

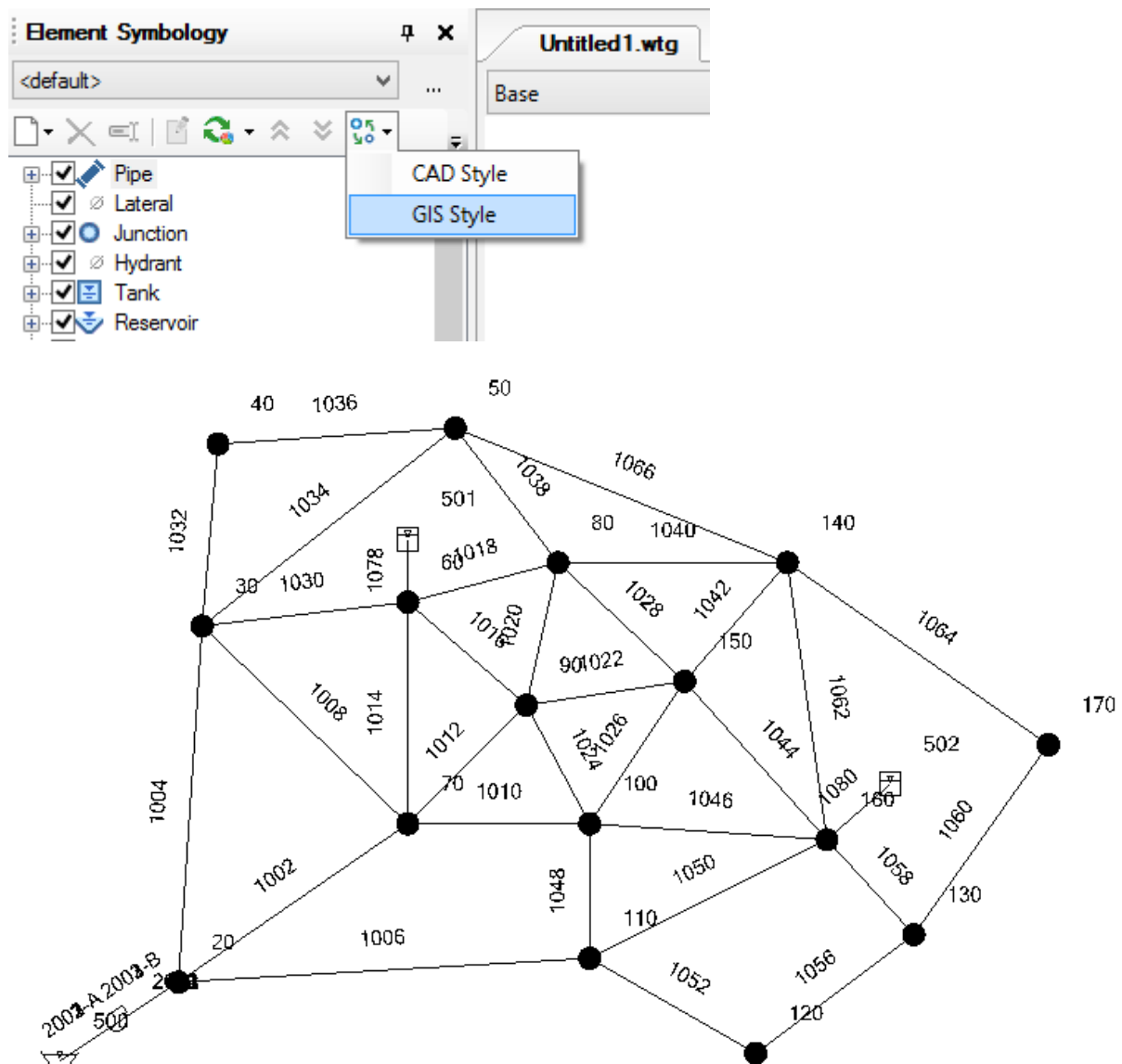
## Lekete automaatne kalibreerimine *WaterGEMS* tarkvara näitel

### Ülesande püstitus

Selles näites õpid sa kasutama *WaterGEMS* tarkvara kalibreerimismoodulit *Darwin Calibrator*:

- Ülesanne on leida parim lahend veevõrguprobleemile, kus võib eksisteerida üks või mitu leket.

