

Zneškodňování ropných kontaminací

9. Sanace saturované zóny a vod



Copyright

Volně přístupný materiál určený především pro studijní účely.
Používejte pouze s citací zdroje.

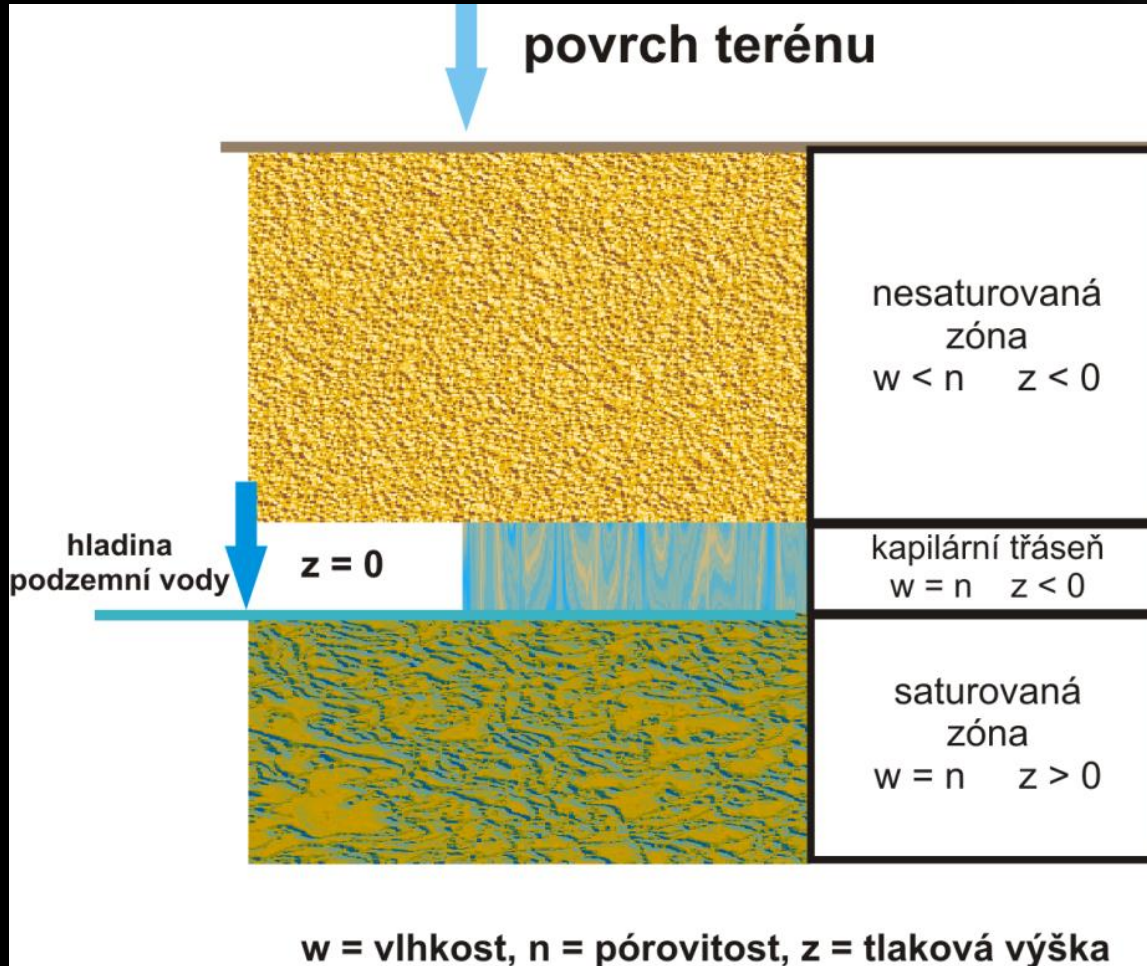
*Those materials are open source.
Copy it, adapt it, use it
– but acknowledge the source!*

