

Faktory ovlivňující náklady na výrobu pitné vody

EVA HORVÁTHOVÁ

Klíčová slova: pitná voda – podzemní voda – náklady na úpravu pitné vody

ABSTRAKT

Článek shrnuje poznatky získané v rámci statistické analýzy nákladů na výrobu pitné vody v České republice (dále ČR) v roce 2018. Pochopení faktorů, které ovlivňují náklady na výrobu pitné vody, je důležité pro volbu nákladově efektivního systému veřejného zásobování pitnou vodou. Předkládáme první studii analyzující faktory ovlivňující náklady na výrobu pitné vody v ČR. Testovali jsme následující činitele, zda mají vliv na výrobní náklady pitné vody: množství vyrobené pitné vody, druh surové vody (povrchová vs. podzemní), spotřeba elektrické energie a technologie a chemické látky použité při úpravě vody. Výsledky ukazují, že výroba pitné vody z podzemní vody je levnější než z povrchové vody. Zároveň některé technologie úpravy vody a použití určitých chemických látek zvyšují výrobní náklady. Největší dopad má použití chlornanu sodného, chloru a odstraňování manganu. Dále jsme potvrdili úspory z rozsahu při výrobě pitné vody.

ÚVOD

Velikost nákladů na úpravu pitné vody závisí na kvalitě surové vody, technologiích úpravy, právních předpisech, používaných zdrojích energie a množství upravené vody [1]. Z technologických procesů úpravy vody má největší vliv na náklady použití gravitační filtrace a aplikace chloru. Náklady na výrobu pitné vody jsou rovněž ovlivněny vzdáleností, na kterou se voda distribuuje od výrobce k zákazníkovi, a způsobem této přepravy [1].

Jedním z nejdůležitějších faktorů ovlivňujících náklady na výrobu pitné vody je kvalita surové vody. Četné studie zjistily, že zlepšení kvality zdrojové vody snižuje její náklady na úpravu [2]. Vzhledem k většímu přirozenému čištění podzemních vod je podzemní voda obvykle považována za čistější než voda povrchová [3] a náklady na úpravu podzemních vod jsou nižší než povrchových vod [4].

Přirozené čištění vody patří k jednomu z nejčastěji uváděných přínosů, jež příroda poskytuje lidem, tzv. ekosystémových služeb [5]. Přestože poptávka po oceňování ekosystémových služeb spojených s vodou roste [6], výzkum v této oblasti je stále vzácný [7]. Ocenění ekosystémové služby čištění podzemních vod bylo dosud provedeno jen v Nizozemí použitím metody náhradních výdajů [4]. Při použití této metody lze hodnotu čištění podzemních vod vypočítat jako rozdíl nákladů na úpravu povrchových a podzemních vod. K použití této metody je tedy nutné znát, jak se liší náklady na výrobu pitné vody z povrchových zdrojů a podzemní vody. Tato problematika však v ČR dosud nebyla zkoumána.

Předchozí výzkum faktorů ovlivňujících náklady na výrobu pitné vody se zaměřoval především na Severní Ameriku a západní Evropu. Proto jsme se zaměřili na střední Evropu a analyzovali jsme náklady na výrobu pitné vody v ČR. Podle našich informací se jedná o první studii, která zkoumá parametry ovlivňující náklady na výrobu pitné vody ve střední Evropě.

DATA

Data byla získána sloučením údajů, jež vlastníci a provozovatelé vodovodů a kanalizací každoročně povinně vykazují příslušným vodoprávním úřadům (vybrané údaje majetkové evidence a vybrané údaje provozní evidence vodovodů a kanalizací, tzv. data VÚME a VÚPE). Tato data byla doplněna o další data, např. sazby poplatků za odběr vody. Analýzu jsme provedli na datech za rok 2018.

Z databáze jsme vyřadili pozorování s příliš nízkou produkcí vody, příliš nízkými nebo příliš vysokými jednotkovými výrobními náklady. Předpokládali jsme, že tato pozorování byla zadána chybně. Dále jsme vyřadili tři odběrná místa, kde více než 50 % produkce vody tvořila voda technologická. Kromě toho jsme vyřadili i lokality, v nichž se používá infiltrace. Po vyčištění dat zůstalo 3 253 pozorování (celkový počet pozorování před čištěním byl 3 566).

