

POGLAVJE 8 – Hidrodinamika in namakalni sistemi

Gravity irrigation: <https://www.youtube.com/watch?v=KCcmma96Oycn>

Nelson irrigation valve: <https://www.youtube.com/watch?v=tImDAaldjSo>

1. Tlak

V mirujoči tekočini tlak opišemo z enačbo: $p(h) = p_0 + \rho gh$

$p_0 = 1013 \text{ mbar}$ je normalni zračni tlak na morski gladini

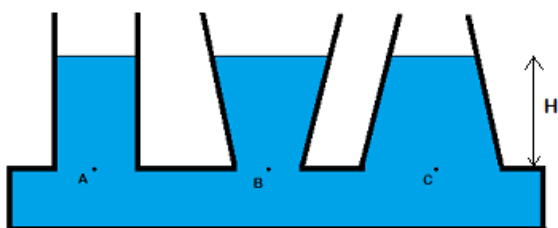
V globljih delih tekočine je tlak večji zaradi teže tekočine zgoraj.

V tekočinah deluje t.i. Pascalov zakon:

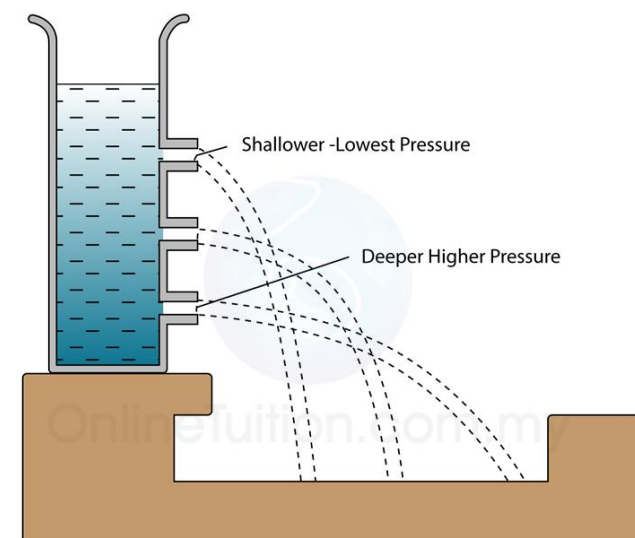
Pascalov zakon, imenovan po francoskem matematikom in fiziku Blaiseu Pascalu, je temeljni zakon hidrostatike, ki opisuje vedenje tekočin v zaprtih sistemih. Ta zakon pravi:

"Tlak, ki ga povzroča zunanja sila na tekočino v zaprti posodi, se enakomerno porazdeli v vse smeri po tekočini."

Pascalov zakon je ključnega pomena za razumevanje mnogih naravnih pojavov in za razvoj tehnologij, ki temeljijo na prenosu tlaka v tekočinah.



hidrostatični paradoks



2. Masni in prostorninski tok

Sprememba mase v enoti časa se imenuje **masni pretok**:

$$\Phi_m = \frac{\Delta m}{\Delta t} \left[\frac{kg}{s} \right]$$

Sprememba volumna v enoti časa se imenuje **volumski pretok**:

$$\Phi_v = \frac{\Delta V}{\Delta t} \left[\frac{m^3}{s} \right]$$

Masni in volumski pretok **sta povezana** z enačbo:

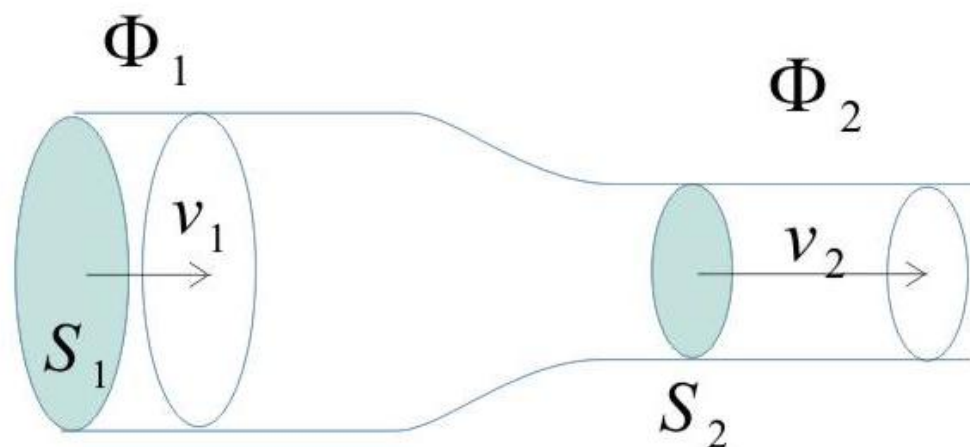
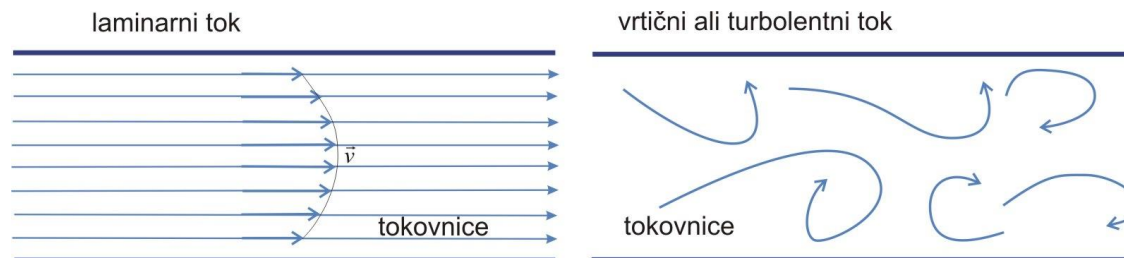
$$\Phi_m = \rho \Phi_v$$

Uporabna je tudi sledeča enačba:

$$\Phi_v = S v$$

Volumski pretok je premo-sorazmeren s presekom in hitrostjo.

