

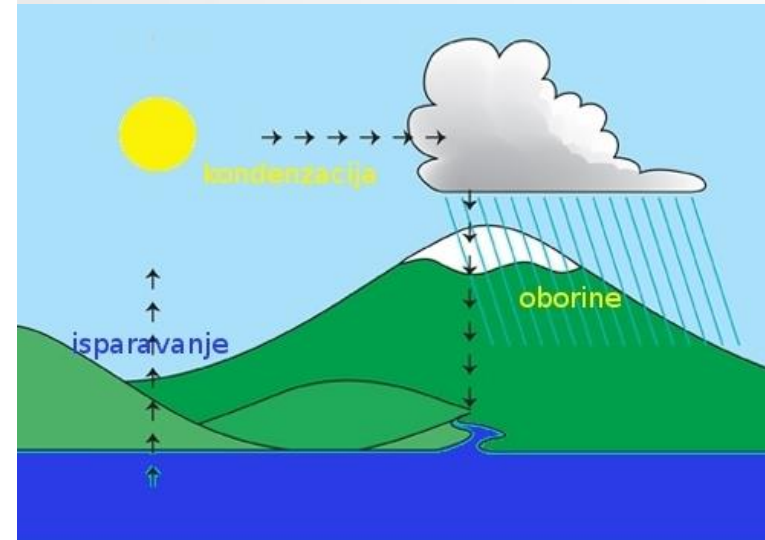
ПРЕДАВАЊА ИЗ ЕКОКЛИМАТОЛОГИЈЕ



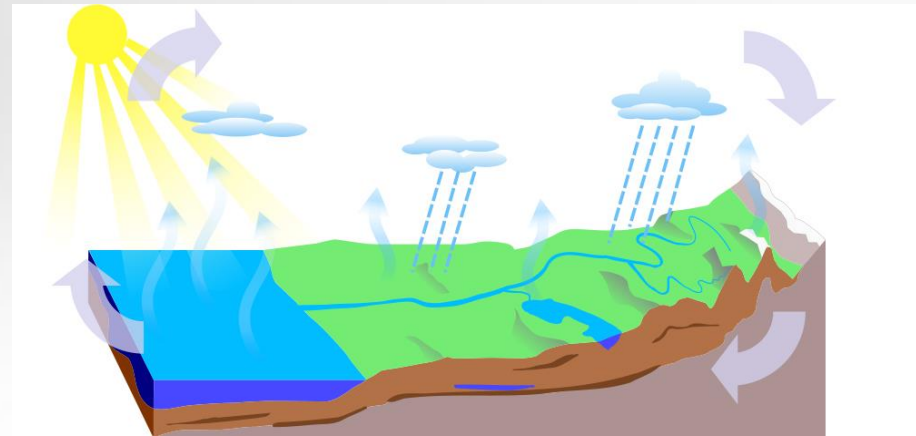
ИСПАРАВАЊЕ

Проф. др Бранислав Драшковић

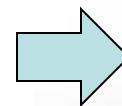
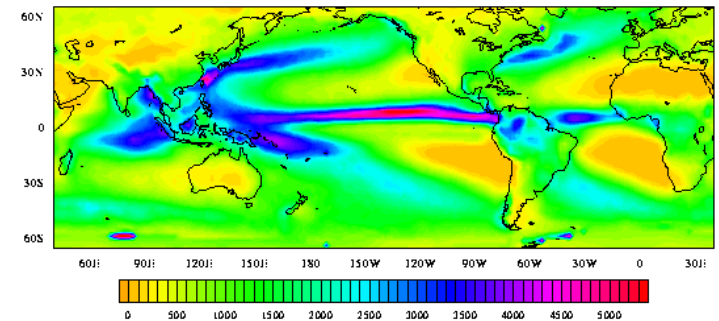
- Испаравање је физички процес који представља прелазак воде из течног у гасовито стање са јединице површине у јединици времена
- У природним условима активна површина је **водена површина, земљиште и вегетација**
- Испаравање је једна од основних компоненти водног и топлотног биланса активне површине са које се врши испаравање



- Испаравање зависи од:
 - енергије Сунчевог зрачења,
 - брзине вјетра и
 - количине влаге у приземном слоју ваздуха
- Са повећањем интензитета Сунчеве енергије и трајања осунчавања повећава се температура подлоге и околног ваздуха а тиме и испаравање



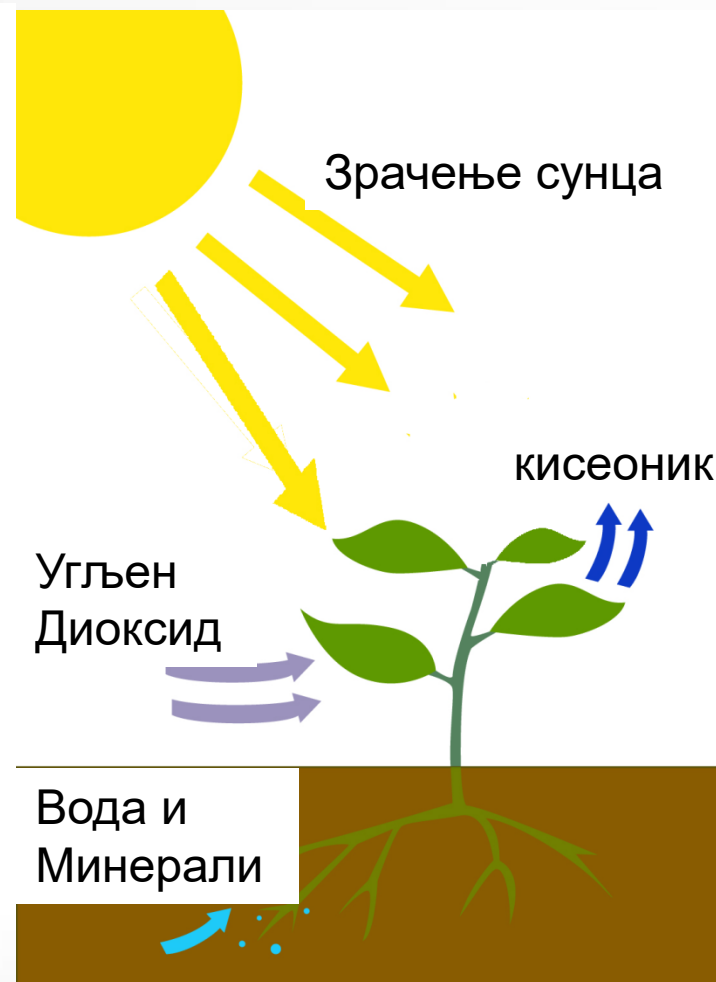
- Зонални распоред испаравања поремећен је условима влажности, нпр. у тропским ширинама гдје су залихе топлоте велике испаравање је близу 0 (пустиње Сахара, Намиб) док је у влажним тропским шумама до 1500 mm
- Сложеност распореда испаравања повећава и рељеф – испаравање опада са повећањем надморске висине



