

ZAJIŠTĚNÍ PITNÉ VODY PRO HISTORICKÁ OSÍDLENÍ V PÍSKOVCOVÝCH TERÉNECH

Josef Datel

Dostatek pitné vody byl vždy limitujícím faktorem lidského osídlení jakékoliv krajin. Jako nejsnáze dostupná se nám předkům jevila *voda povrchová* – v potocích, řekách, močálech a jezerech. Množství, jakost i zdravotní nezávadnost povrchové vody jsou však nestálé – stačí delší období sucha a potoky začnou vysychat, po velkých deštích se voda zkalí spláchnutou půdou z okolních svahů, tlející mršiny uhynulých zvířat způsobují, že se voda může stát zdrojem různých onemocnění. Jako další se nabízely *přírodní prameny* – soustředěné odvodnění podzemních vod. Využívání pramenů mělo velké výhody – obvykle měly malý rozdíl výdatnosti, stálou jakost a voda byla i díky delšímu pobytu pod povrchem v horninách prostá škodlivých baktérií a dalších organismů. Bohužel prameny nebyly všeude, často jejich výdatnost přestala postačovat rozrůstajícímu se osídlení v okolí, a tak si člověk musel hledat nové zdroje vody.

Záhy přišli lidé na to, že mnohdy stačí přírodní vývěr podzemní vody prohloubit, pramen tak získá větší výdatnost. Zjistil také, že v blízkosti povrchových toků – v údolních nivách – existuje podzemní voda velmi mělká pod povrchem, často do 1 m, a že tato voda je daleko kvalitnější než přímo voda z toku. Začal tedy hloubit mělké jámy při pramenných vývěrech, v zamokřených místech a blízko vodních toků a získával tak umělé zdroje podzemní vody, které mu zajišťovaly dostatek dobré vody. Toto řešení mělo ale jednu velkou nevýhodu – všechny tyto zdroje se nacházely v údolích. Jejich vzdálenost totiž limitovala rozvoj lidského osídlení (nošení vody bylo reálné jen do jisté vzdálenosti), a navíc – a to je velmi podstatný faktor – to byly zdroje prakticky nechráněné a nechránitelné před nepřátele, címkž se osídlení bez zdroje vody dostalo do velmi svízelné situace.

Významnou výhodu získala ta osídlení, která objevila výše položené vývěry vody – podle charakteru geologické situace nemusí podzemní voda vyvěrat jen na úpatí svahů na kraji údolí, ale zvláště puklinové nebo přelivné prameny se mohou objevit i poměrně vysoko nad údolím v méně přístupném terénu (např. přelivné prameny při severním úpatí Příhrazské plošiny).

S postupujícím osídlováním byl člověk nucen zabírat místa stále vzdálenější od klasických zdrojů vody. Postupně přišel na to, že v příhodných místech stačí vykopat několikametrovou jámu a v určité hloubce narazí na vodu. Kvůli nedokonalým pracovním nástrojům se tato jeho aktivita nejprve omezovala na kopné práce v nesoudržných nebo málo soudržných zeminách (píska, hlíny, štěrky, většinou kvartérního původu) a do několika málo metrů hloubky. Aby se jáma nezasypala, musely se její stěny nějak zabezpečit. Většinou posloužily kmény nebo větve stromů. Postupně tak vznikl zárodek *roubené studny*.

Na terénních vyvýšeninách – kopcích, plošinách apod. – to však nestačilo, hladina podzemní vody v takovýchto lokalitách se nachází i desítky metrů hluboko a je navíc v puklinách tvrdých skalních hornin. Pro hloubení *hluboké studny* v prostředí zdrových pískovců, slínovců, nemluvě o ještě tvrdších horninách včetně rul a žul, bylo zapotřebí mnohem dokonalejších nástrojů a daleko větší úsilí. To byl důvod, proč poměrně dlouho zůstalo osídlení těchto míst bez vlastního zdroje vody přímo v místě. Zvláště v prostředí pískovcových skal Českého ráje i jinde v české křídové páni byly rozsáhlé plošiny nejúrodnější částí krajiny (strmé svahy a zamokřená údolí obvykle nešla nijak využít). Donášení vody z údolí bylo velmi namáhavé, nepraktické a často nebezpečné. Další možností bylo zachycování srážkové vody – s tím byly ale spojeny dva problémy: existence delších bezsrážkových období a problém jak získat dostatečně velký akumulační prostor na zachycenou vodu. Uchovávání vody v nádobách různého charakteru bylo neefektivní – zabíraly hodně místa a obsahovaly příliš málo vody. Jiným řešením byly akumulační bezodtoké jámy (*cisterny*). Ty mohly být poměrně velké, jejich zásadním problémem byla ale jejich propustnost, zadržená voda se z nich tedy rychleji či pomaleji ztrácela, a to i přes snahy tyto jámy znepropustnit, např. použitím jílové nebo hliněné mazaniny.