Flow vs pressure: <https://www.youtube.com/watch?v=Upx-ecYwCLw>
Documentary: <https://www.youtube.com/watch?v=Zkun0JO-fxY>



3. Delo tlaka

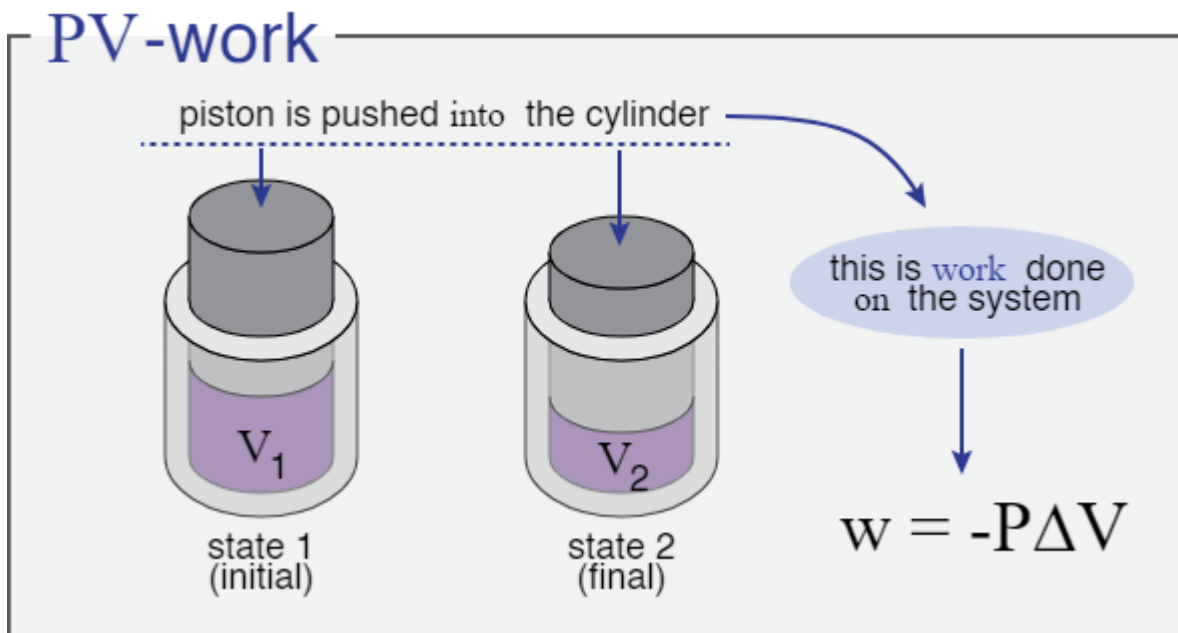
$$\Delta A = F s = p S \Delta s = p \Delta V.$$

$$P = p \frac{\Delta V}{\Delta t} = p \Phi_v.$$

$$p = \rho g h + p_0.$$

Moč je premo-sorazmerna s pretokom in tlakom.

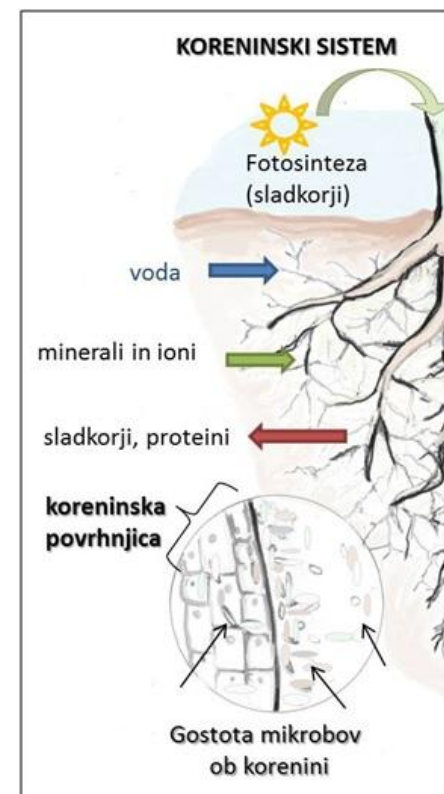
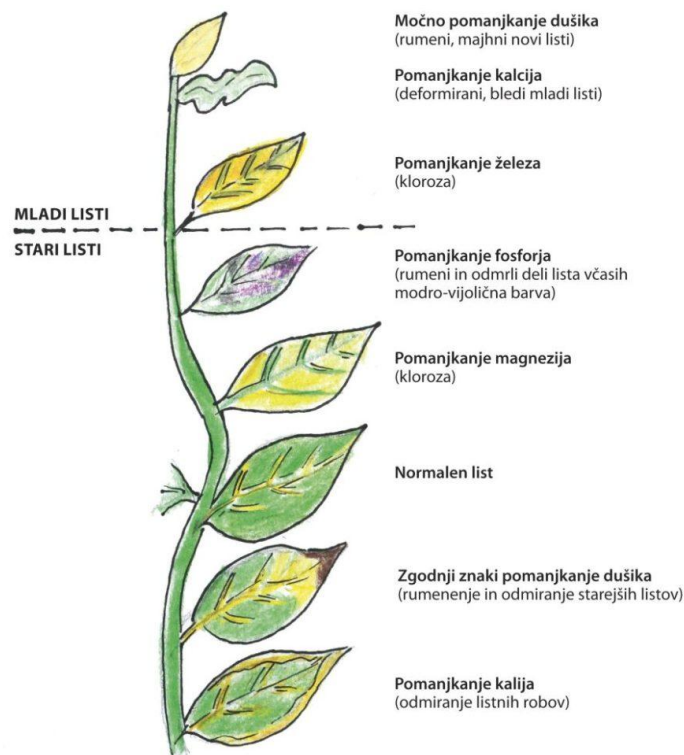
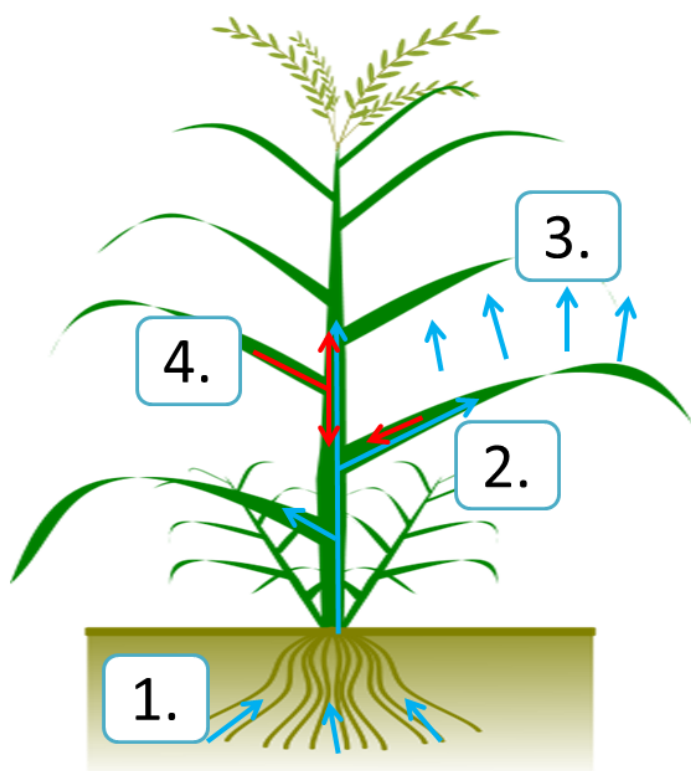
To pomeni, čim večji padec (višino hidroelektrarne) in čim večji pretok.



