



Debrecen Egyetem
Mezőgazdaság- Élelmiszertudományi és
Környezetgazdálkodási Kar



Pannon Egyetem
Georgikon Kar



Agrár-környezetvédelmi Modul Talajvédelem-talajremediáció

KÖRNYEZETGAZDÁLKODÁSI MÉRNÖKI MSc
TERMÉSZETVÉDELMI MÉRNÖKI MSc



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



Szennyezőanyag transzport a talajban III. 58.lecke



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg

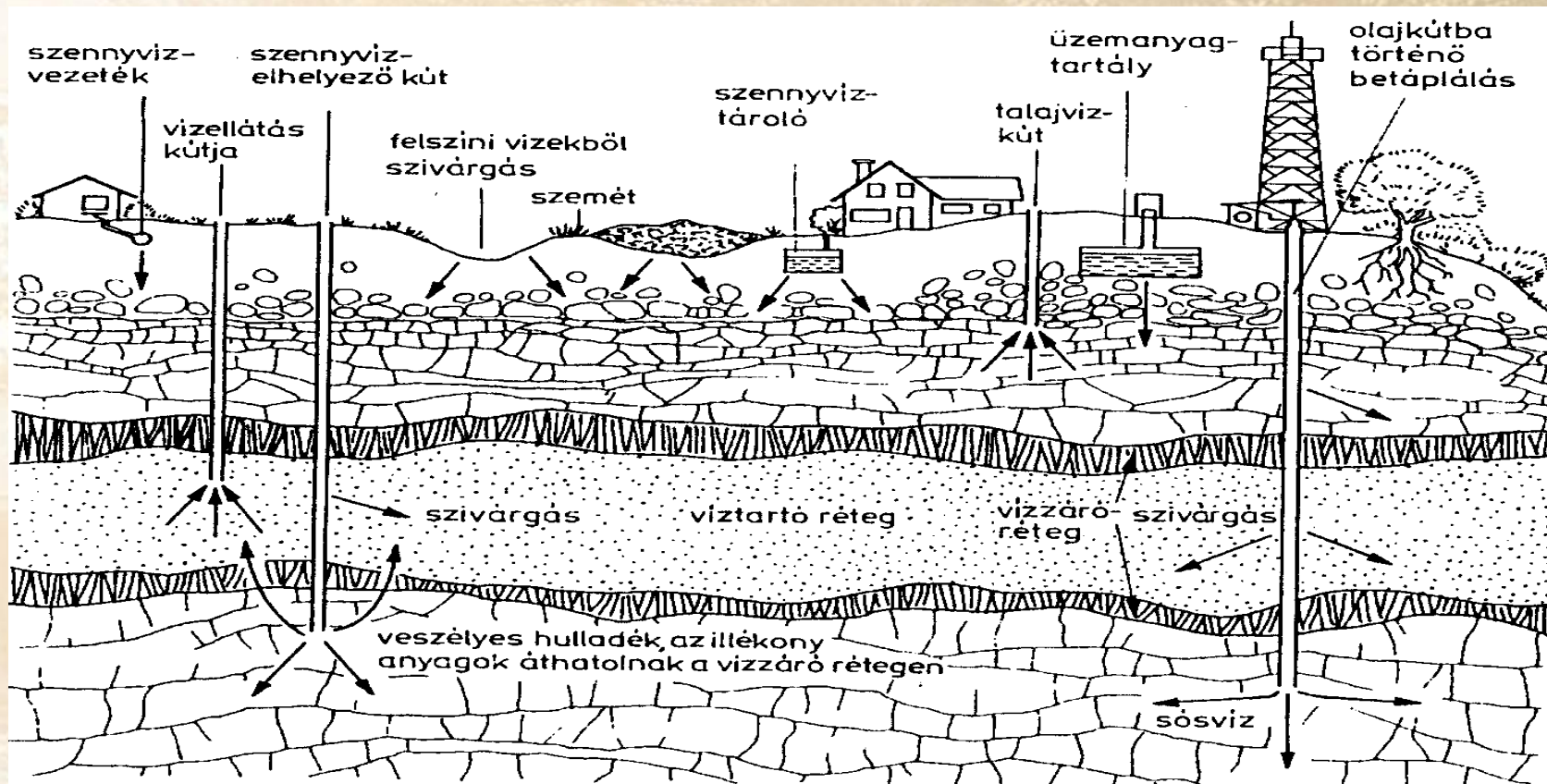


A felszín alatti vizek szennyező forrásai

- A felszín alatti vizek esetében természetes illetve mesterséges (antropogén) forrásokból származhat a szennyező anyag.
- A természetes eredetű szennyező anyagok kémiai és fizikai folyamatok eredményeként az atmoszférából, bioszférából és a litoszférából kerülnek a felszín alatti vizekbe, mindenek előtt a talajvízbe.
- Így például a talajvíz sótartalma a talaj illetve a közeli kőzetek vízdoldható sóiból származik. A szennyezés természetes forrásaiból a vízáradó rétegbe kívülről bekerülő anyagok jelentős mértékben befolyásolják a felszín alatti vizek minőségét. Ezek közé sorolhatók a vízáradó rétegek közötti vízcserék.
- Az **emberi tevékenységből** származó (antropogén) szennyezés forrásai a következők lehetnek
 - a szilárd hulladék lerakók
 - a szennyvíz tározók
 - a mezőgazdaság
 - olaj szivárgás vagy elfolyás
 - mélyen elföldelt toxikus hulladékok



A felszín alatti vizek szennyezőforrásai



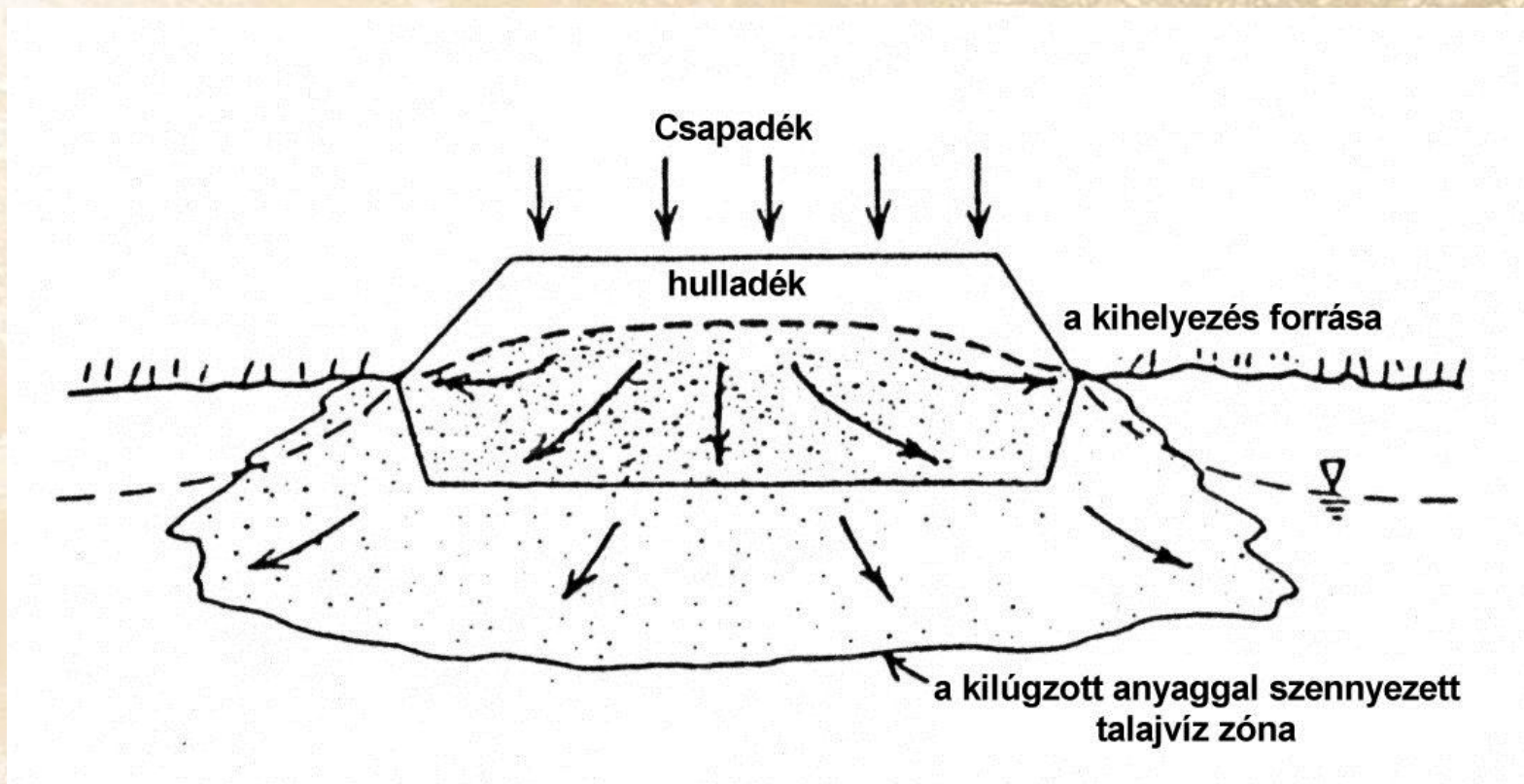
A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



- **A hulladék lerakó** az emberi tevékenységek közül az egyik legjelentősebb, a talajvíz minőséget befolyásoló tényezők közül. Az ipari és háztartási hulladékok szennyező anyagai az egyszerű szervetlen ionok (nitrát, klorid), a nehézfémek (pl. króm) illetve szintetikus szerves vegyületek (pl. tetraklorid), stb. lehetnek.
- Ezeket a hulladékokat gyakran helyezik el, illetve tárolják a terepfelszín alatt, hasonlóképpen felszín alá kerülnek az egyedi szennyvíz tárolók szeptikus tankok, szennyvizek, ipari szennyvíztározók, bányászati hulladéktavak, műtrágya tározók, stb.