Ve středoevropských podmírkách začíná člověk od sklonku raného středověku stále více pronikat pod zem a využívat geologické prostředí pro svůj rozvoj. S tímto vývojem jde ruku v ruce i vývoj dokonalejších kopných a dalších nástrojů, takže člověk mohl pod povrch terénu pronikat stále úspěšněji. Šlo o různé aktivity spojené s lámáním stavebního kamene a s rychle se rozšiřujícím využíváním nerostných surovin – např. těžbou železných i neželezných rud. Získané zkušenosti z dobývání surovin a ražení důlních děl byly záhy využity i pro hloubení hlubokých studní. Protože šlo o velmi namáhavou a dlouhotrvající práci, nejprve se tyto studny objevovaly na opevněných sídlech a ve městech. Na většině našich hradů je dokumentována existence studní, mnohdy hlubokých i několik desítek metrů (kupříkladu v mikroregionu Příhrazské vrchoviny v Českém ráji Staré hrady u Příhraz a Hynšta); zcela rekordní je hloubka tesané studne na Koenigsteinu v Saském Švýcarsku – 152,5 m. Pokud si uvědomíme, že jejich průměr byl často několik metrů, šlo na tehdejší dobu o grandiózní inženýrská díla, nad nimiž studnař nezřídka strávil mnoho let, někdy šlo dokonce o dílo dvou nebo tří generací studnařů.

Nicméně zkušenosti se šířily a na konci středověku již byly tyto znalosti obecně rozšířené a hluboké studny u významných staveb i hospodářských usedlostí situovaných ve výšinných polohách přibývaly. Zvláště se s tímto jevem lze setkat v horninách přízivních pro výskyt podzemní vody v dostatečném množství, např. v době propustných pískovcích. Zde totiž byla jistota, že nejpozději v hlubkové úrovni odpovídající zhruba úrovni blízkého údolí bude naražena podzemní voda. Rozsah práce tak šlo dobré naplánovat a výsledek, tj. zajištění pitné vody, byl prakticky jistý. Protože zdroj vody byl naprostě nezbytný pro existenci většího osídlení se zemědělským hospodařením, lze předpokládat, že na konci středověku a v raném novověku (15. - 17. století) měla naopak většina staveb na terénních vyvýšeninách (vrcholcích kopců, pískovcových plošinách a jiných elevacích) svůj zdroj vody a že to velmi často byly poměrně hluboké kopané studny (pokud neměli šestí a nebyl po ruce vydatný přírodní pramen nebo dobré přístupný čistý povrchový tok).

Tuto hypotézu dokazují archeologická zjištění různě hlubokých jam v rámci zanik-

lých osídlení, které mají vzhled studní a také studněmi bezesporu byly. V některých případech to však mohly být i záchytné jímky na dešťovou vodu. Z hlediska odlišné funkce obou zařízení (jímací x záhytná) lze však odvodit jejich odlišný vzhled a charakter.

Studna musela být tak hluboká, aby dosáhla hladiny podzemní vody. Hydrogeolog je schopen odhadnout hloubku podzemní vody v jakémkoliv terénu, z toho lze odvodit původní hloubku studny – málokdy sahá více než 2 m pod hladinu vody (ruční hloubení pod vodou je i dnes technicky velmi náročné). K dosažení této hloubky bylo třeba projít masívem zdravé skalní horniny. A i v případě pískovců, které jsou ještě relativně dobré kopné, se v hloubce pod 5 - 10 m dostáváme do horniny nezasázené zvětrávacími procesy, která je kompaktní a velmi tvrdá. Hloubení otvoru je velmi namáhavé a pomalé. Tato velmi těžká práce byla prováděna jen s vizí konečného výsledku – zajištění zdroje vody, čímž daný pozemek získal velmi na své ceně – více než stálo vykopání studny.

Nelze si představit, že podobné úsilí by bylo vynaloženo jen na vybudování záhytné jímky na dešťovou vodu. Jáma v horninovém masívu prochází různými puklinami a poruchovými zónami, což jsou místa kterými voda může proudit. A pokud je horninové prostředí bezvodé, sloužily by jako drenáže pro zachycovanou dešťovou vodu, čímž by se drahocenná voda v jámě ztrácela. Jako záhytné jímky si lze představit jámu spíše většího průměru a hloubky maximálně do několika metrů (v případě dobře kopných hornin možná i přes 10 m), ale ne více. Jen do téhoto hloubek si lze představit zajištění stěn jímky mazaninou, zvláště v místech viditelných puklin a porušené horniny. A jen do téhoto hloubek jsou horniny relativně snadno rozrušitelné kopáním, protože jsou porušené větráním. A i z hlediska objemu tyto nádrže nesporně postačovaly. Nádrž o průměru 8 m a hloubce 5 m má objem 250 000 litrů vody, tj. 100 lidem by při spotřebě 25 l/den stačila na více než tři měsíce!