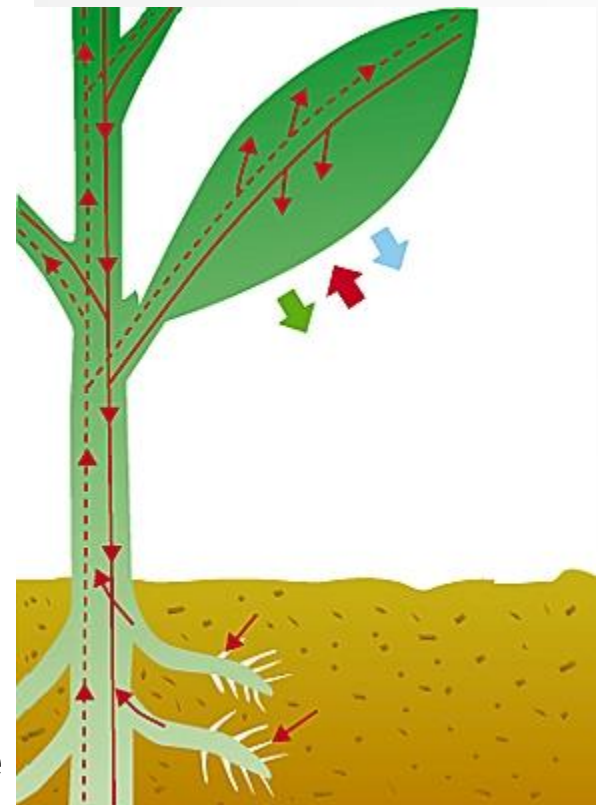
ЗАШТО?

Испаравање са земљишта

- Испаравање са земљишта зависи од његове влажности тј. да ли је влажно, засићено или незасићено
- Испаравање са засићеног земљишта зависи од евапорационе моћи приземног слоја ваздуха док код незасићеног зависи и од количине влаге коју садржи, дубине подземних вода и физичко-хемијских особина земљишта

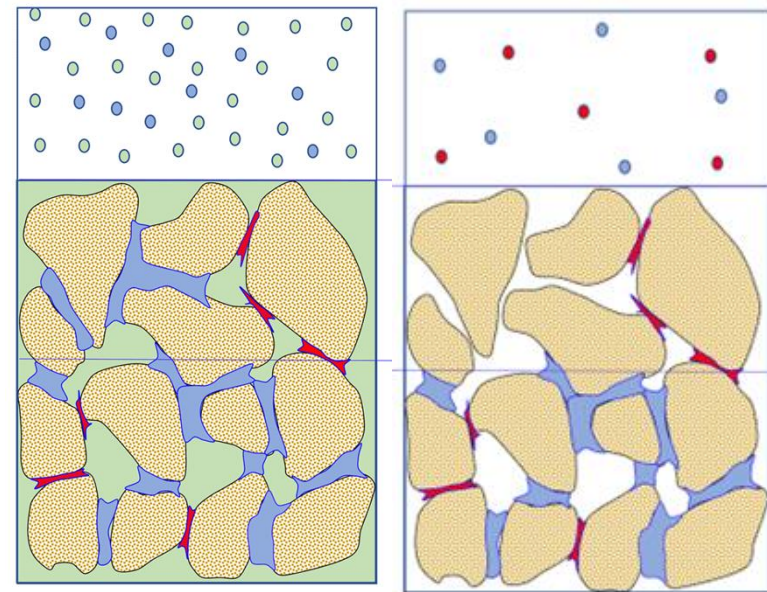


- Зависно од тога да ли је ријеч о засићеној или незасићеној средини разликују се потенцијално и стварно испаравање
- Потенцијално испаравање је максимална количина воде која би могла да испари при одређеним временским условима (водена површина или земљиште засићено до пуног водног капацитета)
- Стварно испаравање је количина воде која испарава у постојећим условима



- У засићеном земљишту потенцијално и стварно испаравање су скоро једнаки док се код незасићеног значајно разликују
- Код нас је та разлика највећа лјети током суша када је потенцијално испаравање највеће а стварно најмање
- На испаравање могу утицати и подземне воде али само ако су плиће од 1,25 m

