

Nuotekų debito nustatymas

$q_{sąl.vid.}$		sąlyginė buitinio vandens vartojimo norma, (l/d)žm	
u		gyventojų skaičius	
k_{inf}		infiltracijos į nuotekų tinklus koeficientas	
$q_{m.šal.}$		atvežtinių nuotekų kiekis, m ³ /d	
$q_{d.esamas}$	40	esamas nuotekų kiekis, m ³ /d	
$Q_{d.vid}$	40,0	Vidutinis paros nuotekų kiekis, m³/d	$Q'_{d.vid} = \frac{q_{sąl.vid.} \cdot U^n}{1000} \cdot k_{inf}, m^3 / d$
$Q_{h.vid}$	1,7	Vidutinis valandos nuotekų kiekis, m ³ /h	$Q'_{h.vid} = \frac{Q'_{d.vid}}{24}, m^3 / h$
$Q_{s.vid}$	0,5	Vidutinis sekundės nuotekų kiekis, l/s	$Q'_{s.vid} = \frac{Q'_{h.vid}}{3,6}, l / s$
$K_{d,max}$	1,4	buitinių nuotekų netolygumo paros koeficientas 1,2-1,4 (RSN 26-90)	
$Q_{d,max}$	56,0	Didžiausias paros nuotekų kiekis, m³/d	$Q'_{d,max} = Q'_{d.vid} \cdot k_{d,max}, m^3 / d$
$Q_{h,max}$	7,2	Didžiausias valandos nuotekų kiekis, m ³ /h	$Q'_{h,max} = Q'_{h.vid} \cdot k_{bdr,max} \cdot k_{\mu}, m^3 / h$
$Q_{s,max}$	2,0	Didžiausias sekundės nuotekų kiekis, l/s	$Q'_{s,max} = \frac{Q'_{h,max}}{3,6}, l / s$
$Q_{h,max,liet}$	7,9	Didžiausias valandos nuotekų debitas lietaus laikotarpiu, m ³ /h	
$Q_{s,max}$	2,2	Didžiausias sekundės nuotekų kiekis, l/s	
$k_{bdr,max}$	4,3	nuotekų didžiausio netolygumo metų valandos koeficientas (pagal Qgyv.vid, l/s) RSN 26-90 12 lentelė	
k_{μ}	1,1	lietaus ir polaidžio vandens įtekėjimo pro šulinių dangčius koeficientas	

Parametras	Mato vienetas	Apkrova	Matavimo vienetas	Atitekančių nuotekų koncentracija
ChDSCr	kg ChDS/d	13,5	mg/l	337
BDS ₅	kg BDS ₅ /d	7,4	mg O ₂ /l	184
SM	kg SM/d	5,6	mg SM/l	140
N _{bendras}	kg N/d	2,2	mg N/l	54
P _{bendras}	kg P/d	0,2	mg P/l	5
Ekvivalentinis gyventojų skaičius		GE	123	

Valomų nuotekų užterštumas pagal atitinkamą teršalą i

$$X_i = \frac{n_i \cdot 1000}{q_{sal.vid}^n}, \text{ mg / l}$$

$q_{sql.vid.}$ sąlyginė buitinio vandens vartojimo norma, (l/d)žm

n_i atitinkamo teršalo norma, g/žm./d:

