

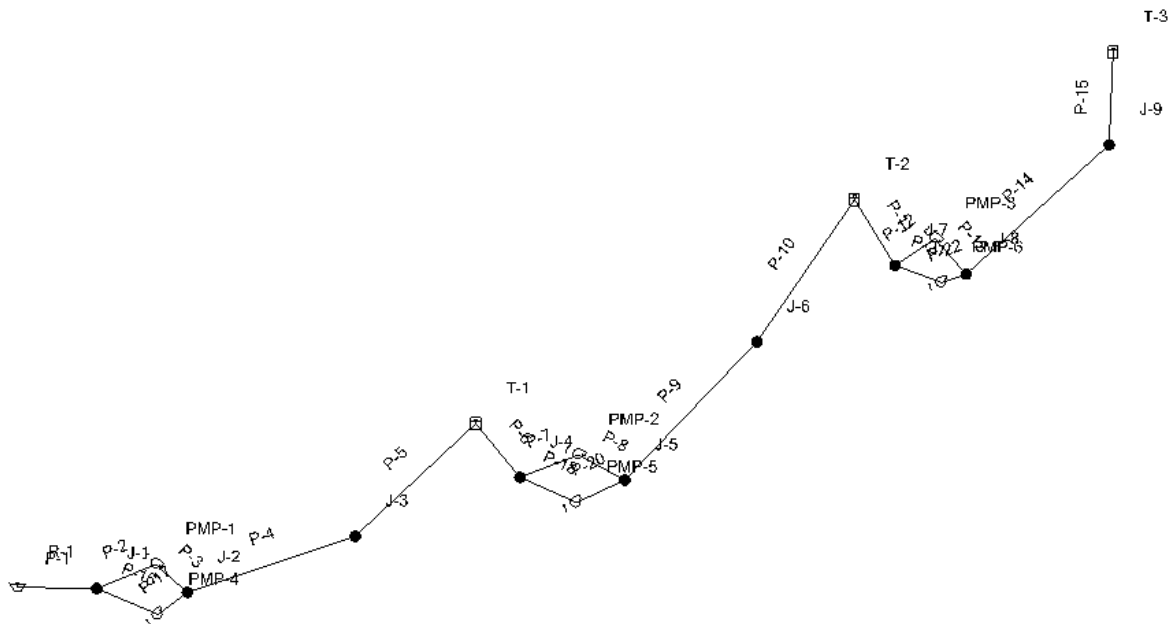
Pumpamise optimeerimine (WaterGEMS)

Ülesande püstitus

Selles näites õpid sa kasutama *Darwin Scheduler* töövahendit. Lähteülesandes on 6 pumpa, kolm mahutit ning üks reservuaar. Kõik algtingimused on elementidele sisestatud. Näite eesmärk on kasutada *Darwin Scheduler* töövahendit, et leida pumpadele kõige efektiivsemad töötamise graafikud. Tegemist on protseduuriga, mida oleks võimalik ka käsitsi teha, kuid selleks võib minna sadu kui mitte tuhandeid erinevaid EPS simulatsioone. *Darwin Scheduler* teeb seda aga sinu eest ning kuvab seejärel kõige säästlikumad lahendid veevõrgutöö juhtimiseks. Peale selle näite läbimist suudad:

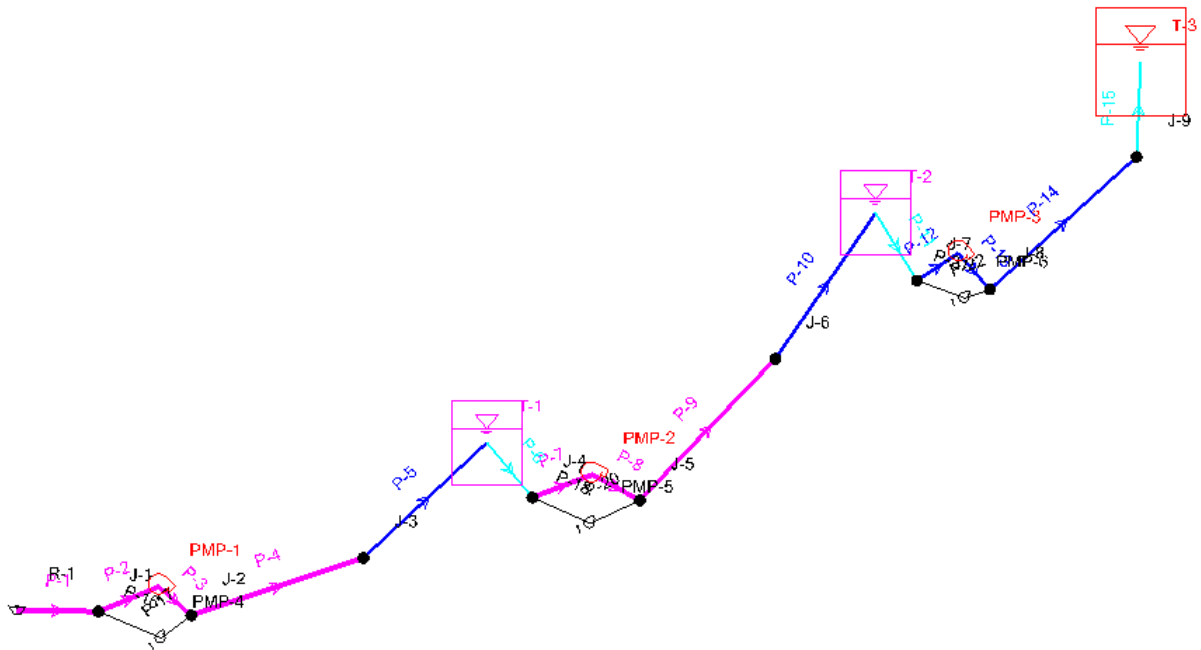
- Käivitada mistahes süsteemis *Darwin Scheduler* analüüsi.
- Soovitada energiasäästu skeeme olemasolevale süsteemile.

Olles *WaterGEMS* tarkvara käivitanud ava fail: *PumpamiseOptimeerimine.wtg*.

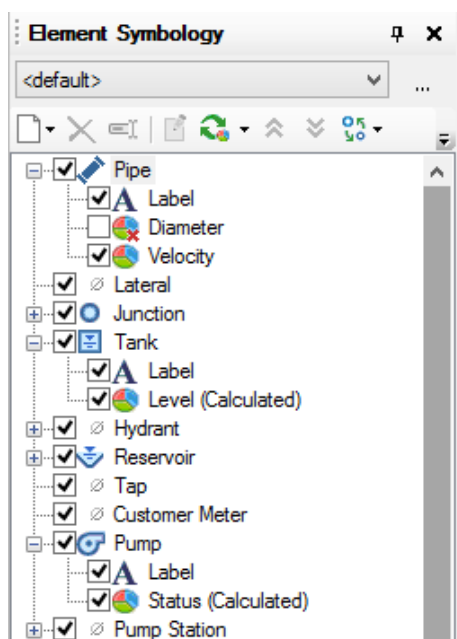


Märkus: Näitefail sisaldab kolme pumplat ning mahutit, mis teenindavad kolme survetsooni. Tegemist on skeletoniseeritud mudeliga, kui kõik piirkonna tarbimised on koondatud ühte tarbimissõlme. Pumpade tööd kontrollitakse läbi mahutite veetasapindade. Mudelis on üles seatud ka värvikood.

- 1) Saamaks aimu, mismoodi süsteem praegu töötab, veendu, et aktiivne stsenaarium oleks *EPS* ning käivita see.
- 2) Sulge *Calculation Summary* dialoog ning pane tähele värvikoodi, mis mudelile lisatud.

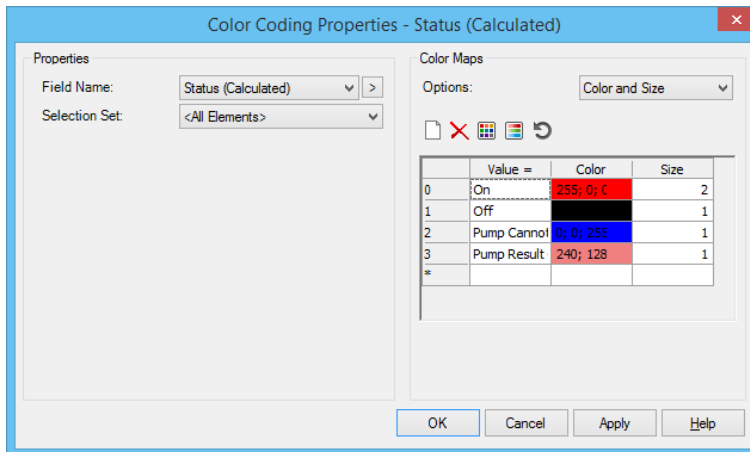


3) Vali riba pealt: *View > Drawing > Symbology*.

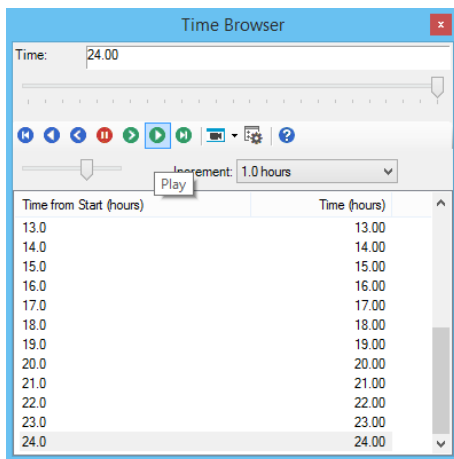


Märkus: Pane tähele, et torud on värvitud kiiruse, mahutid veetasapinna ning pumbad staatuse järgi.

4) Tee topelt-klikk **Status (Calculated)** värvikoodi real (pumpade sektsioonis), et näha värvide ulatust ning nendega seotud väärtuseid.

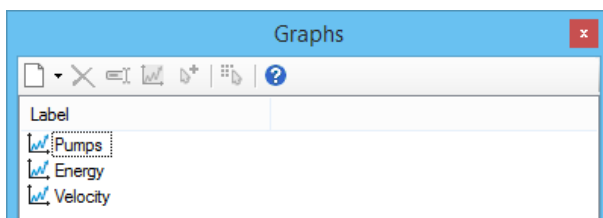


- 5) Kliki nupul *Cancel*, et sulgeda dialoog.
- 6) Vali riba pealt: *Analysis > Calculation > Times*
- 7) Kliki nupul *Play* ning vaata animatsiooni.

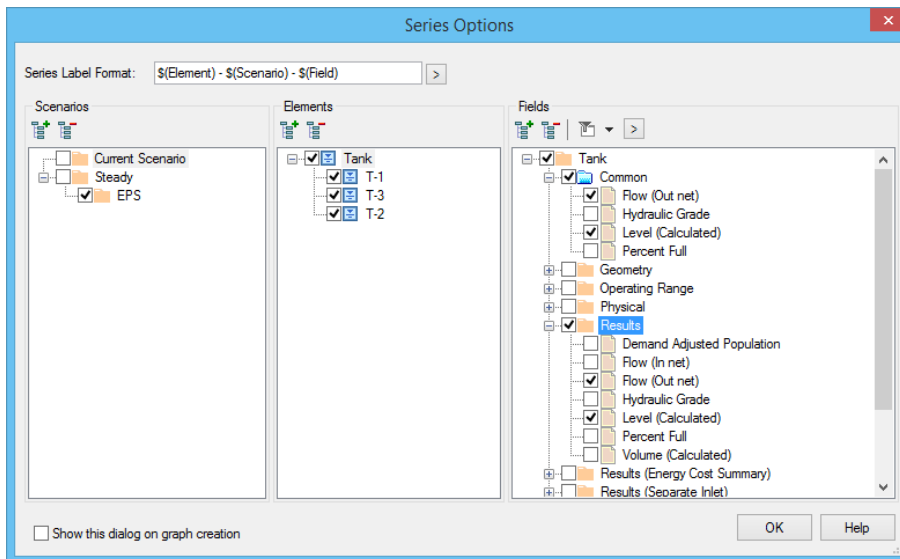


Märkus: Mahuti sümbol peaks suurenema selle täitumisel, pumba värv muutub punaseks kui see töötab ning torus olevat kiirust esitab toru värv.