Испаравање са засићеног и незасићеног земљишта

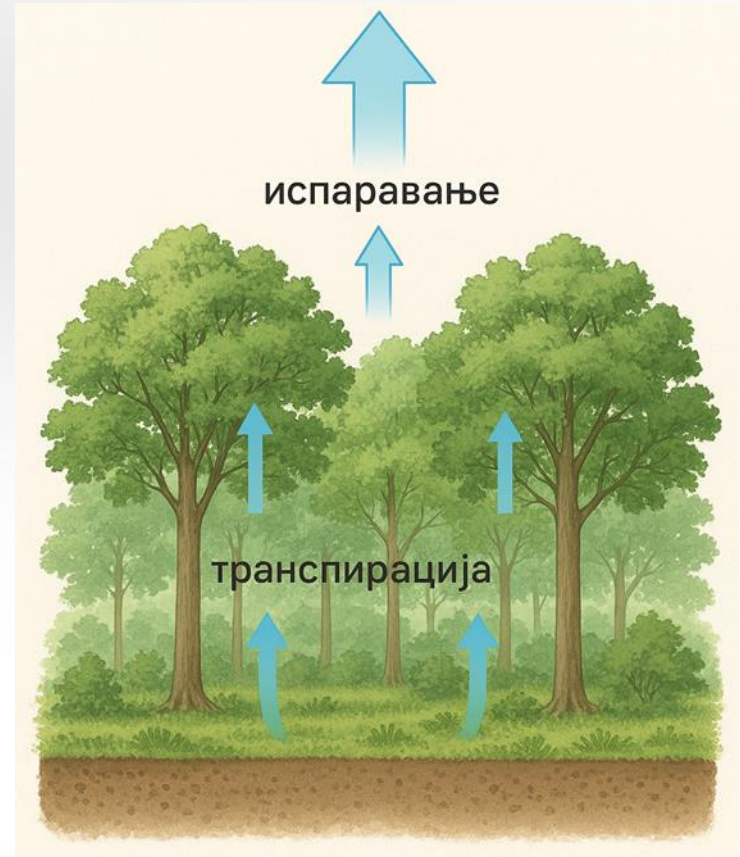


- Механички састав и структура земљишта утичу на испаравање (нпр. пјешчана земљишта пропуштају воду па је испаравање мање)
- Такође боја земљишта (тамнија се брже загрију па више испаравају) и експозиција терена

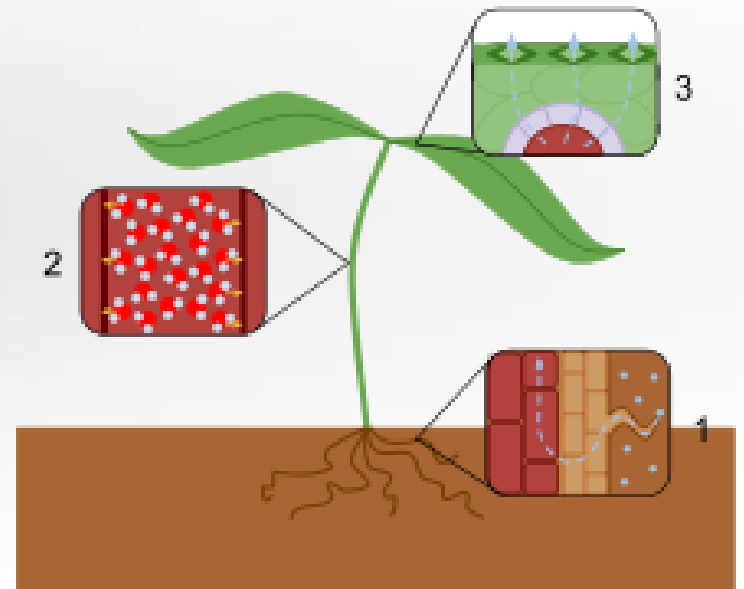


Транспирација

- Транспирација представља физиолошки процес испаравања воде са површине листа, стабљике и других дијелова биљке
- Такође зависи од Сунчеве енергије, температуре, влажности ваздуха и брзине вјетра, али поред тога зависи и од биљке: фазе развитака, развијености коријена, броја и распореда стома и др.

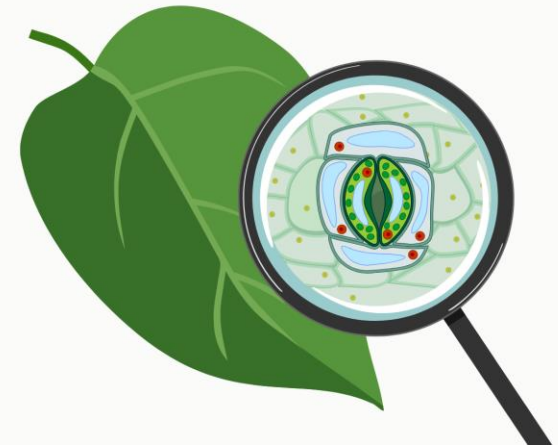


- То је сложен физиолошки процес који утиче на промет воде у биљци а самим тим и минералних соли и органских материја
- Храњиве материје не испаравају са водом него остају у биљци
- Обично се брзина транспирације колеба у распону од $0,5-2,5 \text{ g/dm}^2$ на сат дању док ноћу опадне до $0,1 \text{ g/dm}^2$



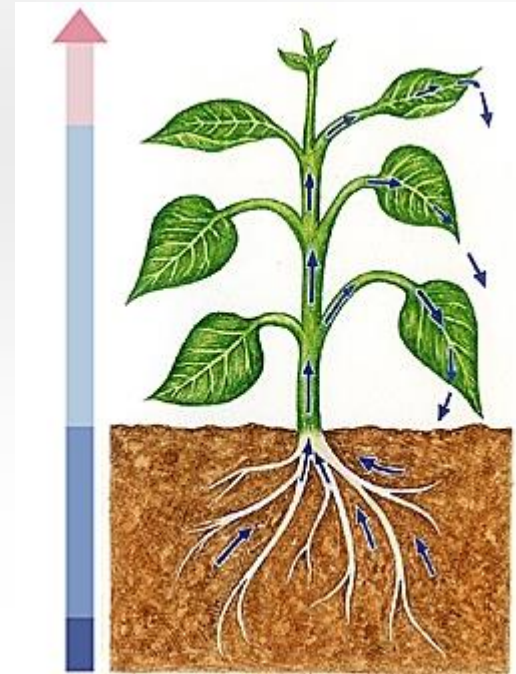
Лист биљке „дише“ – кроз микроскопске отворе испушта пару.

