

LAUKO NUOTAKYNO SIURBLINIŲ PROJEKTAVIMAS

METODINĖ MEDŽIAGA PROJEKTUOTOJAMS



Paruošė

Dr. Mindaugas Rimeika

Vandentvarkos katedra
VGTU

2005 m. spalio
Vilnius

Lauko nuotakyno siurblinių projektavimo principai

1. Pagrindiniai projektiniai duomenys

- 1.1. Didžiausias ($Q_{n \max}$) ir vidutinis ($Q_{n \text{vid.}}$) buitinių nuotekų debitas, l/s;
- 1.2. Nuotekų vamzdžio įgilinimas (žemės paviršiaus ir nuotekų vamzdžio dugno altitudės);
- 1.3. Geometrinis aukštis tarp savitakinio įtekėjimo vamzdžio ir slėginės linijos galo;
- 1.4. Slėginės linijos ilgis.

2. Kritiniai projektiniai parametrai

- 2.1. Mažiausias nuotekų slėginės linijos skersmuo DN 80 (mm);
- 2.2. Minimalus nuotekų tekėjimo greitis 0,8 m/s;
- 2.3. Vertikaliuose vamzdžiuose (siurblinėje) nuotekų tekėjimo greitis turi būti ne mažiau kaip 2,6 m/s;
- 2.4. Maksimalus nuotekų tekėjimo greitis 4,0 m/s;
- 2.5. Nuotekų rezervuaro prieduobės sienutės pasvirimo kampas turi būti ne mažiau 40°.

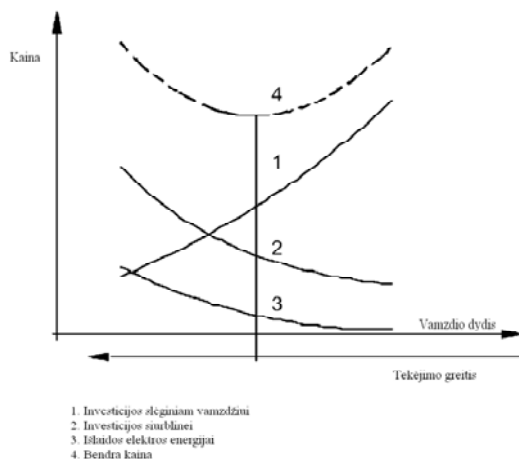
3. Siurblio našumas

- 3.1. Nuotekų siurblio našumas turi būti ne mažesnis kaip didžiausias nuotekų debitas ($Q_{n \max}$) atitekantis į nuotekų siurblinę;
- 3.2. Jei nuotekų debitas yra mažiau kaip 4,0 l/s, tai minimalus siurblio našumas turi būti mažiausiai 4,0 l/s, siekiant užtikrinti minimalų greitį slėgvamzdyje;
- 3.3. Atskirais atvejais, siurblio našumą galima priimti lygų didžiausiam nuotekų debitui +20%;

4. Slėginės linijos (slėgvamzdžio) skersmens parinkimas

- 4.1. Atsižvelgti į minimalų nuotekų tekėjimo greitį;
- 4.2. Atsižvelgti į siurblio našumą (jei instaliuotas vienas siurblys);
- 4.3. Atsižvelgti į kelių darbinių siurblių suminį našumą (jei instaliuoti keli siurbliai);
- 4.4. Atsižvelgti į slėginio vamzdžio ilgį ir hidraulinius slėgio nuostolius;

- 4.5. Trečios ir antros kategorijos nuotekų siurblinėms – viena slėginė linija, pirmos kategorijos siurblinėms – dvi slėginės linijos;
- 4.6. Atsižvelgiant į aukščiau nurodytus kintamuosius, įvertinanti sistemos ekonominius kriterijus.