ChDS	120
BDS ₅	60
SM	70
N _{bendras}	12
P _{bendras}	2,7

Ekvivalentinis gyventojų skaičius

$$GE = \frac{X_{BDS_5} \cdot Q_{d.vid}}{n_{BDS_5}}, \text{ žm.}$$

X BDS₅ valomų nuotekų užterštumas pagal BDS₅, mg/l

Qd.vid skaičiuotinas vidutinis paros nuotekų debitas, m³/d

n_{BDS5} BDS5 norma, g/žm./d

Teršalo i masė

$$M_i = \frac{n_i \cdot GE_{BDS_5}}{1000}, \text{ kg / d}$$

Parengtinis (mechaninis) valymas

<i>n_{gr}</i>	70	sulaikytų nuogrėbų norma, l/1000 m ³	6 mm - 70 l / 1000 m3
<i>p_{gr}</i>	970	nuogrėbų tankis, kg/m ³	
<i>W_{gr}</i>	0,004	Nuogrėbų kiekis, m3/d	$W_{gr} = \frac{n_{gr} \times Q_{d,max}}{10^6}, m^3/d$
<i>M_{gr}</i>	3,8	Nuogrėbų masė, kg/d	
<i>n_s</i>	110	sulaikyto smėlio norma, l/1000 m ³	ns = 100-120 l / 1000 m3
<i>p_s</i>	1500	smėlio tankis, kg/m ³	
<i>W_s</i>	0,006	Smėlio kiekis, m3/d	$W_s = \frac{n_s \times Q_{d,max}}{10^6}, m^3/d$
<i>M_s</i>	9,2	Smėlio masė, kg/d	
<i>t</i>	4	nuotekų išbūvimo smėliagaudėje trukmė, min. Priimame t = 4min (Wastewater Engineering ir Užsakovo reikalavimai). Tuomet šalinimas numatomasi 95% 0,2mm dalelių.	
<i>V</i>	0,5	Aeruojamas smėliagaudės tūris, m3	
<i>Vsmėl.</i>	0,7	Aeruojamos smėliagaudės tūris su smėlio kaupimo dalimi (30% nuo smėliagaudės tūrio)	
<i>D/H</i>	1,5	Smėliagaudės plotis ir darbinio gylio santykis (pagal Wastewater Engineering rekomenduojamas D/H=1,5)	

Fosforo šalinimas

<i>P_p</i>	-3,5	reikiamas pašalinti fosforo kiekis, mg/l	$P_p = P_{bendr.} - P_i - P_s - P_{bio}, mg/l;$
<i>P_{bendras}</i>	5,1	bendras fosforo kiekis nevalytose nuotekose, mg/l	
<i>P_i</i>	4,0	liekamoji fosforo koncentracija valytose nuotekose, mg/l	$P_i = 0,6 + 0,7 \times C_{P_b}, mg/l;$
<i>P_s</i>	1,8	fosforo sunaudojimas biocheminiuose procesuose, mg/l	$P_s = 0,01 \times L_a, mg/l;$
<i>P_{bio}</i>	2,8	biologiniu būdu šalinamo fosforo koncentracija, mg/l	$P_{bio} = 0,01 + 0,015 \times L_a, mg/l;$

Šalinamo azoto koncentracijos nustatymas

<i>N_{DN}</i>	18	reikiamo denitrifikuoti (pašalinti) bendrojo azoto koncentracija, mg/l	
<i>N_{bendr.}</i>	54	bendro azoto koncentracija nevalytose nuotekose, mg/l	
<i>N_{org}</i>	2	liekamoji organinio azoto koncentracija valytose nuotekose, mg/l	
<i>N_{NO3}</i>	0	amonio koncentracija valytose nuotekose, mg/l	
<i>N_i</i>	25	liekamoji azoto koncentracija valytose nuotekose, mg/l;	(pagal ATV standartą $N_{NO_3} = 0 \text{ mg/l}$)
<i>N_s</i>	9,2	bendrojo azoto panaudojimas biocheminiuose procesuose, mg/l.	$N_s = 0,04 + 0,06 \times L_a, mg/l;$

Nitrifikacijos ir denitrifikacijos zonų tūrio santykio nustatymas

<i>P_{DN}</i>	0,098	Reikalingas denitrifikacijos pajėgumas mg/mg	$p_{DN} = \frac{N_{DN}}{L_a}, mg/mg$
<i>V_{DN}/(V_{DN}+V_N)</i>	0,4	Iš ATV standarto 3 lentelės pagal denitrifikacijos pajėgumą nustatomas mažiausias santykis tarp denitrifikacijos zonos (<i>DN</i>) ir bendro denitrifikacijos ir nitrifikacijos (<i>DN+N</i>) zonų	