- Пролазећи кроз ткива биљке вода са раствореним минералним материјама прелази у међућелијским просторима листа у гасовито стање
- Одавде водена пара одлази у атмосферу на два начина: дифузијом кроз стоме (отворе пречника мањег од 10 микрона) и кроз кутикулу (кожасту опну на биљкама)
- Транспирација се углавном врши преко стома а мање преко кутикуле (до 30%)



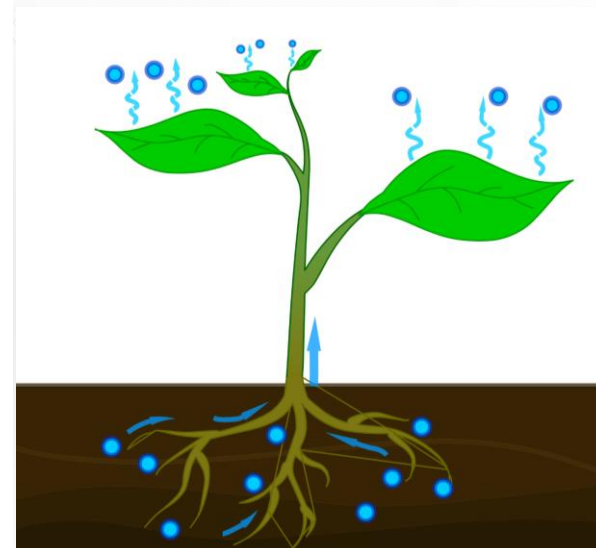
Ћелије које регулишу отварање и затварање микропора (стома) осјетљиве су на свјетлост, температуру и количину воде у биљци.

- Код већине биљака на нашим просторима стоме су отворене дању а затворене ноћу, међутим оне се затварају и дању ако биљка оскудјева водом
- Живот без транспирације за биљку би био немогућ јер она омогућава апсорпцију минералних соли из земљишта и условљава појаву усисавајуће силе у ћелијама која је покретач кретања воде кроз биљку

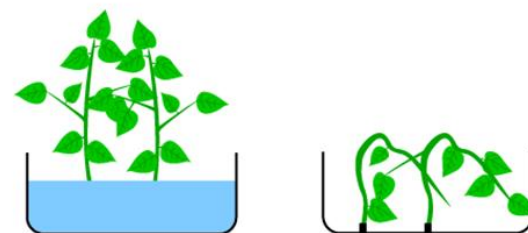


За образовање 1 g биљног ткива потребно је да испари 300 до 400 g воде из биљке

- Транспирација воде надокнађује се њеном апсорпцијом из тла.
- Око подне, када су захтјеви за транспирацију најповољнији, биљка може потрошити сву расположиву воду у себи
- Како је апсорпција воде у подне спорија од транспирације, наступа подневни дефицит воде за транспирацију, кад се код таквих биљака примјећује клонулост стабљике и савијање листова
- Биљка тада затвара стоме бранећи се од дефицита воде



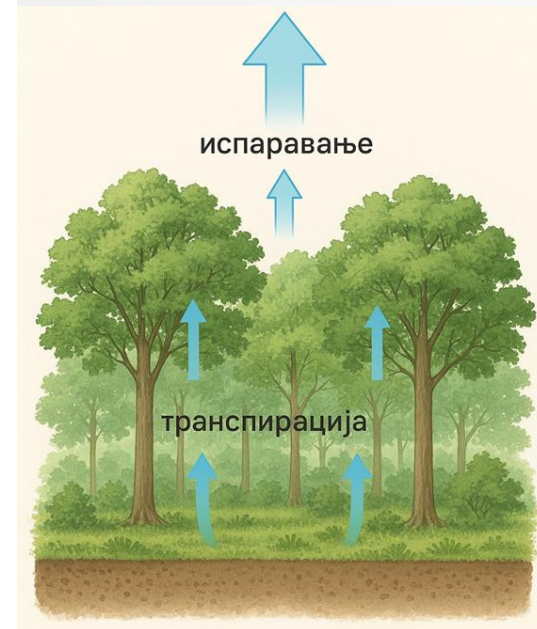
Током дана са лисне површине 1 cm^2 просјечно испарава 5 до 25 mg водене паре



- Поред тога, транспирација спречава претјерано загријавање биљке јер се за испаравање 1 грама воде утроши 2511,6 J топлоте
- Утрошак воде на транспирацију изражава се транспирационим коефицијентом који представља количину воде утрошену на стварање једне тежинске јединице суве материје

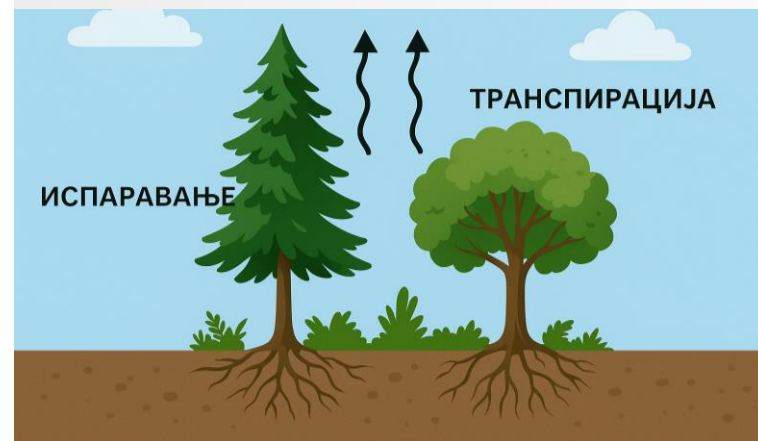


- Током ведрога времена стабло брезе средње величине са преко 200 хиљада листова, транспирише 60-70 l воде
- Са једног хектара просјечно густе брезове шуме дневном транспирацијом се ослобађа око 47 тона воде
- Са исте површине под буковом шумом испари 38 тона воде, са смрчеве 43 тоне, а са површине 1 ha борове шуме 23,5 тона воде.
- Транспирација се током вегетационог периода повећава око 20 пута