Uvědomme si také, jaké množství dešťové vody bylo reálně zachytit. Dlouhodobý srážkový úhrn v českých zemích je dnes cca 630 mm/rok. Při svedení vod ze střech (odjinud, např. z dlážděných ploch, voda nemůže vyhovět svou čistotou pro použití jako pitná) nelze počítat s plochou větší než 500 m², v krajním případě 1000 m². Z hydrologické bilance vyplývá, že na evaporaci (tj. výpar) může jít až 40-60 % všech srážek. Za celý rok je tak reálné z celé obrovské plochy 1000 m² zachytit maximálně 300 000–400 000 litrů vody, tj. výše uvažovaná nádrž 8 x 5 m by musela být plněna asi tři čtvrti roku! Samozřejmě za nesplněného předpokladu její totální nepropustnosti. I z tohoto hlediska je pak naprostě zbytečné budovat záhytné jímky hlubší a s větší kapacitou – pravděpodobně by se je vůbec nepodařilo srážkovou vodou trvale naplnit.

Podstatný je i hydraulický aspekt tohoto problému – velikost potenciálního vsaku vody z jímky je přímo závislá na velikosti hydraulického gradientu. Jeho měřítkem je hladina vody v jímce, tzn. čím je v jímce vyšší vodní sloupec, tím větší hydraulická síla působí na však vody do okolní horniny, a tím jsou ztráty vody vyšší. Z tohoto úhlu pochodu jsou pak úzké a hluboké jímky mnohem nevhodnější než jímky mělké a široké při zachování stejného objemu, protože ty budou mít ve stejném horninovém prostředí ztráty vody mnohem menší.

Závěrem budiž řečeno, že nálezy stovky let starých a leckdy hlubokých studní jako součást historického osídlení skalních plošin a terénních vyvýšenin jsou očekávatelné na řadě míst. V případě jam velmi hlubokých (tj. více než 20 m), které se často hloubkou blíží až do úrovně blízkého údolí můžeme udělat naprostě jednoznačný závěr, že jde ve všech případech o pravé studny, tzn. zařízení na jímání podzemní vody.

Pokud v některých případech nalezneme jámy mělké, které těžko zachytit hluboko zakleslou hladinu podzemní vody, je možné, že sloužily jako záhytné jímky na dešťovou vodu. Ve většině případů se ale lidé museli potýkat s jejich propustností, tzn. že se jímka voda ztrácela a zcela jistě neměli technické možnosti ani znalosti, aby tyto jímky dokonale utěsnili – důsledkem tohoto faktu je to, že tyto jímky mohly sloužit jen jako dočasné rezervoáry, které vydržely kratší či delší dobu podle propustnosti horniny, v níž byly vyhloubeny. Výšinné osídlení v obtížnější přístupných polohách však nemohlo být v žádném případě odkázáno pouze na zdroje srážkové vody, a to ani ve srážkové bohatších obdobích. Srážkové vody mohly sloužit jen jako doplnkový zdroj (např. jako užitková voda nebo voda pro zvířata), vedle něhož lidé museli mít zdroj další (povrchový tok, pramen, studnu). V případě pochybností o účelu nalezené jámy je možné vyžádat si odborné hydrogeologické posouzení.

SUMMARY

Drinking water supply has always been a limiting factor for countryside settlement. First, surface water and water from natural springs was used by people. Progressively, man started digging shallow holes in suitable places where the groundwater table could be expected close to the surface (for example on flood plains next to rivers and creeks). In this way, man was able to find a water source also at sites where no natural waters with good quality occurred. Shortage of water was especially significant in settlements on morphological elevations – hills and stone (mostly sandstone) tablelands – there was usually no surface water; no springs and the groundwater level is very deep under the ground surface (often tens of meters). But various digging and mining tools gradually improved with development of mining activities in the Middle Ages in such a way that in early Modern Age it allowed people to dig wells several tens of meters deep.

Most castles and agricultural settlements on ground surface elevations had source of drinking water – mostly a deep well (of course primarily owned by the richest part of members society). Huge wells can be found at some castles – with an average of several meters – this is imposing engineering work that was done often by several generations of miners or well diggers. It is possible to say that a near valley determined the depth of these deep wells. Groundwater level is usually at a similar level to the base of a valley (or surface water level), and it means that the well had to be dug to a comparable depth. If an old well is found at a site of previous settlement we can guess with a good probability the original depth of the well.

Some experts assert that these holes are only collecting reservoirs, for example for rainwater. It is sure that those holes were built but they have never been so deep as real wells. There was no reason to make a very deep hole, because at the depth of 5-10 meters rock weathering is limited and the rock massif is extremely hard and digging in this environment is extremely difficult. It is only worth digging there when one expects something very valuable – for example a source of water. And that is why holes for rainwater collection were shallow – at maximum several metres – and could be larger, maybe up to ten metres on average. Collecting reservoirs did not anything principally new to a landowner; meanwhile, a well with good water meant a very high increase of land value.

Further – more, in the Central Europe an conditions the amount of precipitation is insufficient to provide drinking water supplies only from rainwater. A hole 8 meters deep would be filled by rainwater from roofs (where there is the only rainwater of good quality) nearly for the whole year (!) and providing the rock environment is totally impermeable, which is clearly not the case in reality (no rock environment is impermeable and waterproofing was not simple for our ancestors). So it is possible to conclude that deep holes for water collection were not really needed. It means that if some deep holes will be found at some sites, with high probability they served as real wells – sources of deep groundwater with good quality and a steady yield.