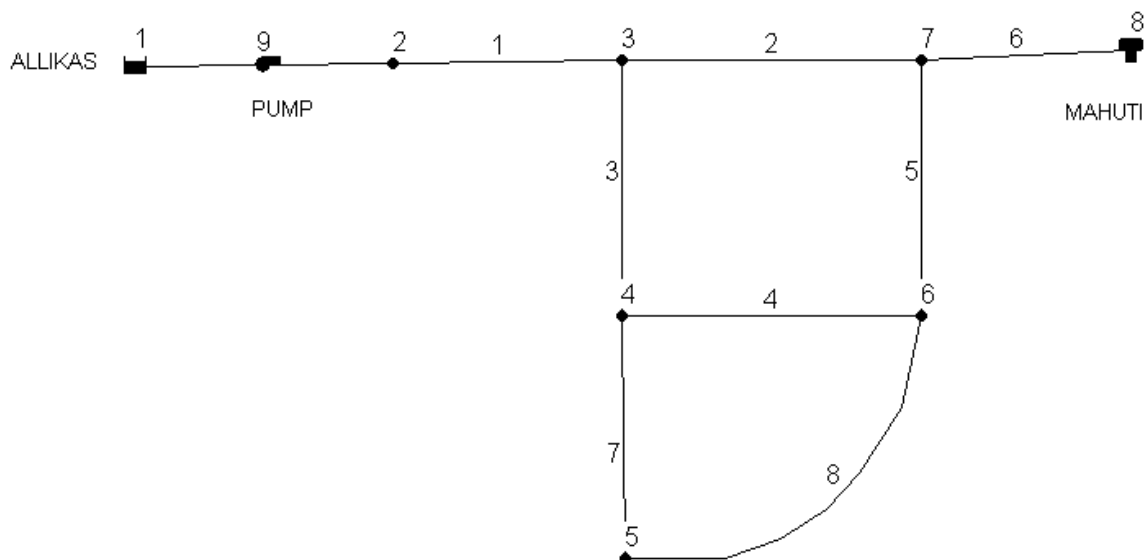


## Veekvaliteedi modelleerimine (EPANET)

EPANET näiteülesanne (baseerub *Help > Tutorial* näitel, muudetud parameetreid!)

Joonistada võrguskeem järgides *joonist 1*. Võrk koosneb reservuaarist, kust vesi pumbatakse ringvõrku. Samuti on lisatud üks mahuti, võrgu kompenseerimiseks.



Joonis 1.

### Projekti ettevalmistamine

Esmalt tuleb meil luua *EPANET 2.0* uus projekt, ja kontrollime, et kindlad vaikumisi väärtused oleksid määratud vastavalt meie ülesandele.

1. Ava *EPANET 2.0* (Windowsi programmi menüüst)
2. Vali **File > New**, misjärel luuakse uus projekt.
3. Vali menüüst **Project > Defaults** ja avatakse dialoogiaken **Defaults**.
4. Paanil **ID Labels**, tühista kõik eesliite määrangud, mis puudutavad elemente. Veerg **ID Prefix** on seega tühi, välja arvatud viimane rida **ID Increment**, kuhu sisesta **1**. Viimati sisestatud väärtus tähendab, et elementide lisamisel joonisele, kasvatatakse elemendi **ID** tähist **1** astme võrra.
5. Paanil **Hydraulics** real **Flow Units** vali **LPS** (see on süsteemiühik, mida kasutatakse arvutustes ja ka väärtuste sisestamisel – lühend *liitrit/sekundis*) ja reale **Headloss Formula** vali **D-W**, mis tähistab rõhukadude arvestamise valemist (antud juhul siis **Darcy-Weisbach**).
6. Kliki dialoogiakna alaservas **OK** selle sulgemiseks ja väärtuste kinnitamiseks.

**Märkus:** Kui sa soovid viimati sisestatud muudatusi ka järgnevates projektides kasutada, kliki nupul **Save**, enne kui sulged dialoogiakna.

## Kaardistuse seaded

Järgnevalt määrame mõned parameetrid, mis esitavad elementide lisamisel kaardile, koheselt näha nende *ID* numbrit (lisaks sümbolitele).