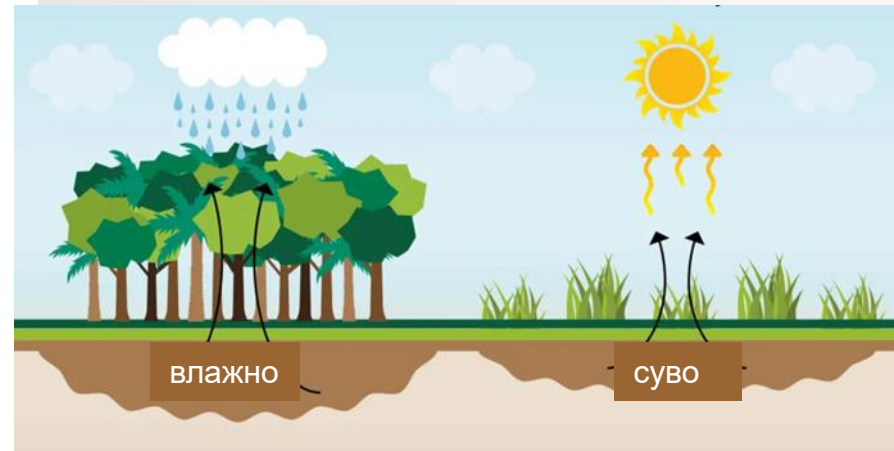


Евапотранспирација

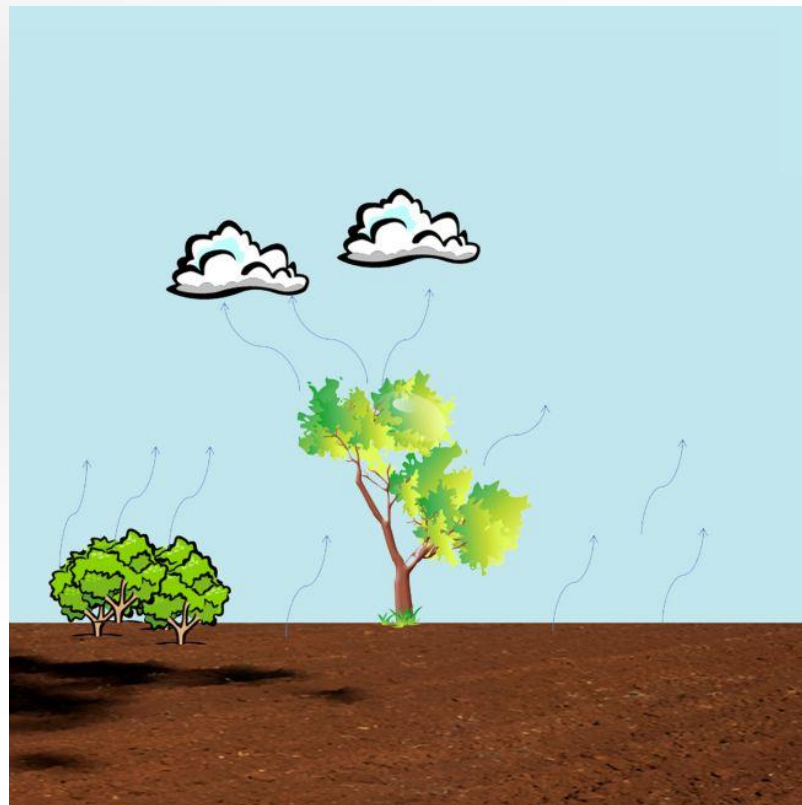
- Евапотранспирација је истовремено испаравање и са биљака и са земљишта
- Евапорација је физичко испаравање воде са површина, а транспирација је биолошко испаравање воде са биљке.
- Дакле, код евапотранспирације поред метеоролошких имамо биолошке и едафске (земљишне) факторе.



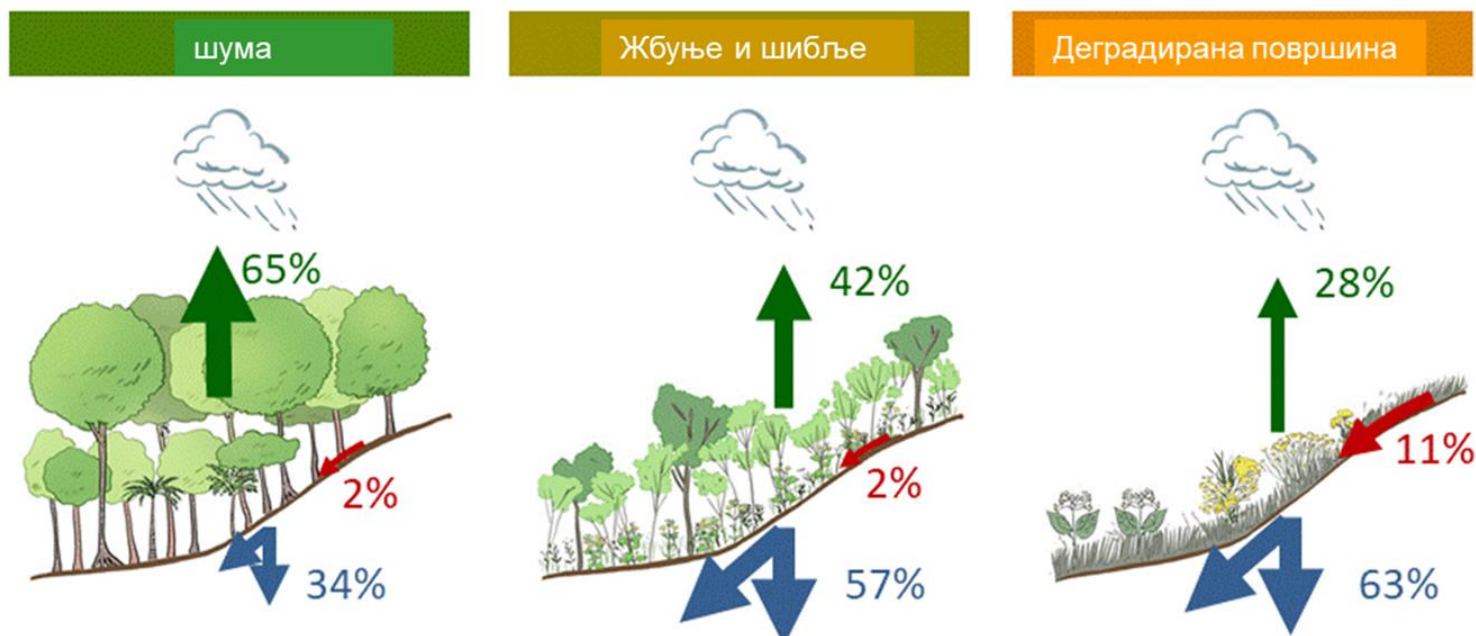
- Потенцијална евапотранспирација представља количину испарене воде са земљишта потпуно покривеног вегетацијом, када у земљишту нема дефицита воде
- Стварна евапотранспирација је количина испарене воде са земљишта и биљака у постојећим временским условима