Milan Geršl

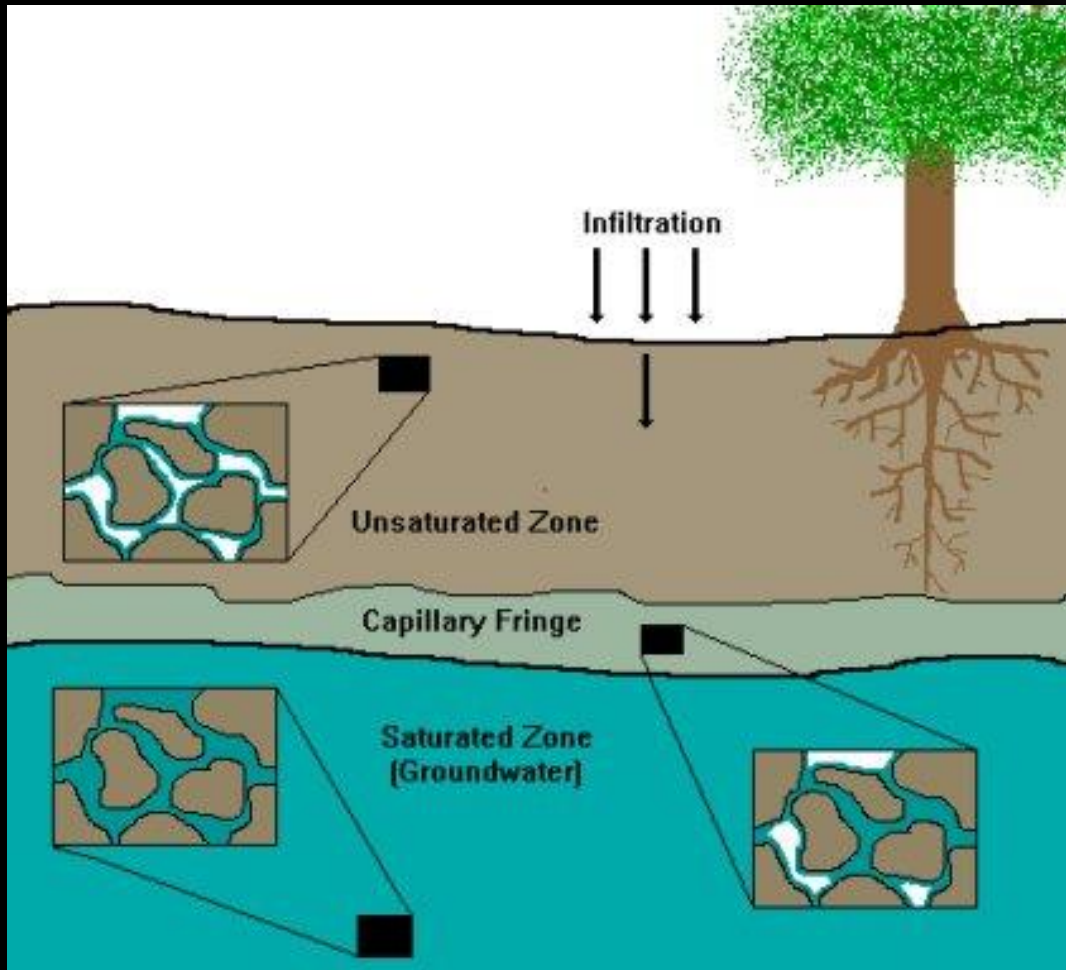
Brno, 2015

ÚZPET, Agronomická fakulta, Mendelova univerzita v Brně

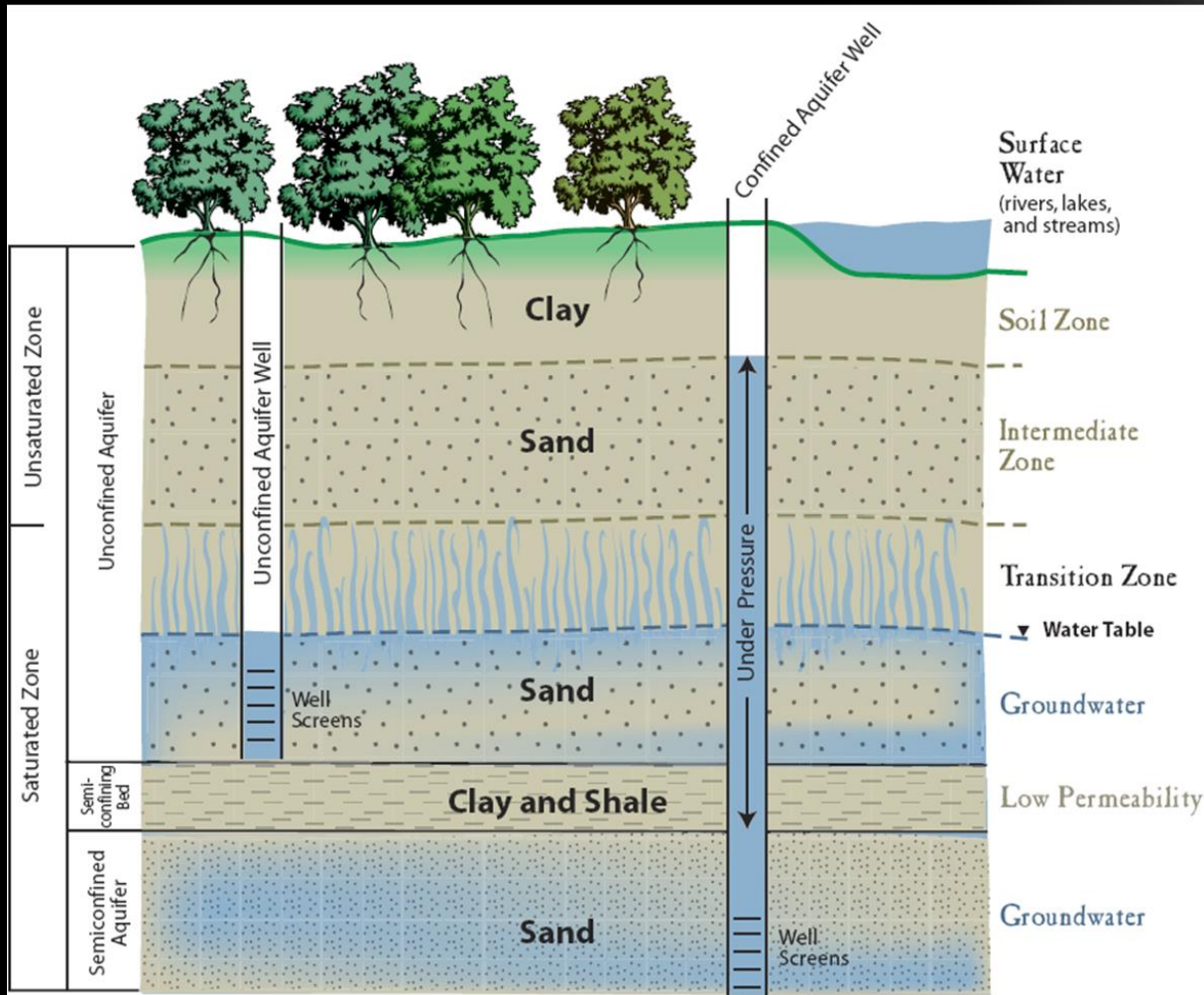
(Ne)saturovaná zóna



(Ne)saturovaná zóna



(Ne)saturovaná zóna





Povrchová voda



Saturovaná zóna

Saturovaná zóna se nachází v horninovém prostředí, kde tlaková výška $z > 0$ a obsah vlhkosti w je roven celkové pórovitosti n . Veškerý pórový prostor je tedy vyplněn podzemní vodou. Voda se zde pohybuje vlivem hydraulického gradientu. Pro saturovanou zónu se také používá pojem zvodněný kolektor, kolektor nebo zvodeň.

Sanace saturované zóny in situ

Vzhledem k povaze saturované zóny a výskytů značných objemů podzemních vod jsou metody *in situ* pro čištění podzemních vod nejrozšířenější. Opět se jedná o fyzikální, chemické, biologické a kombinované metody čištění. Řada metod je v principu shodných s metodami sanace nesaturované zóny.

Sanace saturované zóny *in situ*

➤ Biologické metody *in situ*

Biologické metody přímo souvisí s tzv. přirozenou atenuací, při které jsou polutanty přirozeně odbourávány. Při tímto způsobu čištění jsou využívány přirozené biologické procesy, při kterých vznikají přirozené produkty, které již není nutné dále zpracovávat nebo čistit. Biologické metody jsou při vyšších koncentracích polutantů pomalejší ve srovnání s metodami fyzikálními a chemickými.