Osnove namakanja in pomen vode v kmetijstvu

Vloga vode pri rasti rastlin <https://www.youtube.com/watch?v=5rLTtkCCdTE>

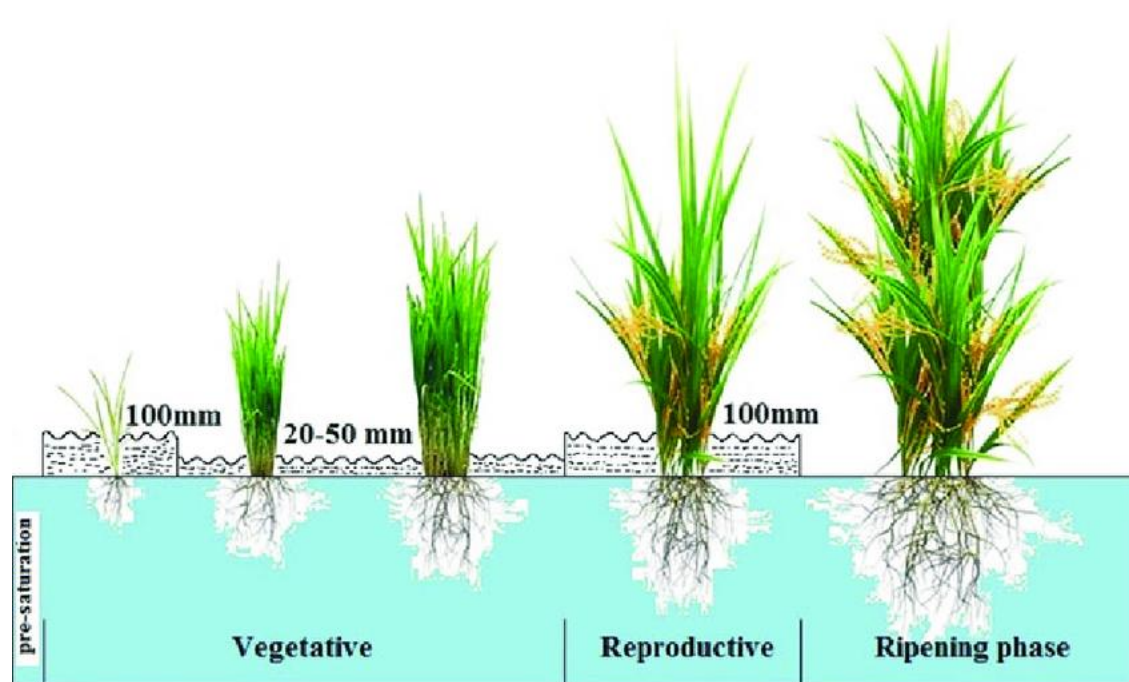
Voda je ključna sestavina v rastlinskem življenju, saj sodeluje pri vseh fizioloških procesih rastlin. Njena glavna funkcija je omogočanje **fotosinteze**, kjer rastline s pomočjo svetlobe in vode proizvajajo hranila. Poleg tega je voda ključna za **transport hranil** iz tal v rastlinske celice in za **hlajenje rastlin** preko transpiracije. Pomanjkanje vode lahko vodi do upočasnjene rasti, zmanjšanega pridelka in v skrajnih primerih do odmiranja rastlin.