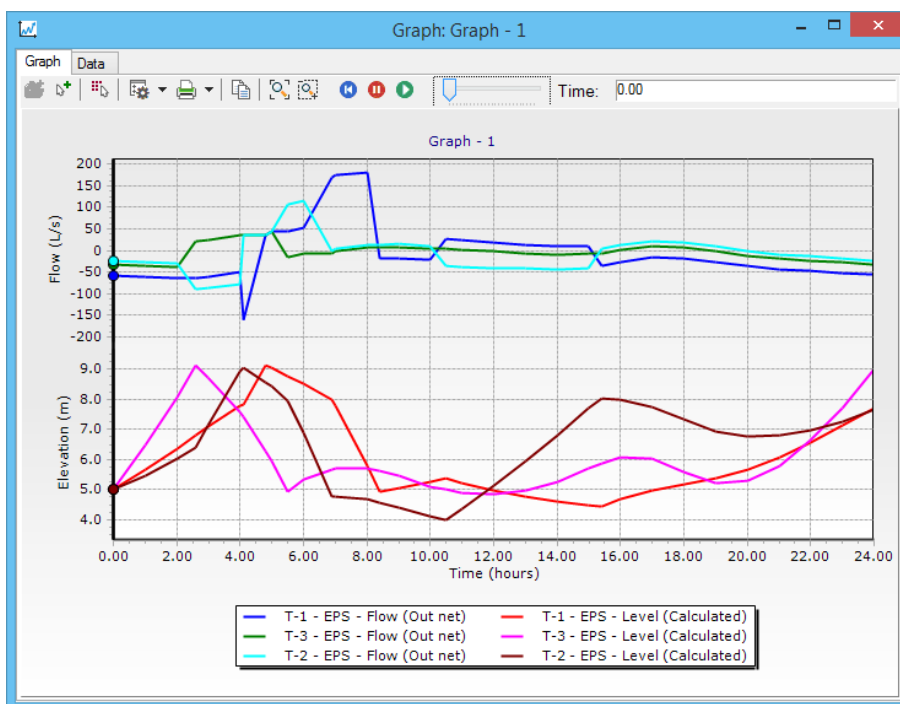
- 8) Riba pealt: *View > Graphs*.



- 9) Pane tähele, et kolm graafikut on juba üles seatud. Me soovime lisaks aga vaadata kolme pumba vooluhulka ning kolme mahuti veetasapinda.
- 10) Kliki nupul *New* ning vali **Line-Series Graph**. Kuvatakse dialoog *Select*.
- 11) Vali jooniselt **T-1**, **T-2** ning **T-3**, seejärel kliki **Done**.
- 12) Dialoogis *Graph Series Options* veendu, et valitud stsenaarium oleks **EPS**.
- 13) Võta linnuke ära **Hydraulic Grade** ning vali **Flow (Out Net)** ning ka **Level (Calculated)**.



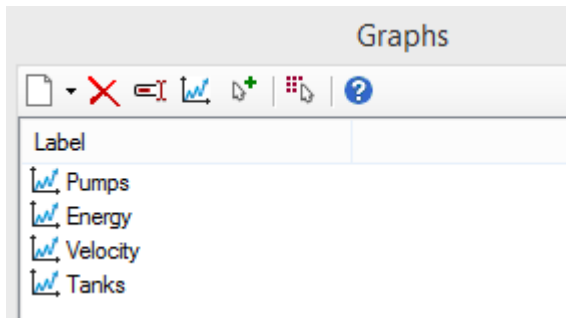
14) Kliki OK, et vaadata graafikut.



15) Kui oled graafikutele pilgu peale visanud, siis sulge see.

16) Dialogis *Graph*, tee parem klikk *Graph-1* peal ning vali **Rename**.

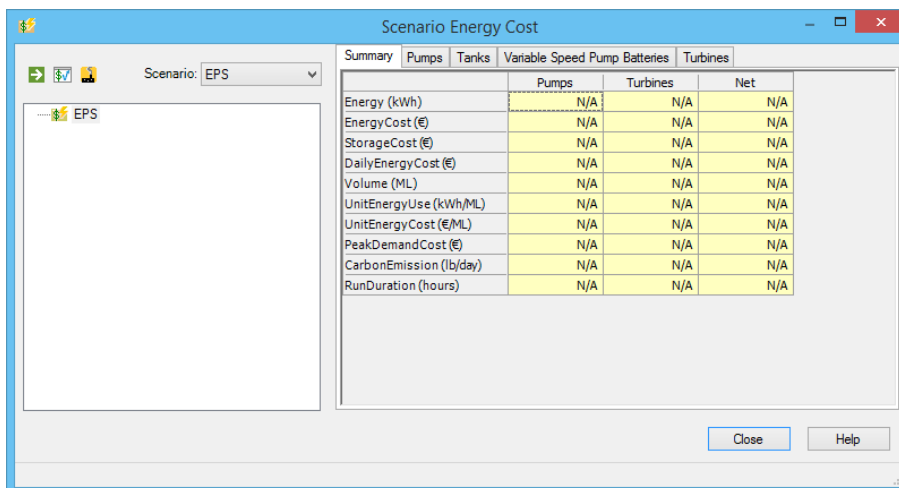
17) Nimeta graafik kui **Tanks**.



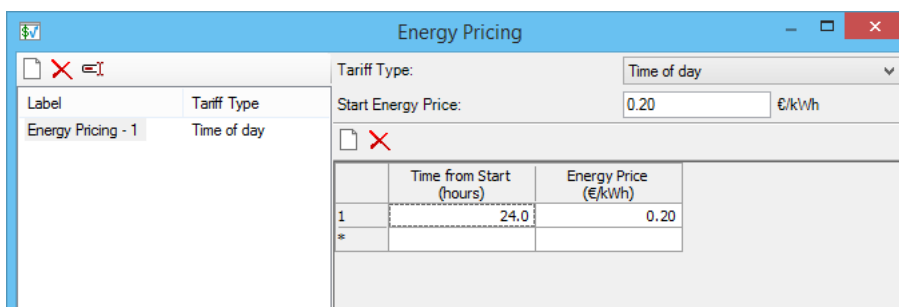
Energia maksumuse arvutamine

- 1) Vali riba pealt: *Analysis > Energy Cost > Scenario Energy Cost.*

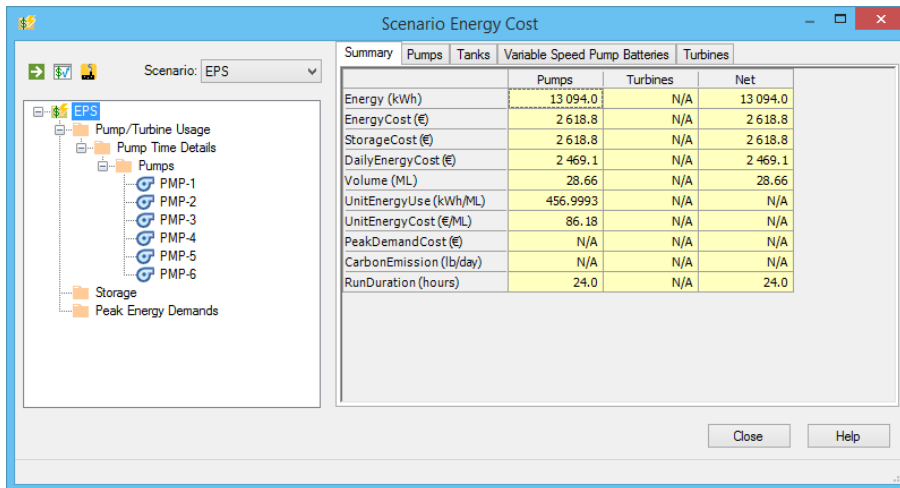
Märkus: Pane tähele, et kõik pumbad on juba üles seatud kasutamaks *Energy Pricing-1* maksumusgraafikut.



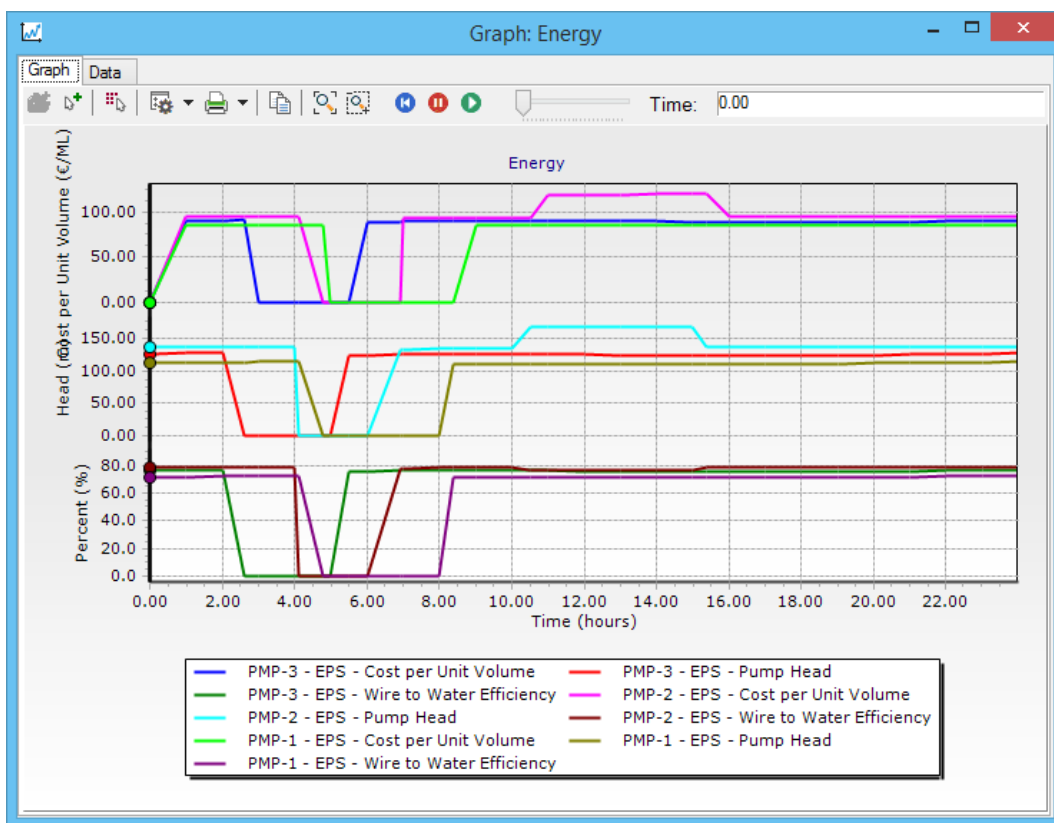
- 2) Kliki ikoonil *Energy Pricing* ikoonil ning vaata hinnaskaalat, mis on sinu eest juba üles seatud.



- 3) Kliki *Close* nupul, et sulgeda dialoog.
- 4) Veendu, et *EPS* stsenaarium oleks valitud.
- 5) Käivita maksumusarvutus stsenaariumile *EPS* klikkides nupul *Compute*.