Talajvízdomb hulladéklerakó alatt, a szennyező kilúgzási forrást és a szennyező anyagok mélybe történő beszivárgását okozva

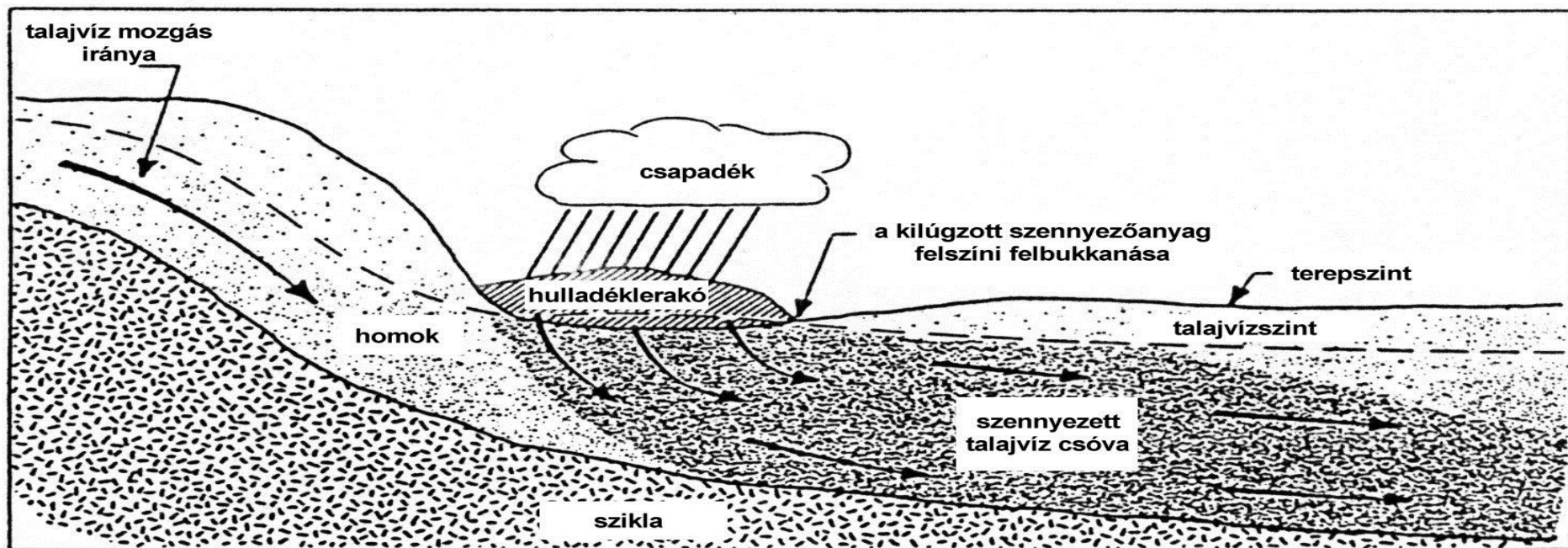


A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



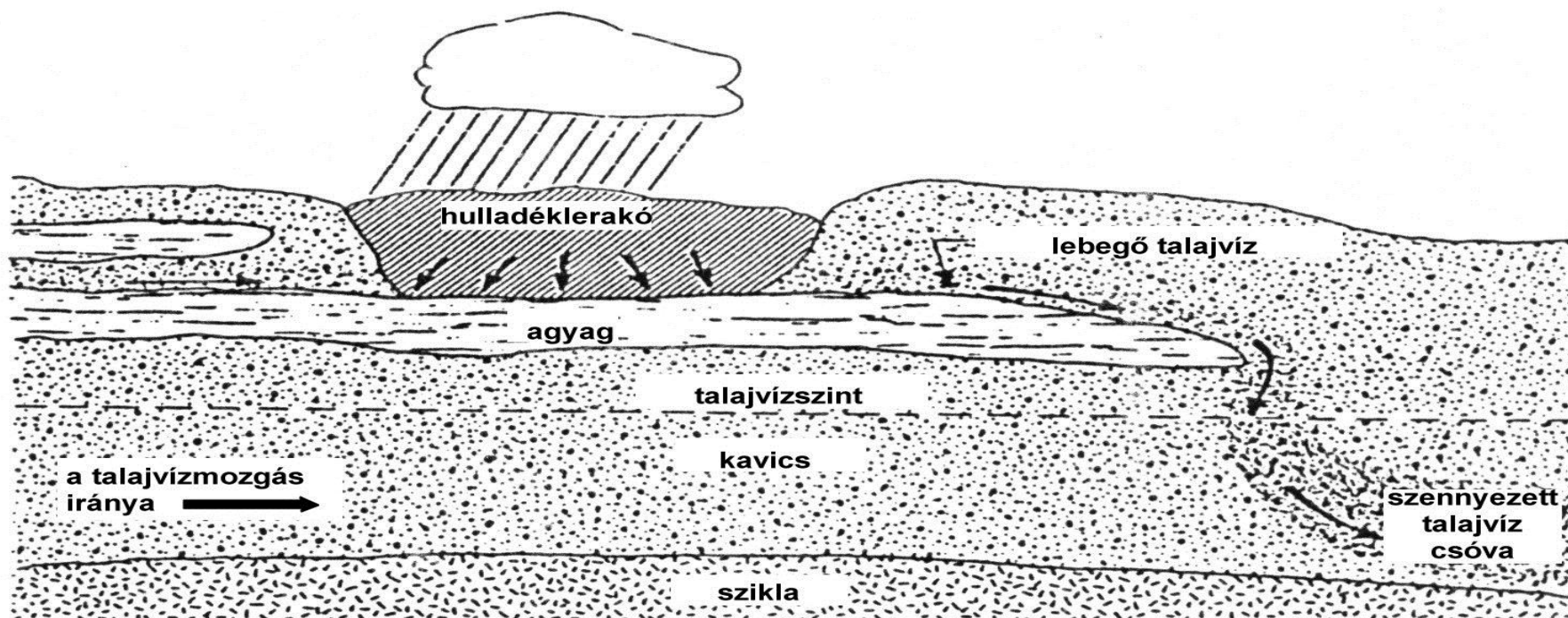
Szennyezett vízadó réteg, amely hulladék lerakóból kimosódott anyagokból alakul ki

A nagy esésű, sekély mélységben lévő talajvízszint keresztül megy a lerakón, kilúgzást gerjesztve, és a kioldott szennyezőanyag beszivárog a talajvízbe.