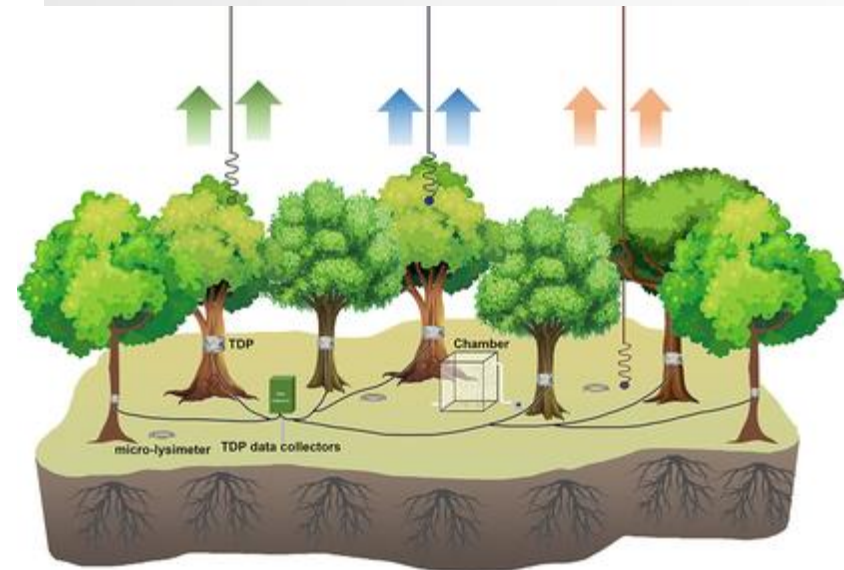
- Поред спољних фактора евапотранспирација зависи и од биолошких особина биљке и фазе развоја
- Такође и салинитет земљишта утиче на евапотранспирацију (биљка више воде црпи из несланог него из сланог земљишта)



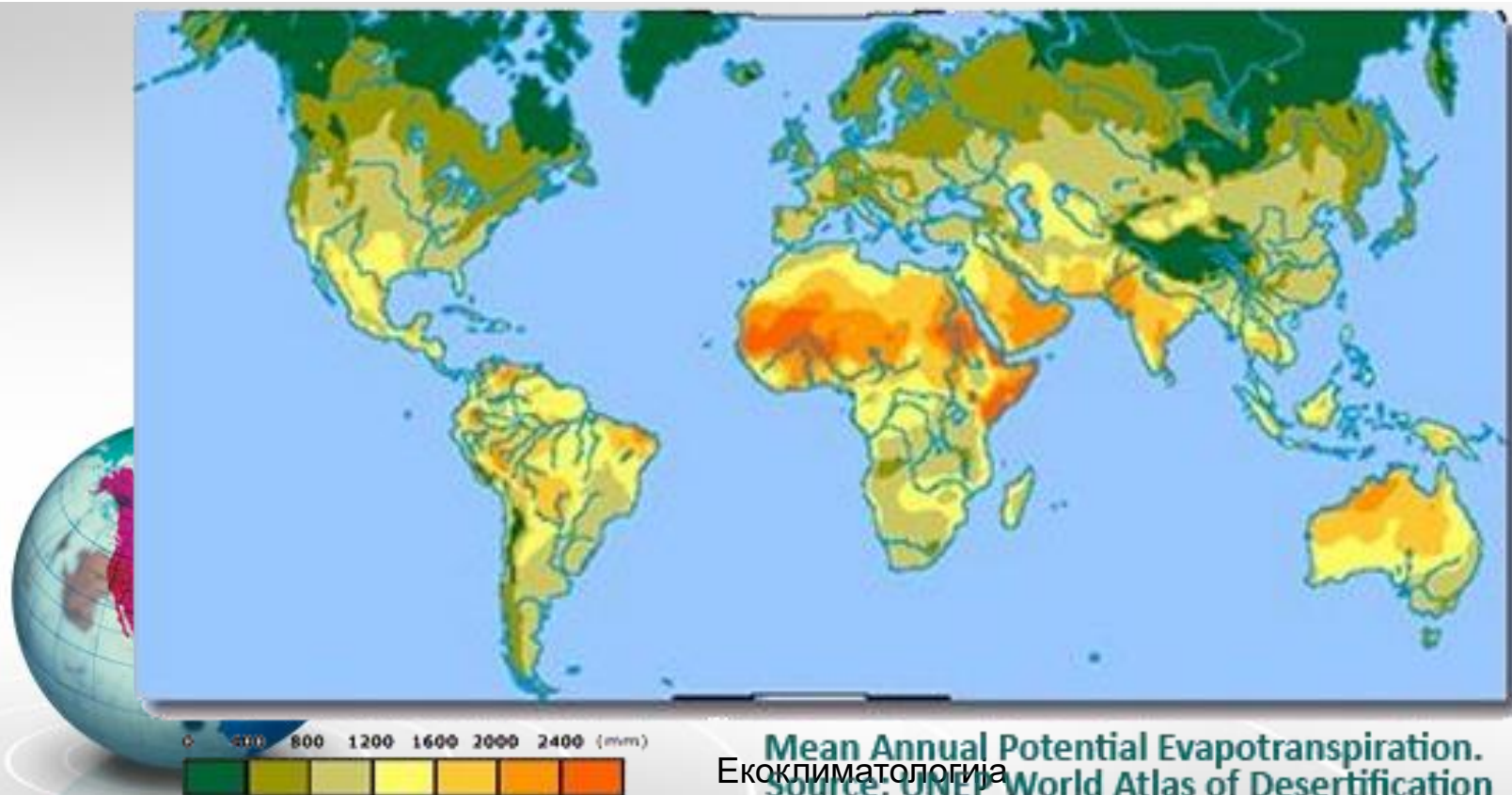
- Са површине тропске шуме испари 1500 mm, са саване 1200 до 1400 mm а са јужноевропских шума 500-700 mm
- Са средњеевропских шума 370-450 mm, са мјешовитих шума 300-400 mm, са четинарске шуме 200-300 mm а шума сибирске тајге 50-100 mm