- 6) Täida materjali lõpus vastavad tabelid (päevane maksumus).
- 7) Kliki *Close*, et sulgeda dialoog.
- 8) Vali riba pealt: *View > Graphs*, et avada *Graphs* dialoog uuesti.
- 9) Vali graafik nimetusega *Energy*.

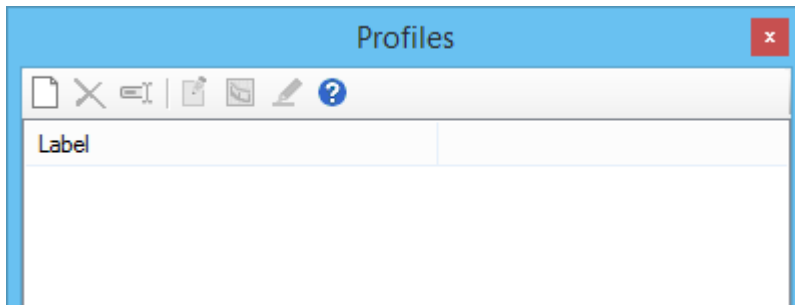


Märkus: Pane tähele, et PMP-2 – EPS omab suuremaid kulutusi energiale hetkel, kui kaks pumpa töötavad selles pumplas (tunnivahemik 10.5 – 15). See on tingitud asjaolust, et pump töötab suuremale vastusurvele.

- 10) Sulge graafik.

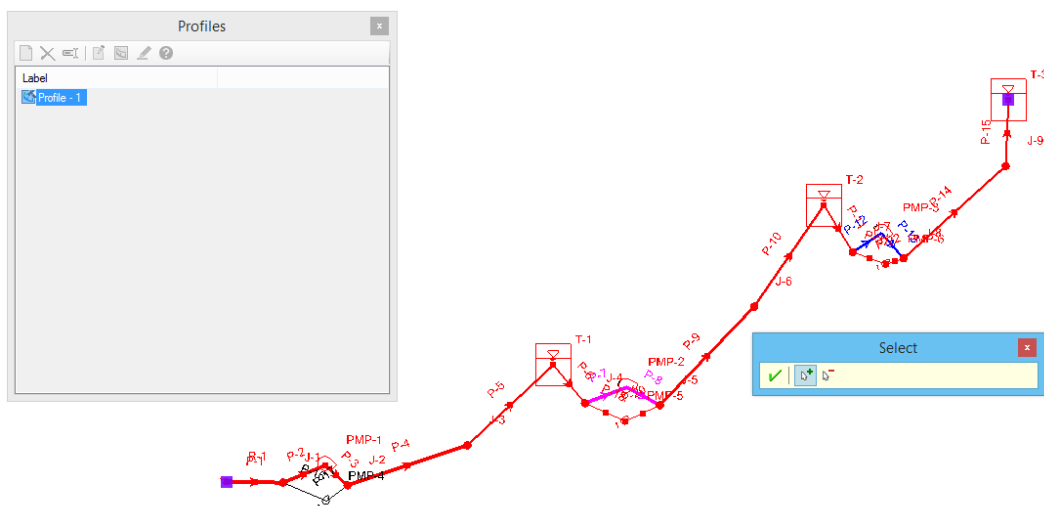
Süsteemi profiili loomine

- 1) Riba pealt: *View > Profiles*.

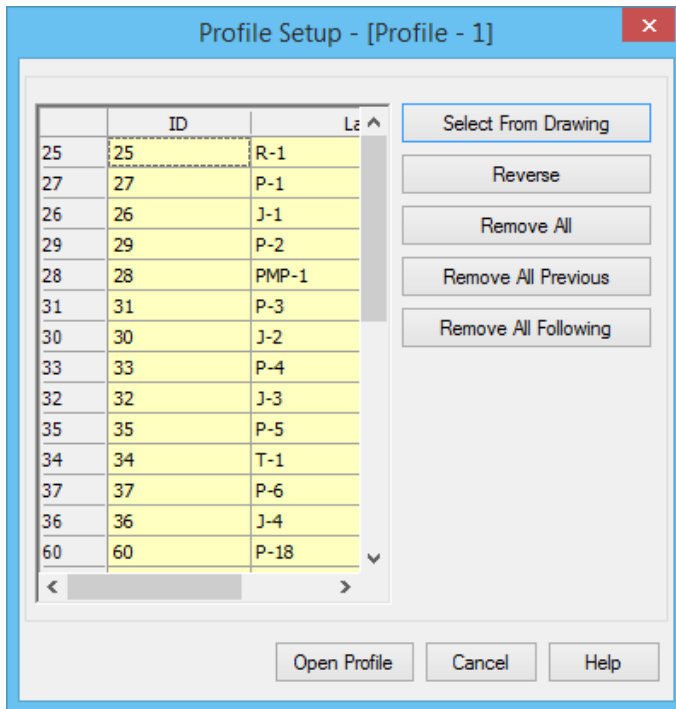


- 2) Kliki nupul *New*, et luua uus profiil.
- 3) Dialogis *Profile Setup* kliki **Select from Drawing**.
- 4) Vali jooniselt reservuaar **R-1** ning mahuti **T-3**.

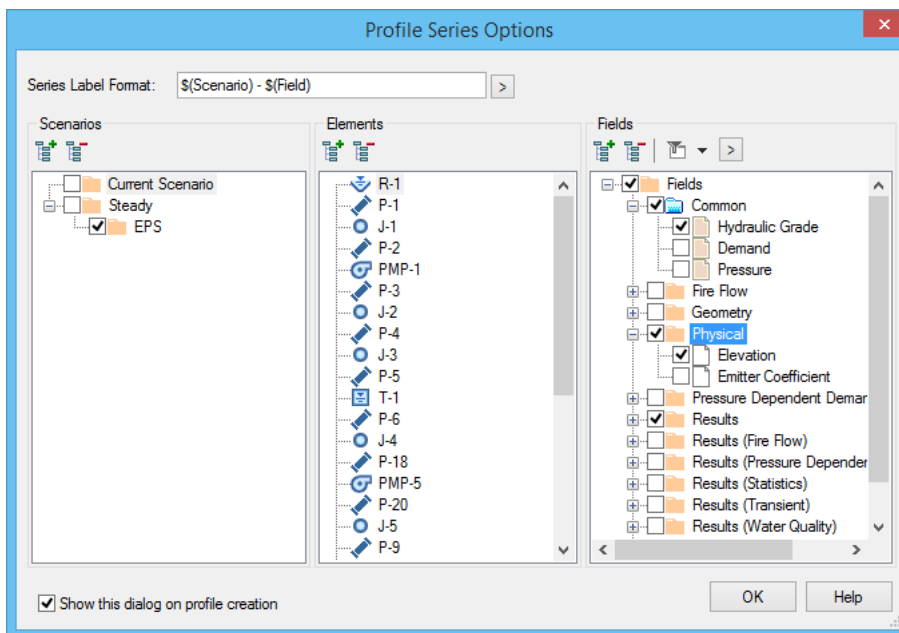
Märkus: Kahe valitud sõlme vaheline lõik muutub punaseks.



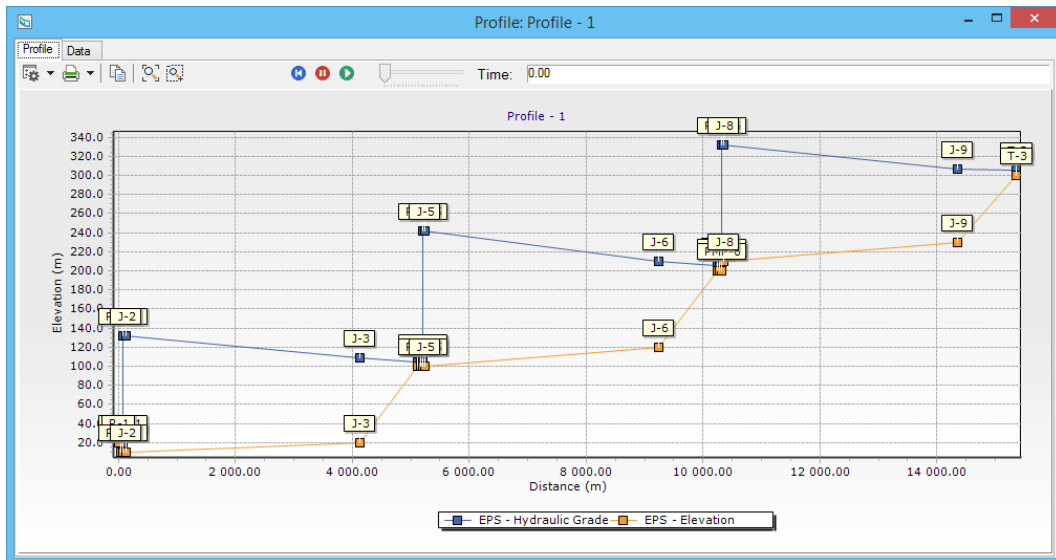
- 5) Kliki *Done* nupul (paanil *Select*).



- 6) Kliki *Open Profile*.
- 7) Dialogis *Profile Series Options* veendu, et oleks valitud **Results > Hydraulic Grade** ning **Physical > Elevation**.



- 8) Kliki OK, et vaadata profiili.



9) Kliki rohelisel *Play* nupul või juhul kui sul on endiselt *Time Browser* lahti, siis kliki seal aknas *Play* nappu. Pane tähele, et esitatakse graafiku animeerimine vastavalt pumpade tööle.

10) Nüüd kus oled näinud, kuidas profiil ajas muutub, sulge see.

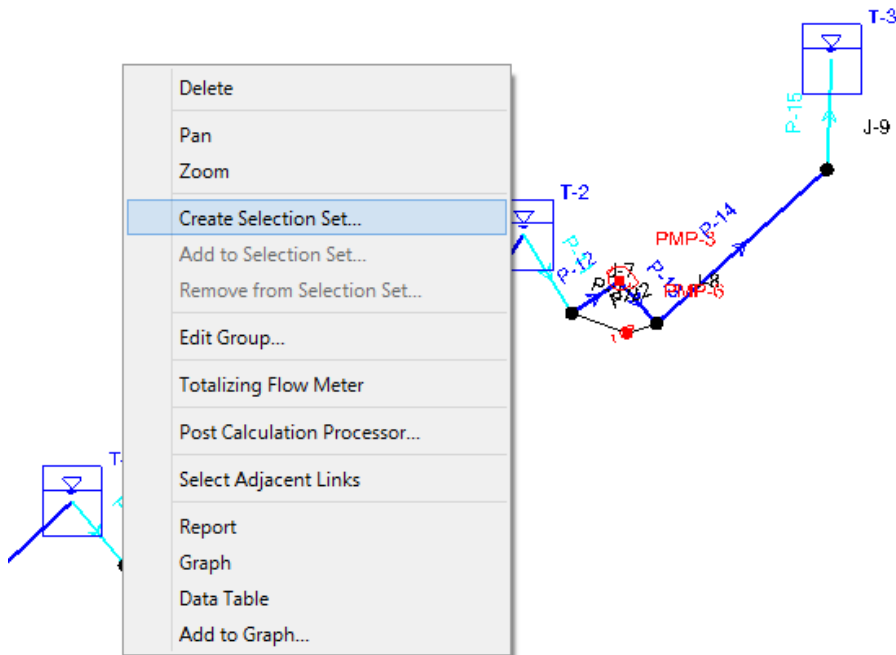
Märkus: Lähtefailis kasutatakse ajasammuna 1h, kui soovid, et sinu mudelit aga kiiremini arvutatakse, võid panna sammuks 2h. Seda saad teha *Analysis > Calculation Options* ning muuda ära parameeter *Hydraulic Time Step (hours) = 2*. Selles näites jääme siiski **1h** peale.

Calculation Times	
Simulation Start Date	1.01.2000
Time Analysis Type	EPS
Start Time	0:00:00
Duration (hours)	24.0
Hydraulic Time Step (hours)	2.0
Reporting Time Step	<All>

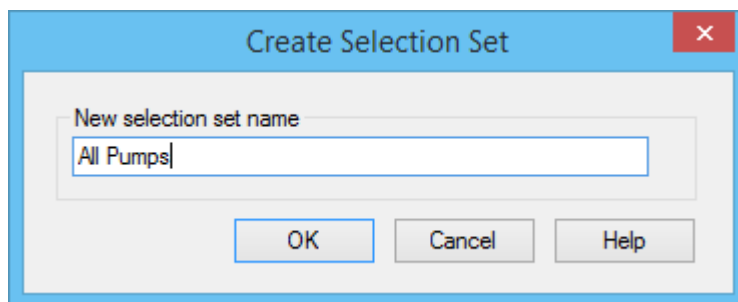
11) Salvesta oma fail.

Valikugrupi loomine

- 1) Vali element **PMP-1**.
- 2) Hoia all CTRL klahvi ning vali ka ülejäänud pumbad jooniselt.
- 3) Parem klikk joonise alas ning vali **Create Selection Set** (kiirvalikumenüüst).



- 4) Nimeta valikugrupp kui **All Pumps**.



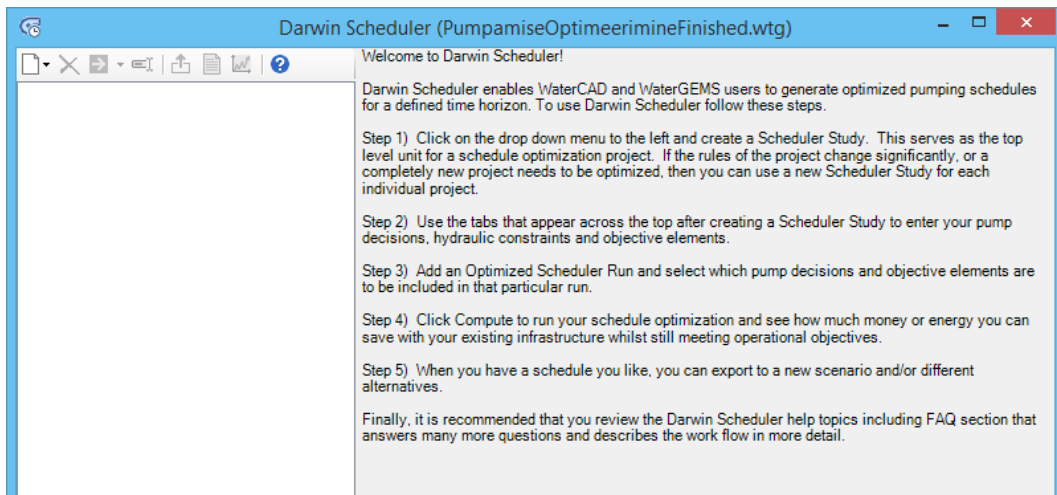
- 5) Kliki OK, et lõpetada valikugrupi loomine.

Märkus: Pumpade valimiseks on ka alternatiivseid võimalusi. Näiteks *Edit > Select by Element > Pump*. Seejärel tee parem klikk ning vali *Create Selection Set*.

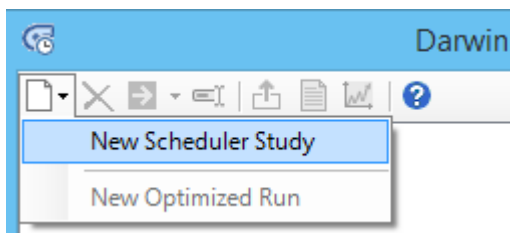
Darwin Scheduler

Selles seksioonis õpid sa seadistama ning käivitama *Darwin Scheduler* liidest.

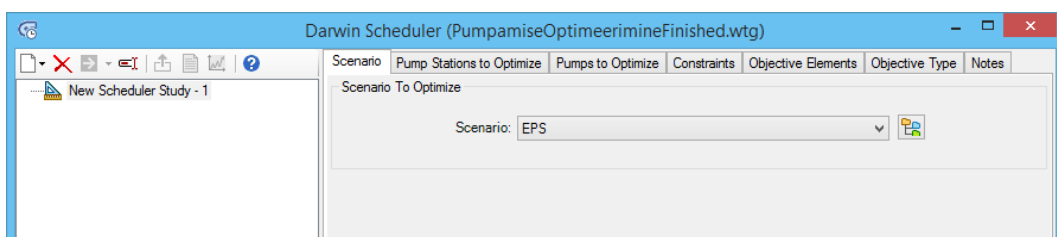
- 1) Vali riba pealt: *Analysis > Darwin > Darwin Scheduler*.



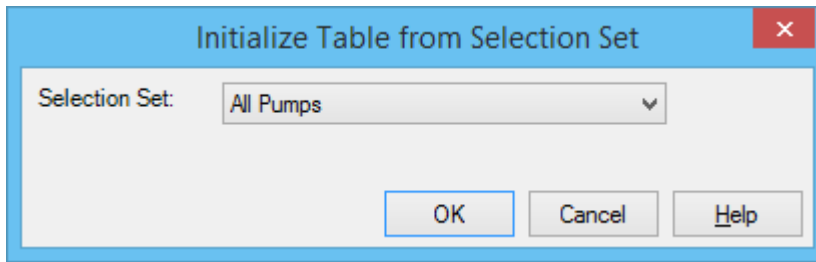
- 2) Kliki nupul **New** ning vali **New Scheduler Study**.



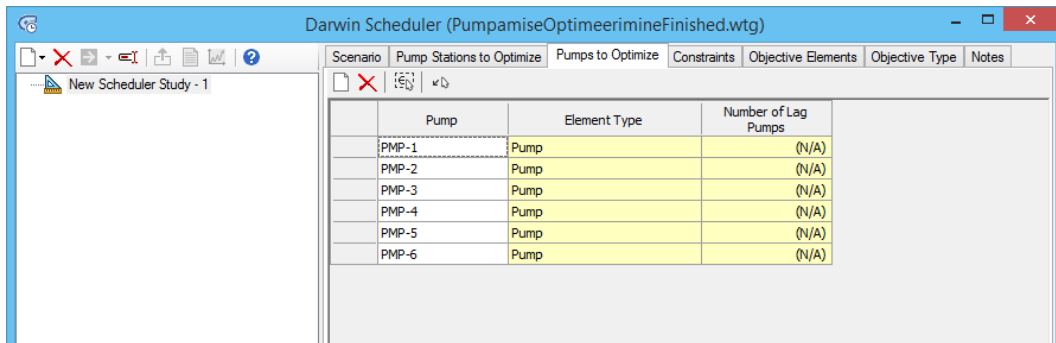
- 3) Dialoogi paremas osas, paanil *Scenario*, vali *Scenario = EPS*.



- 4) Vali paan **Pumps to Optimize**.
- 5) Kliki kolmandal nupul **Initialize Table from Selection Set** ning vali **All Pumps** valikugrupp, mille olid eelnevalt teinud.



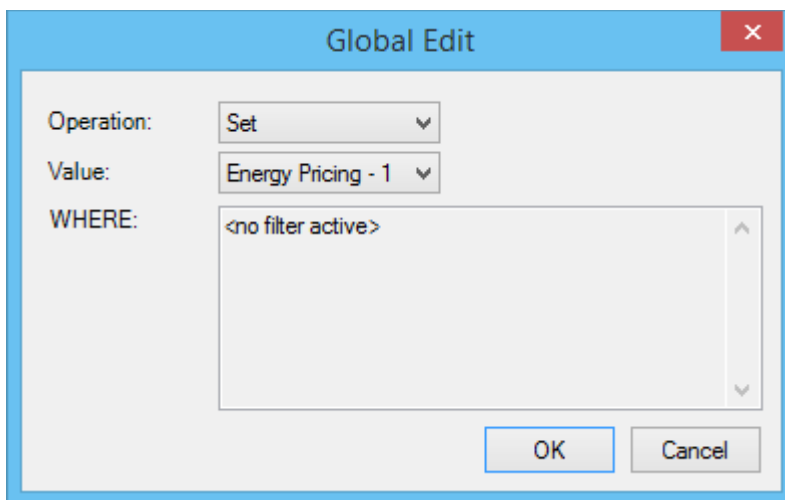
6) Kliki OK, et valikuga nõustuda ning uuendada *Darwin Scheduler* dialoog.



7) Vali paan *Objective Elements* ning korda samme 5-6.

8) Pareml klikk veeru **Energy Pricing** pealkirjal ning vali **Global Edit**.

9) Dialoogi *Global Edit* veendu, et *Operation* = *Set* ning vali *Value* = **Energy Pricing – 1**.



10) Kliki OK, et rakendada muudatused.

Scenario	Pump Stations to Optimize	Pumps to Optimize	Constraints	Objective Elements	Objective Type	Notes														
Pumps																				
Variable Speed Pump Batteries Tanks																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Pump</th> <th>Energy Pricing</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PMP-1</td> <td>Energy Pricing - 1</td> </tr> <tr> <td>PMP-2</td> <td>Energy Pricing - 1</td> </tr> <tr> <td>PMP-3</td> <td>Energy Pricing - 1</td> </tr> <tr> <td>PMP-4</td> <td>Energy Pricing - 1</td> </tr> <tr> <td>PMP-5</td> <td>Energy Pricing - 1</td> </tr> <tr> <td>PMP-6</td> <td>Energy Pricing - 1</td> </tr> </tbody> </table>							Pump	Energy Pricing	PMP-1	Energy Pricing - 1	PMP-2	Energy Pricing - 1	PMP-3	Energy Pricing - 1	PMP-4	Energy Pricing - 1	PMP-5	Energy Pricing - 1	PMP-6	Energy Pricing - 1
Pump	Energy Pricing																			
PMP-1	Energy Pricing - 1																			
PMP-2	Energy Pricing - 1																			
PMP-3	Energy Pricing - 1																			
PMP-4	Energy Pricing - 1																			
PMP-5	Energy Pricing - 1																			
PMP-6	Energy Pricing - 1																			

11) Vali paan *Constraints*.

Scenario	Pump Stations to Optimize	Pumps to Optimize	Constraints	Objective Elements	Objective Type	Notes								
Pressure														
Velocity Pump Starts Tank														
Pressure Constraints														
Pressure (Minimum, Default): 14.1 m H2O														
Pressure (Maximum, Default): 140.6 m H2O														
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Node</th> <th>Override Defaults?</th> <th>Pressure (Minimum) (m H2O)</th> <th>Pressure (Maximum) (m H2O)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>							Node	Override Defaults?	Pressure (Minimum) (m H2O)	Pressure (Maximum) (m H2O)				
Node	Override Defaults?	Pressure (Minimum) (m H2O)	Pressure (Maximum) (m H2O)											

Märkus: Pane tähele, et selle paani all on omakorda neli alampaani.

12) Vali paan *Pressure*.

13) Vali neljas nupp *Select from Drawing* ning vali sõlmed **J-4**, **J-7**, ning **J-9**.

14) Kliki nupul *Done*.

15) Kliki kastis *Override Defaults?* Kõikide sõlmede osas ning sisesta alljärgneva tabeli kohaselt sõlmede miinum ning maksimum surve.