Dumblo amžiaus nustatymas

<i>θ_{DN+N}</i>	20,3	Denitrifikacijos procesui įvykdyti dumblo amžiaus reikšmė, d	$\theta_{DN+N} = \theta_N \times \frac{1}{1 - (V_{DN}/V_{DN} + V_N)}, d.$
<i>θ_N</i>	12,2	dumblo amžius nitrifikacijos procesui vykdyti, d	$\theta_N = k_s \times 3,4 \times 1,103^{(15 - t)}$
<i>k_s</i>	1,8	saugos koeficientas nitrifikacijos procesui užtikrinti. Kai A bds5≤ 1200 kg/d, tai ks=1,8; kai A bds5≤ 6000 kg/d, tai ks=1,45.	
<i>τ</i>	8	žemiausia dumblo ir nuotekų mišinio temperatūra bioreaktoriuje, °C	
<i>θ_{DN+N}</i>	25,0	Denitrifikacijos procesui įvykdyti priimta dumblo amžiaus reikšmė, d	

Dumblo prieaugio nustatymas

<i>M_{pd}</i>	7,91	Bendras perteklinio dumblo prieaugis susidarantys įrenginiuose, kgSM/d	$M_{pd} = M_{pd,C} + M_{pd,P}, kgSM/d.$
<i>M_{pd,C}</i>	7,58	perteklinio dumblo kiekis pagal sausas medžiagas dėl organinių teršalų šalinimo, kg SM/d;	$M_{pd,C} = M_{BDS_5} \times d, kgSM/d;$ $M_{pd,P} = \frac{Q_{d,vid.}}{1000} \times (3 \times P_{bio} + 6,8 \times P_{pFe} + 5,3 \times P_{pAl}), kgSM/d;$
<i>M_{pd,P}</i>	0,33	perteklinio dumblo kiekis pagal sausas medžiagas dėl fosforo šalinimo, kg SM/d.	
<i>d</i>	1,03	perteklinio veikliojo dumblo savitasis prieaugis, kg VDSM/ kg BDS5 ;	

<i>M_{pd1}</i>	7,91	Perskaičiuotas bendras perteklinio dumblo prieaugis susidarantys įrenginiuose, kgSM/d	$M_{pd1} = M_{pd,C} + M_{pd,P1}, kgSM/d.$
<i>M_{pd,C}</i>	7,58	perteklinio dumblo kiekis pagal sausas medžiagas dėl organinių teršalų šalinimo, kg SM/d;	$M_{pd,C} = M_{BDS_5} \times d, kgSM/d;$ $M_{pd,P} = \frac{Q_{d,vid.}}{1000} \times (3 \times P_{bio} + 6,8 \times P_{pFe} + 5,3 \times P_{pAl}), kgSM/d;$
<i>M_{pd,P1}</i>	0,33	perteklinio dumblo kiekis pagal sausas medžiagas dėl fosforo šalinimo, kg SM/d.	
<i>V_{AN}</i>	11,3	Anaerobinės kameros tūris, m3	$V_{AN} = (Q_{h,max.}^{saus.} + Q_{cd}) \times t_{an}, m^3$
<i>Q_{cd}</i>	7,9	antrinių nusodintuvų gražinamo veikliojo dumblo siurblių debitas, m ³ /h.	$Q_{cd} = 1,0 \times Q_{h,max.}^{liet}, m^3/h$
<i>L_{an}</i>	0,75	nuotekų ir veikliojo dumblo išbuvimo anaerobinėje kameroje trukmė, h=0,5-0,75	

Minimalaus nitrifikacijos ir denitrifikacijos kameros tūrio nustatymas

<i>M_{DN+N}</i>	197,8	Reikalinga veikliojo dumblo masė pagal sausas medžiagas, kg SM	$M_{DN+N} = \theta_{DN+N} \times M_{pd1}, kg \ SM$
<i>V_{DN+N}</i>	49,5	minimalus reakcijos zonos tūris, m3	$V_{DN+N} = \frac{M_{DN+N}}{\alpha}, m^3$
<i>a</i>	4	veikliojo dumblo koncentracija reaktoriuje, gVDSM/l	

Dumblo ir tūrio apkrovos nustatymas

<i>A</i>	0,04	Veikliojo dumblo apkrova – teršalų kiekis, tenkantis 1 kg veikliojo dumblo sausų medžiagų per parą g BDS5/ g VDSM d	$A = \frac{M_{BDS_5}}{\alpha \times V_{DN+N}}, g \ BDS_5/g \ VDSM \ d;$
<i>A_t</i>	0,15	Tūrinė apkrova, kg BDS5/m3*d	$A_t = \frac{M_{BDS_5}}{V_{DN+N}}, kg \ \frac{BDS_5}{m^3} \times d;$
<i>q_{SV}</i>	400	veikliojo dumblo tūrinės apkrova, pagal ATV vertikaliems nusodintuvams ≤650 l/m2/h	
<i>J</i>	120	veikliojo dumblo indeksas, l/kg. ATV std - 6 lentelė	$q_A = \frac{q_{SV}}{\alpha \times J}, m/h$
<i>q_a</i>	0,83	antrinių nusodintuvų paviršiaus hidraulinė apkrova, m/h	
<i>F_{AN}</i>	9,46	Antrinių nusodintuvų paviršiaus plotas, m2	$F_{AN} = \frac{Q_{h,max.}^{liet}}{q_A}, m^2$

2 lentelė. Dumblo amžiaus (dienomis) parinkimas priklausomai nuo valymo paskirties ir temperatūros, o taip pat įrenginių dydžio (tarpinės reikšmės turi būti apskaičiuotos)

Valymo paskirtis	Įrenginių dydis, B _{daou}			
	Iki 1.200 kg/d	Virš 6.000 kg/d		
Parinkimo temperatūra	10° C	12° C	10° C	12° C
Be nitrifikacijos	5		4	
Su nitrifikacija	10	8,2	8	6,8
Su azoto šalinimu V ₀ /V _{A1} =	0,2 0,3 0,4 0,5	12,5 14,3 16,7 20,0	11,7 13,7 15,4	10,0 11,4 13,3 16,0
Dumblo stabilizavimas, įsk. azoto šalinimą	25		Nėrekomenduojama	

3 lentelė. Standartinės reikšmės denitrifikacijos skaičiavimui, esant sausiams orams ir temperatūrų diapazonui nuo 10° iki 12° C (prastomis sąlygomis (Nitrifikuotino nitrato azoto kg vienam kg išleidžiamų nuotekų BDS₅)

V ₀ /V _{A1}	S _{0,050} /C _{0,001} at	
	Priešankstinės zonos denitrifikacija ir panašūs procesai	Vienalaikė ir pertraukiamoji denitrifikacija
0,2	0,11	0,08
0,3	0,13	0,09
0,4	0,14	0,12
0,5	0,16	0,15

5 lentelė. Specifinis dumblo susidarymas SP_{0,050} [kg SS/kg BDS₅], esant temperatūrai nuo 10° iki 12° C

X _{0,050} /C _{0,001} at	Dumblo amžius, dienos					
	4	8	10	15	20	25
0,4	0,79	0,69	0,65	0,59	0,56	0,53
0,6	0,91	0,81	0,77	0,71	0,68	0,65
0,8	1,03	0,93	0,89	0,83	0,80	0,77
1,0	1,15	1,05	1,01	0,95	0,92	0,89
1,2	1,27	1,17	1,13	1,07	1,04	1,01

6 lentelė. Standartinės dumblo tūrio indekso reikšmės

Valymo būdas	SVI (l/kg)	
	Pramoninių (komercinių) nuotekų (taka Palankus)	Nespalankus
Be nitrifikacijos	100 - 150	120 - 160
Nitrifikacija (ir denitrifikacija)	100 - 150	120 - 160
Dumblo stabilizavimas	75 - 120	100 - 150

Dumblo kiekių skaičiavimas

Q_{pd}	0,99	Perteklinio dumblo debitas, m ³ /d	$Q_{pd} = \frac{M_{pd}}{a_c}, m^3/d;$
M_{pd}	7,91	bendras perteklinio dumblo prieaugis valymo įrenginiuose, kgSM/d	
a_c	8	veikliojo dumblo koncentracija reaktoriaus dugne, g VDSM/l. Priimama 8,0 g VDSM/l	
W_{pd}	0,99	Perteklinio dumblo kiekis pagal masę, t/d	$W_{pd} = Q_{pd} \times \gamma_{pd}, t/d;$
γ_{pd}	1	perteklinio dumblo tankis, t/m ³ ; priimame 1,0 t/m ³	
m_{pd}	0,8	Sausų medžiagų kiekis pertekliniame dumble, %	$m_{pd} = \frac{a_c}{\gamma_{pd}} \times 100, \%;$
M_{bpd}	5,93	Bepelenių sausų medžiagų kiekis pertekliniame dumble, kg BSM/d	$M_{bpd} = M_{pd} \times (1 - S_{pd}^{\gamma_{pd}}), kg BSM/d;$
S_{pd}	0,25	perteklinio dumblo pelningumas vieneto dalimis. Gali būti 0,2÷ 0,3. Priimame, kad 0,25.	

Dumblo stabilizavimas ir tankinimas

Q_{tpd}	0,40	Sutankinto perteklinio dumblo debitas, m ³ /d	
m_{pd}	0,8	Sausų medžiagų kiekis pertekliniame dumble, %	
m_{tpd}	2	Sausų medžiagų kiekis tankintame pertekliniame dumble, tankinant gravitaciniu būdu, %. mtpd=2÷4 %	
Q_{tdm}	0,40	Sutankinto dumblo mišinio debitas, m ³ /d	
M_{tdm}	0,99	Sutankinto dumblo mišinio kiekis pagal masę, kgSM/d	
S_{tdm}	0,2	Sutankinto dumblo mišinio pelningumas	
t	15,0	Laikotarpis, per kurį dumblo tankintuve kaupiamas dumblas, d.	
V_{DT}	5,9	Dumblo tankinimo talpos tūris, m ³	
	6	Priimamas dumblo tankinimo talpos tūris, m ³	
h_{tan}	3,2	Dumblo tankinimo talpos naudingas gylis, m	
R_{tan}	1,5	Dumblo tankinimo talpos skersmuo, m	

Reikiamas ištirpinti deguonies kiekis reaktoriuje

$OC_{d,C}$	9,9	Deguonies kiekis anglies šalinimui, $kd\ O_2/d$	$OC_{d,C} = M_{BDS_5} \times \left(0,56 + \frac{0,15 \times \theta_{DN+N} \times F_T}{1 + 0,17 \times \theta_{DN+N} \times F_T} \right), kg\ O_2/d$
F_T	0,61	temperatūros faktorius dėl mikroorganizmų vidinio kvėpavimo, kurio reikšmė apskaičiuojama pagal formulę:	$F_T = 1,072^{(T-15)}$
$OC_{d,N}$	7,4	Deguonies kiekis nitrifikacijai, $kd\ O_2/d$	$OC_{d,N} = \frac{Q_{d,vid.} \times 4,3 \times (N_{DN} - N_{NO_3} + N_i)}{1000}, kg\ O_2/d$
$OC_{d,DN}$	2,1	Deguonies kiekis denitrifikacijai, $kd\ O_2/d$	$OC_{d,DN} = \frac{Q_{d,vid.} \times 2,9 \times N_{DN}}{1000}, kg\ O_2/d$
k_c	1,10	koef. Pagal ATV 8 lentelę, interpoliuojant	
k_n	3,50	koef. Pagal ATV 8 lentelę, interpoliuojant	
OC_h	1,4	Deguonies suvartojimas dienos piko metu, $kg\ O_2/d$	$OC_h = \frac{k_c \times (OC_{d,C} - OC_{d,DN}) + k_n \times OC_{d,N}}{24}, kg\ O_2/h$
γ	1,2	oro tankis, kg/m^3 , kai oro temperatūra $t=20^{\circ}C$	
O_l	4,0	oro kiekis, tiekiamas į vieną aeratorių, $O_1=2-8\ m^3/h$	
η	0,2	deguonies išnaudojimas iš patiekto oro, vieneto dalimis, nustatytas pagal parinktų aeratorių prie reikiamo gylio charakteristikas	
OC_i	0,2	Vienų aeratorių ištirpinamo deguonies kiekis, $kg\ O_2/h$	$OC_i = 0,21 \times \gamma \times O_1 \times \eta, kg\ O_2/h$
n_a	7	aeratorių skaičius	
O	12	parenkamas toks aeratorių skaičius, kad jų skaičius visose kamerose būtų vienodas	
	48	Reikalingas orapūtėms tiekti oro kiekis, m^3/h	

7 lentelė. Specifinis deguonies suvartojimas OU_{sp} , $kg\ O_2/kg\ BDS_5$, esant $C_{O_2}/C_{O_2,0} > 2,2$

$T^{\circ}C$	4	6	10	15	20	25
10	0,65	0,99	1,04	1,13	1,18	1,22
12	0,67	1,04	1,07	1,15	1,21	1,24
15	0,92	1,07	1,12	1,19	1,23	1,27
16	0,96	1,11	1,16	1,23	1,27	1,30
20	0,99	1,14	1,18	1,25	1,29	1,32

	Dumblo amžius, d					
	4	6	8	10	15	25
k_c	1,3	1,25	1,2	1,2	1,15	1,1
kn kai $BDS_5 < 1200\ kg/d$				2,5	2	1,5
kn kai $BDS_5 > 6000\ kg/d$			2	1,8	1,5	

Oro kiekių skaičiavimas dumblo stabilizavimui

OU_{pd}	4,7	Deguonies poreikis dumblo talpai apskaičiuojamas	$OU_{pd} = z \times M_{bpd} \times E_{st}, kg\ O_2/d$
z	2	deguonies savitasis deguonies poreikis, $kg\ O_2/kg\ VDBSM$. Priimame $z=2,0\ \%$	
M_{bpd}	5,93	sausų bepelenių medžiagų kiekis, $kgBSM/d$	
E_{st}	0,4	dumblo organinių medžiagų suskaidymo efektyvumas vieneto dalimis, $E_{st}=0,35\pm0,5\ \%$. Priimame $E_{st}=0,4\ \%$	

8 lentelė. Deguonies suvartojimo piko koeficientai (2 h trukmės pikų metu, palyginus su 24 h vidurkiu, kai nėra matavimo duomenų)

	Dumblo amžius, dienos					
t_c	4	6	8	10	15	25
t_w kai $B_{uBOD_5} \leq 1200\ kg/d$	1,3	1,25	1,2	1,2	1,15	1,1
t_w kai $B_{uBOD_5} > 6000\ kg/d$	-	-	-	2,5	2,0	1,5

Standartinėmis sąlygomis reikiamas ištirpinti deguonies kiekis DT

OV_{pd}	10,67	Standartinėmis sąlygomis reikiamas ištirpinti deguonies kiekis, kgO_2/d	$OV_{pd} = OU_{pd} \times \frac{C_p}{\alpha(C_p - C)}, kg\ O_2/d$
OU_{pd}	4,7	deguonies poreikis dumblo talpai, kgO_2/d	
C_p	10,46	vandens prisotinimas deguonimi įrenginyje, mg/l	
C_T	9,02	vandens prisotinimas deguonimi esant atmosferiniam slėgiui ir temperatūrai T , mg/l	
h_a	3,30	aeratoriaus panerimo gylis, m; įrengiami 0,2 m aukščiau aerotanko dugno	
α	0,55	koeficientas įvertinantis deguonies tirpumo sumažėjimą dumble. $\alpha=0,5\pm0,6$. Priimame $\alpha=0,55$	
c	2	ištirpusio deguonies palaikytina koncentracija dumblo tankintuve, mg/l . Skaičiuojamoji reikšmė $c=2,0\ mg/l$;	

Reikiamas valandinis deguonies kiekis DT

$OV_{pd,h}$	0,44	Reikiamas valandinis deguonies kiekis, kgO_2/h	$OV_{pd,h} = \frac{OC_{pd}}{24}, kg\ O_2/h$
-------------	------	--	---

Aeratorių kiekis dumblo tankinimo talpoje

n_a	2	Oro kiekis, tiekiamas į vieną (DMD) aeratorių paprastai būna, $O_1=2\pm8\ m^3/h$, priimame $O_1=5,5\ m^3/h$. Deguonies išnaudojimas iš patiekto oro, vieneto dalimis, nustatytas pagal parinktų aeratorių prie 3,4 m gylio charakteristikas $\eta=0,285$	
O	8,6	Reikalingas oro kiekis į aeratorius, m^3/h	$O = O_1 \times n_a, m^3/h$