METODIKA

V krátkém časovém období jsou náklady firem, které využívají environmentální vstupy, dány objemem produkce, charakteristikami firmy, náklady na neenvironmentální vstupy, náklady na fixní faktory a charakteristikou využívaného přírodního kapitálu (neenvironmentálního vstupu) [5, 8].

Vzhledem k tomu, že nás nezajímaly dopady na celkové náklady, ale na jednotkové výrobní náklady, použili jsme na základě předchozích výzkumů následující funkci:

$$JNBP = a + \beta_1 \ln VV + \beta_2 EL + \beta_3 PDV_d + b_1 TECH1 + b_2 TECH2 + \dots + b_{30} TECH30 + e \quad (1)$$

kde	<i>JNBP</i>	jsou jednotkové výrobní náklady bez poplatků za odběr surové vody
	<i>VV</i>	je množství vyrobené vody
	<i>EL</i>	jednotková spotřeba elektrické energie (kWh/m ³ vyrobené vody)
	<i>PDV_d</i>	binární proměnná charakterizující typ surové vody
	<i>proměnné TECH 1–30</i>	jsou binární proměnné charakterizující technologie a chemické látky použité při úpravě vody
	<i>a</i>	konstanta
	<i>β₁–β₃, b₁–b₃₀</i>	regresní koeficienty
	<i>e</i>	je reziduum

Tab. 1. Popisné statistiky
Tab. 1. Descriptive statistics

Proměnná	Popis	Počet pozorování	Průměr	Směrodatná odchylka	Min.	Max.
JNBP	Jednotkové výrobní náklady bez poplatků za odběr surové vody (Kč/m ³)	3 253	12,73	9,77	0,52	49,9
VV	Množství vyrobené pitné vody (km ³ /rok)	3 253	176,1	1,82	0,02	87,16
EL	Jednotková spotřeba elektrické energie (kWh/m ³ vyrobené pitné vody)	3 253	0,71	1,36	0	43,64
PDV_d	Binární p. = 1, pokud byl podíl podzemní vody na celkové produkci vody na daném odběrném místě >= 0,5	3 253	0,96	0,2	0	1
Zpracování kalu žádné	Binární p. = 1, pokud nebylo použito zpracování kalu	3 253	0,36	0,48	0	1
Bez úpravy	Binární p. = 1, pokud podle VÚME byla kategorie technologie úpravy vody žádná	3 253	0,55	0,5	0	1
Odkyselení	Binární p. = 1, pokud bylo použito odkyselení filtrací, aerací	3 253	0,1	0,3	0	1
Odmanganování	Binární p. = 1, pokud bylo použito odmanganování	3 253	0,11	0,31	0	1
Filtrace	Binární p. = 1, pokud byla použita filtrace	3 253	0,17	0,37	0	1
Chem. dezinfekce	Binární p. = 1, pokud byla použita dezinfekce chemická	3 253	0,38	0,49	0	1
Chlor	Binární p. = 1, pokud byl použit chlor	3 253	0,11	0,31	0	1
Odželezňování	Binární p. = 1, pokud bylo použito odželezňování	3 253	0,12	0,32	0	1
Jiná agregace	Binární p. = 1, pokud bylo použito jiné agregační činidlo podle VÚME	3 253	0,08	0,26	0	1
Jiná technologie	Binární p. = 1, pokud byla použita jiná technologie podle VÚME	3 253	0,07	0,26	0	1
Manganistan draselný	Binární p. = 1, pokud byl použit manganistan draselný	3 253	0,06	0,24	0	1
Odstranění radonu	Binární p. = 1, pokud byl odstraňován radon	3 253	0,08	0,27	0	1
Chlornan sodný	Binární p. = 1, pokud byl použit chlornan sodný	3 253	0,87	0,33	0	1