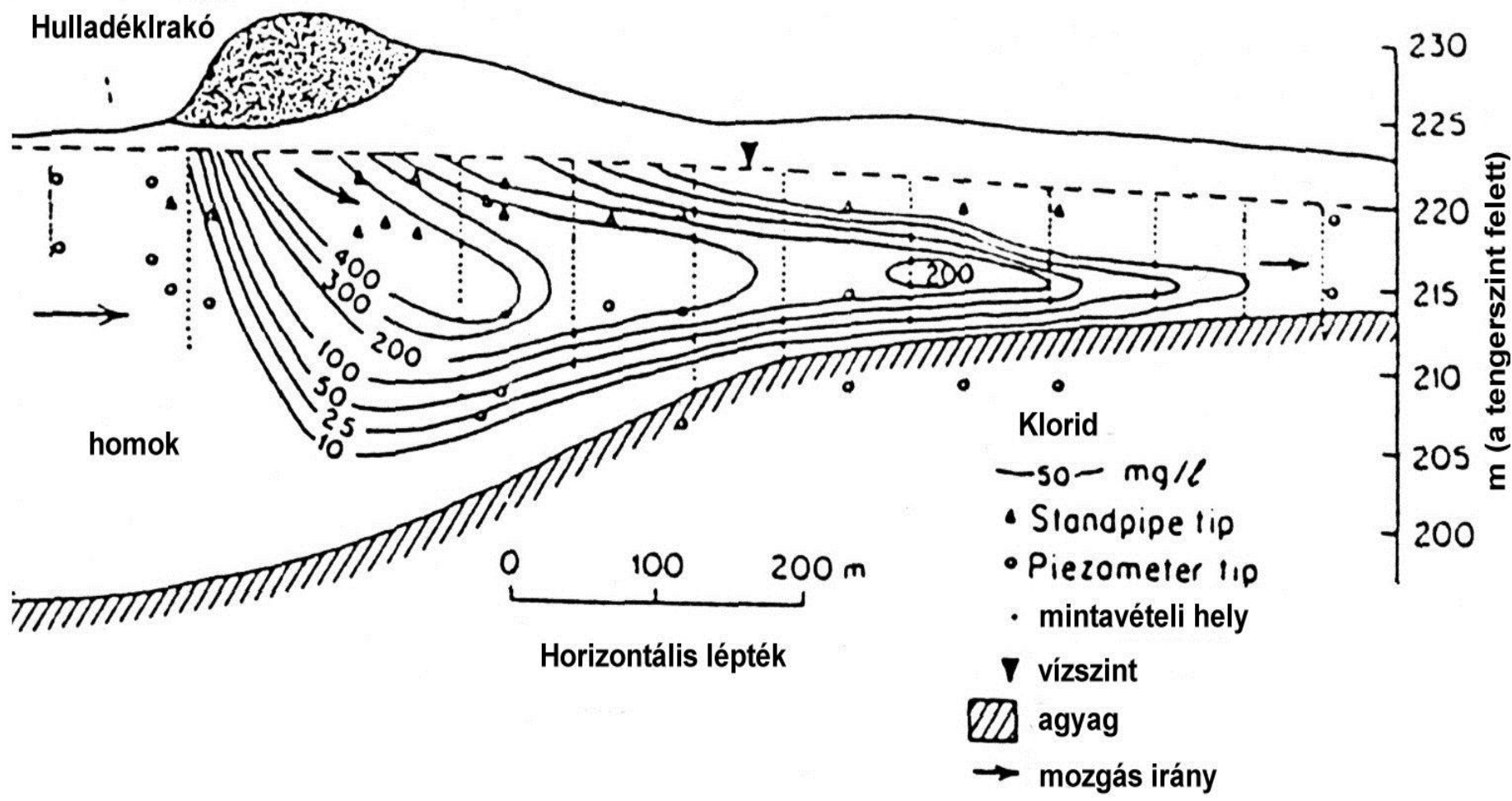


A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg

Elhagyott kavicsbányában kialakított hulladéklerakó agyagrétegen A csapadék által kilúgozott szennyező anyagok horizontális mozgást követő vertikális mozgással a talajvízbe kerülnek.

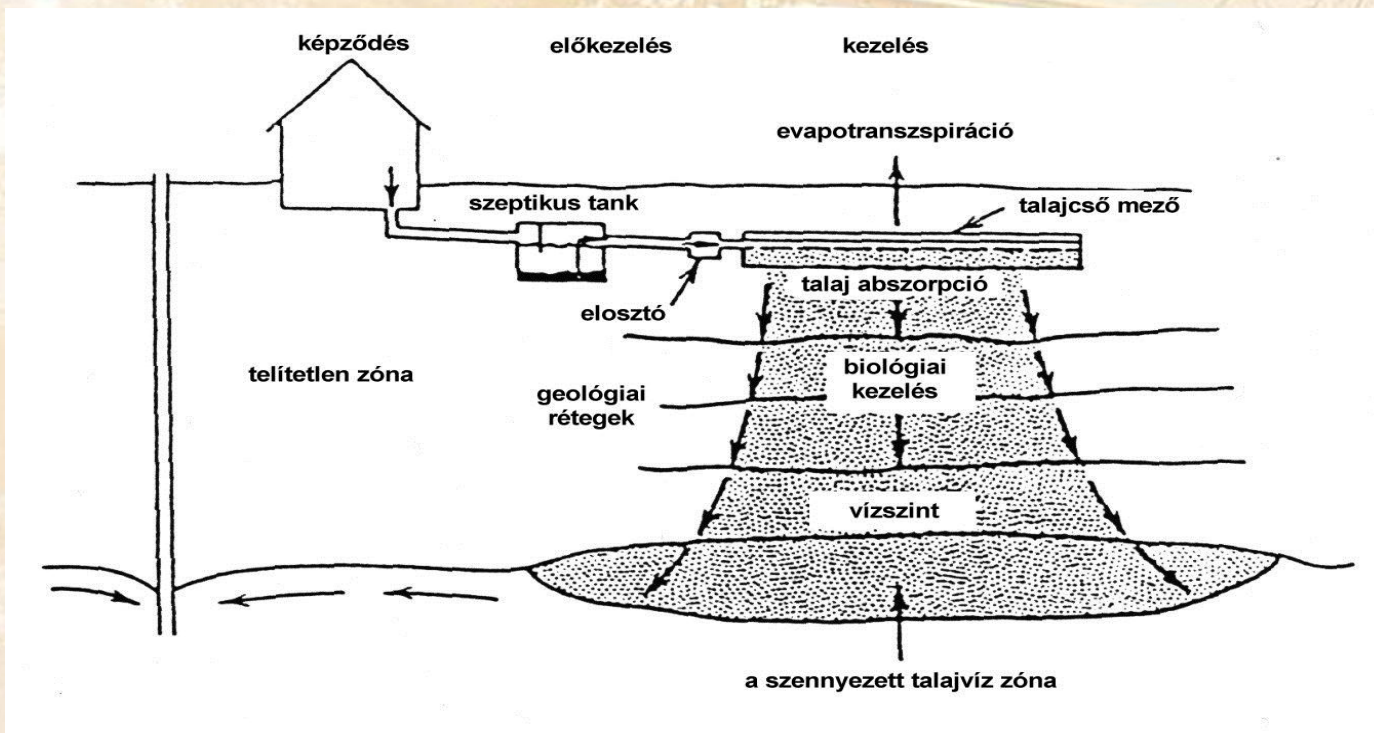


Olyan esetben amikor a hulladéklerakó áteresztő talajon (homok, kavics, vagy repedezett kőzet) kerül kialakításra, a talajvízbe szivárgó szennyező anyag oldat, lényegesen nagyobb területet szennyez mint a lerakó területe





- A talajvíz szennyezés másik fő forrásai a **szennyvíztározók**. A szennyvizet a földfelszínre vagy felszín alá helyezik el, különböző módokkal, hogy lehetnek szeptikus tavak, dréncsővek, stb., amelyekből a talajba szivárog, és talajvíz szennyezés jelentős forrásává válik. Fejlett országokban a kommunális szennyvizet I. és II. fokú szennyvíz tisztításnak vetik alá, és ez csökkenti a felszíni vizek szennyezését, de nagy mennyiségű szennyvíziszap képződik, mely jelentős mennyiségű potenciális szennyező.



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



- A szennyvíziszapot mezőgazdasági illetve erdőterületekre helyezik ki. Ugyancsak kihelyezik a részlegesen tisztított szennyvizet is bizonyos területeken.
- A szennyvíztározók több patogén kórokozót is tartalmazhatnak.
- Közepes szemcséjű homokon illetve finomabb szemcséjű anyagban ezek a patogén kórokozók illetve koliform baktériumok csak néhány méterre jutnak el, azonban heterogén (homok és kavics) vízáadó rétegben több tíz, esetleg több száz méterre is eljuthatnak.
- Ezek a mikroorganizmusok napokig, sőt hónapokig élhetnek a talajvízszint alatt. Ez repedezett kőzetekben, ahol a talaj mozgás sebessége nagy lehet az elegendő idő ahhoz, hogy esetleg kilométerekre is eljussanak.
- A szennyvíz oldott szerves anyagok százait tartalmazhatja, amelyek közül kevés ismert toxicitásával, illetve mozgékonyásával



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



- A talajvíz minőségét befolyásoló emberi tevékenységek közül valószínűleg a **mezőgazdaság** a legjelentősebb. A talajvíz minőségének leromlását okozó főbb **mezőgazdasági tevékenységek** a műtrágyák, illetve peszticidek alkalmazása, és az alom nélküli állattartásból összegyűlő hígtrágya tározása.





- A legszélesebb körű hatások a műtrágyák alkalmazásából származnak.
- A műtrágya alkalmazására évről-évre sor kerül, N, P, K tartalmának egy része a talajba szivárgó vizekkel a talajvízbe mosódik, és a mozgó talajvízzel tovább szivárog. A három fő hatóanyag (N, P, K) közül **a nitrogén, nitrát formájában a legáltalánosabb szennyező**. A talajvíz nagy nitrát koncentrációja alakult ki a világ azon részein, ahol intenzív gazdálkodás folyik. Így nagyon sok területen (pl. Hollandia) a talajvíz kutak vízének nitrát-koncentrációja meghaladta az ivóvízben megengedett határértéket. Világszerte tapasztalták, hogy a műtrágyák széleskörű alkalmazásával emelkedett a talajvíz nitrát koncentrációja.
- Eddig még nem tapasztalták, hogy a nitrát szennyeződés a talajvíz szintje alatt 10-100 m-nél nagyobb, mélységben bekövetkezett volna, azonban idővel elképzelhető a nagyobb mélységre kiterjedő szennyezés, ha az alkalmazás terén nem következik be változás.





- **potenciális szennyező forrás a peszticidek alkalmazása.** Ezek egy jelentős része vízben jól oldódik, és ebből következik, hogy a különböző geológiai alakzatokban jól, és gyorsan mozognak, és ennek következménye, hogy a vízáadó rétegek szennyeződhetnek.

- Fejlettebb országokban a töltőállomások ezrei találhatóak ahol felszín alatti acél üzemanyagtartályokban tárolják az üzemanyagot. Emellett a kontinenseken felszín alatti csővezetékek haladnak keresztül, amelyek kőolaj illetve kőolajszármazékokat szállítanak. A közutakon olaj illetve benzinszállító tartály tehergépkocsik közlekednek folyamatosan. Ezek alapján nem meglepő, hogy egyre nagy mértékű talajvízi szennyezés tapasztalható az említett szállító, tároló eszközökből, járművekből bekövetkező repedés, szivárgás eredményeként.