Sanace saturované zóny *in situ*

➤ Biologické metody *in situ*

Hlavní metodou je podporovaná bioremediace, která je založena na mikrobiální aktivitě podpořené optimalizací fyzikálně-chemických podmínek. Optimalizace spočívá v úpravě pH, Eh, dodávání výživy v podobě makrobiotických i mikrobiotických prvků, dodávání terminálních akceptorů elektronů. Metody lze použít pro rozklad – atenuaci celé řady organických sloučenin a anorganických dusičnanů a síranů.

Podobnou metodou je biosparging, při kterém je do podzemní vody vháněn vzdušný kyslík. Kyslík se stává terminálním akceptorem elektronů nutným pro oxidaci polutantů. V některých případech lze vhánět také propan, butan nebo metan, které slouží jako kometabolický substrát pro výživu mikroorganismů. Metody lze použít pro rozklad – atenuaci celé především těkavých organických sloučenin a ropných látek.

Sanace saturované zóny *in situ*

➤ Fyzikální a chemické metody *in situ*

Kombinace fyzikálních a chemických procesů umožňuje vznik mnoha různorodých sanačních metod založených na různých principech a disponujících různými přednostmi i nedostatky a pohybujících se v různých cenových hladinách. Pravděpodobně nejrozšířenější je metoda air sparging.