Olles *WaterGEMS* tarkvara käivitanud, impordi esmalt *EPANET* fail *WaterGEMS* projekti: *File > Import > EPANET*. Ava fail nimetusega: *AutomaatneKalibreerimine.inp*. Muuda elementide graafilist esitust järgmiselt: *Drawing Style > GIS Style*.



**Märkus:** Näitefail sisaldab kolme pumpa, 34 toru. Torud omavad kõik ühte ja sama karedust. Sinu ülesanne on leida lekke võimalikud asukohad ning suurused, kasutades olemasolevaid mõõtmisandmeid.

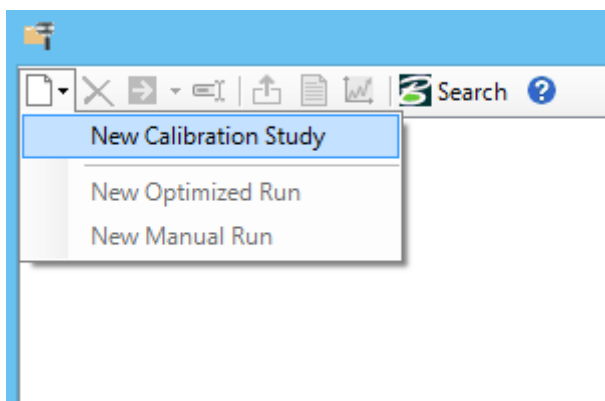
Mõõtmisandmed on kirjeldatud *EPANET* tarkvara formaadis ja need esitavad mõõtmispunkti, kellaaja ning mõõdetavaks suuruseks on vabasurve (mH2O). Ava fail: *Mootmisandmed.dat* mõne tekstiredaktoriga (nt *Notepad*) ning vaata faili sisu.

Flow Rate (m³/s)	Time (min)	Head (mH2O)
40	0	62.63
40	1	48.08
40	2	60.88
40	3	62.33
40	4	60.71
90	0	61.29
90	1	59.99
90	2	54.87
90	3	60.96
90	4	59.54
120	0	37.39
120	1	36.79
120	2	36.59
120	3	22.83
120	4	34.93
140	0	51.99
140	1	49.88
140	2	49.59
140	3	51.47
140	4	43.41

Enne hüdraulilise arvutuse käivitamist kontrolli, et arvutusseaded kasutavad survekao valemina *Darcy-Weisbach* valemit (see loetakse automaatselt *EPANET* failist).

Ava *Darwin Calibrator* moodul: *Analysis > Darwin Calibrator*

Loo uus kalibreerimisstsenaarium: *New Calibration Study*



Nüüd tuleb sisestada kalibreerimisstsenaariumile põhiparameetrid. Nendeks on antud juhul mõõtmisandmed, lekke võimalikud asukohad (nn kandidaatpunktid)

Mõõtmisandmed sisesta paanile *Field Data Snapshot* (aluseks võta *Mootmisandmed.dat* fail):

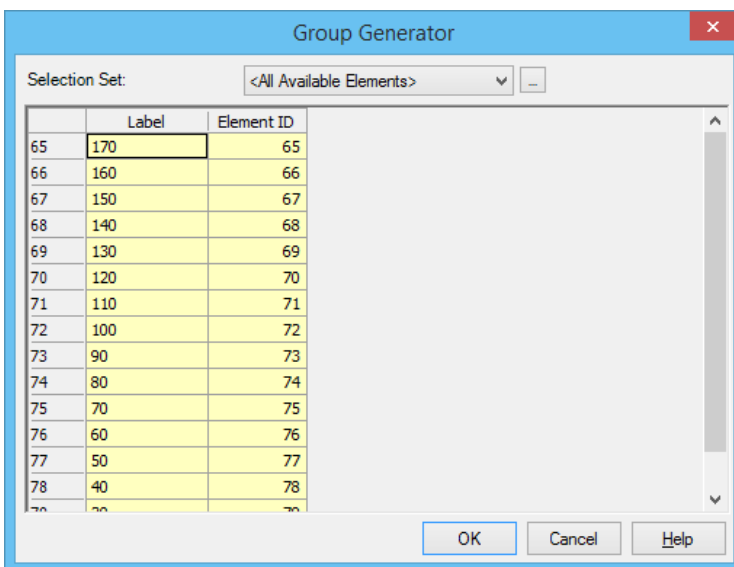
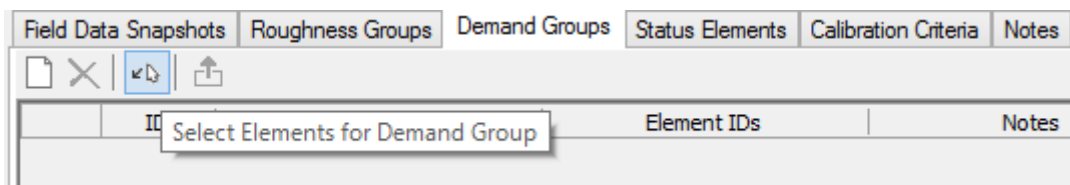
Field Data Snapshots				
Representative Scenario: Base				
Label	Date	Time	Time From Start (hours)	
1 Lekked 0:00	1.01.2000	0:00:00	0.000	
2 Lekked 1:00	1.01.2000	1:00:00	1.000	
3 Lekked 2:00	1.01.2000	2:00:00	2.000	
4 Lekked 3:00	1.01.2000	3:00:00	3.000	
5 Lekked 4:00	1.01.2000	4:00:00	4.000	

Observed Target				
Field Data Set	Element	Attribute	Value	
1 Lekked 0:00	40	Pressure (m H2O)	62.63	
2 Lekked 0:00	90	Pressure (m H2O)	61.29	
3 Lekked 0:00	120	Pressure (m H2O)	37.39	
4 Lekked 0:00	140	Pressure (m H2O)	51.99	
5 Lekked 1:00	40	Pressure (m H2O)	48.08	
6 Lekked 1:00	90	Pressure (m H2O)	59.99	
7 Lekked 1:00	120	Pressure (m H2O)	36.79	
8 Lekked 1:00	140	Pressure (m H2O)	49.88	
9 Lekked 2:00	40	Pressure (m H2O)	60.88	

**Märkus:** Alustuseks võid piirduda vaid ühe kellaaja sisestamisega ja 4 mõõtmisandme sisestamist (ülal joonisel tähistab see rida *Lekked 0:00*). Tulemusi kontrolli oma mõõtmisfailist.

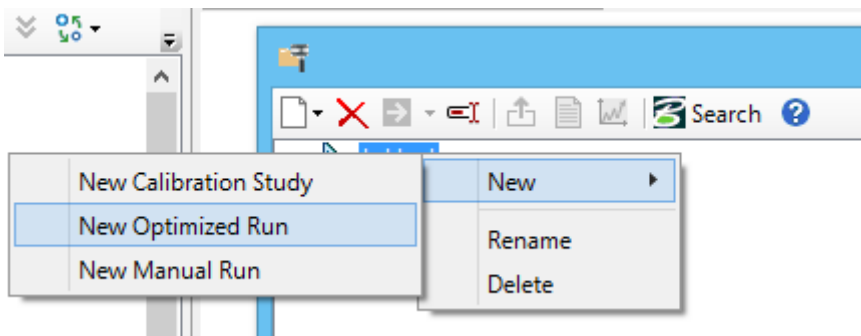
Määra lekke kandidaatpunktid paanil *Demand Groups*. Selleks kliki nupul *Select Elements for Demand Group*.