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg

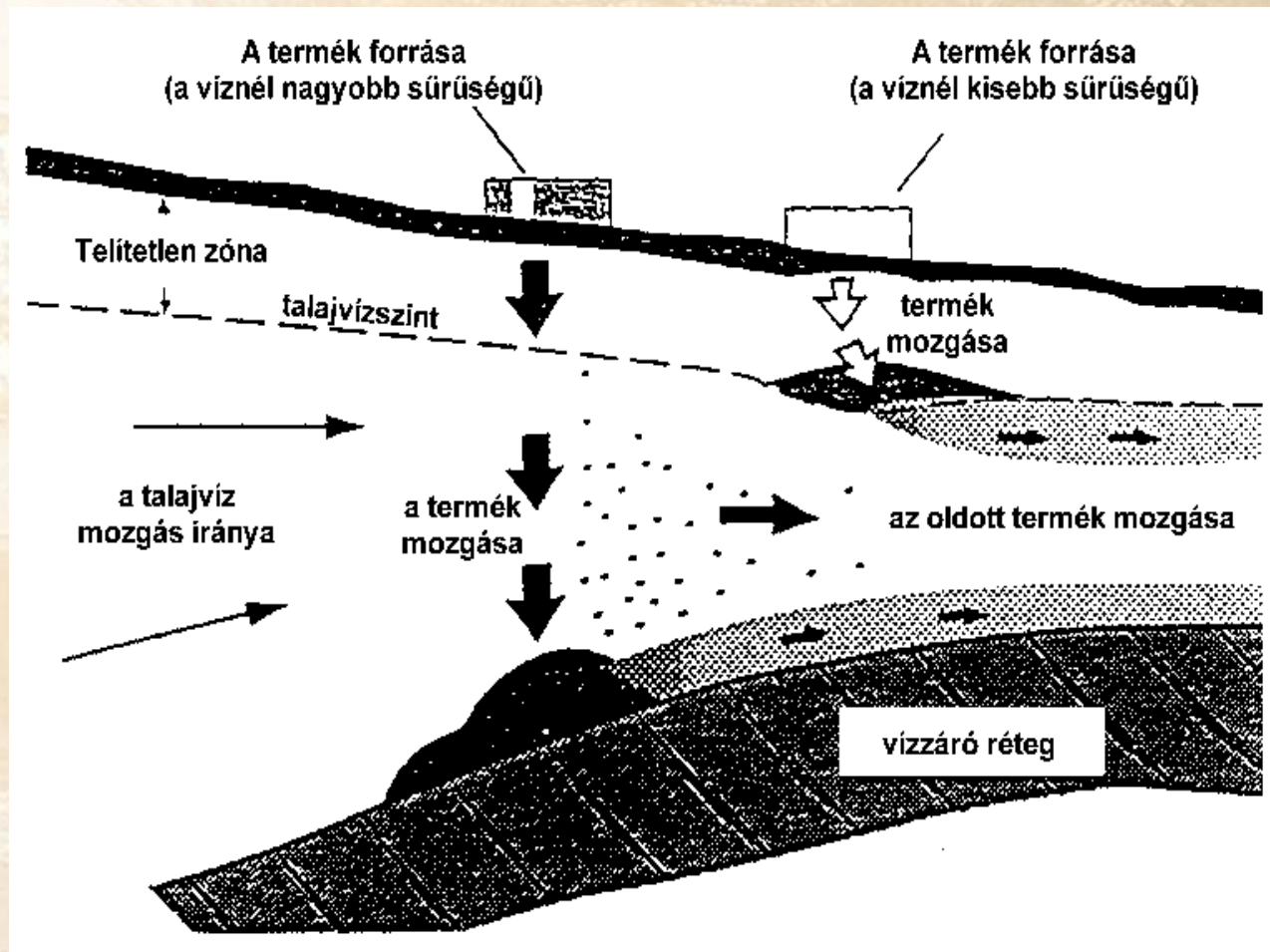


- A szennyezés jellege, kockázata a kőolajszármazékok tulajdonságaitól függ.
- A nehézolajból kemény immobil tömeg, aszfalt cement képződik, míg az illékony szénhidrogének teljes egészében az atmoszférába párolognak. Egyéb szénhidrogének (kőolajszármazékok) a gravitáció hatására a talajon keresztül a mélybe szivárognak és szennyezik a talajvizet
- A kőolaj és származékai kisebb-nagyobb mértékben oldódnak a vízben. A könnyű benzin vízoldhatósága $20-80 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$, de az íz és a szag hatás már észlelhető $0,005 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ –nél kisebb koncentrációban is.
- A **veszélyes hulladékok** nagyobb mélységben történő elhelyezésének számos előnye van a felszíni, illetve a felszín alatti elhelyezéssel szemben.
- A legfontosabb előny, hogy a szennyező anyagok migrációja a felszínre korlátozott, vagy lehetetlen, és így elegendő idő áll rendelkezésre az instabil vegyületek lebontásához, a radionukleidek bomlásához, illetve a toxikus anyagok hígulásához.





A kőolaj és származékai viselkedése a talajvízben



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



A szennyezők típusai

- A természetes felszín alatti vizek számos összetevőt tartalmaznak a környezettel való kölcsönhatás következtében.
- A víz minősége a különböző vegyületek mennyiségétől függ.
- Ezek mennyiségét a felszíni vizekhez hasonlóan koncentrációban ($\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$, $\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$) adják meg, de vonatkoztatják ezen tömeget a víz tömegére is (ppm, mg/kg).
- A természetes talajvízben az összes oldott szilárd anyag (total dissolved solids; TDS) mennyisége $100\text{-}1000 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ közötti, de ennél nagyobb is lehet.
- A kationok közül a Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^{+} , az anionok közül a HCO_3^{-} , SO_4^{2-} , és a Cl^{-} fordulnak többnyire elő és ezek koncentrációja általában több mint $5 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$. Általában kisebb koncentrációban fordulnak elő a K^{+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} , F^{-} , B^{-} , NO_3^{-} és CO_3^{2-} . Ezeken kívül nyomokban még más elemek is előfordulhatnak, de $0,1 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ -nél kisebb koncentrációban.





A szennyezők típusai

- Mérhető az elektromos vezetőképesség is, melynek értéke 0-1 mS·cm⁻¹ között változnak. Ennek átszámítása a koncentrációra a következő tapasztalati összefüggéssel lehetséges
- $S = 1500 EC$
- ahol
- S – só illetve összes ionkoncentráció (mg·l⁻¹)
- EC – az elektromos vezetőképesség (mS·cm⁻¹)





- A felszín alatti (talaj) vizek minőségi jellemzése a domináns kationok illetve anionok alapján történik (pl. magnézium szulfátos víz).
- A vízminőség meghatározható indirekt módszerekkel, így pl. a pH-val, melynek értéke 7-8 között alakul.
- Az oldott oxigén mennyisége lényegesen kisebb, mint 10 mg·l⁻¹.
- A főbb szennyező anyagok a talajvízben a nitrát, a nehéz fémek, a néhány nyomokban levő nem fémes és szerves vegyület.





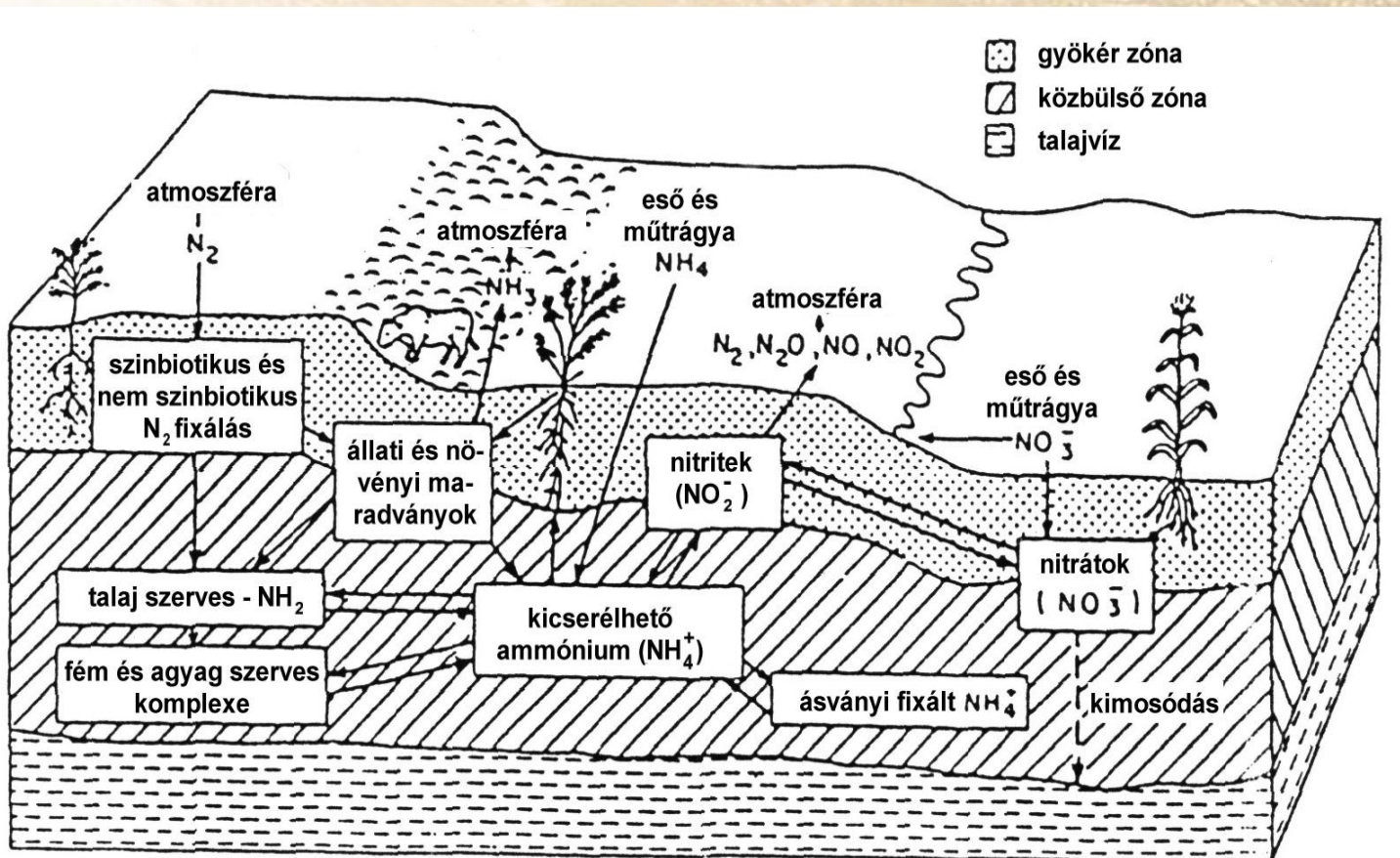
- A nitrát fő forrása a mezőgazdasági tevékenység keretében végzett műtrágyázás illetve a szennyvíztározók. A nitrát nem kívánatos jelenléte világszerte súlyos gondot jelent a nagyobb vízbázisok esetében.
- Bár a nitrogén fő formája a talajvízben a nitrát, de az oldott nitrogén vegyületek közül az ammóniumion (NH_4^+), az ammónia (NH_3), nitrit (NO_2^-) nitrogén oxid (N_2O) és szerves nitrogén formájában is előfordulhat.
- A nitrát a felszínen, a feltalajban és a sekély altalajban elhelyezett nitrogénben gazdag hulladékokból illetve szennyvízből is származhat. Az átalakulási folyamat rendszerint a talajvíz fölötti talajzónában játszódik le, ahol szervesanyag és oxigén bőségesen van jelen (35. ábra).
- Az átalakulást követően a nitrát az a forma, amely a talajvizet szennyezi. Ennek oka, hogy koncentrációt nem korlátozza az oldhatóság és a nitrát igen mozgékony a talajvízben. Ezért általában a talajvízzel mozog, átalakulás nélkül, és minimális vagy nincs késleltetés.