- Након пошумљавања, у првим периодима развјетка биљака испаравање са земљишта је веће него транспирација док касније када је биљна маса већа преовладава транспирација
- Потенцијална евапотранспирација је важан климатски елемент јер представља могући расход воде у неком климатском подручју



- Услови влажности неког подручја не могу се процјењивати само на основу падавина него се узима у обзир и утрошак воде на испаравање и транспирацију
- Подручја у којима је већа потенцијална евапотранспирација од падавина могу се сматрати као сушна а у обрнутом случају као влажна



- Референтна евапотранспирација (ET_0) је стандардизована мјера која показује колико би воде испарило и транспирисало са идеалне референтне површине
- Најчешће је то травњак висине 8-15 cm, добро заливен, без водног стреса, под датим метеоролошким условима.



ET_0 не зависи од врсте биљке, тла, густине склопа или стања усјева, зато је временски и просторно упоредив.

Коефицијенти испаравања шумске вегетације (K_c) – типичне вриједности

- Пошто разни типови шуме троше различите количине воде, уводи се коефицијент испаравања (K_c):

$$ET_c = ET_0 \times K_c$$

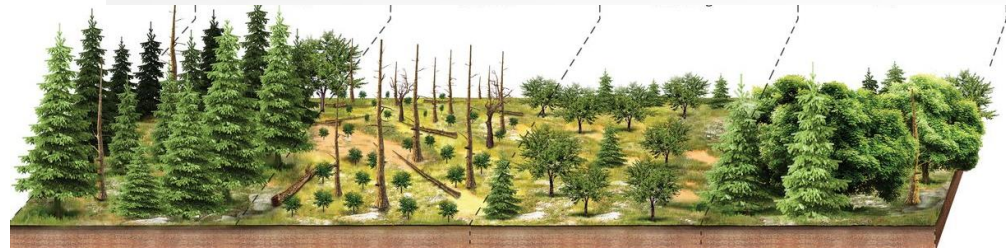


Тип шуме	K _c – рано прољеће	K _c – средина љета (максимум)	K _c – јесен	Напомена
Четинарска шума (бор, смрча, јела)	0.65–0.75	0.80–0.95	0.70–0.80	Иглице транспирају током године; мањи сезонски распон.
Листопадна шума (буква, храст)	0.30–0.45	1.00–1.20	0.50–0.70	Огроман пораст ET _c након листања; врхунац у јулу.
Мјешовита шума	0.40–0.55	0.90–1.10	0.60–0.80	Интермедијарн о понашање.
Рипаријна шума (врба, топола)	0.55–0.65	1.15–1.35	0.70–0.85	Веома висока ET због близине воде.
Шума на кршу/суви терени	0.25–0.40	0.60–0.80	0.40–0.55	Ограничена влагом у тлу → ниже K _c .

Сезонске вриједности испаравања шума у БиХ

Тип шуме	Годишња ETc (mm)	Напомена
Четинарска	700–850	Већа зимска ET од листопадних
Листопадна	550–750	Висока лјети, врло ниска зими
Мјешовита	650–800	Комбиновани профил
Рипаријна	900–1100	Врло висока због доступности воде
Шума крш–суви терени	400–600	Влага је главни ограничивајући фактор

- Вриједности испаравања код шума увијек имају широке опсеге (разлике), јер зависе од:
 - висине стабла и дубине коријена,
 - густине склопа,
 - лисне површине,
 - старости састојина,
 - доступности влаге у тлу,
 - надморске висине.



Мјерење испаравања

- Егзактна мјерења испаравања са било које активне површине која у потпуности репрезентују испаравање у природним условима веома су сложена
- Резултати требају бити просторно и временски упоредиви што је тешко постићи



- Техника мјерења испаравања са земљишта без вегетације и са земљишта покривеног вегетацијом је иста
- Тачност мјерења зависи колико су се услови приближили природним
- Испаритељи за мјерење стварног или потенцијалног испаравања земљишта називају се лизиметри
- Дијеле се на: тежинске, хидрауличке и запреминске

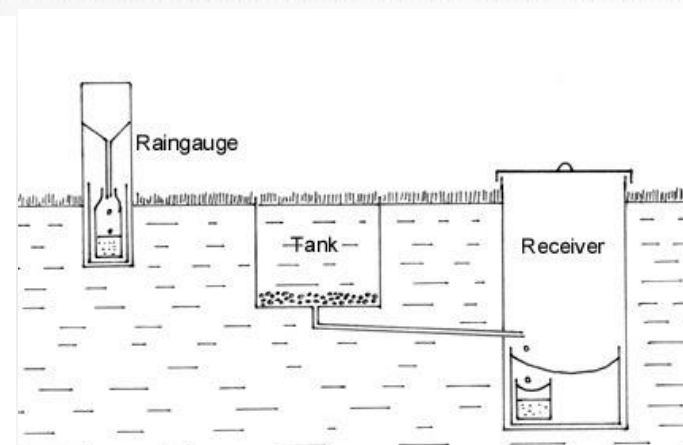
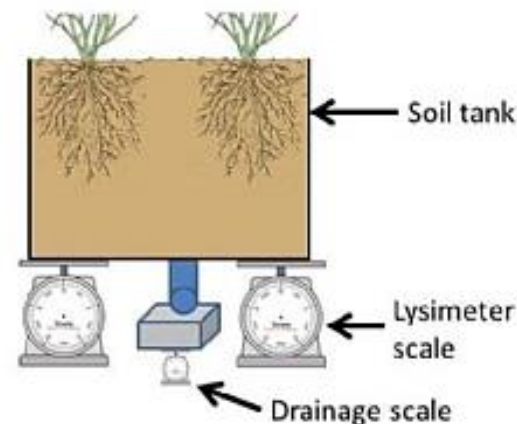


