjele na oksidacijski i redukcijski horizont već nastaje morfološki specifičan *pseudoglejni* horizont (mramorirani izgled) kao posljedica naizmjeničnog smjenjivanja mokre i suhe faze.

Mramorizacija



Tekstura površinskih horizonata je praškasta ilovača (>40% praha), a pseudoglejnog glinasta ilovača.

Struktura je slabo izražena zbog čega se površinski sloj vrlo često u mokroj fazi pretvara u kašastu masu, koja isušivanjem postaje tvrda i vrlo kompaktna.

Sadržaj humusa je 1-3%.

Reakcija tla je slabo do umjereno kisela ($\text{pH}(\text{H}_2\text{O}) = 5-6$).

Zasićenost bazama je <50% zbog čega su pseudogleji loš izbor za uzgoj npr. šećerne repe, lucerne i sl.

Zona pseudogleja



Pseudogleji su siromašni fosforom zbog njegove kemijske fiksacije.

Opskrbljenost kalijem je najčešće <10 mg 100g⁻¹ tla (prema AL metodi).

Proizvodna sposobnost prirodnih, neuređenih, pseudogleja je niska. Obično se koriste u ratarskoj proizvodnji. Prinosi su promjenjivi jer ovise o količini i rasporedu oborina te primijenjenoj agrotehnici.

U intenzivnoj proizvodnji (voćarstvo i vinogradarstvo) uz melioracijsku gnojidbu i druge popravke prije zasnivanja nasada, produktivnost značajno raste.

- ❑ problem suvišnih površinskih oborinskih voda može se riješiti kombinacijom baulacije, drenažnih kanala i rigolanja minimalno na dubini 50-70 cm;
- ❑ dubokim oranjem ili rigolanjem produbljuje se antropogeni (P) horizont što povećava vodopropusnost, poroznost, kapacitet za zrak i ubrzava aeraciju;
- ❑ melioracijska gnojidba fosforom i kalijem uz kombinaciju s organskom gnojidbom (stajnjak) i kalcizacijom (unošenje kalcija radi povišenja pH-vrijednosti);



Rigolanje pseudogleja

- ❑ podrivanje, krtičenje ili postavljanje cijevne drenaže;
- ❑ protuerozijske mjere: terasiranje, zatravljivanje u plantažnim nasadima, konturna obrada i sadnja.

RITSKA CRNICA

Ritske crnice su duboka tla, rijetko plića od 150 cm.

Njihov nastanak je vezan za doline velikih rijeka, reljefne depresije, ritove i dijelove riječnih terasa u kojima je oscilacija razine podzemnih voda ovisna o riječnim vodotocima.

Matični supstrat su različiti fluvijativni nanosi, pretaloženi les i eolski pijesci.

Amplituda kolebanja podzemne vode je vrlo velika (od površine do minimalno 150 cm) što rezultira izmjenama aerobnih i anaerobnih uvjeta.



- humusno akumulativni horizont (A) je dubine 50-70 cm, a ponekad i do 100 cm;
- A horizont je je crne boje i sitno grudvaste do grudvaste strukture (karbonatni podtipovi) ili naglašene sive nijanse i poliedrične strukture (nekarbonatni podtipovi);



- glinasta tekstura je (30-40 % gline); uzrokom narušenih vodnozračnih odnosa, jer se voda vrlo sporo procjeđuje, a i količina krupnih pora je mala;
- toplinski režim je nepovoljan (hladna tla);
- kod teksturno najtežih varijanti (40-50% gline) točka uvenuća je visoka (~ 25%), a propusnost za vodu izrazito niska;
- $\text{pH}(\text{H}_2\text{O}) = 7-8,5$;

- vrijednosti KIK-a su visoke (20-50 $\text{cmol}^{(+)} \text{kg}^{-1}$), a zasićenost bazama iznad 85 %;
- vrlo dobro su opskrbljene dušikom i biljkama pristupačnim kalijem, a srednje fosforom.

Produktivnost ritskih crnica je vrlo dobra, a većina poljoprivrednih površina pod ovim tlima je meliorirana.