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



A nitrogénformák átalakulása a talajban



...ekt az Európai Unió támogatásával, az Európai
...iális Alap társfinanszírozásával valósul meg



- Az utóbbi években a toxikus nehézfém ionok a talajvízben való mozgása került az érdeklődés középpontjába, különösen azok, amelyek maximális megengedett mennyisége az ivóvízszabványokban is szerepel.
- Így az Ag^+ , Cd^{2+} , Cr^{6+} , Cu^{2+} , Hg^{2+} , Mn^{2+} és Zn^{2+} . Ezek koncentrációja a talajvízben ritkán haladja meg a megengedhető határértéket. A koncentráció a forrástól és a kémiai környezettől függ.





- A szennyezett talajvízben ezek koncentrációja általában $1 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ alatt van. Az alacsony koncentráció oka az ásványok és amorf vegyületek oldhatósága és az anyagásványokon vagy a vas illetve mangán hidroxidokon, illetve szerves anyagokon történő adszorpció.
- Így a nehézfémek koncentrációját az oldhatóság és az adszorpciós folyamatok befolyásolják.





- A nem fémes szennyezők közül egy néhányra különös figyelmet fordítanak a talajvíz vizsgálatokban. Ilyenek a szén, a klór, kén, nitrogén, fluor, arzén, szelén, foszfor és a bór.
- Oldott formában a szelén, a klór és a kén a legtöbbször természetes és szennyezett talajvízben jelentős mennyiségben fordul elő.
- Valamennyi talajvíz tartalmaz természetes eredetű oldott szervesanyagot. Ezek a vegyületek általában a humin illetve fulvó savak, amelyek a víz minősége szempontjából nem jelentősek.





- Az emberi tevékenységből származó szerves vegyületek nagy gondot okoznak.
- A szerves vegyületek változatossága igen jelentős. A mesterséges szerves anyagok száma megközelíti a 2 milliót. A gond, hogy ezek jelentős része ellenáll a biológiai lebontásnak. Több mint 1200 szintetikus vegyületet határozzák meg az ivóvíz ellátás keretében.
- A szerves vegyületek a peszticidek használatából, a szennyvíztározókból, a kőolajszármazékok tárolásából, szállításából származhatnak.



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



Forrás	Lehetséges főbb szennyezők
<p>Hulladéklerakó</p> <p>Városi</p> <p>Ipari</p> <p>Veszélyes hulladék lerakóhelyek</p> <p>Folyékony hulladék</p> <p>Tároló tavak</p> <p>Felszín alatti szennyvíztárolók</p> <p>Mélybe történő hulladékinjektálás</p> <p>Mezőgazdasági tevékenységek</p> <p>Szennyvíziszap</p> <p>Városi lefolyásból származó beszivárgás</p> <p>Jégtelenítő tevékenység</p> <p>Radioaktív hulladék</p>	<p>Nehézfémek, kloridok, nátrium, kalcium Széles skálája (változatossága) a szerves és a szervesetlen alkotóknak</p> <p>Széles skálája a szervesetlen (különösképpen a nehézfémeknek) és szerves összetevőknek</p> <p>Nehézfémek, szervesetlen összetevők</p> <p>Oldószerek</p> <p>Szerves vegyületek (oldószerek), nitrogén vegyületek, nátrium, szulfátok mikrobiológiai szennyezők</p> <p>Szerves és/vagy szervesetlen összetevők</p> <p>Gyomirtószerek, növényvédőszer, trágyák</p> <p>Nehézfémek, szervesetlen összetevők, szerves összetevők</p> <p>Szervesetlen összetevők, nehézfémek, petróleum termékek</p> <p>Kloridok, nátrium, kalcium</p> <p>Radioaktivitás és radionukleidok</p>



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



- A talajvíz és a szennyező anyagok mozgását jelenős mértékben befolyásolják a talaj és a vízvezető réteg tulajdonságai.
- Így a repedezett kőzetekben, az azokban lévő repedésekben, csatornáknban különösen nagy a mozgás sebessége, és így a szennyező anyag nagy távolságra történő terjedése.
- Emellett a szennyező anyagok a diffúzió, illetve mechanikai keveredés által diszpergálódnak is, ugyanakkor az ioncserével, illetve a szorpcióval a szilárd anyagokhoz kötődés késlelteti ezek terjedését, a természetes kémiai illetve biokémiai folyamatok lebontják a szennyezők egy részét.





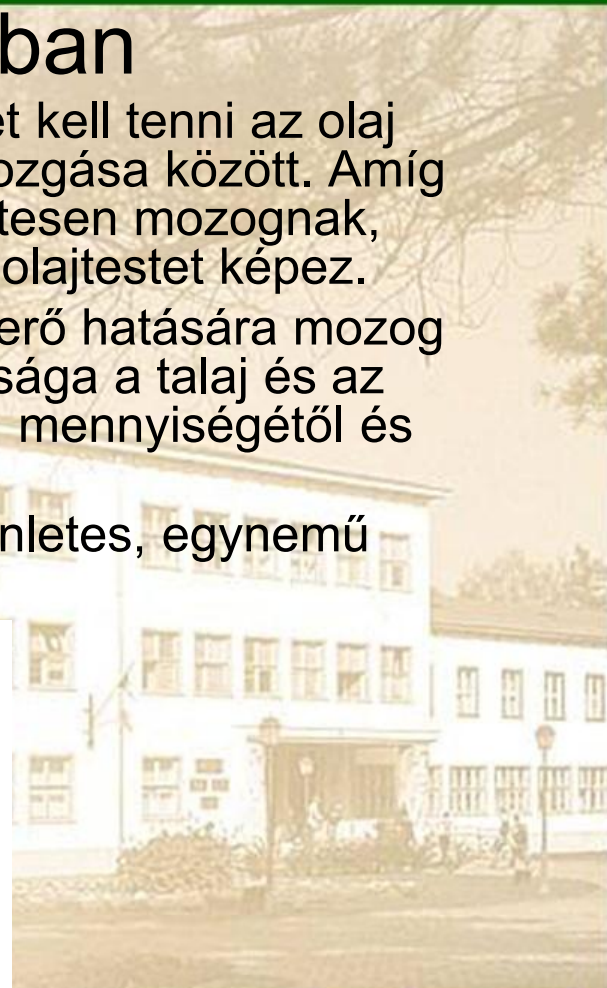
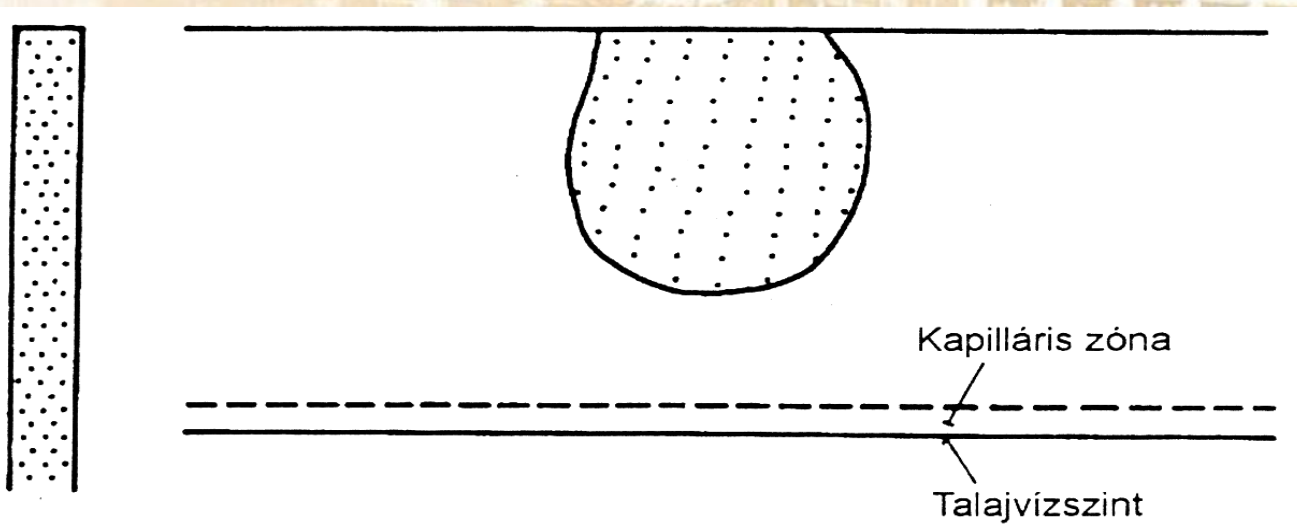
- A talajvízben lévő szennyező anyagok viselkedése a talajvízben ezek fizikai és kémiai tulajdonságaitól és terjedésüket befolyásoló folyamatoktól függ.
- Az egyik elsődleges terjedést befolyásoló folyamat az **advekció**, amely alatt az oldott kémiai anyagoknak a talajvíz szivárgása mentén történő mozgását értjük.
- Ezért a talajvíz mozgásirányának és nagyságának ismerete a szennyező anyagok terjedése szempontjából nélkülözhetetlen.
- A szennyező anyagok terjedésében lényeges szerepet játszik a **diszperzió**, amely alatt a szennyező anyagok mind az advektív szivárgás (hosszirányú diszperzió), mind egy közel erre merőleges irányban (transzverzális diszperzió) történő terjedését értjük