5. Siurblių kiekis siurblinėje

- 5.1. Vienas siurblys atitinkantis didžiausią nuotekų debitą ($Q_{n \max.}$), atitinka III kategorijos nuotekų siurblinę;
- 5.2. Vienas darbo ir vienas atsargos siurblys. Kiekvieno siurblio našumas atitinka nuotekų debitą ($Q_{n \max.}$). Sugedus vienam siurbliui, turi būti numatytas automatinis siurblio perjungimas, atitinka III kategorijos nuotekų siurblinę;
- 5.3. Vienas darbo ir vienas atsargos siurblys, įsijungiantis maksimalaus debito metu. Abiejų siurblių bendras našumas atitinka didžiausią nuotekų debitą ($Q_{n \max.}$). Darbinio siurblio našumas atitinka vidutinį nuotekų debitą ($Q_{n \text{ vid.}}$), atitinka II kategorijos nuotekų siurblinę. (Pastabos. Jungiant siurblius lygiagrečiai, patikrinti hidraulinius slėgio nuostolius abiemis atvejais. Darbiniai siurbLIAI gali būti keli);
- 5.4. Du darbo ir vienas atsargos siurblys. Visų darbinių siurblių suminis debitas atitinka didžiausią nuotekų debitą ($Q_{n \max.}$), atitinka I kategorijos nuotekų siurblinę.

6. Hidraulinių nuostolių skaičiavimas

- 6.1. Hidrauliniai slėgio nuostoliai skaičiuojami (bendrinė išraiška):

$$H_{sl.n.} = H_k + H_v.$$

- čia: $H_{sl.n.}$ – suminiai hidrauliniai slėgio nuostoliai, m;
 H_k – kelio hidrauliniai nuostoliai, m. Paprastai apskaičiuojami naudojantis nomograma (žr. pateiktą schemą);
 H_v – vietiniai hidrauliniai nuostoliai, m. Suminiai vietiniai nuostoliai gali būti apskaičiuojami dvejopai: sumuojant atskirai apskaičiuotus vietinius nuostolius arba

skaičiuojant kelio nuostolius, proporcingai padidinti vamzdžių hidraulinį šurkštumą taip, kad būtų kompensuota srauto energijos netektis vietinėse kliūtyse.

6.2. Pagal duotą kelio nuostolių nomogramą, suminiai slėgio nuostoliai gali būti apskaičiuojami:

$$H_{sl.n.} = \frac{H_{k.100} \cdot L_E}{100}$$

čia: $H_{k.100}$ – kelio slėgio nuostoliai tiesiame 100 m ilgio vamzdyje, m;

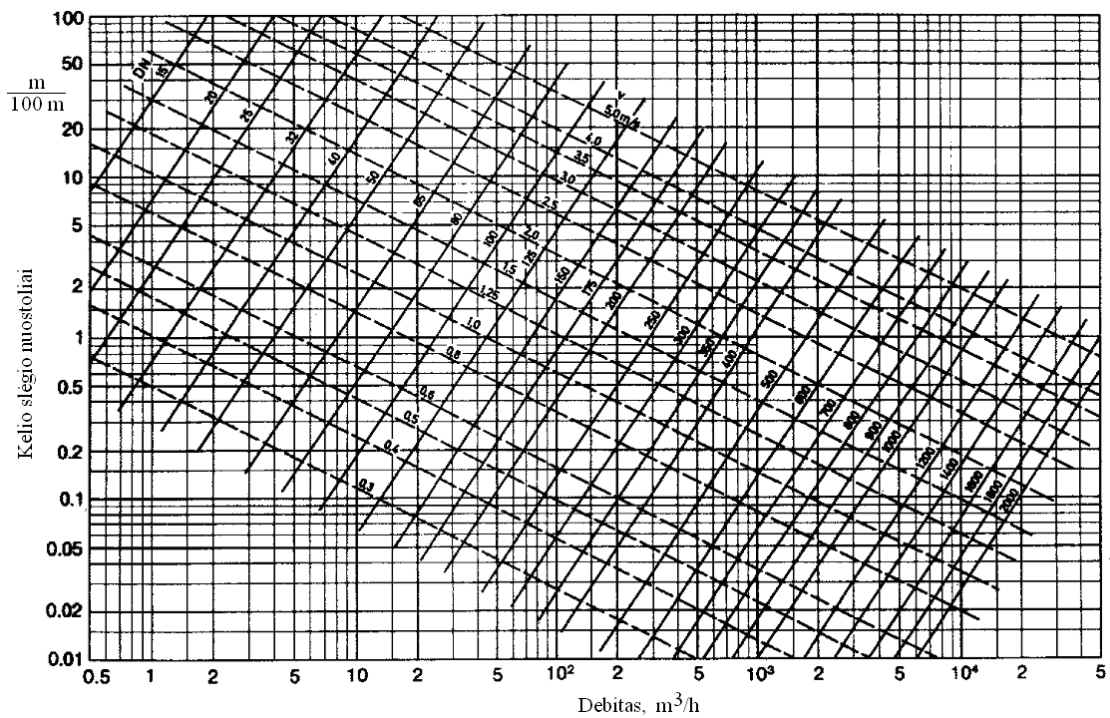
L_E – ekvivalentinis vamzdžio ilgis, m. Apskaičiuojamas $L_E = L + L_v$;