Sõlme	Pressure (Minimum) (mH2O)	Pressure (Maximum) (mH2O)
J-4	0.0	9.0
J-7	0.0	9.0
J-9	70.0	79.0

Scenario	Pump Stations to Optimize	Pumps to Optimize	Constraints	Objective Elements	Objective Type	Notes																
Pressure	Velocity	Pump Starts	Tank																			
Pressure Constraints																						
Pressure (Minimum, Default):			14.1	m H2O																		
Pressure (Maximum, Default):			140.6	m H2O																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Node</th> <th>Override Defaults?</th> <th>Pressure (Minimum) (m H2O)</th> <th>Pressure (Maximum) (m H2O)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>J-4</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>0.0</td> <td>9.0</td> </tr> <tr> <td>J-7</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>0.0</td> <td>9.0</td> </tr> <tr> <td>J-9</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>70.0</td> <td>79.0</td> </tr> </tbody> </table>							Node	Override Defaults?	Pressure (Minimum) (m H2O)	Pressure (Maximum) (m H2O)	J-4	<input checked="" type="checkbox"/>	0.0	9.0	J-7	<input checked="" type="checkbox"/>	0.0	9.0	J-9	<input checked="" type="checkbox"/>	70.0	79.0
Node	Override Defaults?	Pressure (Minimum) (m H2O)	Pressure (Maximum) (m H2O)																			
J-4	<input checked="" type="checkbox"/>	0.0	9.0																			
J-7	<input checked="" type="checkbox"/>	0.0	9.0																			
J-9	<input checked="" type="checkbox"/>	70.0	79.0																			

Märkus: Neid väärtuseid kasutad selleks, et hoida mahuteid mõistlikes HGL vahemikes, võimaldades samas mõistlikke muutumise piire.

16) Vali paan *Tank*.

17) Kliki *Select From Drawing* ikoonil ning vali kolm mahutit joonise alast.

18) Kliki *Done* peale seda, kui oled mahutid valinud.

19) Sisesta kõikide mahutite puhul *Level (Minimum Final Required) = 5*.

20) Sisesta *Level (Maximum Allowed) (m) = 9.9*

Märkus: See kindlustab, et mahutid saavutada peale 24h simulatsiooni vähemalt algele tasemele.

Scenario	Pump Stations to Optimize	Pumps to Optimize	Constraints	Objective Elements	Objective Type	Notes																																
Pressure	Velocity	Pump Starts	Tank																																			
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Tank</th> <th>Level (Minimum) (m)</th> <th>Level (Minimum Allowed) (m)</th> <th>Level (Maximum) (m)</th> <th>Level (Maximum Allowed) (m)</th> <th>Level (Initial) (m)</th> <th>Use Level (Initial) for Level (Minimum Final Required)?</th> <th>Level (Minimum Final Required) (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>T-1</td> <td>0.0</td> <td>0.0</td> <td>10.0</td> <td>9.9</td> <td>5.0</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>5.0</td> </tr> <tr> <td>T-2</td> <td>0.0</td> <td>0.0</td> <td>10.0</td> <td>9.9</td> <td>5.0</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>5.0</td> </tr> <tr> <td>T-3</td> <td>0.0</td> <td>0.0</td> <td>10.0</td> <td>9.9</td> <td>5.0</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>5.0</td> </tr> </tbody> </table>							Tank	Level (Minimum) (m)	Level (Minimum Allowed) (m)	Level (Maximum) (m)	Level (Maximum Allowed) (m)	Level (Initial) (m)	Use Level (Initial) for Level (Minimum Final Required)?	Level (Minimum Final Required) (m)	T-1	0.0	0.0	10.0	9.9	5.0	<input checked="" type="checkbox"/>	5.0	T-2	0.0	0.0	10.0	9.9	5.0	<input checked="" type="checkbox"/>	5.0	T-3	0.0	0.0	10.0	9.9	5.0	<input checked="" type="checkbox"/>	5.0
Tank	Level (Minimum) (m)	Level (Minimum Allowed) (m)	Level (Maximum) (m)	Level (Maximum Allowed) (m)	Level (Initial) (m)	Use Level (Initial) for Level (Minimum Final Required)?	Level (Minimum Final Required) (m)																															
T-1	0.0	0.0	10.0	9.9	5.0	<input checked="" type="checkbox"/>	5.0																															
T-2	0.0	0.0	10.0	9.9	5.0	<input checked="" type="checkbox"/>	5.0																															
T-3	0.0	0.0	10.0	9.9	5.0	<input checked="" type="checkbox"/>	5.0																															

Märkus: Kollased veerud tulevad mahutite parameetritest! Neid ei saa muuta. Siin saad lisada disaini parameetrid (valgetesse lahtritesse).

21) Vali paan *Objective Type* ning vali sihifunktsiooniks *Objective > Minimize Energy Cost*.

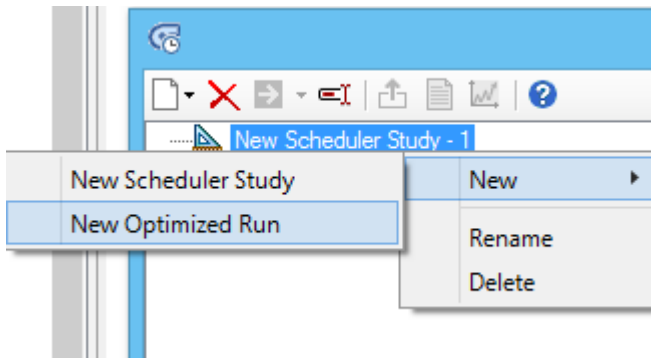
Scenario	Pump Stations to Optimize	Pumps to Optimize	Constraints	Objective Elements	Objective Type	Notes
Objective Type						
Objective: Minimize Energy Cost						

Märkus: Valides *Minimize Energy Use* annab sama tulemuse, mis ka *Minimize Energy Cost* kui just energia maksumus ei muutu. Sellisel juhul annavad erinevad valikud ka erinevaid tulemusi.

Seadistus on sellega paigas.

21) Salvesta oma fail.

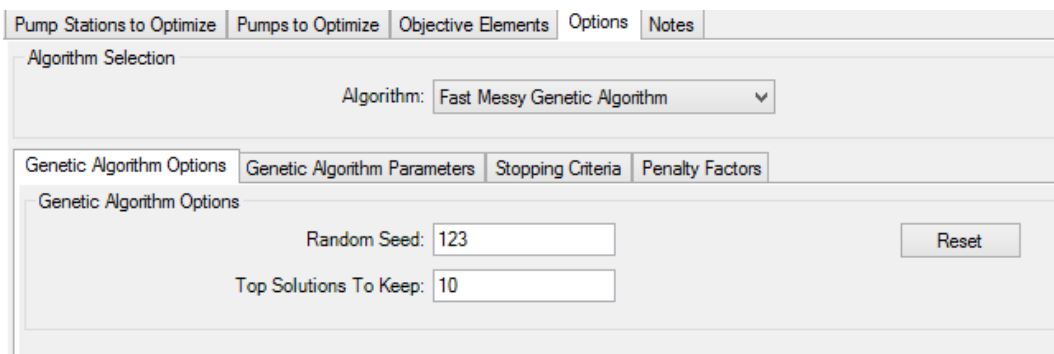
22) Paremmüht klikk olemasoleva analüüsi peal, vali *New > New Optimized Run*.



23) Nimeta see ümber kui **All Pumps**.

Märkus: Sul ei ole vaja muuta *Objective Elements* ega ka *Pumps to Optimize* paane.

24) Kliki paanil *Options* ning sisesta *Top Solutions to Keep = 10*.



25) Vali paan *Stopping Criteria* ning sea järgmised parameetrid:

- *Maximum Trials = 50'000*
- *Maximum Non Improvement Generations = 100*

Pump Stations to Optimize Pumps to Optimize Objective Elements Options Notes

Algorithm Selection
Algorithm: Fast Messy Genetic Algorithm

Genetic Algorithm Options Genetic Algorithm Parameters Stopping Criteria Penalty Factors

Stopping Criteria

Maximum Generations: 1000 Reset

Maximum Eras: 10

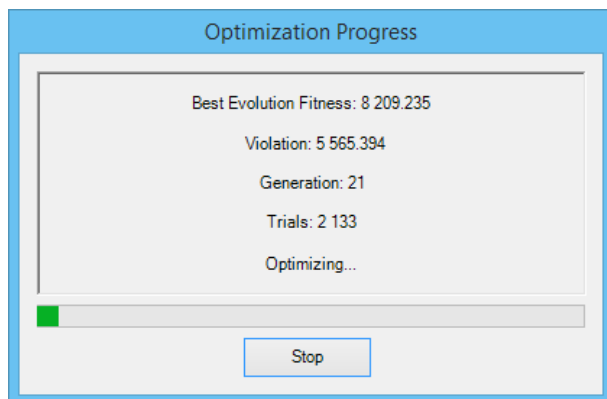
Maximum Trials: 50000

Maximum Non Improvement Generations: 100

26) Salvesta fail ning kliki nupul *Compute* (dialogis *Darwin Scheduler*).

Darwin Scheduler alustab nüüd võimalikest lahenditest sobivaima valikut.

Märkus: Pane tähele, et esmastel variantidel genereeritakse veateateid, kuid see väheneb olulisel määral kui *Darwin Scheduler* leiab mõne lahendi, kus piirangutega konflikte ei leita. Sihifunktsiooni minimeerimise seisukohast (*fitness*) leiab *Darwin Scheduler* paremaid väärtuseid (häid lahendeid) ning järk-järgult paraneb tervikpilt. *Darwin Scheduler* leiab ühel hetkel parima grupi EPS lahendeid (kuid sa võid alati ka otsimisprotseduuri varem ära lõpetada).



Lahendite läbivaatus

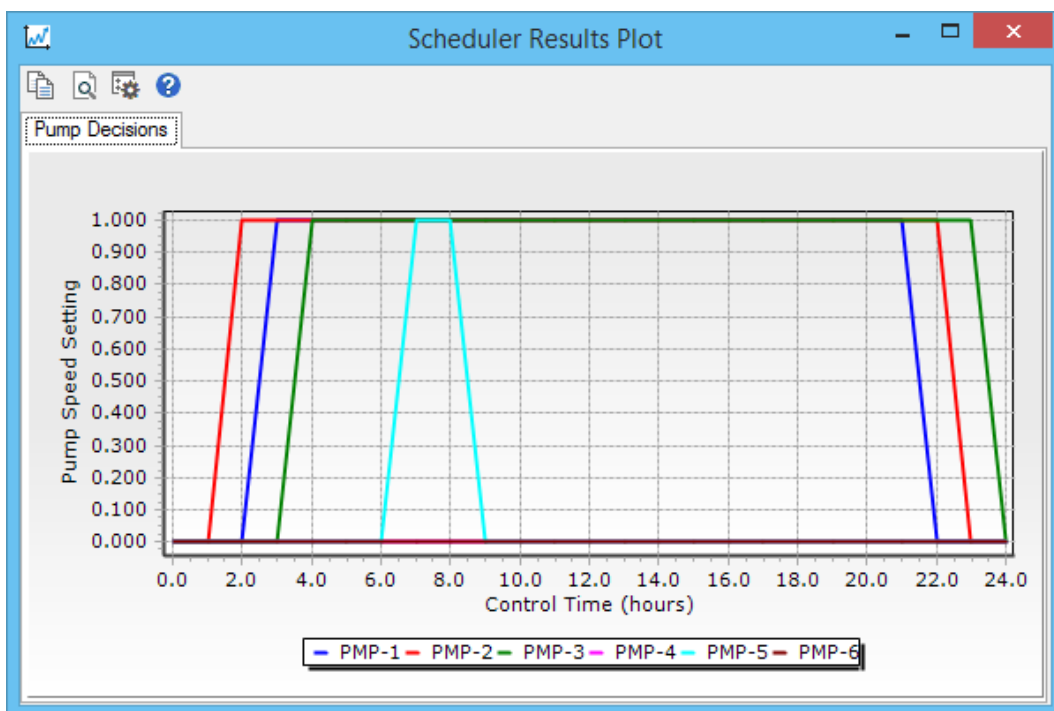
1) Vali vasakult paanilt *Solutions* ning vaata 10 paremat lahendust.

Darwin Scheduler (PumpamiseOptimeerimineFinished.wtg)

Solution Summary

	Solution ID	Fitness	Violation (Total)	Energy Use (Net Total) (kWh)	Energy Cost (Net Total) (€)
1	Solution 1	2 515.742	0.000	(N/A)	2 419.0
2	Solution 2	2 515.863	0.000	(N/A)	2 419.1
3	Solution 3	2 515.917	0.000	(N/A)	2 419.2
4	Solution 4	2 515.934	0.000	(N/A)	2 419.2
5	Solution 5	2 515.947	0.000	(N/A)	2 419.2
6	Solution 6	2 515.957	0.000	(N/A)	2 419.2
7	Solution 7	2 515.962	0.000	(N/A)	2 419.2
8	Solution 8	2 516.005	0.000	(N/A)	2 419.2
9	Solution 9	2 516.128	0.000	(N/A)	2 419.4

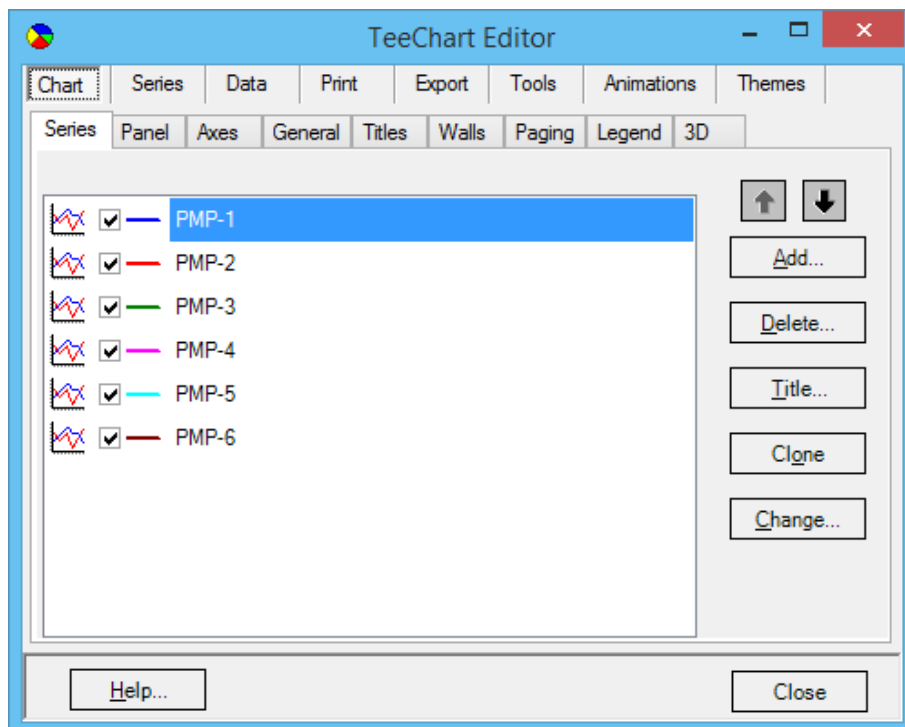
2) Vali lahend *Solution 1* ning kliki nupul *Graph*, et vaadata esmast pumpade lahendit.



Märkus: Iga ülespoole liikuv joon tähendab, et pump hakkab tööle ning vastupidi, pump lülitab end välja.

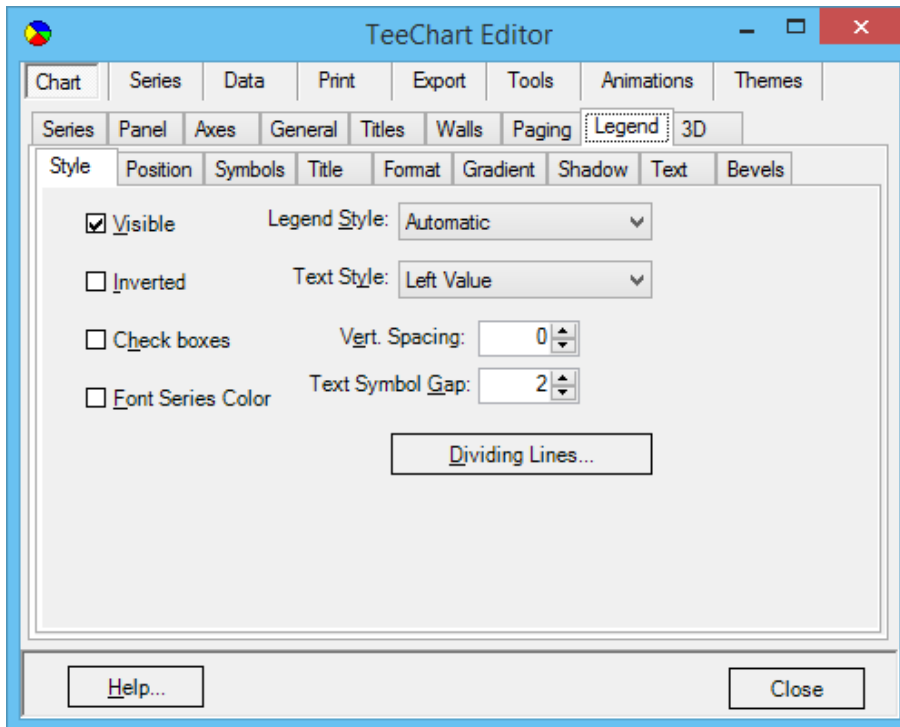
Kui joonise all legendi ei kuvata, siis:

3) Kliki nupul *Graph Options*, mis avab *TeeChart Editor* akna.

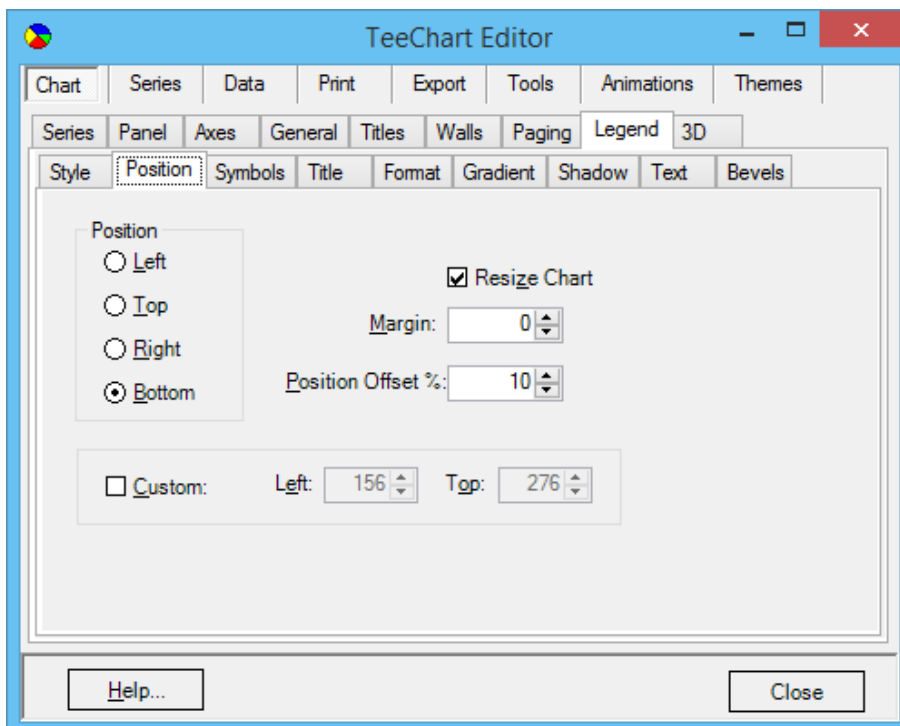


Märkus: Pane tähele, et igale pumbale on antud omaette värvitoon. Nüüd oleks vaja lisada vastavasisuline legend.

- 4) Kliki paanil **Legend**.
- 5) Vali kastike **Visible** ning veendu, et *Legend Style* = **Automatic**.



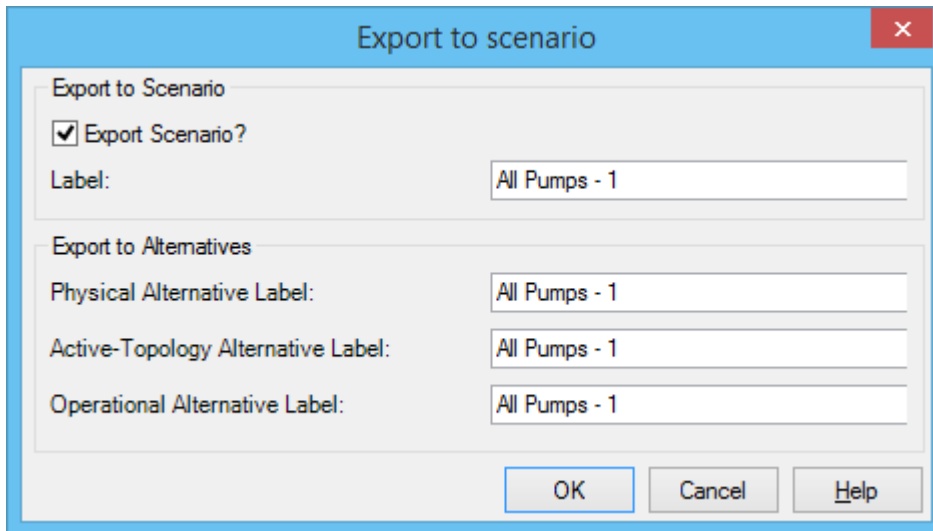
- 6) Vali paan **Position** ning vali *Position* = **Bottom**.



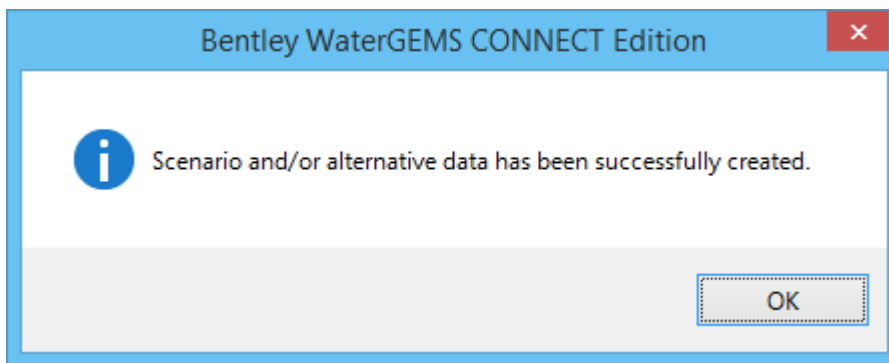
- 7) Kliki nupul **Close** rakendamaks tehtud muudatusi.
- 8) Sulge graafik peale selle tulemuste analüüsi.

Lahenduse eksportimine stsenaariumiks

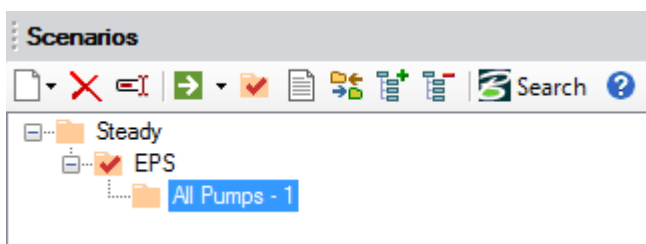
- 1) Vali lahend **Solution 1**.
- 2) Vali **Export to Scenario**. See avab dialoogi *Export to scenario*.



- 3) Veendu, et oleks valitud **Export Scenario?** ning nõustu vaikimisi nimetustega kõigi seadete juures.
- 4) Kliki *OK*, et saata see info stsenaariumisse.
- 5) Peale eksporti kuvatakse sulle dialoog:

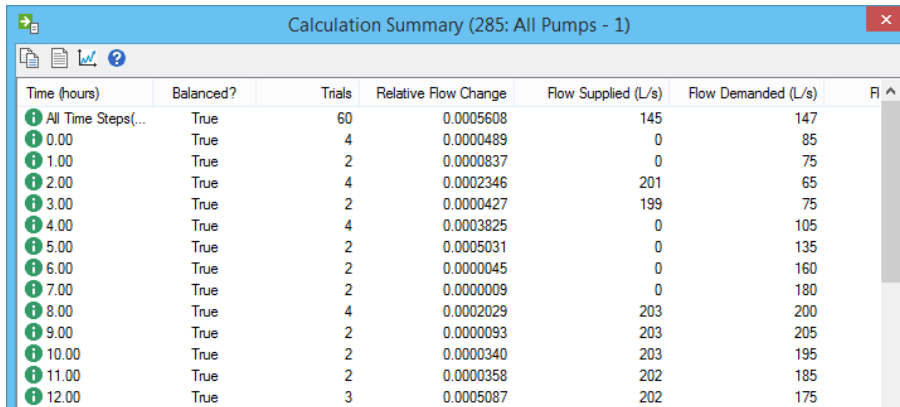


- 6) Kliki *OK* ning vähenda *Darwin Scheduler* dialoogi.
- 7) Vali riba pealt: *Analysis > Scenarios*, et kontrollida, kas uus stsenaarium on lisatud.



- 8) Vali aktiivseks stsenaariumiks nüüd **All Pumps – 1**.

- 9) Käivita stsenaarium klikkides nupul **Compute** või valides riba pealt: *Analysis > Compute*.
- 10) Vaata arvutuste kokkuvõtet dialoogis *Calculation Summary*.

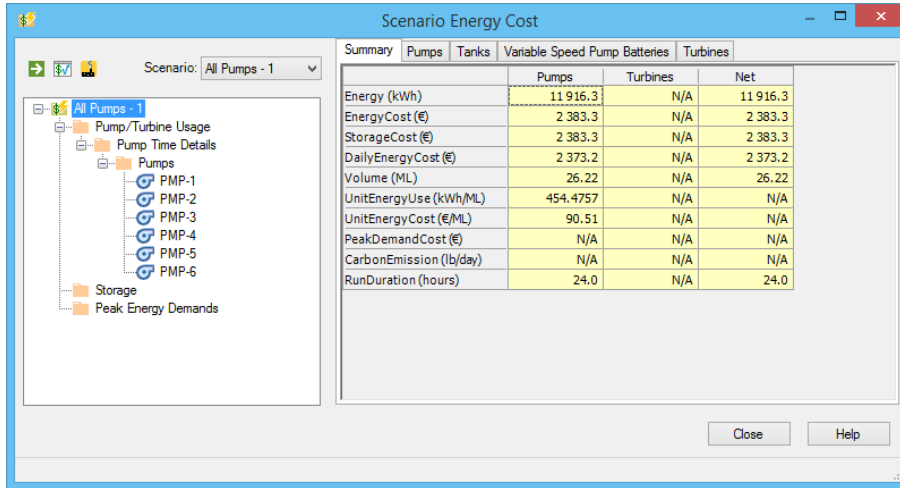


Time (hours)	Balanced?	Trials	Relative Flow Change	Flow Supplied (L/s)	Flow Demanded (L/s)	FI
All Time Steps(...)	True	60	0.0005608	145	147	
0.00	True	4	0.0000489	0	85	
1.00	True	2	0.0000837	0	75	
2.00	True	4	0.0002346	201	65	
3.00	True	2	0.0000427	199	75	
4.00	True	4	0.0003825	0	105	
5.00	True	2	0.0005031	0	135	
6.00	True	2	0.0000045	0	160	
7.00	True	2	0.0000009	0	180	
8.00	True	4	0.0002029	203	200	
9.00	True	2	0.0000093	203	205	
10.00	True	2	0.0000340	203	195	
11.00	True	2	0.0000358	202	185	
12.00	True	3	0.0005087	202	175	

- 11) Sulge dialoog *Calculation Summary* peale info ülevaatamist.

Maksumusanalüüsi läbiviimine stsenaariumile *All Pumps – 1*

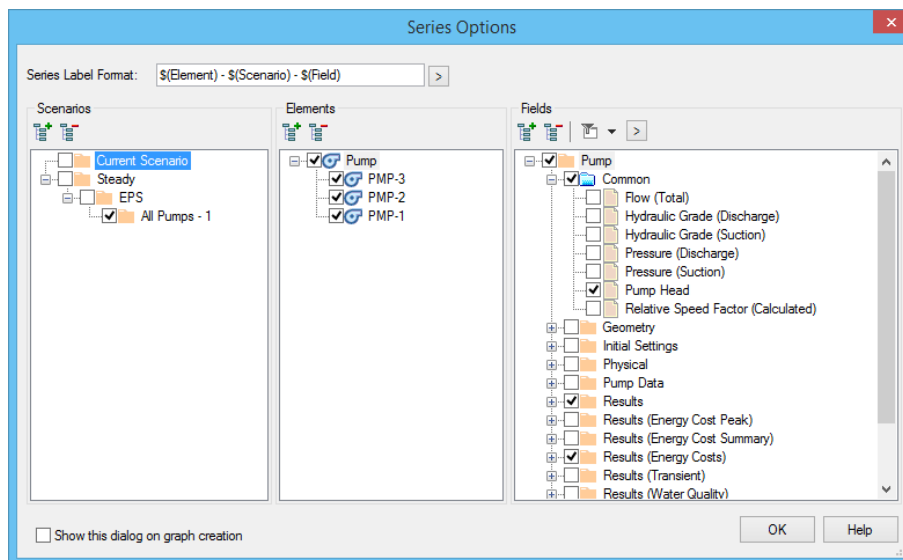
- 1) Riba pealt: *Analysis > Energy Cost > Scenario Energy Cost*.
- 2) Vali stsenaarium *All Pumps – 1* ning kliki nupul *Compute*.



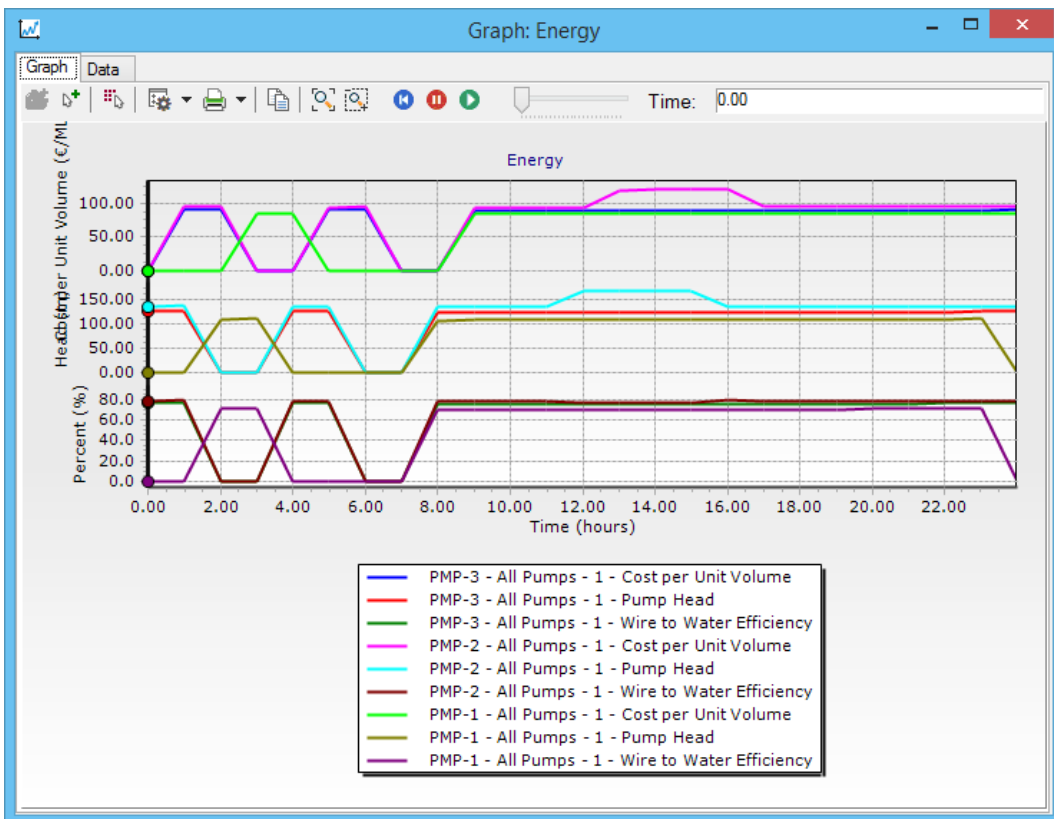
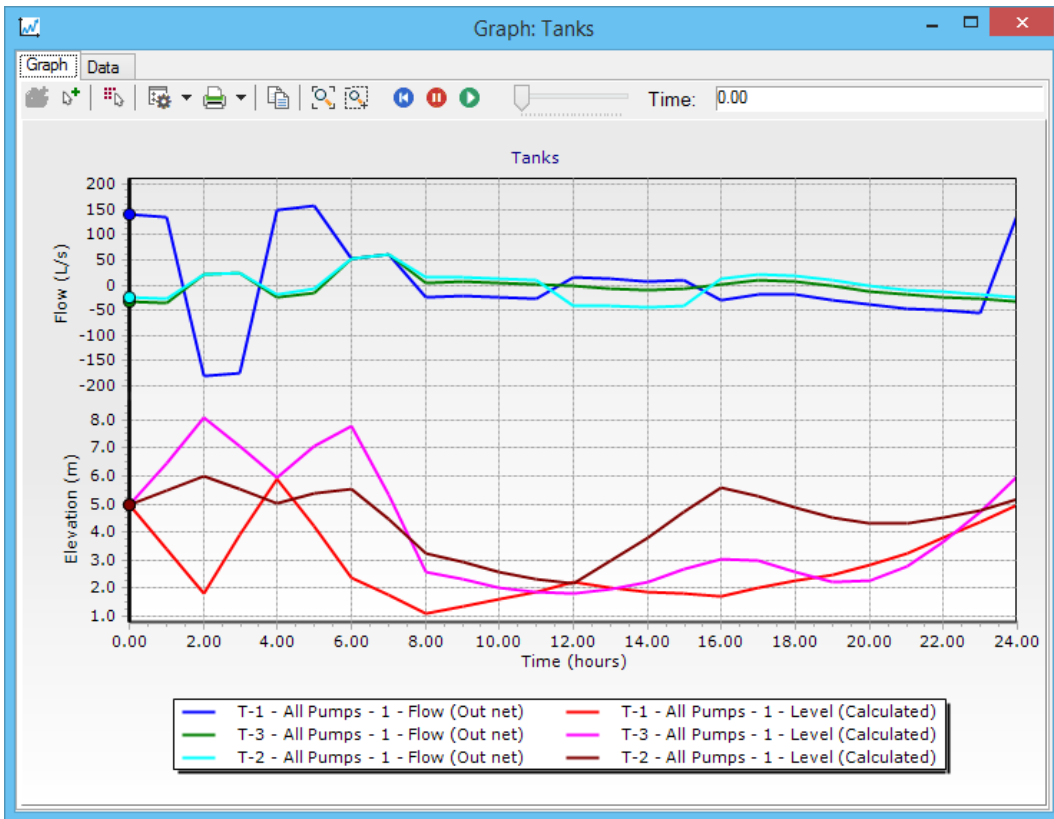
	Pumps	Turbines	Net
Energy (kWh)	11 916.3	N/A	11 916.3
EnergyCost (€)	2 383.3	N/A	2 383.3
StorageCost (€)	2 383.3	N/A	2 383.3
DailyEnergyCost (€)	2 373.2	N/A	2 373.2
Volume (ML)	26.22	N/A	26.22
UnitEnergyUse (kWh/ML)	454.4757	N/A	N/A
UnitEnergyCost (€/ML)	90.51	N/A	N/A
PeakDemandCost (€)	N/A	N/A	N/A
CarbonEmission (lb/day)	N/A	N/A	N/A
RunDuration (hours)	24.0	N/A	24.0