1. Menüüst **View > Options**, avaneb dialoogiaken **Map Options**.
2. Vali alagrupp **Notation**, tähista linnukesega väljad **Display Node IDs** ja **Display Link IDs**. Teised jäta märkimata.
3. Vali alagrupp **Symbols** ja tähista kõik väljad siin seksioonis.
4. Kliki **OK** nuppu, muudatuste salvestamiseks ja dialoogiakna sulgemiseks.

Enne joonestama asumist, peame määrama ka kaardi mõõtmed.

1. Menüüst **View > Dimensions** avab dialoogiakna **Map Dimensions**.
2. Järgneva näite jaoks pole vaja vaikimisi väärtusi muutma hakata.

## Võrgu sõlmede joonestamine

Nüüd võime alustada võrguskeemi joonestamisega.

1. Esmalt lisame reservuaari, klikkides ikoonil , tööriistapaanil **Map Toolbar** :



(Kui see tööriistapaan pole nähtaval, vali menüüst **View > Toolbars > Map**). Seejärel kliki joonisel soovitud kohas, kuhu reservuaari paigutada.


2. Edasi lisame sõlmed. Kliki nupul , tööriistapaanil **Map Toolbar** ja kliki vastavalt joonisele sõlmed tähistusega 2 ... 7.
3. Lisaks joonestame ka mahuti. Kliki ikoonil , ja lisa kaardil näidatud asukohta vastav mahuti.

Pane tähele, kuidas elementide nimetusi kasvatakse vastavalt eelseadistustele (**ID Labels**).


## Võrgu torude joonestamine

Järgmisena lisame torud.

1. Alustame toruga **Toru 1**, mis ühendab sõlmi **Sõlm 2** ja **Sõlm 3**.



- a. Kliki nupul , tööriistapaanil **Map Toolbar**.
- b. Kliki hiirega sõlmel **Sõlm 2** ja seejärel sõlmel **Sõlm 3**.
- c. Järgi, kuidas punktiirjoonena tähistatakse tulevast toru, kui sa liigu **Sõlm 2**-lt **Sõlm 3**-e suunas.

2. Korda sama protseduuri torude **2** kuni **7** tarvis.

3. **Toru 8** on kõverjoon. Selle joonestamiseks, kliki esmalt sõlmel **Sõlm 5**. Seejärel, kui sa liigud hiirega **Sõlm 6** suunas, kliki neis punktides, kus soovid muuta suuna kuju, saamaks soovitud toru paigutust. Lõpeta protsess, vajutades **Sõlm 6**-l.
4. Lõpetuseks lisame veel ka pumba, klikkides ikoonil  , valides esmalt sõlme **Sõlm 1** ja seejärel **Sõlm 2**.

## Kaardile teksti lisamine



Viimane osa meie võrgu joonestamisprotsessis on lisada mõned kirjeldavad teksti väljad.

1. Kliki ikoonil  , tööriistapaanil **Map Toolbar** ja kliki reservuaari (**Sõlm 1**) läheduses. Avaneb tekstikast, kuhu trüki **ALLIKAS** ja vajuta **ENTER** klahvi.
2. Kliki seejärel pumba läheduses, ja sisesta tekst **PUMP**, sama tee ka mahuti juures, trüki **MAHUTI**.
3. Kliki ikoonil  , tööriistapaanil **Map Toolbar**, muutes kaardil tehtava objektivaliku režiimi (eelnevalt oli tekstilisamise režiimis).

## Objektide ümberpaigutamine

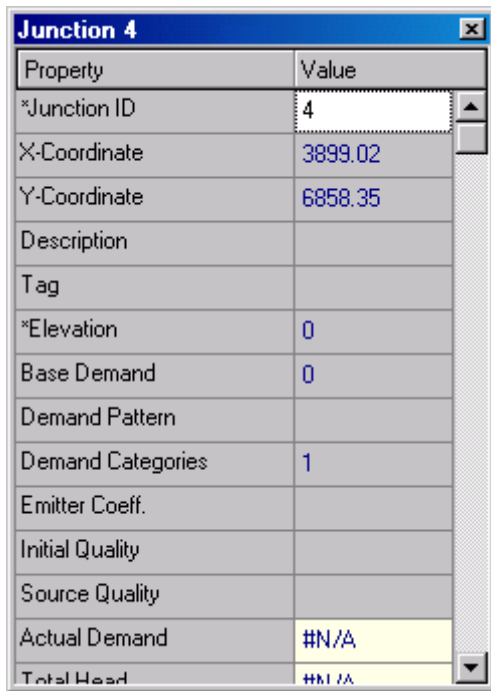
Praeguseks hetkeks peaks meil võrguskeem olema paigas. Sinu võrk peaks välja nägema selline, nagu on näidatud *joonisel 1*. Kui sõlmed on nihkunud, või soovid nende asukohta kaardil muuta, tuleb sul vastav sõlm esmalt valida, ja seejärel lihtsalt hiirega vedada see teise kohta. Ka tekstivälju saab analoogselt ümber paigutada.