Az olaj mozgása a talajban

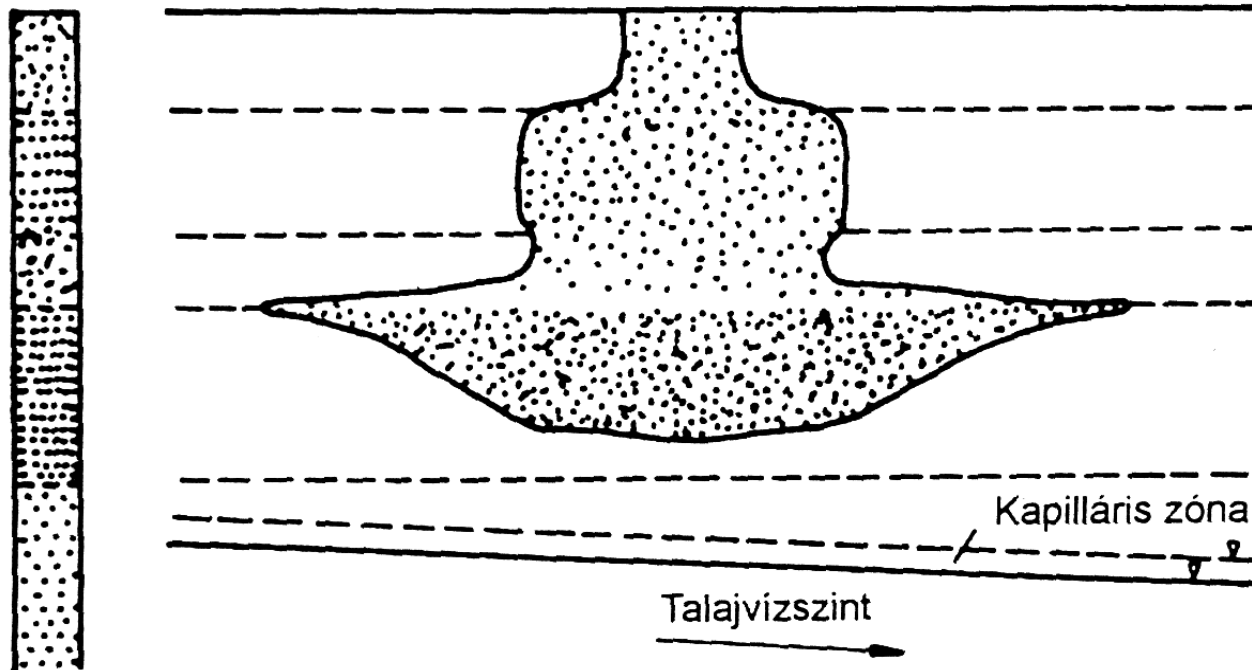
- Az olaj talajban lévő mozgásánál alapvető különbséget kell tenni az olaj talajban történő szétterülése és a vízben oldott olaj mozgása között. Amíg ugyanis az oldott anyagok a szivárgó talajvízzel együttesen mozognak, addig az olaj laza közetekben, talajokban összefüggő olajtestet képez.
- Ha az olaj behatol a talajba, lényegében a nehézségi erő hatására mozog lefelé és ún. olajtest alakul ki, melynek alakja és nagysága a talaj és az alatta elhelyezkedő földtani összlettől, valamint az olaj mennyiségétől és fizikai tulajdonságaitól függ.
- Ha az első esetben vizsgáljuk az olajtest alakját, egyenletes, egynemű talajban, akkor szabályos alakú olajtest alakul ki.



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



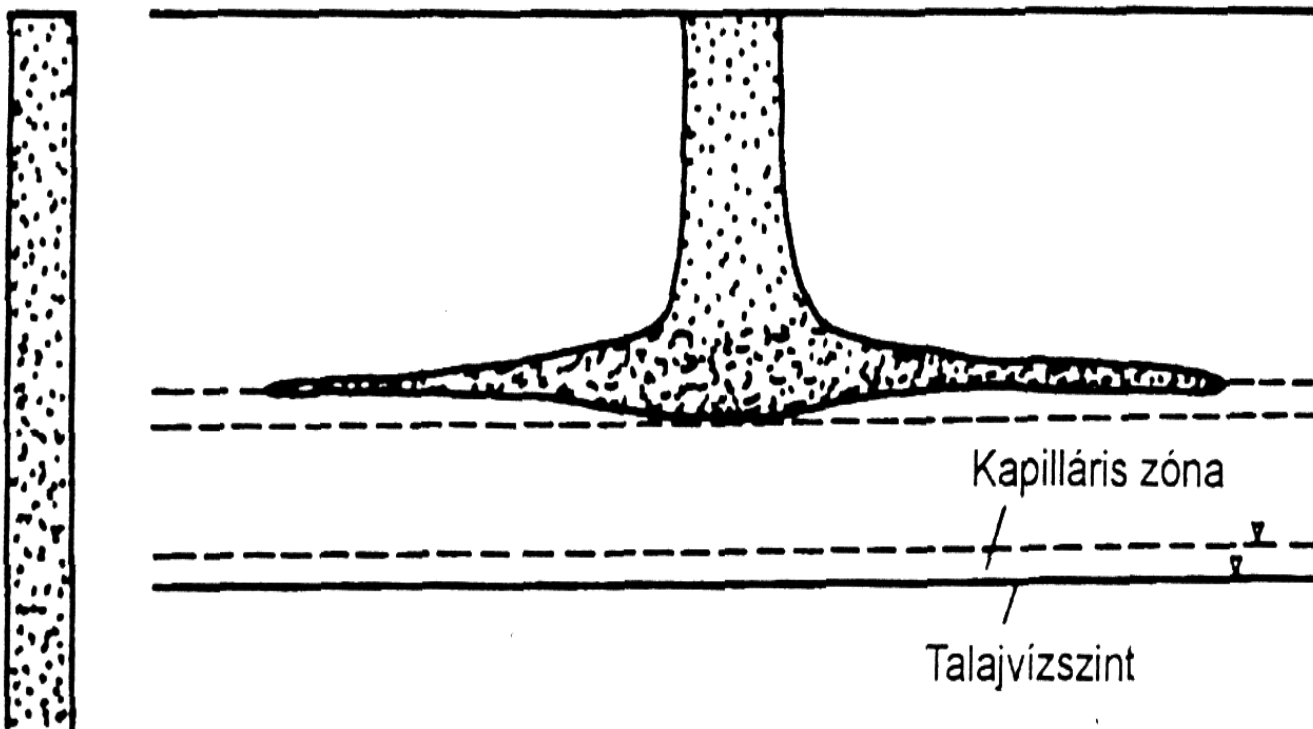
- Nem egynemű talaj esetében, és a természetben rendszerint ez fordul elő, akkor az olajtest többé-kevésbé szabálytalan alakot vesz fel.
- A kisebb átteresztő képességű réteg a szivárgó keresztmetszet szétterülését eredményezi, míg a jobb átteresztő képességű rétegbe történő átmenetnél lényegében azonos marad a szivárgási keresztmetszet. Ha a beszivárgási hányad az átteresztőképességhez képest valamely rétegben nagy, akkor oldalirányba terjed ki a határfelület, egészen addig, míg erősen átteresztő réteghez ér.