L – slėginio vamzdžio ilgis, m;

L_v – ekvivalentinis vamzdžio ilgis, vietinius nuostolius fasoninėse detalėse perskaičiuojant nuostoliais tiesiuose vamzdžiuose, m.

Ekvivalentiniai vamzdžių ilgiai (L_v), metrais standartinėms fasoninėms dalims:

DN	100	125	150	200	250	300	350
Sklastinė sklendė	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4
Atbulinis vožtuvas	4	5	6	7	9	11	12
90° alkūnė	1,5	2	2,5	3	4	5	6
Trišalis	3	4	5	6	8	9	12



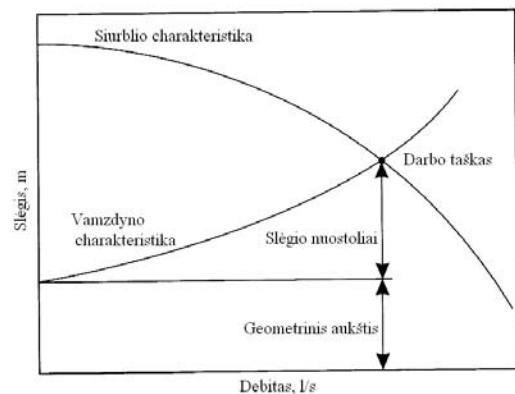
7. Siurblio slėgis

- 7.1. Geometrinis slėgio aukštis vienas iš pagrindinių parametru projektuojant siurbines ir parenkant siurblius. Geometrinis slėgio aukštis yra atstumas tarp žemiausio vandens lygio siurblinėje ir aukščiausio vandens lygio nuotekų išleidimo kameroje.
- 7.2. Siurblio slėgis apskaičiuojamas:

$$H = H_{geom.} + H_{sl.n.}$$

8. Siurbių parinkimas

- 8.1. Apskaičiavus nuotekų debitą ($Q_{n \max.}$) ir siurblio slėgio aukštį (H) reikia parinkti siurbli (atsižvelgiant į aukščiausiu nurodytus reikalavimus). Siurblys turi būti parenkamas taip, kad siurblio charakteristika būtų kaip galima arčiau darbo taško.



9. Siurblinės rezervuaro tūris ir aukštis

- 9.1. Minimalus nuotekų lygis siurblinėje turi būti ne žemiau kaip iki pusės panardinamo siurblio korpuso. Mažo našumo siurblinėse tai sudaro apie 40 cm nuo rezervuaro dugno. Esant minimaliam nuotekų lygiui siurbLIAI išjungiami.
- 9.2. Rezervuaro talpa turi užtikrinti mažiausiai 5 min. vieno siurblio darbą.
- 9.3. Tik naudingas nuotekų siurblinės rezervuaro tūris apskaičiuojamas:

$$V_N = 0,9 \cdot \frac{Q_{siurblio}}{Z} ;$$

čia: V_N – naudingas siurblinės tūris, m^3 ;

$Q_{siurblio}$ – didžiausio siurblio našumas, l/s ;

Z – leidžiamas siurblio įsijungimų skaičius per valandą. Orientacinės panardinamų siurbių įsijungimų skaičius (Z) per valandą pateikiamas lentelėje:

Variklio galia	Leidžiamas įsijungimų skaičius per valandą
0 ... 5 kW	25
5 ... 20 kW	20
20 ... 100 kW	15
100 ... 400 kW	10

Skaičiavimuose REKOMENDUOJAMA priimti, kad siurbliai įsijungia ne dažniau kaip 10 kartų per valandą. Įvertinant atsargą, darbo patikimumą, lietaus nuotekas, infiltraciją.

Nuotekų siurblinės paprastai būna apvalios formos plane. Minimalus siurblinės rezervuaro plotas gali būti apskaičiuotas:

$$A = \frac{Q_{\text{siurblio}}}{20}$$

čia: A – siurblinės rezervuaro paviršiaus plotas, m^2 ; Q_{siurblio} – didžiausio siurblio našumas, l/s.

- 9.4. Jei siurblinėje instaliuoti du darbiniai siurbliai, siurblinės tūris gali būti sumažintas per pusę.
- 9.5. Reikia parinkti siurblinės rezervuaro skersmenį arba ilgį ir plotį (jei stačiakampė plane).
- 9.6. Bendras nuotekų siurblinės aukštis nustatomas atsižvelgiant į vietos sąlygas, perpumpuojamą nuotekų debitą ir savitakinio vamzdžio paklojimo gylį. Nuotekų siurblinės aukščio skaičiavimui palengvinti pateikta principinė schema:

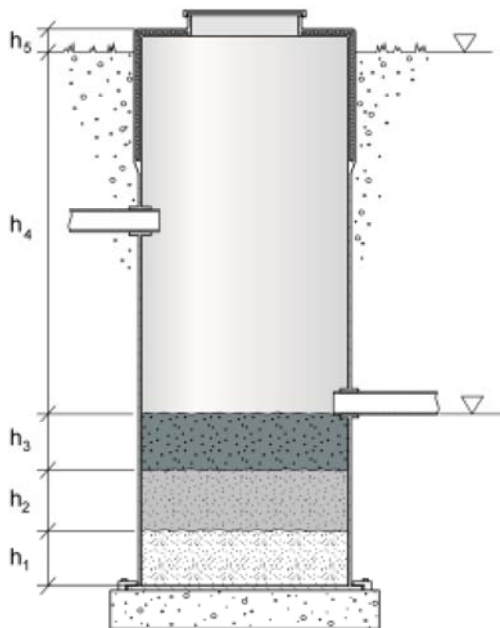
h_5 – kiek siurblinės korpusas iškilęs virš žemės paviršiaus. Aukštis priimamas nuo 0 m iki 0,5 m;

h_4 – aukštis tarp žemės paviršiaus ir savitakinio nuotekų vamzdžio dugno (kitais atvejais nuotekų vamzdžio įgilinimas). Aukštis nustatomas pagal esamą padėtį arba iš projekto;

h_3 – atsargos aukštis, tarp įtekėjimo vamzdžio dugno ir aukščiausio nuotekų lygio rezervuare, paprastai priimamas 0,1 – 0,2 m.

h_2 – naudingas nuotekų siurblinės rezervuaro auštis. Nuotekoms pasiekus aukščiausią lygį siurblys įsijungia, nukritus iki žemiausio lygio išsijungia. Apskaičiuojamas pagal atitekančių nuotekų debitą ir siurblių našumą;

h_1 – aukštis nuo rezervuaro dugno iki minimalaus nuotekų lygio, t.y. nuotekų siurblių išjungimo. Priklausomai nuo nuotekų siurblio modelio,



minimalus nuotekų lygis rezervuare gali būti ties siurblio korpuso viduriu arba sutapti su siurblio korpuso viršumi. Mažo našumo siurblinėse (iki 10 l/s), priimama, kad nuo siurblinės dugno iki siurblio korpuso vidurio yra apie 0,4 m.

Bendras nuotekų siurblinės aukštis apskaičiuojamas: $H_s = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5$ [m].

Paprastai standartinis siurblinės aukščio žingsnis yra 0,5 m. Tolygiai paskirstant tarp aukščių h_2 , h_3 ir h_5 . Konstruktyvinis nuotekų siurblinės aukštis: $H_{sk} = H_s + \text{suapvalinimas}$.

9.7. Naudingas nuotekų rezervuaro aukštis (h_2) apibrėžia nuotekų lygio siurblinėje svyravimą. Siurblys įjungiamas, kai nuotekų lygis yra apie 0,1-0,2 m žemiau atitekančio vamzdžio dugno. Siurblys išjungiamas, kai nuotekų lygis nukrenta iki siurblio korpuso vidurio.

$$h_2 = \frac{V_N}{A}$$

čia: h_2 – nuotekų rezervuaro gylis, m;

V_N – naudingas siurblinės tūris, m^3 ;

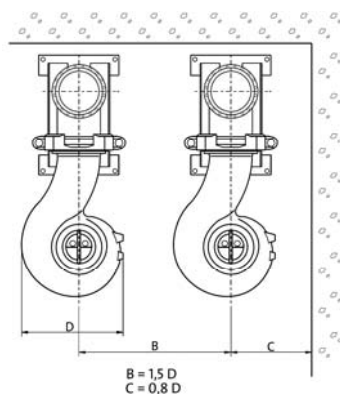
A – siurblinės skersplotis (m^2): apvalios siurblinės paviršiaus plotas

apskaičiuojamas: $\frac{3,14 \cdot D^2}{4}$; stačiakampės: $a \times b$.

Nuotekų siurblinės dažniausiai gaminamos iš armuoto stiklo pluošto arba suvirinamo polipropileno. Dažniausi gaminamų siurblinių skersmenys: 1,0; 1,4; 1,8; 2,2 ir 3,0 m. Kompaktinių siurblinių su panardinamais siurbliais ir skersplotis:

Skersmuo (DN)	Skersplotis (A)
1,0 m	0,78 m ²
1,4 m	1,54 m ²
1,8 m	2,54 m ²
2,2 m	3,80 m ²
3,0 m	7,00 m ²

Nuotekų siurblinės dažniausiai gaminamos iš armuoto stiklo pluošto arba suvirinamo polipropileno. Dažniausi siurblinių skersmenys: 1,0; 1,4; 1,8; 2,2 ir 3,0 m. Bendrinio atveju, nuotekų siurblinės dydis nustatomas pagal siurblių išmatavimus. Rezervuaro paviršiaus plotas apskaičiuojamas pagal aukščiau pateiktą formulę, tačiau turi būti patikrinta, ar tenkinami minimalūs konstrukciniai reikalavimai. Skaičiuojant atstumus tarp siurblių ir rezervuaro sienos reikia vadovautis 18 pav. pateikta schema.



18 pav. Rekomenduojami atstumai tarp panardinamų siurblių

10. Lygiagretus siurblių darbas

- 10.1. Siurblius jungti lygiagrečiai rekomenduojama tik tada, kai vamzdyno charakteristika yra plokščia. Priešingu atveju, antro siurblio įsijungimas tik nežymiai padidins debitą, lyginant su vieno siurblio našumu.
- 10.2. Jei vamzdyno charakteristika stati, tai reikia skaičiuoti kelis variantus, didinant vieno vamzdžio skersmenį arba projektuojant dvi slėgines linijas. Tai būtina atlikti, jei nuotekų debitas yra didesnis nei 15 l/s. Jei vamzdyno skersmuo mažas, tai slėgio nuostoliai bus dideli, tuo pačiu didesnės elektros sąnaudos ir galingesnis siurblys.

Didesnis skersmuo arba du slėginiai vamzdžiai – didesnės pradinės investicijos tinklų tiesimui.

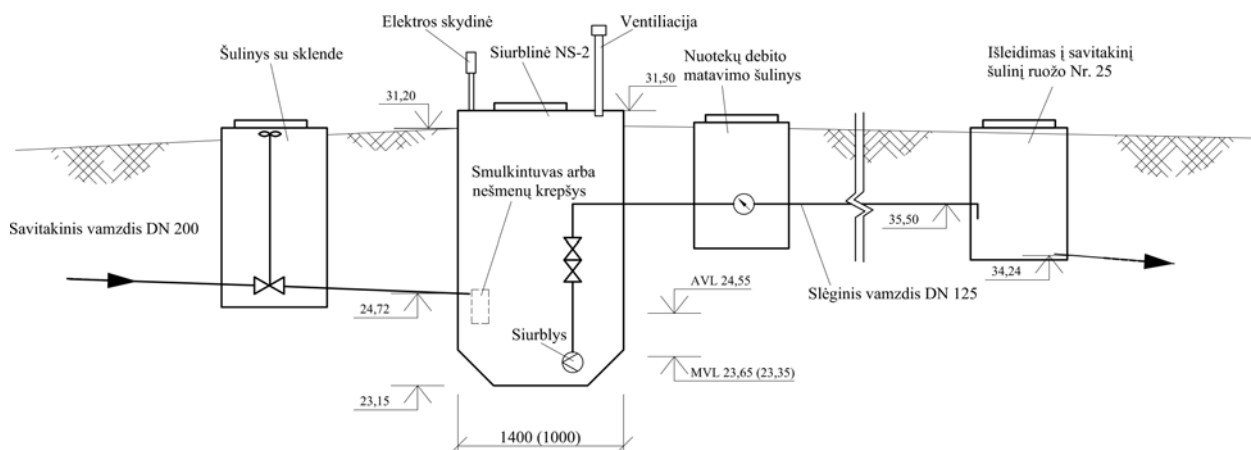
11. Konstrukciniai reikalavimai

- 11.1. Slėginiame vamzdyje turi būti atbulinis vožtuvas ir uždarymo armatūra;
- 11.2. Rekomenduojama įrengti automatinę debitomatį;
- 11.3. Turi būti numatytas siurblinės vėdinimo stovas, ne mažiau kaip DN 100;
- 11.4. Prieš siurblinę turi būti statoma įtekėjimo vamzdį uždarančioji armatūra;
- 11.5. Prieš nuotekų siurblinę įrengti stambias grotas;
- 11.6. Nuotekų siurblių laisvas praėjimas per darbo ratą turi būti ne mažesnis kaip 100 mm;
- 11.7. Siekiant sumažinti nuotekų slėginę liniją, įtekėjimo vamzdyje galima įrengti smulkintuvą;
- 11.8. Nuotekų siurblinės darbas turi būti automatizuotas, kad jose nereikėtų pastoviai dirbti žmonėms;
- 11.9. Slėginė linija į magistralinį slėginį nuotakyno gali būti pajungta tik iš šono, siekiant sumažinti nuosėdų susidarymo galimybę.

12. Nuotekų siurblinių projektavimo eiga

Projektuojama nuotekų siurblinė. Duomenys apie esamą padėtį, altitudes ir vamzdžių įgilinimus žiūrėti užduotyje.

Projektuojant nuotekų siurblines pradžioje reikia nusibraižyti principinę situacijos schemą (žr. pav.), kurioje surašoma visa turima informacija apie pačią nuotekų siurblinę ir aplinkinius inžinerinius statinius. Siurblinės rezervuaro išmatavimai ir siurblių parametrai apskaičiuojami pagal aukščiau pateiktas formules ir rekomendacijas. Siurbliai parenkami iš gamintojų katalogų.



20 pav. Principinė nuotekų siurblinės situacijos schema

Skaičiavimo eiga:

1. Projektinis siurblių debitas;
2. Projektuojami du siurbliai: vienas darbo, kitas atsarginis siurblys, įsijungiantis maksimalaus debito metu;
3. Naudingas rezervuaro tūris (V_N);
4. Rezervuaro paviršiaus plotas (A): preliminariai priimamas rezervuaro skersmuo;
5. Naudingas nuotekų siurblinės rezervuaro aukštis (h_2);
6. Geometrinis kėlimo aukštis;
7. Apskaičiuojami kelio nuostoliai: pasirinkamas nominalus vamzdžio skersmuo, greitis, slėgio nuostoliai. Slėginės linijos ilgis ir kelio nuostoliai;
8. Apskaičiuojami vietiniai nuostoliai (5-10% kelio nuostolių);
9. Bendras slėgio aukštis;
10. Parenkamas siurblys: xxxx firmos siurblys xxxxx, nominali galia kW, variklio apukos xxx aps./min., siurblio naudingumo koeficientas darbo taške xx%, absorbuota galia darbo taške xx kW, svoris xx kg. Analogiškų parametų galėtų būti parinktas xxxx firmos siurblys xxxxx (kursiniame darbe reikia pateikti dviejų siurblių charakteristikas).
11. Pagal parinkto siurblio parametrus patikrinamas rezervuaro dydis: siekiant užtikrinti konstrukcinius reikalavimus reikalingas rezervuaro skersmuo; atitinkamai naudingas gylis.
12. Patikrinama ar pasikeitus siurblinės išmatavimams ir geometriniam aukščiui ankščiau parinktas siurblys atitiks keliamus reikalavimus;
13. Bendras siurblinės aukštis;
14. Braižoma nuotekų siurblinė.