Painutatud toru **8** asetust saab muuta järgmisel viisil:

1. Esmalt vali toru, klikkides hiirega torul **8**, seejärel kliki nupul  , tööriistapaanil **Map Toolbar** muutmaks kaardi esitamise režiimi *lingipõhiseks*.
2. Vali välja soovitud murdepunkt, mille asukohta soovid parandada, ja tiri see hiirega teise kohta (hoides vasakut hiireklahvi samas all).
3. Vajadusel saab olemasolevatele linkidele teha lisamisi või ka neid kustutada, klikkides hiire parema klahviga kaardil ja valides avanevast kiirvalikumenüüst soovitud ülesanne.
4. Kui oled objektide ümberpaigutamisega ühele pool saanud, vajuta taas nupule  , naasmaks objektivaliku režiimi.


## Parameetrite sisestamine

Peale objektide lisamist, omistab *EPANET* neile mingid vaikimisi väärtused (parameetrid). Olemasolevate parameetrite muutmiseks peame selle objekti valima **Property Editor** aknasse (vt. allolevat joonist). Vastava akna kuvamiseks on mitu erinevat võimalust. Kui vastav aken on juba avatud, võid lihtsalt klikkida objektile kaardil ning vastava seaded kuvatakse avatud aknas (objekti võid valida ka läbi **Browser** akna, paani **Data** ja seejärel valides hüpikmenüüst vastava objektigrupi saad allolevast nimekirjast valida soovitud objektile endal).



Property	Value
*Junction ID	4
X-Coordinate	3899.02
Y-Coordinate	6858.35
Description	
Tag	
*Elevation	0
Base Demand	0
Demand Pattern	
Demand Categories	1
Emitter Coeff.	
Initial Quality	
Source Quality	
Actual Demand	#N/A
Total Head	#N/A

Kui parameetrite aken pole avatud, võid selle avamiseks teha ühte alljärgnevat:

- topelt-kliki kaardil soovitud objektile
- parem klikk objektile, valides **Properties** kiirvalikumenüüst
- vali objekt paanilt **Data**, olles **Browser** aknas. Ning peale seda nupul  (**Browser's Edit**).

## Sõlmede parameetrite sisestamine

Sõlmed meie näidisvõrgus omavad järgmisi parameetreid:

Sõlm	Elevation (m) (Maapind)*	Demand (lps) (Tarbimine)
1	214*	0
2	214	0
3	217	9.46
4	214	9.46
5	198	12.62
6	214	9.46
7	214	0
8	253	0

\* Sõlm 1 (reservuaar) juures on vastav parameeter *Total Head*

Valime näiteks sõlme **Sõlm 2** parameetrite aknasse. Kas siis tehes vastaval elemendil topelt-kliki, või valides **Browser** aknas ikooni **Browser Edit**.

Sisesta selle sõlme jaoks väärtused maapinna (**Elevation**) ja tarbimise (**Demand**) kohta. Sa võid kasutada lahtrite vahel liikumiseks klaviatuuri klahve **Up** ; **Down** või lihtsalt hiirega osutades järgmisel väljale. Peale ühe sõlme väärtuste sisselöömist, võime valida lihtsalt teise sõlme (meil pole vaja sulgeda parameetrite akent, vastav objekt vahetub seal aknas automaatselt) kaardil, kas siis hiirega või klaviatuurilt vajutades **Page Down** ; **Page Up** klahvi, mis viib meid vastavas objektigrupis kas siis eelneva või järgneva elemendi juurde.

Reservuaari (**Sõlm 1**) taris sisestame maapinnaks (koos võimaliku lisasurvega) (**Total Head**) : **214 m**. Mahuti jaoks (**Sõlm 8**) märgime: **Elevation = 253 m**; algne veetase **Initial Level = 1 m**; maksimaalne veetase **Maximum Level = 6 m**; ja mahuti diameetriks **Diameter = 18 m**.

## Torude parameetrite sisestamine


Torud meie näidisevõrgus omavad järgmisi parameetreid:

Toru	Length (m) (Pikkus)	Diameter (mm) (Läbimõõt)
1	915	356
2	1525	305
3	1525	203
4	1525	203
5	1525	203
6	2135	254
7	1525	152
8	2135	152

Ja torude karedustegurid on (**Roughness**) on kõik **0.3 mm** (terastoru). Analoogselt sõlmede sisestamisele, teeme sama torude juures, lisame esitatud parameetrid.

## Pumba graafiku lisamine

Pumba jaoks peame lisama pumbagraafiku (tõstekõrgus vs vooluhulk).

1. Valime pumba (**Toru 9**) parameetrite seadmise aknasse, ja sisestame reale **Pump Curve** väärtuse **1**.
2. Nüüd loome vastava kõvera nimega **1**. Brauseri aknas (**Browser**) valime paani **Data** ja seejärel hüpikmenüüst valime **Curves**. Klikime nupul . Uus graafik nimega **Curve 1** lisatakse meie andmebaasi ja seejärel kuvatakse selle graafiku seadmise dialoogiaken **Curve Editor**.
3. Sisestame pumbale järgmise tööpunkti: **Flow = 37.83 l/s** ja **Head = 46 m**. EPANET loob automaatselt ühe punkti alusel vastava pumba graafiku. Esitatakse ka pumba graafiku valem.
4. Kliki **OK** nupul, parameetrite salvestamiseks.

## Projektide avamine ja salvestamine


Peale võrguskeemi loomist, tasub meelde tuletada ka selle salvestamist, et tehtud tööd enam kordama ei peaks (tegelikult võiks seda muidugi sagedamini teha!).

1. Menüüst **File > Save As**.
2. Avanenud dialoogiaknasse **Save As** vali asukoht ja sisesta nimi, millega soovid võrku salvestada. Faili lõppu lisatakse automaatselt faililaiend **.net**.
3. Kliki **OK** projekti salvestamiseks.


Projekti info on salvestatud spetsiaalses formaadis. Kui sa soovid võrgus olevat infot talletada teksti põhiseena (nii et saad seda avada mõnes tekstiredaktoris, nt *Notepad*), vali menüüst **File > Export > Network**.

Faili avamiseks vali menüüst: **File > Open**.

## Kindla ajahetke analüüsi arvutamine (Single Period Analysis)


Meil on kõik andmed sisestatud selleks, et saaksime läbi viia oma esimese hüdraulilise arvutuse (fikseeritud ajahetkel). Arvutusprotsessi käivitamiseks vali menüüst **Project > Run Analysis** (või kliki ikoonil ).

Kui arvutus ebaõnnestub, avaneb dialoogiaken **Status Report**, mis esitab võimalikud probleemid. Arvutuse õnnestumise korral, saad vaadata lahendustulemusi erinevatel viisidel. Proovi mõnda alljärgnevat:

- Vali **Browser** aknas paan **Map** ning seksioonis **Nodes** vali hüpikmenüüst **Pressure**. See esitab skeemil sõlmede rõhud värvikoodis, vastavalt määratud legendile, mis peaks ilmuma samuti tööaknasse. Kui sa seda ei näe, vali menüüst **View > Legends > Node** (või tee parem klikk kaardil, vali **Node Legend** ilmuvast kiirvalikumenüüst). Kui sa soovid värvikoodi intervalle muuta, parem klikk legendil ning muuda vastavaid väärtusi dialoogiaknas **Legend Editor**.
- Ava parameetrite aken (topelt klikk mistahes sõlmel või torul) ja vaata arvutatud parameetreid tabeli lõpus.
- Kui sa soovid vaadata tulemusi tabeli kujul, vali menüüst **Report > Table** (või kliki ikoonil .


## Tarbimisgraafiku lisamine

Võrgu töö põhjalikumaks analüüsiks tuleks sisestada ajafaktor tarbimistele, mis näitab, kuidas tarbimine päeva lõikes erineb (erineval tunnil). Selles näites kasutame ajasammuna 6 tundi. See tähendab, et tarbimine muutub ööpäeva lõikes neljal korral. (Vaikimisi väärtus on tavaliselt veevõrgutarkvaras **1**, mis tähistab 24-tunni graafikut). Tarbimisgraafiku ja analüüsi pikkuse määramiseks teeme järgmist:

1. Vali **Browser** aknas paanilt **Data** hüpikmenüüst **Options** ja seejärel **Times**.
2. Kliki **Browser** aknas ikoonil , misjärel avaneb seadete aken **Times Options** (kui see juba avatud pole).
3. Sisesta reale **Pattern Time Step = 6**.
4. Sisesta reale **Total Duration = 72** (3 ööpäeva).