Jelikož mezi náklady a množstvím vyrobené vody je často nelineární vztah [1], použili jsme přirozený logaritmus objemu produkce ($\ln VV$). Proměnná PDV_d se rovnala 1, pokud byl podíl podzemní vody na celkové produkci vody na daném odběrném místě roven nebo větší než 50 %. K dispozici jsme měli informace o 17 technologiích a 13 chemických látkách, jež se používají při úpravě vody. Některé z těchto technologií a chemických látek se však příliš často nepoužívají, resp. jejich použití není časté dle databáze VÚME pro analyzovaný rok (2018). Ke statistické analýze jsme použili jen následujících 13 technologií a chemických látek s 5 % a vyšším použitím ve sledovaném roce:

- odkyselení,
- odstranění manganu,
- filtrace,
- chemická dezinfekce,
- aplikace chloru,
- odstraňování železa,
- bez úpravy kalu,
- bez úpravy (kategorie dle databáze VÚME: bez úpravy, 1stupňová a 2stupňová úprava a infiltrace),
- jiné agregační činidlo,
- jiné technologie,
- manganistan draselný,
- odstraňování radonu,
- chlornan sodný.

Popisné statistiky všech proměnných jsou uvedeny v tab. 1.

Protože náklady na výrobu vody zahrnují poplatky placené za odběr surové vody, vypočítali jsme nejprve jednotkové náklady bez poplatků. Jednotkové náklady bez poplatků pro odběrné místo a ($JNBPa$) jsme vypočítali jako:

$$JNBPa = \frac{(CNa - PVVa * SPVa - PDVa * SPD)}{VVa} \quad (2)$$

- kde
- CNa jsou celkové výrobní náklady v odběrném místě a
 - $PVVa$ je množství povrchové vody, které se odebere v odběrném místě a
 - $SPVa$ sazba poplatků za odběr povrchové vody v místě a
 - $PDVa$ množství podzemní vody odebrané v místě a
 - SPD sazba poplatků za odběr podzemní vody
 - VVa množství pitné vody vyrobené v místě a

Vzhledem k tomu, že CNa nebyly v databázi zahrnuty, vypočítali jsme je jako:

$$CNa = JNa * VVa \quad (3)$$

- kde
- JNa jsou jednotkové výrobní náklady (Kč/m³) uvedené v databázi VÚPE

Tab. 2. Výsledky regrese. Závislá proměnná: JNBP (jednotkové náklady bez poplatků)

Tab. 2. Regression results. Dependent variable: JNBP (the unit costs without charges)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
InVV	-1,15*** (-0,11)	-1,14*** (-0,11)	-1,15*** (-0,11)	-1,14*** (-0,11)	-1,14*** (-0,11)	-1,14*** (-0,11)	-1,14*** (-0,11)	-1,13*** (-0,11)	-1,12*** (-0,11)
PDV_d	-2,06** (-0,95)	-2,09** (-0,94)	-2,13** (-0,94)	-2,15** (-0,93)	-2,32*** (-0,90)	-2,37*** (-0,90)	-2,47*** (-0,89)	-2,45*** (-0,89)	-2,24** (-0,88)
EL	0,49** (-0,23)	0,49** (-0,23)	0,49** (-0,23)	0,49** (-0,23)	0,49** (-0,23)	0,49** (-0,23)	0,49** (-0,23)	0,50** (-0,24)	0,52** (-0,24)
Odkyselení	-0,74 (-0,64)	-0,711 (-0,63)	-0,73 (-0,62)	-0,75 (-0,62)	-0,73 (-0,62)	-0,74 (-0,62)			
Odmanganování	2,70*** (-0,92)	2,71*** (-0,92)	2,70*** (-0,92)	2,85*** (-0,86)	2,93*** (-0,85)	2,87*** (-0,86)	2,91*** (-0,85)	2,94*** (-0,85)	3,96*** (-0,61)
Filtrace	0,43 (-0,64)	0,45 (-0,64)	0,45 (-0,64)	0,46 (-0,63)					
Chem. dezinfekce	1,39** (-0,61)	1,47*** (-0,51)	1,41*** (-0,45)	1,42*** (-0,45)	1,49*** (-0,44)	1,40*** (-0,43)	1,28*** (-0,41)	1,38*** (-0,40)	1,50*** (-0,40)
Chlor	4,79*** (-0,99)	4,82*** (-0,97)	4,87*** (-0,93)	4,88*** (-0,93)	4,87*** (-0,93)	4,89*** (-0,94)	4,93*** (-0,94)	4,96*** (-0,94)	4,94*** (-0,94)
Odželezňování	1,08 (-0,86)	1,1 (-0,86)	1,11 (-0,86)	1,12 (-0,86)	1,28 (-0,82)	1,31 (-0,82)	1,33 (-0,82)	1,34 (-0,82)	
Zpracování kalu žádné	-0,14 (-0,45)	-0,12 (-0,44)							
Bez úpravy	-0,15 (-0,61)								
Jiná agregace	1,94** (-0,78)	1,94** (-0,78)	1,95** (-0,78)	1,96** (-0,78)	1,94** (-0,78)	1,94** (-0,78)	1,67** (-0,74)	1,86** (-0,73)	1,82** (-0,73)
Jiná technologie	0,75 (-0,69)	0,76 (-0,69)	0,77 (-0,69)	0,76 (-0,69)	0,84 (-0,67)	0,86 (-0,67)	0,88 (-0,67)		
Manganistan draselný	0,33 (-0,9)	0,33 (-0,9)	0,33 (-0,9)						
Odstranění radonu	-0,52 (-0,68)	-0,49 (-0,66)	-0,51 (-0,66)	-0,52 (-0,66)	-0,54 (-0,66)				
Chlornan sodný	4,73*** (-0,87)	4,74*** (-0,87)	4,8*** (-0,83)	4,79*** (-0,83)	4,77*** (-0,83)	4,77*** (-0,83)	4,78*** (-0,83)	4,8*** (-0,84)	4,8*** (-0,84)
Konstanta	11,98*** (-1,46)	11,85*** (-1,33)	11,81*** (-1,31)	11,84*** (-1,31)	12,01*** (-1,29)	12,04*** (-1,29)	12,11*** (-1,28)	12,07*** (-1,28)	11,82*** (-1,26)
Počet pozorování	3 253	3 253	3 253	3 253	3 253	3 253	3 253	3 253	3 253
R2	0,08	0,08	0,08	0,08	0,082	0,082	0,081	0,081	0,08

V závorkách jsou uvedeny robustní standardní chyby *** p < 0,01, ** p < 0,05, * p < 0,1

VÝSLEDKY

Nejprve jsme odhadli úplný model zahrnující všechny vysvětlující proměnné, tj. In *WV*, *EL*, *PDV_d*, a *TECH 1–30*. Jelikož byla zjištěna heteroskedasticita (Breuschův-Paganův test: $F(16,32) = 5,35$, $\text{Prob} > F = 0,00$), byly pro všechny specifikace vypočteny robustní standardní chyby.

Koeficienty byly statisticky signifikantní pro In *WV*, *EL*, *PDV_d* a některé *TECH* (odmanganování, chemická dezinfekce, chlor, jiné technologie a chlornan sodný). Abychom zjednodušili model, vypouštěli jsme postupně proměnné s nejnižší absolutní hodnotou *t*-statistiky. Takto jsme postupovali, dokud zůstaly pouze statisticky signifikantní proměnné. Postupně byly vypuštěny v následujícím pořadí proměnné: *Bez úpravy*, *Zpracování kalu žádné*, *Manganistan draselný*, *Filtrace*, *Odstranění radonu*, *Odkyselení*, *Jiná technologie* a *Odželezňování*. Celkem bylo testováno devět specifikací modelu a výsledky všech těchto specifikací jsou uvedeny v tab. 2, sloupce 1–9. Ve všech testovaných specifikacích modelu byly statisticky signifikantní stejné proměnné.

Z výsledků vyplývá, že společnosti, které vyrábějí pitnou vodu především z podzemní vody, mají výrobní náklady výrazně nižší ve srovnání se společnostmi, jež vyrábějí pitnou vodu převážně z povrchových vod. Velikost tohoto efektu závisí na specifikaci modelu a pohybuje se mezi 2,06 a 2,47. Dále jsme potvrdili úspory z rozsahu, neboť jednotkové náklady výrazně klesají s logaritmem množství vyrobené vody. Toto zjištění bylo signifikantní na 1% hladině významnosti ve všech testovaných specifikacích. Rovněž bylo zjištěno, že se jednotkové výrobní náklady mírně zvyšují s jednotkovou spotřebou elektrické energie (o 0,5 Kč/m³). V neposlední řadě jsme zjistili, že některé technologie úpravy vody a použití určitých chemických látek zvyšují výrobní náklady. Největší dopad má použití chlornanu sodného, chloru a odstraňování manganu, jež zvyšují jednotkové náklady o 4,7–4,8 Kč, 4,8–4,96 Kč, resp. 2,7–3,96 Kč.

ZÁVĚR A DISKUZE

Pro navrhování nákladově efektivních veřejných vodovodních systémů je nezbytné pochopit faktory ovlivňující náklady na úpravu pitné vody. Tento článek přispívá ke stávající literatuře tím, že analyzuje činitele ovlivňující náklady na výrobu pitné vody v ČR v roce 2018. Výsledky ukázaly, že výroba pitné vody z podzemní vody je levnější než výroba vody z povrchových zdrojů. Některé technologie však náklady na úpravu pitné vody zvyšují, a proto může být výroba pitné vody z podzemních vod dražší než z povrchových zdrojů. Dále jsme potvrdili úspory z rozsahu při výrobě pitné vody, což znamená, že centralizovaná úprava vody je nákladově efektivnější. Obdobný výsledek, tj. klesající náklady s logaritmem množství vyrobené pitné vody, ukázaly i předchozí studie [1, 9]. V dalším výzkumu by bylo možné úspory z rozsahu dále testovat s použitím různých specifikací nákladového modelu, např. translog nebo Cobb-Douglasovou funkcí, jak bylo studováno v předchozích studiích [9].

Odhadnutá nákladová funkce vychází z obecné nákladové funkce. Údaje pro některé vysvětlující proměnné ovšem nebyly k dispozici, např. údaje o charakteristikách firem a fixních výrobních faktorech. Také jsme měli omezené údaje o nákladech na neenvironmentální vstupy, např. chyběly údaje o počtech zaměstnanců, vlastnické struktuře a množství zásobovaných zákazníků. Místně specifické faktory však mají největší vliv na výrobní náklady pitné vody [1], proto nedostatek těchto údajů pravděpodobně způsobil nízkou hodnotu koeficientu determinace R². Problém těchto chybějících údajů by bylo možné překonat pomocí panelových dat, neboť fixní efekty kontrolují časově konstantní charakteristiky [10]. Použití panelových dat umožní zohlednit heterogenitu mezi firmami. Při použití modelu s fixními efekty je možné odlišit vliv časově neměnných charakteristik, např. velikosti a manažerských charakteristik firmy, a časově proměnných charakteristik, např. kvality surové vody a používaných technologií. Dále, ačkoli databáze obsahuje údaje o kvalitě surové vody, nebylo možné

tento index použít, jelikož tento údaj chyběl nebo byl v mnoha pozorováních uveden špatně.

Hodnota R² byla ve všech odhadnutých modelech poměrně nízká (0,08). Neexistuje však žádný předpoklad o minimální hodnotě R² v lineárních regresních modelech. Nízká hodnota R² pouze znamená, že jen malá část variability závislé proměnné je vysvětlena použitými vysvětlujícími proměnnými [11]. V našem případě byla nízká hodnota R² způsobena místně specifickými faktory, které nejvíce ovlivňují náklady na výrobu pitné vody [1] a jež nebyly do odhadované nákladové funkce zahrnuty z důvodu chybějících údajů. V následném dalším výzkumu je možné tyto údaje spolu s údaji o kvalitě surové vody doplnit a pro odhad nákladové funkce použít.