Kliki OK, kuna iga sõlm süsteemis võib olla lekke kandidaat ja kuna me otsime igale sõlmele omaette lekke koefitsienti, siis peab igas grupis olema vaid üks sõlm.

ID	Label	Element IDs	Notes
156	Demand Group - 170	<Collection: 1 item>	
157	Demand Group - 160	<Collection: 1 item>	
158	Demand Group - 150	<Collection: 1 item>	
159	Demand Group - 140	<Collection: 1 item>	
160	Demand Group - 130	<Collection: 1 item>	
161	Demand Group - 120	<Collection: 1 item>	
162	Demand Group - 110	<Collection: 1 item>	
163	Demand Group - 100	<Collection: 1 item>	
164	Demand Group - 90	<Collection: 1 item>	
165	Demand Group - 80	<Collection: 1 item>	
166	Demand Group - 70	<Collection: 1 item>	
167	Demand Group - 60	<Collection: 1 item>	
168	Demand Group - 50	<Collection: 1 item>	
169	Demand Group - 40	<Collection: 1 item>	
170	Demand Group - 30	<Collection: 1 item>	
171	Demand Group - 20	<Collection: 1 item>	

Järgnevalt lood sa uue kalibreerimisarvutuse (automaatse). Selleks tee parem klõps kalibreerimisstsenaariumi peal ja vali *New Optimized Run*:



Nüüd järgneb lekke parameetrite seadistus (piirid, mis vahemikust me seda otsime ja/või mitu neid võiks olla).

Paanil *Demand* saad sa tulbas *Operation* valida kolme põhimeetodi vahel, kuidas leket (lisavooluhulka) otsitakse. Meie keskendumine neist kahele.

	Demand Adjustment Group	Is Active?	Operation
1	Demand Group - 170	<input checked="" type="checkbox"/>	Set Emitter Coefficient
2	Demand Group - 160	<input checked="" type="checkbox"/>	Set Emitter Coefficient
3	Demand Group - 150	<input checked="" type="checkbox"/>	Set Emitter Coefficient
4	Demand Group - 140	<input checked="" type="checkbox"/>	Set Emitter Coefficient
5	Demand Group - 130	<input checked="" type="checkbox"/>	Set Emitter Coefficient
6	Demand Group - 120	<input checked="" type="checkbox"/>	Set Emitter Coefficient

Läbi erinevate arvutuste sead sa üles nüüd erinevad lekke meetodid.

Esmalt, kasutades sätet *Set Emitter Coefficient*. Selle variandi juures tuleb sul määrata lekke väärtuse (*Emitter Coefficient*) minimaalne ja maksimaalne väärtus ning samm. Pane tähele, et üldjuhul alumine piir on alati paigas, milleks on “0”. Ülemine piir on aga sinu vabadus valida, lisaks ka samm. Oluline on tähelepanu juhtida aga asjaolule, et mida rohkem väärtuseid jääb minimaalse ja maksimaalse sätte vahele, seda olulisemaks muutuvad ka geneetilise algoritmi (*GA*) parameetrid (lahendiruum mõjutab oluliselt *GA* algoritmi soovituslike seadeid).

Lisa järgmised piirid:

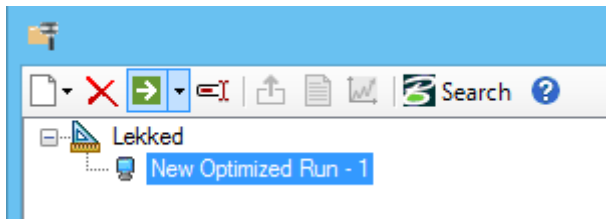
Minimum Emitter Coefficient (L/s/(m H2O) <sup>n</sup> )	Maximum Emitter Coefficient (L/s/(m H2O) <sup>n</sup> )	Emitter Coefficient Increment (L/s/(m H2O) <sup>n</sup> )
0.000	30.000	1.000
0.000	30.000	1.000
0.000	30.000	1.000
0.000	30.000	1.000

Paanil *Field Data*, vali ajahetk(ed), mis sai loodud läbi mõõtmisandmete sisestamise. Paanil *Options* alusta arvutust vaikeseadetega, sinu ülesanne on uurida, mis parameetrid võiksid mõjutada lahendi paranemist.