Mjere popravke su:

- zaštita od poplava,
- odvodnja,
- pravilna agrotehnika (duboka obrada, obrade oko donje granice plastičnosti, borba protiv korova, gnojidba mineralnim gnojivima, naročito fosfornim),
- popravak fizikalnih svojstava,
- u sušnim godinama navodnjavanje (ili ubacivanje vode pumpama u otvorenu kanalsku mrežu).

MOČVARNO-GLEJNO TLO (EUGLEJ)

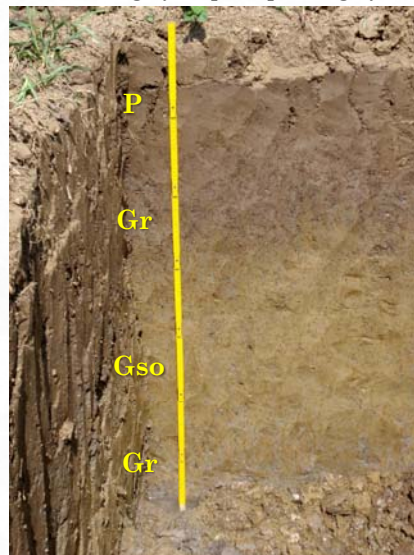
Pedogeneza eugleja se odvija na najnižim pozicijama riječnih terasa i u negativnim reljefnim formama s plitkom podzemnom vodom (< 80 cm od površine).

Osnovna obilježja su:

- jasno izraženi znaci hidromorfizma u humusno akumulativnom horizontu (A);
- diferencijacija glejnog horizonta na oksidacijski (Gso) i redukcijski (Gr) pothorizont.

U profilu se uočavaju tri zone.

Močvarno glejno, podtip amfiglej



- a) donja zona (Gr) – konstantno zasićena vodom, redukcijski procesi;
- b) u srednjoj zoni (Gso) oscilira razina podzemne vode, dominiraju procesi oksido-redukcije;
- c) u gornjoj zoni (Aa) velika količina organskih ostataka hidrofilne vegetacije se razgrađuje u jako vlažnim uvjetima i stvara hidromorfni ili močvarno-barski humus. Debljina do 50 cm.

Zone eugleja na oranici



Prirodna vegetacija je hidrofilna (šume hrasta lužnjaka, brijesta, jasena, topole; livadsko-barske trave).

Močvarno glejna tla dijele se na podtipove na temelju porijekla suvišne vode.

1. Hipoglej - oglejavanje podzemnom vodom,
2. Epiglej - oglejavanje površinskim, pretežno poplavnim vodama, koje stagniraju unutar 1 m u profilu i
3. Amfiglej - suvišno vlaženje podzemnom i poplavnom vodom, a međusloj je slabije oglejen.

Svojstva močvarno glejnih tala:

- teži mehanički sastav kod većine eugleja znači i nepovoljna fizikalna svojstva (povećana zbijenost, plastičnost, ljepljivost i kontrakcije pri sušenju);
- duboki solum, orašasta ili poliedrična strukture;
- sadržaj humusa se kreće 3-6 % kod mineralnih, 10-30 % kod humoznih formi;
- većinom su nekarbonatna tla s reakcijom od slabo kisele do slabo alkalne.

Močvarno glejno, podtip amfiglej



- CEC (KIK) je 20-40 $\text{cmol}^{(+)} \text{kg}^{-1}$, a zasićenost bazama 80-90% s dominacijom iona Ca^{2+} ;
- opskrbljenost fosforom je niska, pošto u anaerobnim uvjetima prelazi u netopive Fe(II) fosfate;
- kalija ima dovoljno.

Euglej, podtip epiglej



Proizvodna sposobnost močvarno glejnih bez melioracijskih zahvata je niska te je njihovo korištenje ograničeno na košnju trske i rogoza ili kupljenje nekvalitetnog sijena s vlažnih livada. Stoga je za njihovu popravku potrebno provesti niz melioracijskih zahvata:

- ❑ hidrotehničke mjere:
 - spuštanje razine podzemnih voda (otvorena kanalska mreža ili drenaža),
 - podizanje nasipa radi sprječavanje poplava;
 - navodnjavanje ljeti u sušnim područjima, nakon prevedene odvodnje suvišne vode.
- ❑ duboka obrada, kojom se intenziviraju procesi oksidacije i mineralizacije organske tvari;
- ❑ melioracijska gnojidba povećanim dozama fosfornih i dušičnih gnojiva.