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



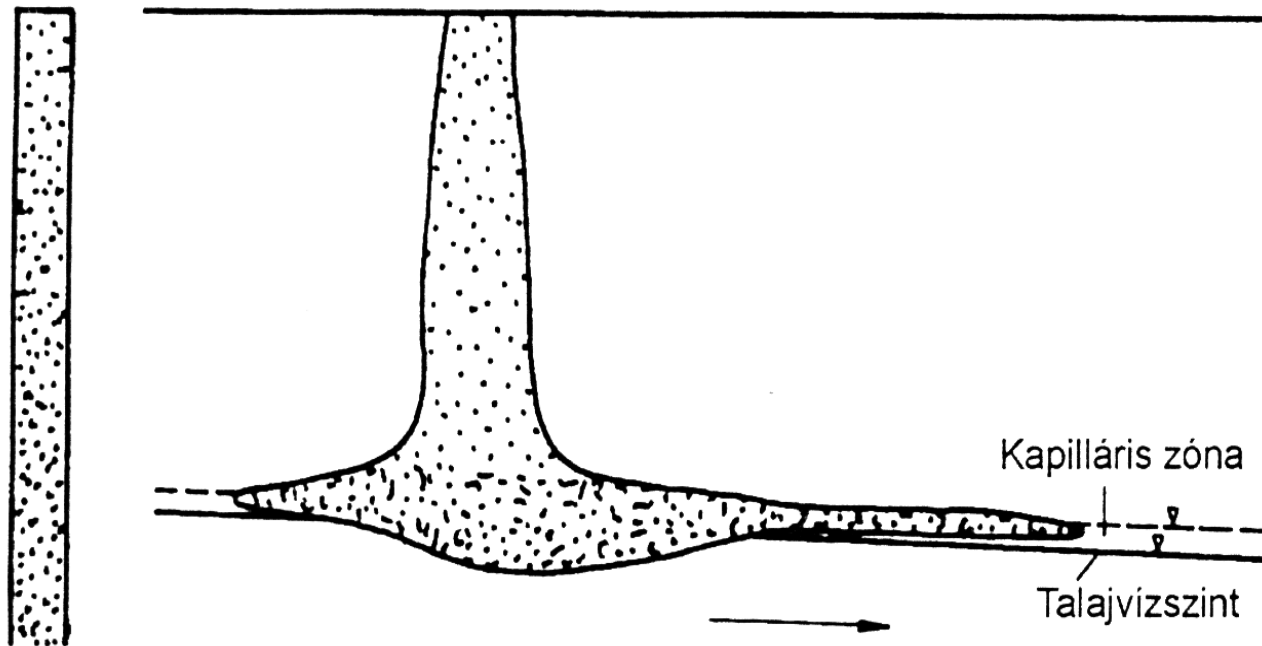
- Az igen kis átteresztőképességű, finom szemcsézettségű közbenső rétegek melyek erősebb mértékben képesek visszatartani a szivárgó vizet, pl. iszapos, agyagos homokok vagy agyagok, jelentős mértékben akadályozhatják vagy akár teljesen megszüntethetik az olaj behatolását a mélyebben fekvő képződményekbe. Ilyen esetben az olaj a talajvízszintig nem is jut el.



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



- Ha a beszivárgott olajmennyiség meghaladja a szivárgási tartomány olajvisszatartó képességét, akkor az olaj a talajvízig hatol.
- Az ábrán látható asszimetria a talajvíz áramlási iránya miatt jött létre. Ha az olaj közvetlenül behatol a vízvezető rétegbe, akkor a nyomás kiegyenlítődése után gyorsan felemelkedik a talajvíz felszínéig, és egyensúlyi helyzetet vesz fel a kapilláris sávban, elsősorban a talajvízáramlás irányában.



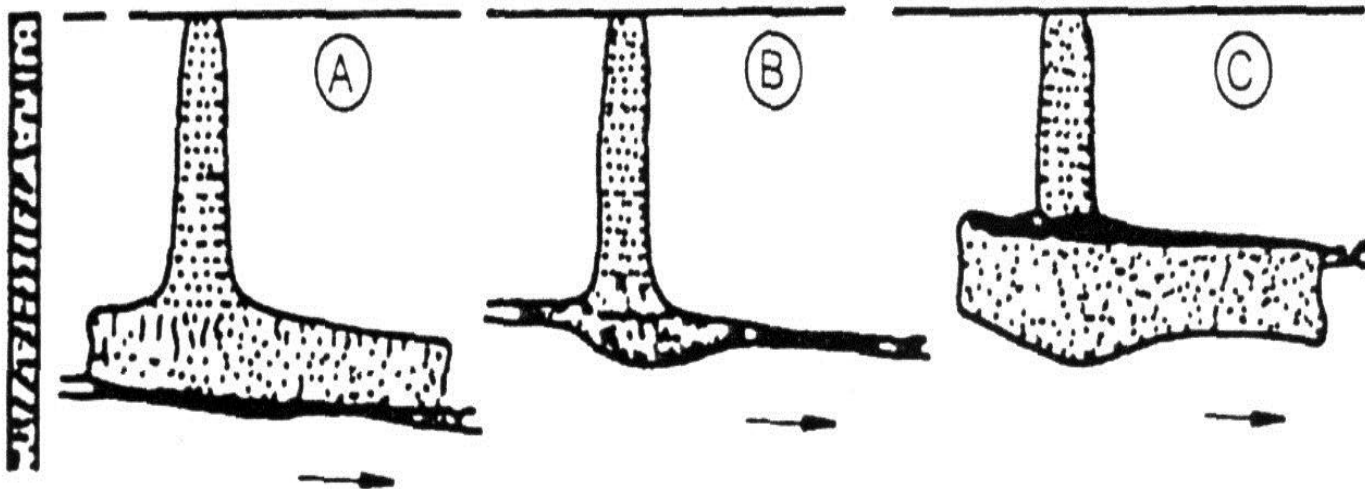
A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



- Amíg a szivárgási tartományban az olajbeszivárgás befejeződése után csak a talajszemcsékhez adszorbeált (viszonylag kis mennyiségű) olajtartalom van jelen, addig a kapilláris sávban a szabad olajmennyiségek feldúsulnak és mozgásukat korlátozza a kapilláris erő hatása. Míg a szivárgó sávban viszonylag gyorsan mozog az olaj, addig a kapilláris sávban hónapok múlva, sőt évek múlva is maradnak nagyobb olajmennyiségek.
- Ebből következik, hogy nagy olajbalesetek esetén ebből a zónából nem egyszer tekintélyes olajmennyiséget lehet eltávolítani. Ugyanekkor a szennyeződés nem rögzül az olajlencséhez, mert a csapadék az adszorbeált olajból, a talajvíz pedig az olajlencséből old ki olajkomponenseket.



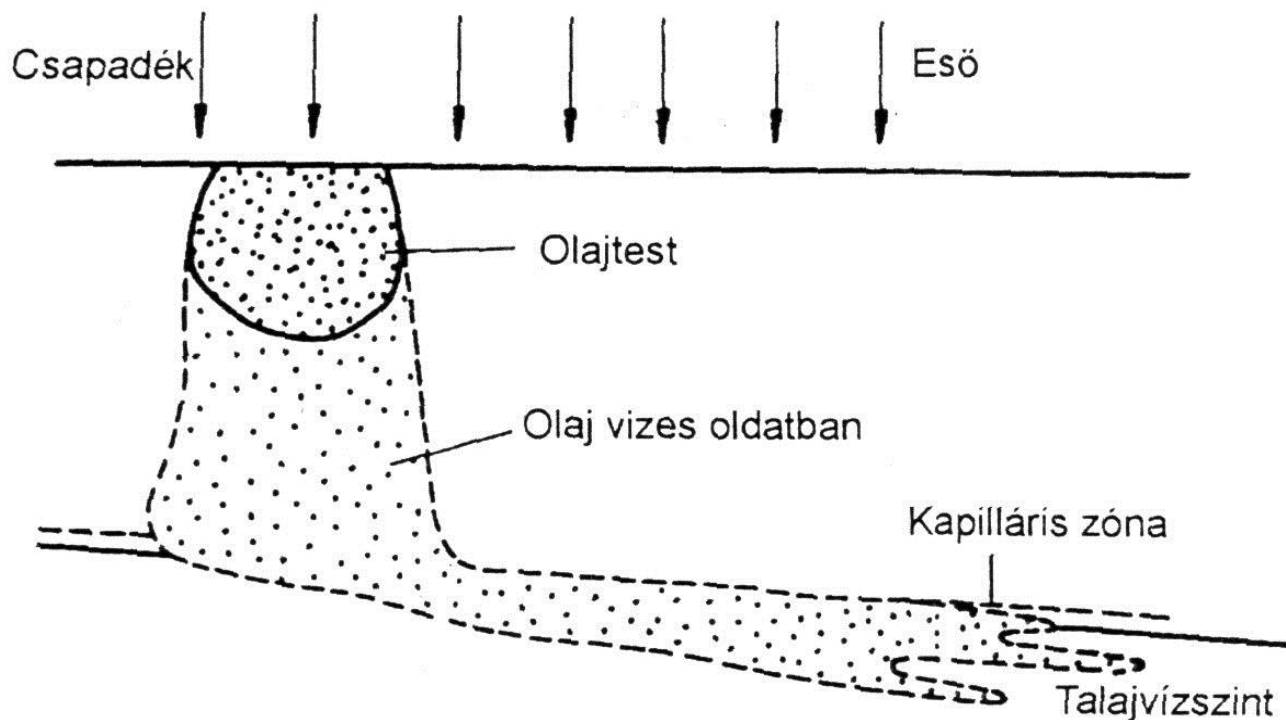
- ha a talajvízszint változik.
- A baloldali (A) ábrán a talajvízszint-süllyedés helyzetét vizsgáljuk egynemű összlet esetén. Ebben az esetben az összegyűlt olaj a talajvízszint és a kapilláris zóna süllyedésével együtt süllyed le, a jobboldali (C) ábrán pedig, amikor az adszorbeálódott olajnyomok maradnak az alsóbb rétegekben.
- A valóságban azonban a helyzet bonyolultabb. Ugyanis az olaj egy igen tekintélyes része képes oldódni a vízben, nem beszélve a kőolaj kísérőanyagiról, amelyek hasonlóképpen vízoldhatók. Ha a kőolaj összefüggő fázisként hatol be a talajba, és ott a beszivárgó csapadékvízzel érintkezik, akkor egyes alkotó oldatba mennek át és vízzel együtt terjednek tovább.



projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg

Az olaj mozgása a talajban

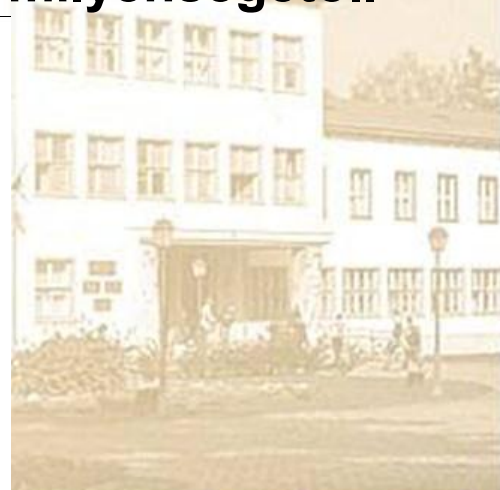
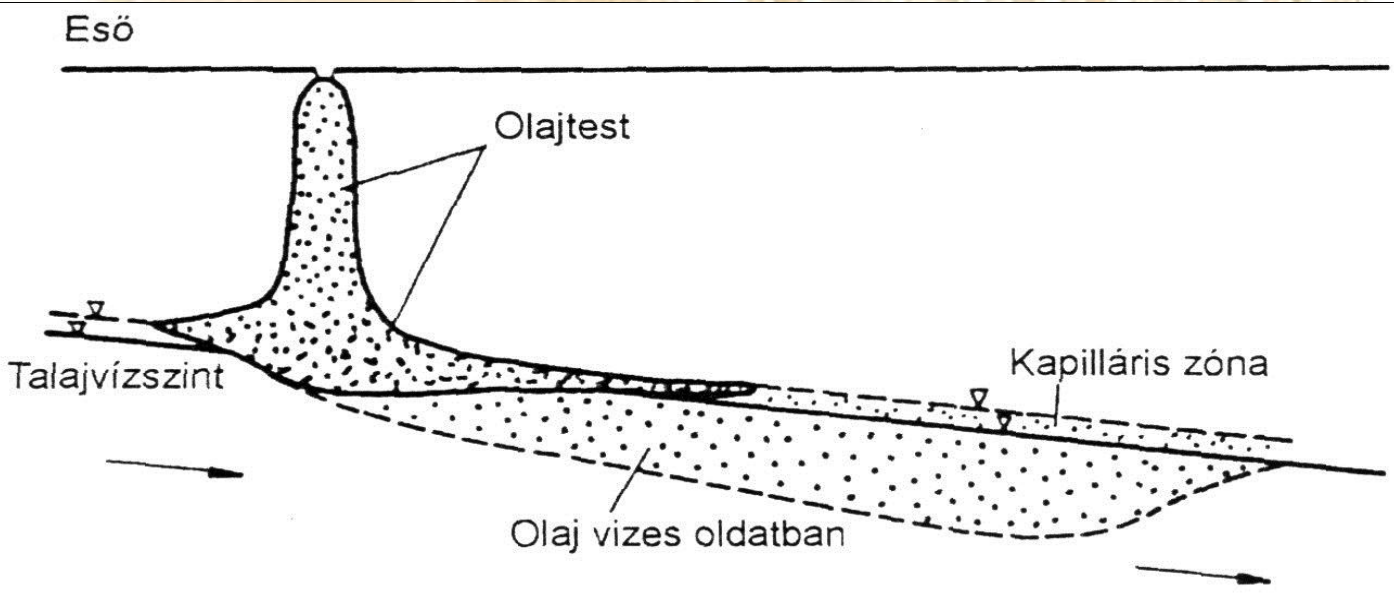
- Az olajtestből kioldódó olaj útja
- Ha az olaj fázisként van jelen a szivárgási tartományban és szivárgó vízzel lép érintkezésbe



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



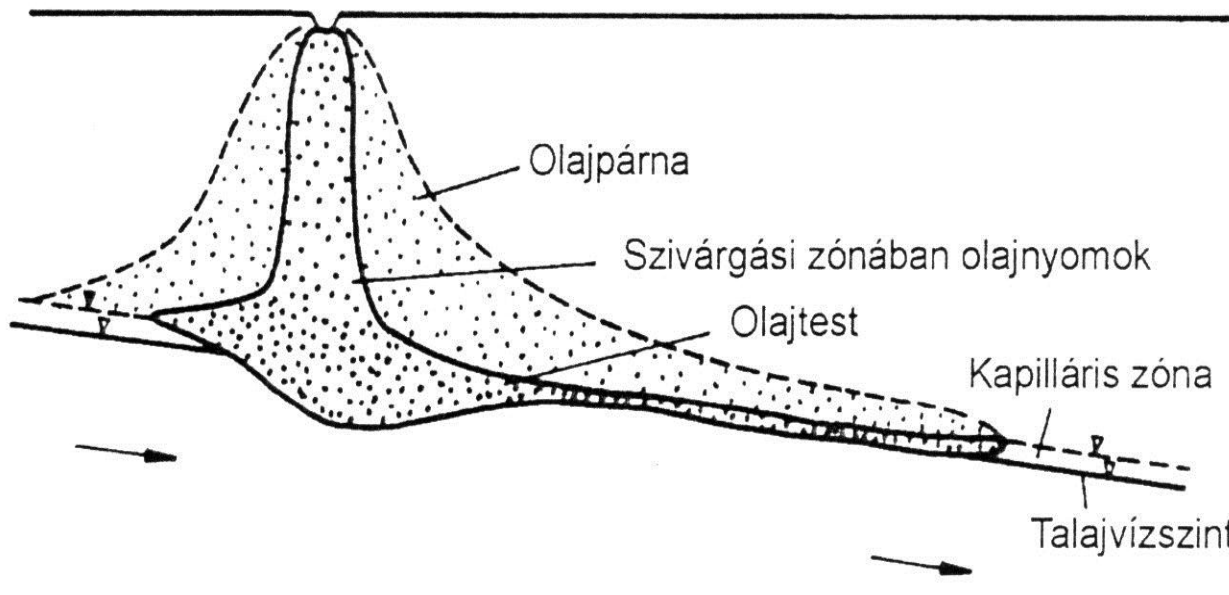
- **Oldott olaj mozgása a talajvíz áramlás irányába**
- **Ha az olajtest - azaz az olaj, mint fázis - a talajvíz felszíne felett helyezkedik el, akkor a szivárgó víz oldhat ki olajrészeket és a talajvíz felszínére vezeti azokat. Itt kezdődik a horizontális irányú szétterülés a talajvíz áramlási irányába.**
- **Ha az olajtestet egészen a talajvíz-tartományig ér el, akkor az áramló talajvíz old ki olajkomponenseket és azokat magával ragadja. A kioldott olajmennyiség függ az érintkező felületektől, a víz áramlási sebességétől, a víz telítettségi fokától és az olajfajta milyenségétől.**



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



- A felszín alatti párolgás függ az olajtermék minőségétől, a nyomástól, a hőmérséklet-gradienstől és a talaj átteresztő képességétől. A szivárgási tartományban elhelyezkedő olajtestet körül tehát szénhidrogén-gőzökből álló olajpárna fog képződni. Hasonlóképpen a talajvízen elfekvő olajlencse felett is kialakul ez a gázburok.
- Minthogy a gázosodó üzemanyag-gőzök a levegőnél nehezebbek, ezek zömmel a kapilláris sáv feletti rétegben helyezkednek el. Mindebből következik, hogy ezek a gázok a szivárgó tartományban vándorló vízben oldódnak és növelik a talajvíz szennyeződését.



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



ELŐADÁS ÖSSZEFOGLALÁSA

- A szennyezés terjedése és az öntisztulás vonatkozásában lényeges különbségek tapasztalhatók a felszín és a felszín alatti vizek között.
- A felszíni vizek esetében a szennyezés mûlékony, tartóssága néhány nap, legfeljebb néhány hét. A **felszín alatti vizek** szennyezése ellenben tartós, időtartama évtizedekre esetleg évszázadokra tehető. Ha a szennyező anyag azonnal nem bomlik le vagy immobilizálódik, akkor az a végtelenségig a felszín alatti vízben maradhat.



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



ELŐADÁS Felhasznált források

Szakirodalom:

Thyll Sz. (1998.): Vízszennyezés - vízminőség-szabályozás. DATE, Debrecen

Pásztó P. (1998.): Vízminőségvédelem-vízminőség-szabályozás. Veszprémi Egyetemi Kiadó, Veszprém

Egyéb források:

Fekete E. et al.(1991.): A vízszennyezés ökológiája. Pro Natura Kiadó, Budapest

Felföldi, L. (1987): A biológiai vízminősítés. (4. javított és bővített kiadás) – Vízügyi hidrobiológia. 16. VGI, Budapest.

Németh, J. (1998): A biológiai vízminősítés módszerei. Környezetgazdálkodási Intézet 1998.



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



Köszönöm a figyelmet!



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg