



Klare Konzepte. Saubere Umwelt.

DWA-Směrnice

Metodika DWA-A 131

Dimenzování jednostupňových čistíren s aktivovaným kalem

Červen 2016

Bemessung von einstufigen Belebungsanlagen
Juni 2016

Německá asociace pro vodní hospodářství, odpadní vody a odpady (DWA) se intenzivně věnuje rozvoji bezpečného a udržitelného hospodaření s vodou a odpady. Jako politicky a ekonomicky nezávislá organizace se profesně věnuje oblasti vodního hospodářství, odpadních vod, odpadů a ochrany půdy.

V této oblasti je DWA v Evropě sdružením s největším počtem členů. Tato organizace tedy ve spojitosti se svými odbornými znalostmi v oblasti standardizace, odborného vzdělávání a poskytování informací odborné i laické veřejnosti zaujímá jedinečné postavení. Jejích přibližně 14 000 členů zastupuje odborníky a vedoucí pracovníky z řad městských samospráv, univerzit, inženýrských firem, úřadů a obchodních společností.

Impressum Vydavatel a distribuce: Německá asociace pro vodní hospodářství, odpadní vody a odpady (DWA) Theodor-Heuss-Allee 17 53773 Hennef, Německo		Sazba: DWA Tisk: Druckhaus Köthen GmbH & Co KG ISBN: 978-3-88721-331-2 (Tisk) 978-3-88721-332-9 (E-Book) Vytlačeno na 100% recyklovaném papíře
Tel.: Fax: E-Mail: Internet:	+49 2242 872-333 +49 2242 872-100 info@dwa.de www.dwa.de	
© DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., Hennef, 2016		
Vydavatel a distribuce v České republice Česká agentura pro standardizaci s.p.o. Biskupský dvůr 1148/5, 110 00 Praha 1		ISBN: 978-80-907243-6-5 (český překlad)
Tel: E-mail: Internet:	+420 221 802 802 info@agenturacas.gov.cz www.agenturacas.gov.cz	

Překlad nebyl verifikován Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. Překlad metodiky byl umožněn Českou agenturou pro standardizaci. Veškerá práva, zejména práva na překlad do jiných jazyků, náleží DWA. Metodika nesmí být kopírována, reprodukována, přenášena ani převáděna do strojově čitelného jazyka, zejména do zařízení pro zpracování dat, a to ani v celém rozsahu, ani částečně, v jakékoli formě nebo jakýmkoli způsobem, ať už elektronickým, mechanickým, optickým nebo jiným. Bez písemného souhlasu DWA a České agentury pro standardizaci je jakékoli kopírování výslovně zakázáno.

Předmluva

Metodika ATV-A 131 „Dimenzování jednostupňových čistíren s aktivovaným kalem“ obsahuje od roku 1991 postupy dimenzování nitrifikačních a denitrifikačních čistíren odpadních vod s aktivovaným kalem s kapacitou nad 5 000 ekvivalentních obyvatel na základě měřeného zatížení BOD₅. Vydání této směrnice z roku 2000 již obsahuje přílohu představující postup dimenzování na základě zatížení COD. Jelikož BOD₅ neumožňuje úplné výpočty látkové bilance pro produkci kalu a spotřebu kyslíku a měření BOD se již v praxi na každé čistírně neprovádí, rozhodla se technická komise KA-6 tuto směrnici zrevidovat a dimenzování založit výhradně na COD. Navzdory klasifikaci rtuti, která je dle DIN 38409-41 vyžadována pro maskování chloridů, jako prioritní nebezpečné látky s cílem pozdějšího vyřazení (Směrnice 2008/105/ES), zůstává COD nepostradatelným parametrem, který slouží jako základ pro dimenzování a modelování biologického čištění odpadních vod. Použití dichromanu draselného jako oxidačního činidla je rovněž omezeno nařízením REACH (Nařízení č. 1907/2006/ES). DIN 38409-41 je nyní předmětem revize.

Díky celosvětově dobrým zkušenostem s předchozí metodikou ATV-DVWK-A 131 byl pro návrh nádrží s aktivovaným kalem zachován přístup založený na dimenzování v ustáleném stavu. Stechiometrické a kinetické koeficienty pro tento přístup ustáleného stavu byly odvozeny z předchozího postupu a doprovedných dynamických simulací.

Stanovení návrhových zatížení pro čistírnu odpadních vod bude v budoucnu založeno výhradně na metodice ATV-DVWK-A 198¹⁾. Následkem toho byla specifická zatížení a populační ekvivalenty z metodiky ATV-DVWK-A 131 vypuštěna. Účinnosti primárního čištění pro různé doby zdržení jsou od těchto údajů odděleny a nadále jsou v revidované podobě uvedeny v metodice DWA-A 131.

Mušský rod se v této metodice používá pro účely zobecnění označení jednotlivých profesí a funkcí, a to s cílem prezentace čitelného a snadno srozumitelného textu. Všechny odkazy na mužský rod jsou proto zamýšleny tak, aby rovnoprávně zahrnovaly i ženský rod.

Předchozí vydání

Metodika ATV-DVWK-A 131 (05/2000)

Metodika ATV-A 131 (02/1991)

Metodika ATV-A 131 (11/1981)

¹⁾ Poznámka překladatele: Tato metodika je nyní předmětem revize.

Autoři

Tuto metodiku vypracovaly technické komise DWA KA-5, „Procesy usazování“ a KA-6, „Aerobní biologické procesy čištění odpadních vod“, do kterých patří tito členové:

Technická komise KA-5, „Procesy usazování“

ARMBRUSTER, Martin	Dr.-Ing., Dresden
BILLMEIER, Ernst	Prof. Dr.-Ing., Bayerisch Gmain
BORN, Winfried	Dr.-Ing., Vellmar (předseda)
DEININGER, Andrea	Prof. Dr.-Ing., Deggendorf (místopředsedkyně)
GÜNTHERT, F. Wolfgang	Prof. Dr.-Ing., Neubiberg
JANZEN, Michael	Dr.-Ing., Oldenburg
JARDIN, Norbert	Prof. Dr.-Ing., Essen
KELLER, Steffen	Dipl.-Ing., Berlin
KEUDEL, Lars	Dr.-Ing., Wolfsburg
KREBS, Peter	Prof. Dr. sc. techn., Dresden
LAURICH, Frank	Dipl.-Ing., Hamburg
RESCH, Helmut	Dr.-Ing., Weissenburg
RÖLLE, Reinhold	Dr.-Ing., Stuttgart
SCHULZ, Andreas	Prof. Dr.-Ing., Essen

Technická komise KA-6, „Aerobní biologické procesy čištění odpadních vod“

ALEX, Jens	Dr.-Ing., Magdeburg
ALT, Klaus	Dipl.-Ing., Düsseldorf
BOLL, Reiner	Dr.-Ing., Hannover
DIEHM, Boris	Dipl.-Ing., Stuttgart
JARDIN, Norbert	Prof. Dr.-Ing., Essen
KOLISCH, Gerd	Dr.-Ing., Wuppertal
KÜHN, Volker	Dr.-Ing., Dresden
LEMMER, Hilde	Prof. Dr. rer. nat., Augsburg
MATSCHÉ, Norbert	Univ.-Prof. i. R. Dipl.-Ing. Dr.techn., Vienna
PINNEKAMP, Johannes	Univ.-Prof. Dr.-Ing., Aachen
ROSENWINKEL, Karl-Heinz	Prof. Dr.-Ing., Hannover
SCHREFF, Dieter	Dr.-Ing., Irschenberg
TEICHGRÄBER, Burkhard	Prof. Dr.-Ing., Essen (předseda)

Dále přispěli následující pozvaní hosté:

FRÖSE, Gero	Dipl.-Ing., Cremlingen
HETSCHEL, Martin	Dipl.-Ing., Essen

Projektový manažer v DWA – spolkové kanceláři:

WILHELM, Christian	Dr.-Ing., Hennef Oddělení vodního a odpadového hospodářství
--------------------	--

Předmluva k českému vydání

Obor stokování a čištění odpadních vod má v České republice dlouhou tradici a patří ke špičce v rámci Evropské unie i celosvětově. Tento obor čelil v posledních dekáдах mnohým výzvám a prošel významnými investicemi a transformací. Trend nových, přísnějších požadavků pokračuje i v současnosti, a to zejména v souvislosti s aktualizovanou směrnicí Evropského parlamentu a Rady (EU) o čištění městských odpadních vod²⁾, která nabyla platnosti s počátkem roku 2025. Integrované plány pro nakládání s městskými odpadními vodami, zvyšování požadavků na kvalitu odtoku, energetická neutralita či opětovné využívání vody, to vše jsou otázky, na které bude třeba patřičně reagovat a nalézt odpovědi. Implementace nové legislativy a požadavků v ní obsažených však není pouze výzvou, jedná se také o příležitost pro generační změny, a to mimo jiné s ohledem na postupy a nástroje, se kterými inženýři a technologové rutinně pracují.

Směrnice DWA (Německé asociace pro vodní hospodářství, odpadní vody a odpady) představují nynější evropský „State of the art“ a jsou mimo jiné zajímavé tím, že nejen doporučují, ale též vysvětlují a uvádějí do vzájemných souvislostí. Aktuální vydání metodiky DWA-A 131 „Dimenzování jednostupňových čistíren s aktivovaným kalem“, jehož české znění jsme se rozhodli naší odborné veřejnosti zprostředkovat, je v mnohých ohledech přelomové. Na rozdíl od předchozí verze z roku 2000 je například dimenzování založeno výhradně na parametru COD. V dané souvislosti je také velká pozornost věnována příslušné frakcionaci (viz kapitola 4.2). Tento přechod umožnil mimo jiné lepší návaznost na techniky modelování biologického čištění odpadních vod a jejich využití pro podporu dimenzování. Velkou předností metodiky DWA-A 131 je také její systematická a jasně definovaný postup dimenzování (viz kapitola 3.4). Dalším důvodem pro zpracování českého překladu tohoto standardu, který navazuje na anglickou verzi metodiky vydanou DWA v roce 2022, je také to, že je tato metodika základem pro různé softwarové nástroje široce používané pro dimenzování čistíren odpadních vod a na mnohé informace obsažené v této metodice je též odkazováno v nedávno aktualizovaných normách řady ČSN EN 12255 Čistírny odpadních vod.

V kontextu nové evropské směrnice o čištění městských odpadních vod (EU) 2024/3019 je třeba konstatovat, že tato metodika nenabízí univerzální kompletní řešení a odpovědi na všechny výzvy, které jsou před obor čištění odpadních vod kladeny. Nabízí však velmi kvalitní základ, přičemž jako autoři tohoto překladu předpokládáme, že tato metodika bude v budoucnu dále rozvíjena a aktualizována. V dané souvislosti je také třeba odkázat na další směrnice DWA, které se věnují například stanovení hodnot pro dimenzování, energetické optimalizaci zařízení pro nakládání s odpadními vodami či speciálními technologiím čištění odpadních vod. Jako iniciátoři zpracování tohoto překladu věříme, že tuto metodiku jako doplňující materiál využijí nejen experti z praxe, ale též například studenti českých či slovenských technických vysokých škol.

Na českém překladu této metodiky se podílela následující expertní skupina:

BODÍK, Igor	prof. Ing., Ph.D., Ústav chemického a environmentálního inženýrstva FCHPT STU v Bratislavě
DOLEŽAL, Ondřej	Ing., SEWACO, energetický specialista, Brno
DUŠEK, Ondřej	Ing., konzultant, Brno
KOS, Miroslav	Ing., CSc. MBA, STRABAG Water, konzultant (oblast odpadních vod, zpracování kalů, energetika ČOV), Praha
KRNÁVEK, Ondřej	Ing., SEWACO, konzultant, Brno (předseda)
POLLERT, Jaroslav	prof. Ing., Ph.D., Katedra vodního hospodářství obcí Fakulta stavební, ČVUT v Praze
WANNER, Jiří	prof. Ing., DrSc., Ústav technologie vody a prostředí VŠCHT v Praze vedoucí Odborné skupiny pro čištění a recyklaci městských odpadních vod při CzWA

²⁾ SMĚRNICE EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY (EU) 2024/3019 ze dne 27. listopadu 2024 o čištění městských odpadních vod (přepřacované znění). Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/ALL/?uri=CELEX:32024L3019>

Obsah

Předmluva	3
Autoři	4
Obsah	6
Seznam obrázků	8
Seznam tabulek	8
Poznámka pro uživatele	9
1 Oblast použití	9
1.1 Cíl	9
1.2 Rozsah použití	10
2 Symboly a zkratky	10
3 Popis procesu a postupu dimenzování	18
3.1 Obecně	18
3.2 Aktivační nádrž	20
3.3 Dosazovací nádrž	23
3.4 Postup dimenzování	24
4 Základy dimenzování	26
4.1 Stanovení údajů o zatížení	26
4.2 Frakcionace chemické spotřeby kyslíku	27
4.3 Zpětné zatížení z anaerobního zpracování kalu	29
4.4 Účinnost primárního čištění	29
4.5 Dimenzování biologického stupně na základě pilotních studií	30
5 Výpočet množství kalu	32
5.1 Požadované stáří kalu	32
5.1.1 Obecně	32
5.1.2 Čistírny bez nitrifikace	32
5.1.3 Čistírny s nitrifikací	32
5.1.4 Čistírny pouze s nitrifikací	33
5.1.5 Čistírny s nitrifikací a denitrifikací	34
5.1.6 Čistírny se simultánní aerobní stabilizací kalu	34
5.2 Stanovení objemového podílu pro denitrifikaci (V_D/V_{AT})	35
5.2.1 Obecně	35
5.2.2 Výpočet produkce kalu z rozkladu COD	36
5.2.3 Výpočet koncentrace dusičnanového dusíku, který má být denitrifikován	37
5.2.4 Spotřeba kyslíku pro odstraňování uhlíku	38
5.2.5 Porovnání spotřeby a dodávky kyslíku	39
5.3 Odstraňování fosforu	39
5.3.1 Principy	39
5.3.2 Výpočet produkce kalu z odstraňování fosforu	40
5.4 Výpočet celkového množství kalu	41

6	Dimenzování dosazovací nádrže	42
6.1	Rozsah použití	42
6.2	Kalový index a doba zahušťování	42
6.3	Koncentrace nerozpuštěných látek ve vratném kalu	43
6.4	Recirkulační poměr vratného kalu a koncentrace nerozpuštěných látek v kalu na přítoku do dosazovací nádrže	44
6.5	Povrchové hydraulické zatížení a objemové zatížení plochy dosazovací nádrže kalem	45
6.6	Plocha dosazovací nádrže	46
6.7	Hloubka dosazovací nádrže	46
6.8	Návrh vtokového objektu	49
6.9	Prověření a přepočet stávajících dosazovacích nádrží	50
6.10	Dimenzování systému vyklízení kalu	50
7	Dimenzování aktivace	52
7.1	Objem aktivací nádrže	52
7.2	Požadovaná recirkulace a délka cyklu	52
7.3	Spotřeba kyslíku	53
7.4	Alkalita	55
7.5	Dimenzování aerobního selektoru	56
8	Aspekty plánování a provozu	57
8.1	Primární usazovací nádrž	57
8.2	Aktivací nádrž	57
8.2.1	Konstrukce nádrže	57
8.2.2	Akumulace pěny a plovoucího kalu	58
8.2.3	Regulace čerpadel pro interní recirkulaci	58
8.2.4	Vznik dusitanů na čistírnách, které nejsou navrženy na nitrifikaci	58
8.2.5	Zvýšené biologické odstraňování fosforu	58
8.3	Dosazovací nádrž	59
8.3.1	Obecně	59
8.3.2	Nádrže s převážně horizontálním průtokem	59
8.3.3	Nádrže s převážně vertikálním průtokem	60
8.4	Vratný kal	60
9	Simulace	61
9.1	Modelování reakční kinetiky	61
9.2	Numerické modelování proudění	62
10	Náklady a vliv na životní prostředí	63
Příloha A	(informativní) Schéma dimenzování denitrifikace	64
Příloha B	(informativní) Dimenzování systému vyklízení kalu	65
B.1	Průkaz vyklízení kalu bilancí nerozpuštěných látek	65
B.2	Vyklízecí zařízení v kruhových nádržích s horizontálním průtokem	65
B.3	Vyklízecí zařízení v pravoúhlých nádržích	66
B.4	Průkaz bilance nerozpuštěných látek	67
Příloha C	(informativní) Dimenzování separační a akumulační zóny	67
Zdroje a odkazy		68

Seznam obrázků

Obr. 1: Vývojový diagram pro nomenklaturu čistírny s aktivovaným kalem pro odstraňování dusíku s a bez předřazené anaerobní nádrže pro zvýšené biologické odstraňování fosforu nebo aerobního selektoru	19
Obr. 2: Systémy pro odstraňování dusíku	21
Obr. 3: Postup návrhu a dimenzování	24
Obr. 4: Změna COD a nerozpuštěných látek při biologickém čištění (principiální diagram)	27
Obr. 5: Iterační sekvence pro stanovení objemu denitrifikace	36
Obr. 6: Koncentrace nerozpuštěných látek v kalu na dně dosazovací nádrže při době zahušťování 2 h v závislosti na kalovém indexu	44
Obr. 7: Hlavní směry proudění a funkční zóny kruhových dosazovacích nádrží s horizontálním průtokem	46
Obr. 8: Hlavní směry proudění a funkční zóny pravoúhlých dosazovacích nádrží s podélným průtokem	47
Obr. 9: Zóny čisté vody s různými konstrukcemi odtoku	48
Obr. 10: Funkční zóny a hloubky vertikálně protékajících nádrží nálevkovitého tvaru	49

Seznam tabulek

Tab. 1: Vlastnosti externích zdrojů uhlíku	29
Tab. 2: Separační účinnost primárního čištění v závislosti na době zdržení vztažené k ročnímu průměru bezdeštnému průtoku $Q_{BW,aM}$	30
Tab. 3: Požadovaný procesní součinitel v závislosti na požadované hodnotě NH_4-N na odtoku a kolísání zatížení KN na přítoku (mezilehlé hodnoty lze interpolovat)	33
Tab. 4: Směrné hodnoty kalového indexu SVI	43
Tab. 5: Přípustné hodnoty pro přechodovou oblast mezi dosazovacími nádržemi s převážně horizontálním a převážně vertikálním průtokem (úplný kalový mrak)	46
Tab. 6: Standardní hodnoty pro dimenzování shrabováků kalu	51
Tab. 7: Špičkové součinitele pro spotřebu kyslíku	55
Tab. 8: Hodnoty pH v aktivací nádrži v závislosti na využití kyslíku a alkalitě, vypočtené podle TEICHGRÄBERA (1991). Využití kyslíku je třeba stanovit pro dané provozní podmínky	56
Tab. B.1: Standardní hodnoty pro dimenzování vyklízecích zařízení kalu	66

Poznámka pro uživatele

Tato metodika byla vytvořena skupinou techniků, vědců a ekonomických odborníků pracujících dobrovolně, uplatňujících pravidla a postupy DWA a metodiky DWA-A 400. Na základě soudního precedentu existuje skutečný předpoklad, že tento dokument je obsahově a technicky správný a obecně uznávaný.

Tuto metodiku může používat jakákoli osoba. Povinnost jejího uplatnění ale může vyplývat z právních nebo správních předpisů, smluv nebo z jiného právního důvodu.

Tato metodika je důležitým, nikoliv však jediným zdrojem informací pro řešení technických problémů. Použití zde uvedených informací uživatele nezbujuje odpovědnosti za jeho vlastní jednání nebo za správné použití zde uvedených informací v konkrétních případech. To platí zejména o respektování mezí stanovených v této metodice.

1 Oblast použití

1.1 Cíl

Použitím hodnot pro dimenzování doporučených v této metodice mohou být splněny požadavky německého nařízení o odpadních vodách (AbwV) a související předpisy pro vzorkování komunálních odpadních vod na jednostupňových čistírnách s aktivovaným kalem. Totéž platí pro evropské požadavky stanovené ve směrnici o čištění městských odpadních vod (směrnice 91/271/EHS), která stanoví metodu sledování, která se liší od německého nařízení o odpadních vodách. Pokud jsou do stokového systému vypouštěny odpadní vody pocházející ze služeb nebo průmyslové odpadní vody s vysokým podílem obtížně biologicky rozložitelných a/nebo nerozložitelných (inertních) organických látek, může být zbytková koncentrace COD v odpadních vodách vyšší, než je tomu v případě komunálních odpadních vod. Totéž platí pro oblasti s nízkou spotřebou vody a/nebo nízkým přítokem balastních vod.

Jsou zde uvedena technická pravidla pro výběr nejvhodnějších procesních konfigurací pro odstraňování uhlíku, dusíku a fosforu a pro dimenzování základních částí a zařízení čistíren. Výběr a dimenzování aeračních zařízení není předmětem této metodiky.

Vzhledem k tomu, že se tato metodika používá i mimo Německo, kde mohou být místně stanoveny ještě přísnější požadavky, není jejím výhradním záměrem dodržování monitorovacích úrovní dusíku uvedených v příloze 1 německého nařízení o odpadních vodách (AbwV).

V souladu s požadavky vodního zákona, konstrukčními a provozními požadavky a citlivostí vodního útvaru má být projektování jednostupňových čistíren s aktivovaným kalem orientováno na přiměřeně vysokou úroveň provozní spolehlivosti s využitím paralelních jednotek, rezervních zařízení atd.

Předpokladem bezpečné funkce zařízení navrženého podle této metodiky je nasazení odpovídajícím způsobem kvalifikovaného, vyškoleného a trvale odborně podporovaného personálu, viz pokyn ATV-M 271 „Personalbedarf für den Betrieb kommunaler Kläranlagen“³⁾. Doporučuje se, aby byl provozní personál do procesu projektování zapojován od samého začátku.

³⁾ Poznámka překladatele: „Personální požadavky na provoz komunálních čistíren odpadních vod“

S návrhovými hodnotami doporučenými v této metodice lze na národní úrovni splnit nebo vylepšit minimální požadavky na komunální odpadní vody s jednostupňovými čistírnami s aktivovaným kalem. Oproti předchozím vydáním, ve kterých byl postup dimenzování pro nitrifikační a denitrifikační čistírny s aktivovaným kalem založen na naměřeném zatížení BOD₅, je nyní dimenzování založeno výhradně na COD.

Metodika DWA-A 131 se kromě popisu procesů, postupu dimenzování a základů dimenzování zabývá také výpočtem množství kalu a dimenzováním dosazovací nádrže a aktivace. Kromě toho jsou diskutovány aspekty plánování a provozu a jsou vysvětleny možnosti simulací, např. porovnání scénářů nebo zohlednění a kvantifikace vlivu dalších automatizačních funkcí a konceptů řízení provozu.

Metodika je určena provozovatelům čistíren odpadních vod, projektantům a schvalujícím orgánům.

ISBN: 978-3-88721-331-2 (Print)
978-3-88721-332-9 (E-Book)
978-80-907243-6-5 (český překlad)

Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft,
Abwasser und Abfall e. V. (DWA)

Theodor-Heuss-Allee 17 · 53773 Hennef · Německo
Telefon: +49 2242 872-333 · Fax: +49 2242 872-100
info@dwa.de · www.dwa.de