Fig 2. Lysimeter apparatus for measuring evapotranspiration

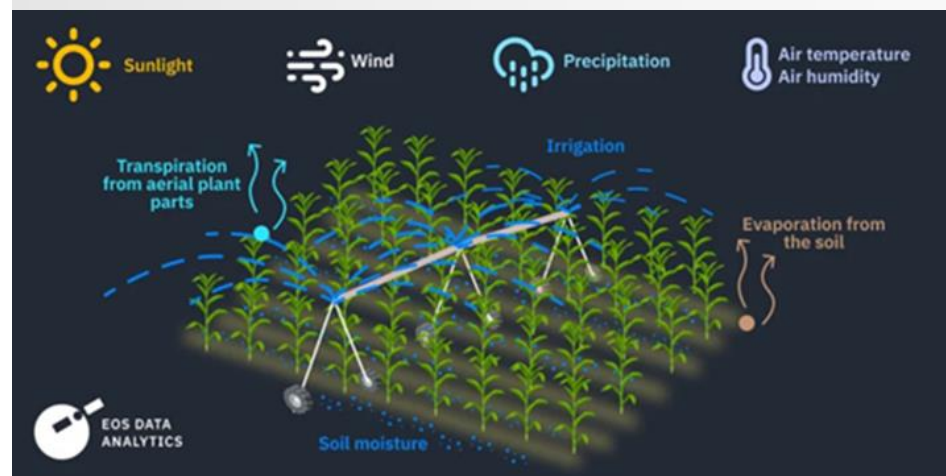


A schematic representation of a weighing lysimeter.

Индиректне методе мјерења испаравања

- Поред инструменталног, испаравање се може одређивати на индиректне начине:

1. Метода водног биланса
2. Метода биланса енергије
3. Аеродинамичке методе
4. Комбиноване методе
5. Емпиријске методе

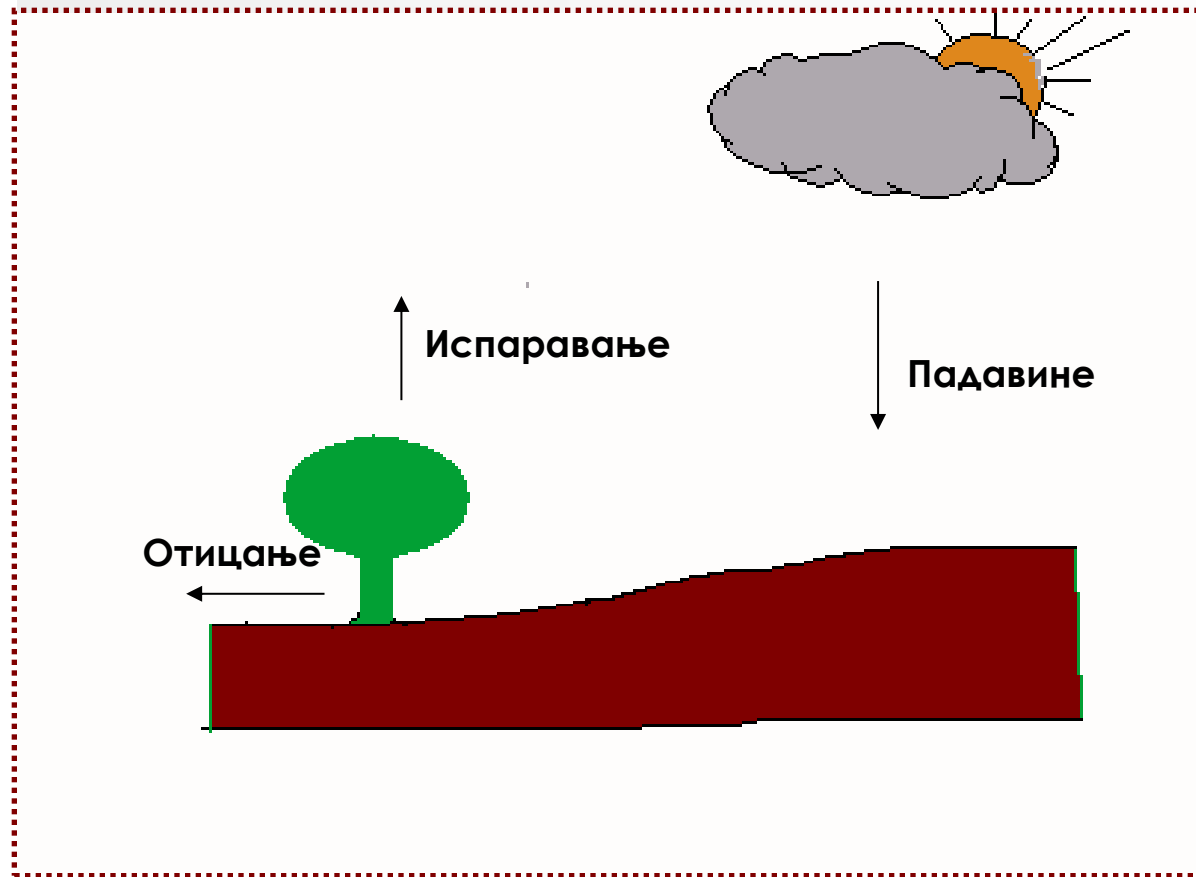


Примјер: Метода водног биланса

- Једначина за одређивање количине испаравања је:

$$E=P+I-O$$

- Гдје је:
 - Е- испаравање
 - Р-падавине
 - I-притицање воде
 - О-отицање воде



ХВАЛА НА ПАЖЊИ!