Výsledky ukazují, že výroba pitné vody z podzemních vod je levnější než z povrchových zdrojů. To je způsobeno obvykle lepší kvalitou podzemní vody ve srovnání s povrchovou vodou [3, 12] v důsledku přirozeného čištění podzemních vod, tzv. regulační ekosystémovou službou čištění vod. Navzdory velkému významu ekosystémových služeb spojených s podzemními vodami jsou tyto služby při rozhodování často zanedbávány, což je dáno převážně tím, že hodnota těchto ekosystémových služeb se obtížně vyjadřuje v peněžních jednotkách [13]. Výsledky předkládané studie je možné použít k vypočítání peněžní hodnoty čištění podzemních vod, jež se používají k výrobě pitné vody. K ocenění je vhodná metoda náhradních výdajů, která již byla použita k ocenění čištění podzemní vody v Nizozemsku [4, 14] i povrchových vod [15]. Pro použití této oceňovací metody je třeba znát rozdíl ve výrobních nákladech pitné vody z povrchových a podzemních zdrojů, což bylo náplní tohoto výzkumu.

V navazujícím výzkumu by bylo vhodné použít panelová data, která by zmírnila nedostatky vzniklé absencí některých proměnných ovlivňujících náklady firem, např. charakteristik vodárenských společností. Dále je potřeba se zaměřit na výzkum vztahu mezi výrobními náklady pitné vody a charakteristikami povodí odběrných míst surové vody, např. na poměr zastoupení různých ekosystémů v povodí. Vliv ekosystémů na výrobní náklady pitné vody již byl řešen v četných studiích mimo střední Evropu, např. [8, 16, 17]. Dle těchto studií surová voda, která se čerpá z odběrných míst, v jejichž povodí převládají lesy, je čistější. Náklady na úpravu této vody jsou nižší v porovnání s vodou, jež se čerpá z povodí, kde převládají obydlené oblasti a zemědělství.

Poděkování

Děkujeme Ing. Věře Bogdanové a Ing. Ondřeji Lípovi z Ministerstva zemědělství ČR za poskytnutí dat a konzultace.

Tento výzkum byl podpořen Akademií věd ČR, programem Strategie AV21 (projekt č. 21 „Záchrana a obnova krajiny“) a projektem „MAIA“ (Mapping and Assessment for Integrated ecosystem Accounting), výzva EU H2020-SC5-2018-1, grantová smlouva č. 817527.

Literatura

- [1] PLAPPALLY, A. K., LIENHARD, J. H. Costs for water supply, treatment, end-use and reclamation, *Desalination Water Treat.* 51 (2013) 200–232. Dostupné z: <https://doi.org/10.1080/19443994.2012.708996>
- [2] PRICE, J. I., HEBERLING, M. T., NIETCH, C. T. Economic Support for Decisions on Source Water Protection, *J Am Water Works Assoc.* 110 (2018) 56. Dostupné z: <https://doi.org/10.1002/AWWA.1153>
- [3] SCHMIDT, C. K., LANGE, F. T., BRAUCH, H., KÜHN, W. *Experiences with riverbank filtration and infiltration in Germany*, 2003.
- [4] REMME, R. P., EDENS, B., SCHRÖTER, M., HEIN, L. Monetary accounting of ecosystem services: A test case for Limburg province, the Netherlands, *Ecological Economics.* 112 (2015) 116–128. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2015.02.015>
- [5] VINCENT, J. R., AHMAD, I., ADNAN, N., BURWELL, W. B. III, PATTANAYAK, S. K., TAN-SOO, J.-S., THOMAS, K. Valuing Water Purification by Forests: An Analysis of Malaysian Panel Data, *Environ Resour Econ (Dordr).* 64 (2016) 59–80. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s10640-015-9934-9>
- [6] EDENS, B., GRAVELAND, C. Experimental valuation of Dutch water resources according to SNA and SEEA, *Water Resources Econ.* 7 (2014) 66–81. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.wre.2014.10.003>

[7] VARDON, M., COMISARI, P. *Valuation and treatment of water resource stocks*, in: 19th Meeting of the London Group on Environmental Accounting, London, 2013. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/277005112_Valuation_and_treatment_of_water_resource_stocks (accessed July 10, 2021)

[8] PRICE, J. I., HEBERLING, M. T. The Effects of Source Water Quality on Drinking Water Treatment Costs: A Review and Synthesis of Empirical Literature, *Ecological Economics*. 151 (2018) 195–209. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2018.04.014>

[9] FERRO, G., LENTINI, E. J., MERCADIER, A. C. Economies of scale in the water sector: A survey of the empirical literature, *Journal of Water Sanitation and Hygiene for Development*. 1 (2011) 179–193. Dostupné z: <https://doi.org/10.2166/washdev.2011.041>