Roughness	Demand	Status	Field Data	Options	Notes
Options					
Fitness Tolerance:			<input type="text" value="0.001"/>		
Maximum Trials:			<input type="text" value="100000"/>		
Non-Improvement Generations:			<input type="text" value="100"/>		
Solutions to Keep:			<input type="text" value="1"/>		
Leakage Detection Penalty Factor:			<input type="text" value="50.000"/>		
Advanced Options					
Maximum Era Number:			<input type="text" value="6"/>		
Era Generation Number:			<input type="text" value="150"/>		
Population Size:			<input type="text" value="100"/>		
Cut Probability:			<input type="text" value="1.7"/>		%
Splice Probability:			<input type="text" value="90.0"/>		%
Mutation Probability:			<input type="text" value="1.0"/>		%
Random Seed:			<input type="text" value="0.500"/>		

Keskendu järgmistele parameetritele: *Maximum Trials*, *Population Size*.

Käivita arvutus, klikkides siin samas dialoogis oleval *Compute* nupul.



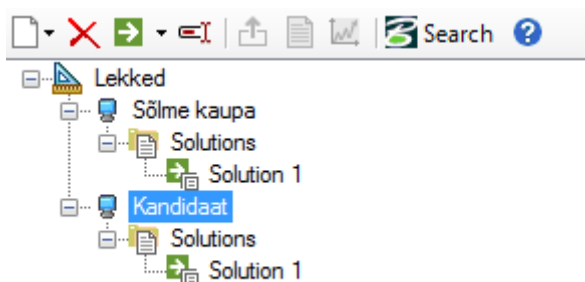
Olles arvutuse läbi viinud, vaata tulemusi *Solution 1* all. Vaata, milline lekke koefitsient leiti igale sõlmele. Kas esineb domineerimist? Vaata ka mõõdetud ja arvutatud rõhkude vahet. Kuna tegemist on tehniliku ülesandega, siis me peaksime jõudma lahendini, kus kõik vahed on ca 1cm. Võid uue arvutuse läbi viia, kus *Random Seed* on teine väärtus (vahemikust 0 ja 1). See mõjutab tarkvara arvutuse lähtepunkti ja selliselt võib lahendi leidmine olla ka lihtsam.

Lisaks lekke koefitsiendi määramisele saab lekkeid otsida ka nende võimalike arvu järgi. Selleks muudad sa paanil *Demand*, veerus *Operation* väärtuse *Detect Leakage Node*.

Demand Group - 30	<input type="checkbox"/>	Multiply Original Demand
Demand Group - 20	<input type="checkbox"/>	Multiply Original Demand
All nodes	<input checked="" type="checkbox"/>	Detect Leakage Node

Nüüd on sul võimalik seadistada *Number of Leakage Nodes* parameetrit. Ilmselt selle variandi juures oleks sul mõistlik luua grupp kõikidest sõlmedest ning seejärel kalibreerimise lähteparameetrina uurida, mis on tulemus kui kasutada *Number of Leakage Nodes* = 1 või siis 2... jne.

**Märkus:** Iga arvutusseade muutmisel mõtle, kas oleks mõistlik luua uus seadete grupp (*New Optimized Run*). Nii jäävad ka varasemad arvutused alles ja on lihtsam võrrelda eelnevaid tulemusi.



Kasutades eelnimetatud kahte meetodit, püüa jõuda oma parima lahendini!

**Vastus:** Parima tulemuse peaksid saada ühe lekkesõlme otsimisega (see asub sõlmes 160, väärtusega 9).