Sanace saturované zóny *in situ*

➤ Fyzikální a chemické metody *in situ*

Air sparing je založen na principu vhánění vzduchu pod hladinu podzemních vod. Po reakci v saturované zóně vzduch opouští podzemní vodu a přechází do nesaturované zóny, kde ve své aktivitě pokračuje a de facto plynule přechází do principu metody ventingu. Vhánění vzduchu podporuje přirozené biodegradační procesy. Metoda je účinná pro degradaci ropných látek, těkavých organických látek, příp. chlorovaných uhlovodíků.

Chemická oxidace je založena na vhánění oxidačních činidel ve formě vodného roztoku do podzemních vod. Nejpoužívanější: manganistan draselný KMnO_4 , manganistan sodný NaMnO_4 , peroxidodvojsíransodný, ozon nebo směs peroxidu vodíku H_2O_2 a železnatých iontů označována jako Fentonovo činidlo.

Přirozenými konečnými produkty jsou oxid uhličitý, voda a sloučeniny železa nebo manganu. Metoda je obecně použitelná pro všechny polutanty, které lze degradovat oxidací.

Sanace saturované zóny *ex situ*

Vzhledem k nutnosti přepravit vodu do vhodného sanačního areálu jsou metody *ex situ* omezeny jen na čištění vod od dobře rozpustných nebo s vodou nemísitelných, ale kapalných polutantů. Polutanty uchycené na horninová zrna zůstávají v tomto případě na původním místě výskytu. I přesto mohou být metody *ex situ* zajímavé, neboť umožňují mnohem detailnější řízení procesu i provádění jeho kontroly. Mimo podzemní vody čerpané na povrch jsou takto čištěny průsaky ze skládek a odpadů, technologické vody, nebo vody vznikající při jiných sanačních postupech.

Sanace saturované zóny *ex situ*

➤ Biologické metody *ex situ*

Biologické metody mohou být soustředěny do biologických reaktorů nejrůznějších technických variant. Časté jsou reaktory s mikroorganismy suspendovanými v kontaminované vodě nebo s mikroorganismy narostenými na biofilmu. Reaktory mohou pracovat v aerobních i v anaerobních podmínkách nebo lze použít i postupné čištění nejprve v anaerobních a poté v aerobních podmínkách. Podstatnou a moderní výbavou všech reaktorů je rozsáhlý systém řízení a on-line monitorování provozních stavů napomáhající vysoké efektivitě čištění. Díky různým sestavám a kombinacím technických řešení i biologických náplní mohou reaktory eliminovat velmi široké spektrum organických polutantů.

Sanace saturované zóny *ex situ*

➤ **Biologické metody *ex situ***

Druhou významnou skupinou využívajících biologické metody jsou kořenové čistírny, tzv. umělé mokřady. Tyto areály využívají pro čištění povrchových i podzemních vod uměle připravené mokřady, kde se uplatňují přirozené geochemické a biologické reakce. Podstatnou složkou mokřadů jsou cévnaté rostliny, ale také mikroorganismy. Umělé mokřady jsou vhodnější pro odstranění anorganické kontaminace vod, eliminace organických polutantů je omezena.

Sanace saturované zóny *ex situ*

➤ Fyzikální a chemické metody *ex situ*

Kombinace fyzikálních a chemických procesů umožňuje vznik mnoha různorodých sanačních metod založených na různých principech zahrnujících gravitační dělení, stripping, oxidaci, srážení, flotaci, flokulaci, koagulaci, adsorpci a desorpci. Vzhledem k neobyčejně širokému spektru všech možných metod a jejich kombinací a současně k dobré dostupnosti vyčerpaných vod lze těmito metodami odstranit jakékoliv anorganické i organické polutanty, a to buď současně, nebo postupně.

Sanace saturované zóny *ex situ*

➤ Fyzikální a chemické metody *ex situ*

Mezi nejpoužívanější metody patří air stripping, při kterém jsou těkavé látky ve speciálních věžích uvolňovány z vody do plynné fáze. Adsorpce a desorpce probíhají řízeně za pužití vhodných činidel na rozhraních různých fází. Chemická oxidace umožňuje oxidovat všechny oxidovatelné polutanty. Koagulace a flokulace napomáhá odstranit část polutantů ve formě vloček vznikajících po přidání koagulačních a floukulačních činidel. Vzniklé vločky jsou poté odděleny od vody. Flotace je zaměřena na využití rozdílné smáčivosti materiálů, kdy jsou odděleny hydrofobní a hydrofilní částice.