[10] MULATU, D. W., FENTIE, A., SILKAMÄKI, J. The Impact of forest and non-forest cover on drinking water treatment costs: panel evidence from Ethiopia, *Water and Environment Journal*. 35 (2021) 772–790. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/wej.12669>

[11] WOOLDRIDGE, J. *Introductory Econometrics: A Modern Approach*, 5th ed., South-Western, Cengage Learning, 2012. Dostupné z: <https://doi.org/10.1201/9781315215402-43>

[12] WARZINIACK, T., SHAM, C. H., MORGAN, R., FEFERHOLTZ, Y. Effect of Forest Cover on Water Treatment Costs, *Water Economics and Policy*. 3 (2017). Dostupné z: <https://doi.org/10.1142/S2382624X17500060>

[13] BERGKAMP, G., CROSS, K. *Groundwater and Ecosystem Services: towards their sustainable use*, Proceedings of the International Symposium on Groundwater Sustainability (ISGWAS). (2006) 177–193.

[14] HORLINGS, E., HEIN, L., DE JONGH, L., POLDER, M. Experimental monetary valuation of ecosystem services and assets in the Netherlands. *Technical background report*, 2020. Dostupné z: <https://www.cbs.nl/en-gb/background/2020/04/monetary-valuation-of-ecosystem-services-for-the-netherlands>

[15] LA NOTTE, A., MAES, J., DALMAZZONE, S., CROSSMAN, N. D., GRIZZETTI, B., BIDOGLIO, G. Physical and monetary ecosystem service accounts for Europe: A case study for in-stream nitrogen retention, *Ecosyst Serv*. 23 (2017) 18–29. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2016.11.002>

[16] LOPES, A. F., MACDONALD, J. L., QUINTEIRO, P., ARROJA, L., CARVALHO-SANTOS, C., CUNHA-E-SÁ, M. A., DIAS, A. C. Surface vs. groundwater: The effect of forest cover on the costs of drinking water, *Water Resour Econ*. 28 (2019) 100123. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.wre.2018.06.002>

[17] PRICE, J. I., HEBERLING, M. T. The Effects of Agricultural and Urban Land Use on Drinking Water Treatment Costs: An Analysis of United States Community Water Systems, *Water Economics and Policy*. 4 (2020) 2050008. Dostupné z: <https://doi.org/10.1142/S2382624X20500083>

Článek se souvisejícím výzkumem:

HORVÁTHOVÁ, E. (2022). Analysis of Drinking Water treatment costs – with an Application to Groundwater Purification Valuation. *One Ecosystem*, 7, e82125. <https://doi.org/10.3897/oneeco.7.e82125>

Autorka

Mgr. et Mgr. Eva Horváthová, Ph.D.

✉ horvathova.e@czechglobe.cz

ORCID: 0000-0003-1188-4895

Ústav výzkumu globální změny AV ČR, Brno; Mendelova univerzita, Brno

Příspěvek prošel lektorským řízením.

DOI: 10.46555/VTEI.2023.03.001

FACTORS AFFECTING THE COST OF DRINKING WATER PRODUCTION

HORVÁTHOVÁ, E.

Global Change Research Institute of the Czech Academy of Sciences, Brno; Mendel University, Brno

Keywords: drinking water – groundwater – drinking water treatment costs

The article summarizes the findings of a statistical analysis of the cost of drinking water production in the Czech Republic in 2018. Understanding the factors that influence the cost of drinking water production is important for choosing a cost-effective public drinking water supply system. We present the first study analyzing the factors affecting the cost of drinking water production in the Czech Republic. We tested the following factors for their influence on the production costs of drinking water: the quantity of drinking water produced, the type of raw water (surface vs. groundwater), electricity consumption, and treatment technologies and chemicals applied. The results suggested that drinking water production from groundwater was cheaper than from surface water. At the same time, some water treatment technologies and usage of some treatment technologies and chemicals increase production costs. The use of sodium hypochlorite, chlorine and manganese removal have the greatest impact on the production costs. We have also confirmed economies of scale in the production of drinking water.