Potrebe rastlin po vodi glede na razvojne faze

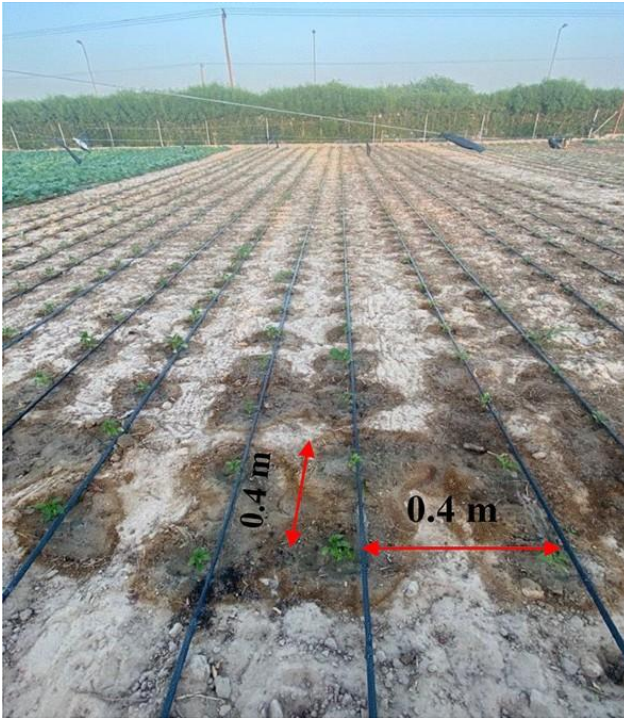
Potrebe rastlin po vodi niso enake skozi celoten rastni cikel.

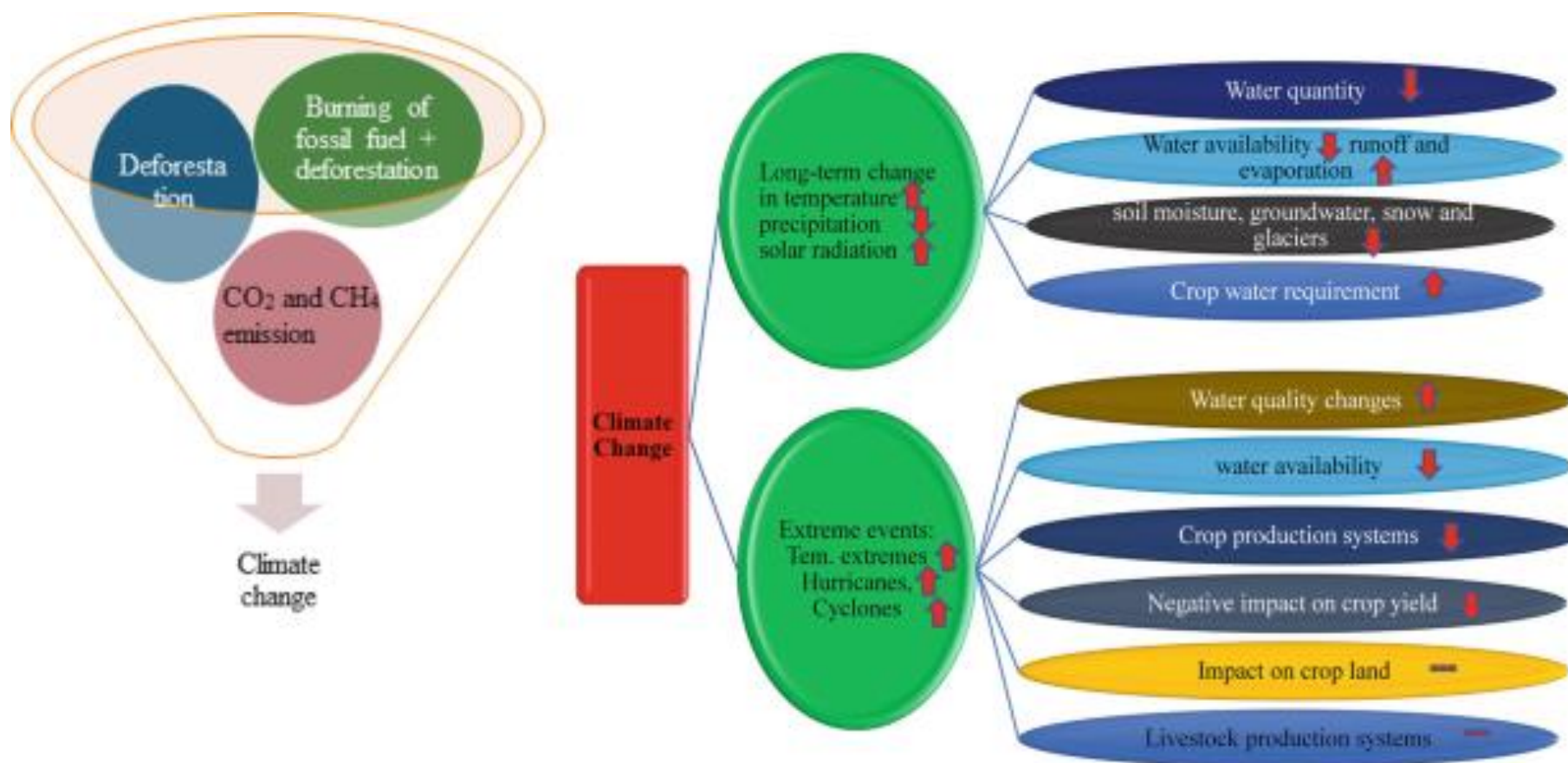
- V začetnih fazah rasti (**kalitev in razvoj koreninskega sistema**) rastline potrebujejo manj vode, saj je pomembnejša stabilna vlažnost tal.
- Med **vegetativno rastjo** in **cvetenjem** se potrebe po vodi povečajo, saj rastlina intenzivno raste in razvija cvetove, plodove ali semena.
- V **fazi zorenja plodov** pa nekatere kulture potrebujejo manj vode, saj prekomerno namakanje lahko negativno vpliva na kakovost pridelka.



Vpliv podnebja in tal na potrebe po namakanju

Podnebni dejavniki, kot so **temperatura**, **padavine**, **vlažnost zraka** in **hitrost vetra**, močno vplivajo na potrebe rastlin po vodi. V sušnih in vročih obdobjih se potrebe po namakanju povečajo, saj rastline izgubljajo več vode zaradi transpiracije. Tudi **tip tal** vpliva na zadrževanje vode – peščena tla slabo zadržujejo vodo in jo je treba pogostejše namakati, medtem ko ilovnata in glinena tla zadržijo več vlage in potrebujejo manj pogosto, a globlje namakanje.





Effects of Climate Change on Irrigation Water Quality

Trajnostna raba vodnih virov v kmetijstvu

<https://www.youtube.com/watch?v=gtvK7TCInNQ>

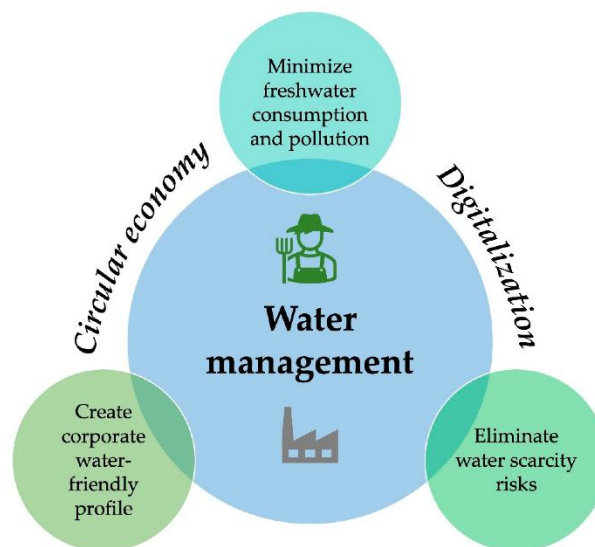
<https://www.youtube.com/watch?v=JrDxPWZSE2U>

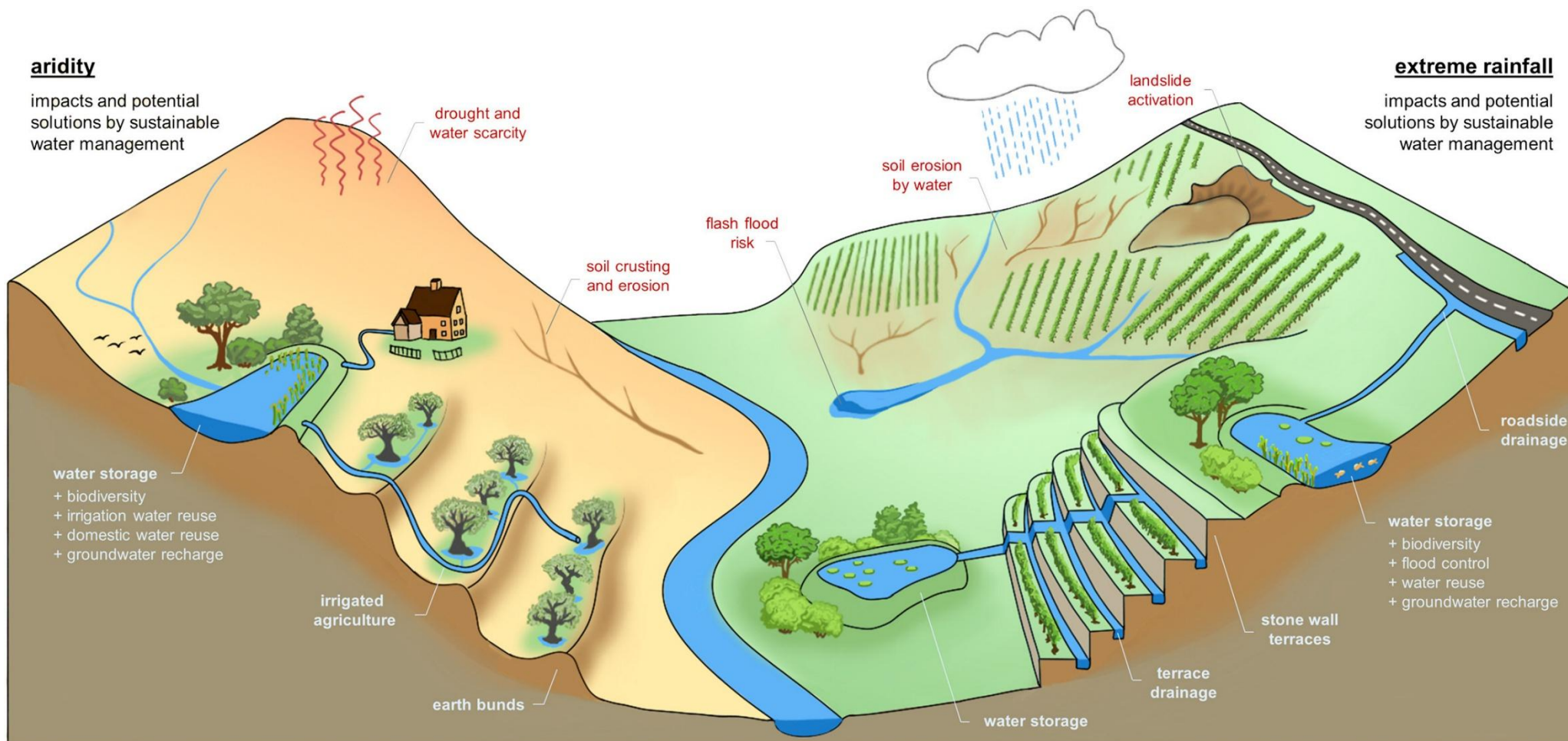
<https://www.youtube.com/watch?v=G6d4PkEEyC0>

V luči podnebnih sprememb in vedno večjih težav s sušo postaja učinkovita uporaba vode v kmetijstvu nujna. Trajnostni pristopi vključujejo:

- **Uporabo sodobnih namakalnih sistemov**, ki zmanjšujejo izgube vode (kapljično namakanje, pametni namakalni sistemi).
- **Ohranjanje talne vlage** s pravilnimi kmetijskimi praksami (npr. zastiranje tal, setev pokrovnih rastlin).
- **Zajemanje in shranjevanje deževnice** za uporabo v sušnih obdobjih.
- **Uporabo digitalnih orodij in senzorjev**, ki omogočajo natančno določanje potreb rastlin po vodi.

S pravilnim načrtovanjem in uporabo namakalnih sistemov lahko kmetje povečajo produktivnost in hkrati zmanjšajo negativen vpliv na okolje.





Odvisnost namakalnega sistema od podnebnih dejavnikov

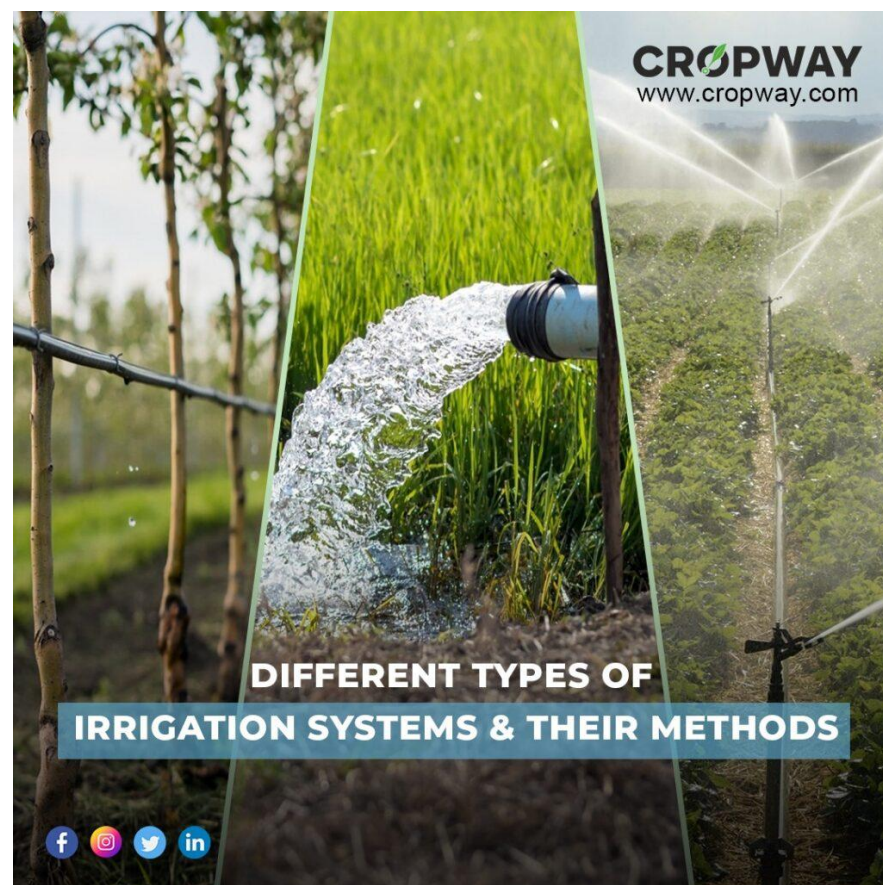
Vrste namakalnih sistemov in njihova uporaba

https://www.youtube.com/watch?v=Lm4p_ZfZGhk

<https://www.youtube.com/watch?v=Z9HAY9EYKks&t=233s>

Različne vrste namakalnih sistemov omogočajo učinkovito oskrbo rastlin z vodo, pri čemer se izbira sistema prilagaja glede na tip tal, podnebje, vrsto pridelka in razpoložljivost vodnih virov. Med najpogostejše uporabljene namakalne sisteme v kmetijstvu sodijo:

- površinsko namakanje,
- podzemno namakanje,
- kapljično namakanje,
- namakanje s škropilniki,
- avtomatizirani pametni namakalni sistemi.



Površinsko namakanje

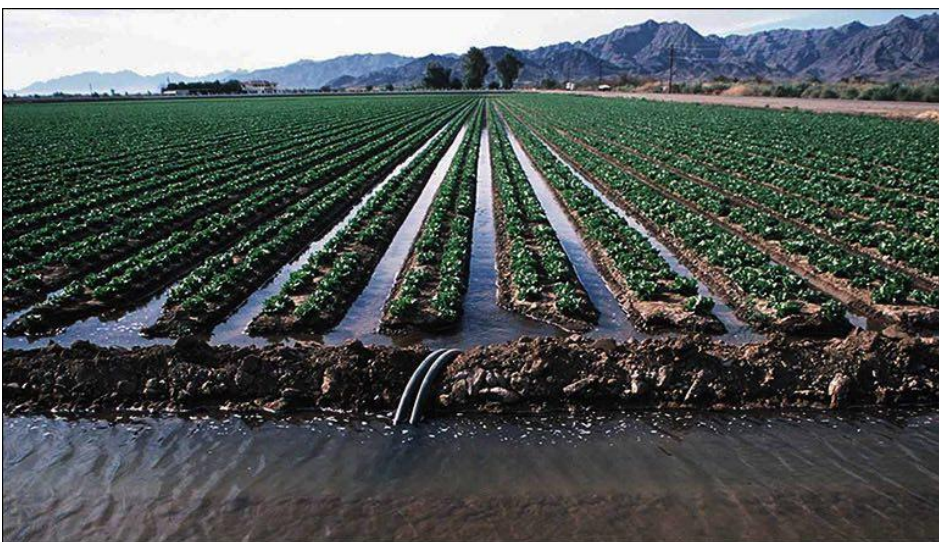
Površinsko namakanje je najstarejša in najpreprostejša metoda, kjer se voda razporeja neposredno po površini tal.

Najpogostejše oblike so:

- **Poplavno namakanje** – celotna površina njive se poplavi z vodo, ki pronica v tla. Uporablja se pri rižu in drugih kulturah, ki prenašajo stoječo vodo.
- **Brazdno namakanje** – voda se dovaja v plitve brazde med vrstami rastlin. Pogosto se uporablja pri vrstnih kulturah, kot so koruza, krompir in paradižnik.
- **Terasasto namakanje** – prilagojeno strmim terenim, pri čemer se voda zadržuje na ravnih terasah.

Prednosti: nizki stroški in enostavna izvedba.

Slabosti: visoke izgube vode zaradi izhlapevanja in pronicanja ter manjša učinkovitost porabe vode.



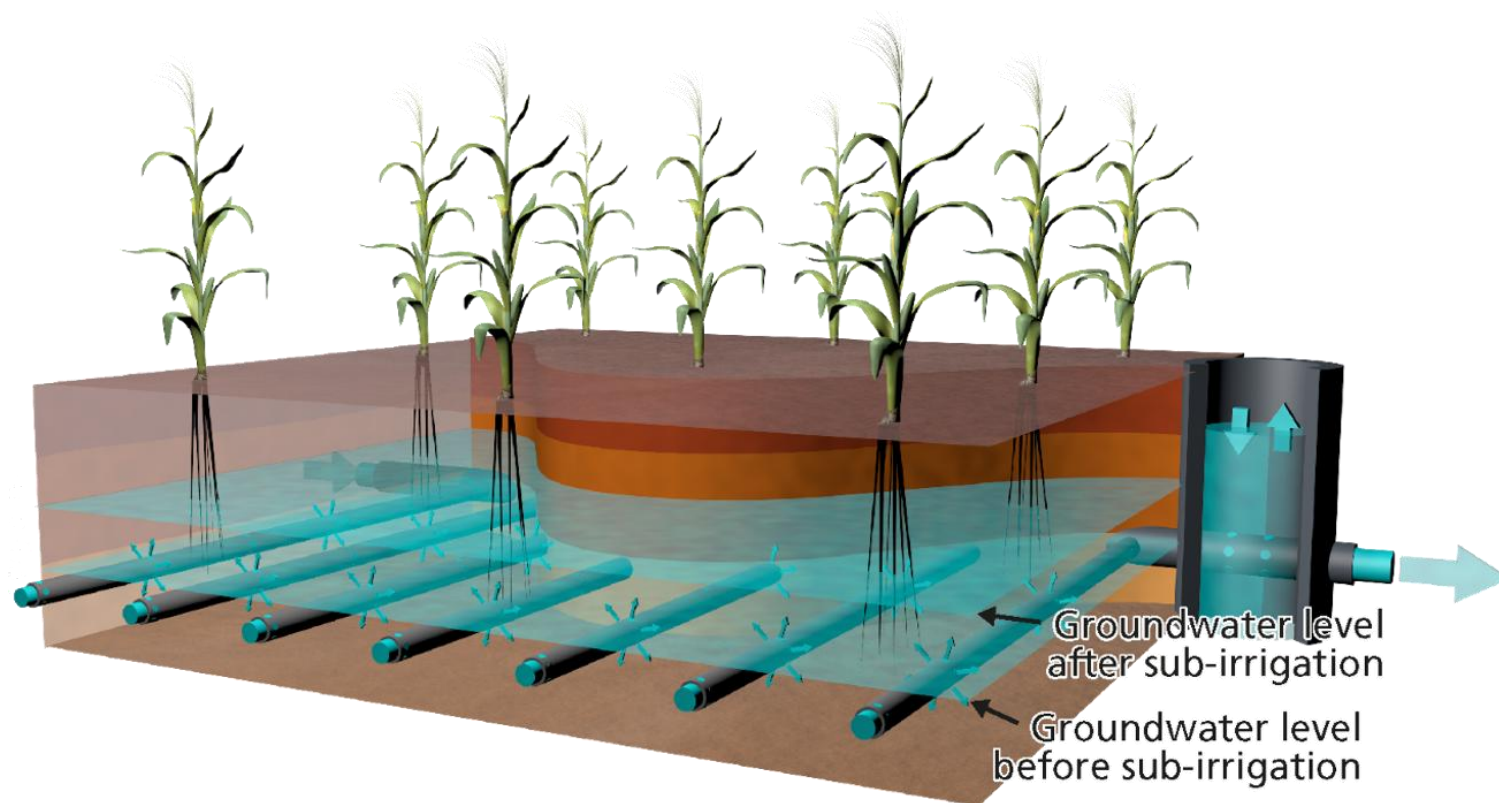


Podzemno namakanje

Pri podzemnem namakanju se voda dovaja skozi sistem cevi ali drenažnih kanalov pod površjem tal, kar omogoča neposredno oskrbo korenin z vodo. Ta metoda se uporablja predvsem pri trajnih nasadih (sadovnjaki, vinogradi).

Prednosti: zmanjšana izguba vode, manjše izhlapevanje, manjša poraba vode.

Slabosti: visoki začetni stroški, možnost zamašitve cevi, potreba po strokovnem načrtovanju.

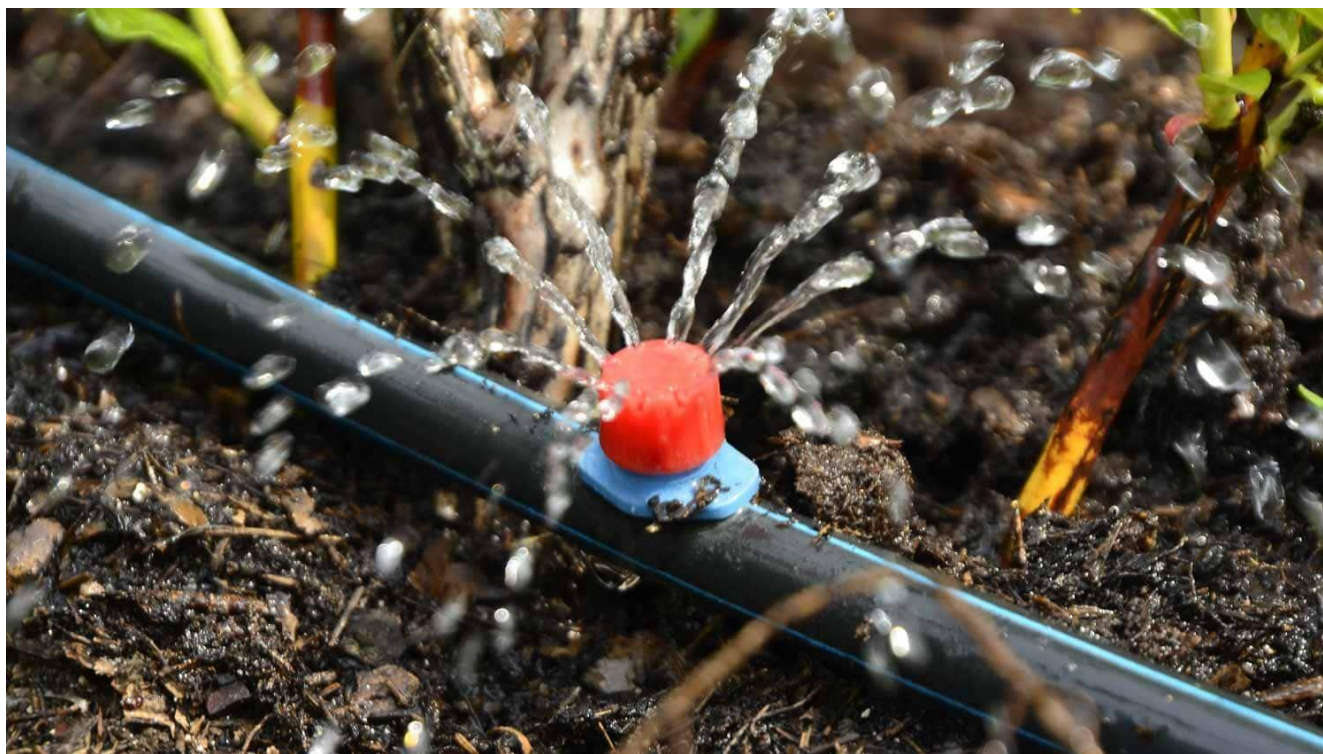


Kapljično namakanje

Kapljično namakanje je ena izmed najbolj učinkovitih metod, kjer se voda dovaja neposredno do korenin rastlin s pomočjo kapljalnikov, ki so nameščeni vzdolž namakalnih cevi. Sistem se pogosto uporablja pri zelenjavnih kulturah, jagodičevju in v rastlinjaki.

Prednosti: zelo nizka poraba vode, enakomerna oskrba rastlin, zmanjšano izhlapevanje, zmanjšano spiranje hranil.

Slabosti: višji začetni stroški, možnost zamažitve kapljalnikov, potreba po filtraciji vode.



Namakanje s škropilniki

Pri tej metodi se voda razpršuje po površini v obliki dežja s pomočjo škropilnikov. Uporablja se za številne kulture, vključno s travniki, žiti in zelenjavo. Obstajajo različne izvedbe, kot so fiksni, premični in vrtljivi škropilniki.

Prednosti: enakomerno pokrivanje površine, primerno za različne tipe tal, dobra kontrola namakanja.

Slabosti: velika odvisnost od vetra (možnost neenakomernega namakanja), višja poraba vode v primerjavi s kapljičnim namakanjem.



Avtomatizirani in pametni namakalni sistemi

Sodobna tehnologija omogoča avtomatizacijo namakanja s pomočjo senzorjev vlage v tleh, meteoroloških podatkov in računalniških sistemov. Ti sistemi lahko vključujejo:

- **Senzorje vlage in temperature tal**, ki natančno določajo potrebo po vodi.
- **Pametne kapljične ali škropilne sisteme**, ki prilagajajo količino vode glede na vremenske razmere.
- **Daljinsko upravljanje preko mobilnih aplikacij** za optimizacijo uporabe vode.

Prednosti: natančno doziranje vode, zmanjšanje stroškov dela, optimalna poraba vode.

Slabosti: visoki začetni stroški, potreba po tehničnem znanju za upravljanje sistema.



Vpliv namakanja na okolje

- Prekomerno namakanje povzroča zaslanjevanje tal.
- Lahko vodi do erozije in zmanjšanja rodovitnosti tal.
- Pametno upravljanje zmanjšuje izgube in ščiti podtalnico.
- **Slika:** Primer zaslanjenih tal zaradi nepravilnega namakanja.



Trajnostne rešitve v namakanju

- Uporaba reciklirane vode in deževnice.
- Integracija obnovljivih virov energije (sončne črpalke, vetrna energija).
- Optimizacija sistemov za zmanjšanje porabe vode.
- **Slika:** Sončne plošče za pogon črpalke v namakalnem sistemu.



Prihodnost namakanja

- Razvoj AI in IoT za optimizacijo namakanja.
- Napredni materiali za cevi in filtre.
- Prilagajanje podnebnim spremembam z natančnim upravljanjem vodnih virov.
- **Slika:** Vizija prihodnjih pametnih kmetij s senzorji in avtomatizacijo.