## Tarbimisgraafiku loomine

Tarbimisgraafiku loomiseks toimi alljärgnevalt:


1. Vali **Browser** aknas paanilt **Data** hüpikmenüüst **Patterns**.
2. Kliki ikoonil  (või vajuta klaviatuurilt **Insert** klahvi). Luuakse uus graafik **1** ja avatakse dialoogiaken **Pattern Editor**.

3. Sisesta kordajate väärtusteks: **0.5; 1.3; 1.0; 1.2**; ajaväärtustele **1** kuni **4**.
4. Kliki **OK** dialoogiakna sulgemiseks.




Neid kordajaid kasutatakse vooluhulga muutmiseks igal määratud ajahetkel. Kuna meie teostame hetkel 72 tunni analüüsi, siis kasutatakse sama graafikut iga 24-tunnise tsükli järel.

Me peame vastava loodud tarbimisgraafiku sisestama ka meie tarbimissõlmedele, parameetri rea **Demand Pattern** kasti. Kuna tegemist on antud juhul ühe sama graafikuga, siis oma töö lihtsustamiseks võime ümber defineerida EPANET-i vaikimisi graafiku seade. Selleks valime **Browser** aknas paanilt **Data** hüpikmenüüst **Options** > **Hydraulics** ja muudame real **Default Pattern** vastava seade oma loodud graafiku nimele, mis peaks olema **1**. Sellisel juhul kasutab tarkvara vaikimise tarbimisgraafikuna igas süsteemi sõlmes vastavat graafikut **1**.

### 3-ööpäevase analüüsi sooritamine

Sellega oleme valmis käivitama analüüsi, valides menüüst **Project** > **Run** (või klõpsates ikoonil ).

Ajaskaalaga analüüside tulemuste vaatamiseks on veel mõned lisavõimalused:


- Kasuta kerimisnuppu **Browser** akna paani **Map** sektsioonis **Time** kuvamaks tulemusi erinevatel kellaegadel.
- Kasuta sektsioonis **Time** olevaid nuppe, kas siis jätkuva animatsiooni jälgimiseks (kliki ikoonil ) või selle peatamiseks nupul .
- Loo mistahes sõlme või toru kohta ajagraafik. Näiteks, jälgimaks, kuidas veetase muutub mahutis ajalõikes:
  1. Kliki mahutil.
  2. Vali menüüst **Report** > **Graph** (või kliki ikoonil ) , misjärel kuvatakse dialoogiaken **Graph Selection**.
  3. Vali dialoogiaknas, vasakul pool sektsioonis, **Time Series**.
  4. Vali **Head** (veetase) kui muutuvaks suuruseks (**Parameter**).
  5. Kliki **OK** oma graafiku esitamiseks.

Jälgi, kuidas veetase muutub ajas perioodiliselt (3 x 24 tundi).



## Veevanuse hindamine

Üks lihtsamaid vee kvaliteedi näitajaid on veevanuse hindamine võrgus. Vaadatakse seda üle mingi ajaperioodi. Analüüsi teostamiseks toimi alljärgnevalt:

1. Vali **Browser** aknas paanilt **Map** hüpikmenüüst **Options** ja seejärel **Quality**.
2. Kliki **Browser** aknas ikoonil  , kuvatakse dialoogiaken **Quality Options**.
3. Vali real **Parameter** hüpikmenüüst väärtus **Age**.

Käivita analüüs uuesti. Vaata tulemust esmalt kaardil, valides **Browser** aknas paani **Map** ja seal sektsioonis **Nodes** hüpikmenüüst **Age**. Vaatame ka mõnda graafikut. Loo graafik taas mahuti lõikes, sedakorda veevanuse hindamiseks 72 tunnisel perioodil. Nagu graafikult näha, ei saavuta mahuti 3 ööpäeva lõike perioodilist käitumist. Selleks suurendame simulatsiooni aega 240-le tunnile ja asetame mahuti parameetrite aknas **Initial Quality** väärtusele **60** (tundides). Loo uuesti graafiku.

See lõpetab ülesande.