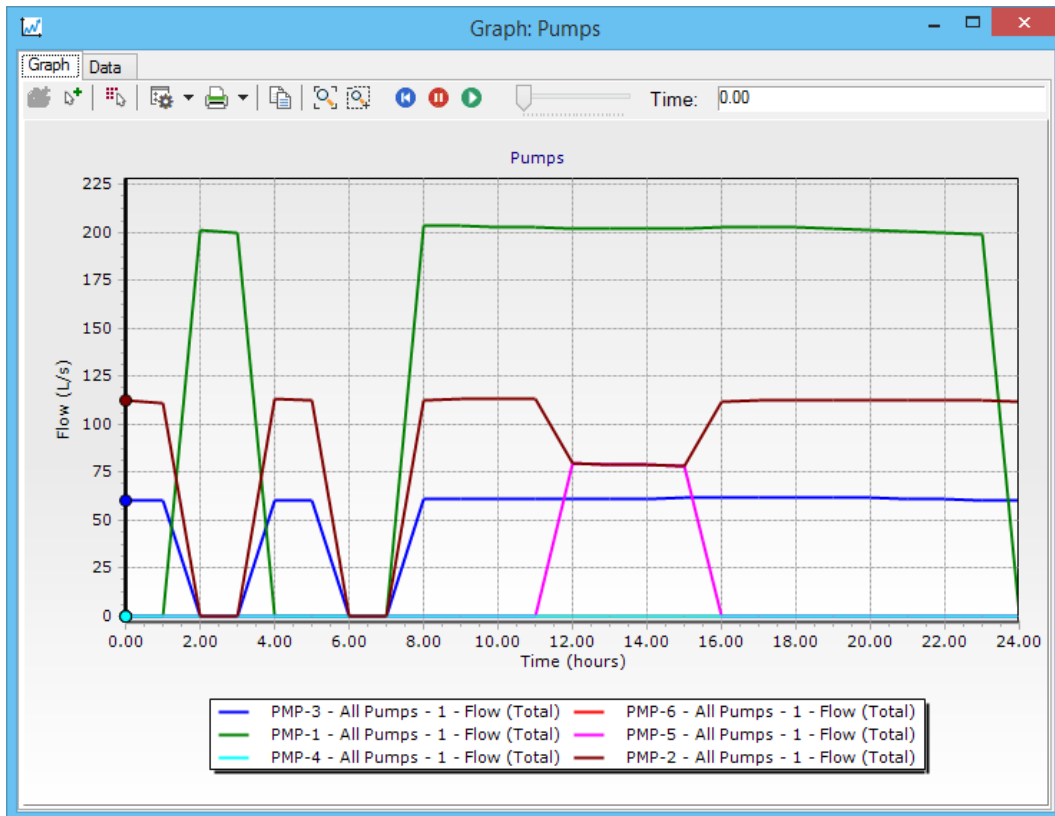
- 3) Täienda materjali lõpus olevaid tabelleid.
- 4) Kliki *Close*, et sulgeda dialoog *Scenario Energy Costs*.
- 5) Ava graafikute haldur (*View > Graphs*).
- 6) Ava graafikud *Pumps*, *Energy* ning *Tanks*.

Märkus: Iga graafiku puhul pead sa neid uuendama stsenaariumile *All Pumps – 1*. Selleks kliki nupul *Graph Series Options* ning vali stsenaarium *All Pumps -1*. Võta linnuke ära kastist *EPS* ning kliki OK, et muudatusi kinnitada.



Märkus: Järgnevad graafikud võivad erineda sinu omadest, sõltuvalt arvutussammust (hetkel arvutussamm 1h).





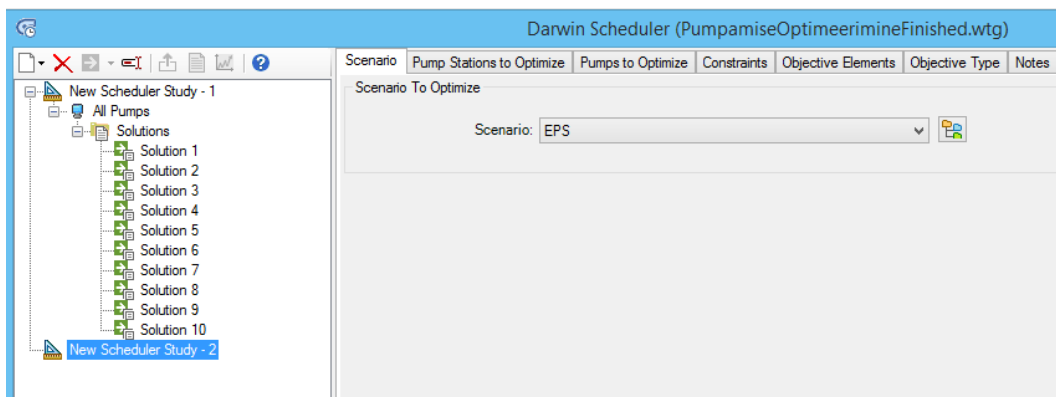
Märkus: Pane tähele, et kui kaks pumpa töötab paralleelselt, siis *Darwin Designer* valib pumba, mis töötab juhuslikult. Kui kasutatakse paralleelselt samasuguseid pumpe, siis on võimalik vältida juhuslikku valimist sellega, et üks pump töötab pidevalt. Edasistes tarkvara versioonides tehakse vahet, mis on peamine pump ning mis on tagavarapump.

7) Sulge graafikud peale nende vaatamist.

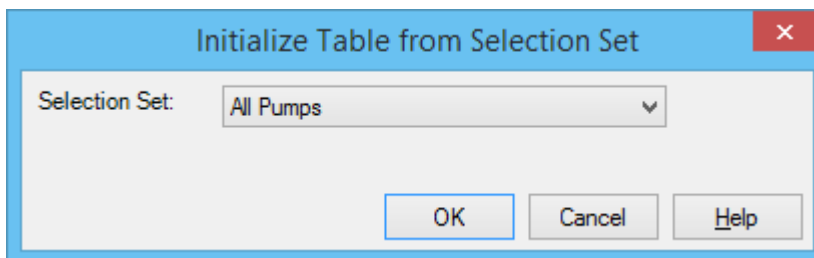
Darwin Scheduler arvutus minimaalsete mahuti tasapindadega

Eelmise arvutustes lubati mahuti tasapindadel langeda päris madalale. Veevõrguoperaator soovib nüüd aga uut arvutust, kus mahutite minimaalne veetasapind on 2m. Arvutuste kasutame seekord 1h arvutussammu (*Calculation Options* dialoogis).

- 1) Taasta *Darwin Scheduler* dialoog.
- 2) Kliki nupul *New* ning vali *New Scheduled Study*.
- 3) Kui *New Scheduler Study - 1* on valitud, siis dialoogi paremas osas, sektsioonis *Scenario* vali **EPS**.



- 4) Liigu paanile *Pumps to Optimize* ning kliki nupul *Initialize Table from Selection Set* ning vali **All Pumps**.

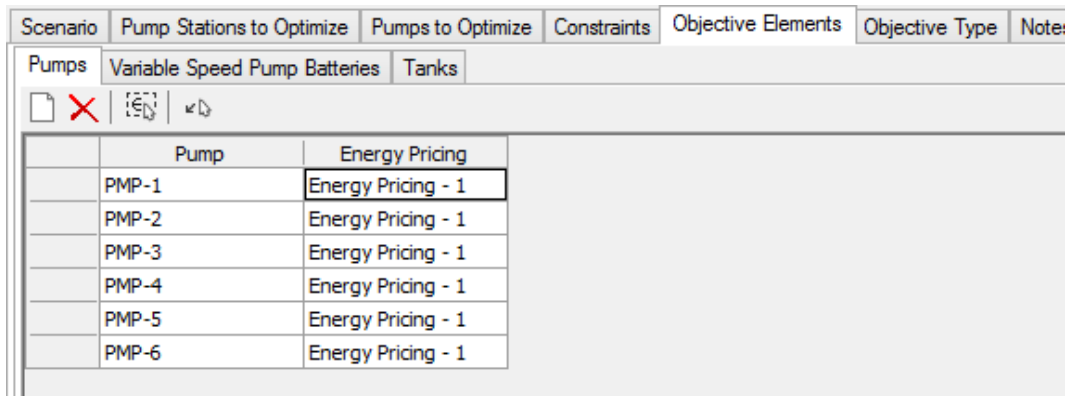


- 5) Kliki OK ning uuendatakse pumpade infot.

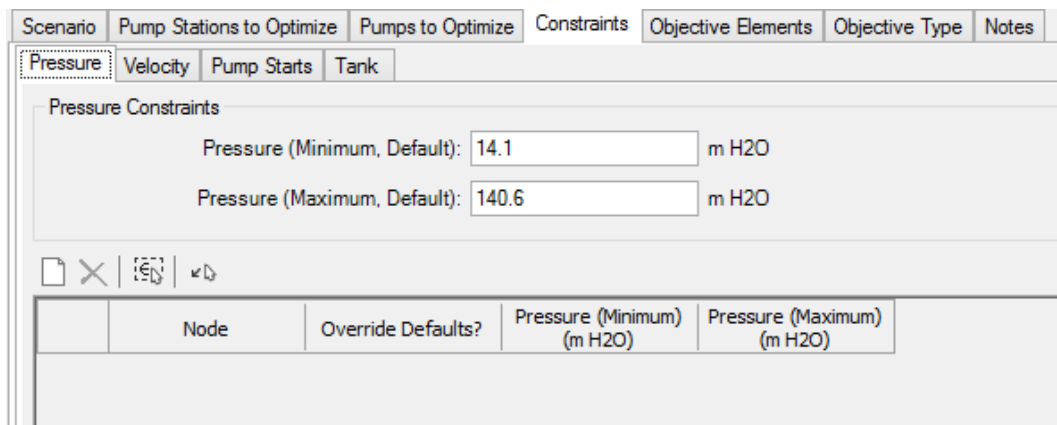
Pump	Element Type	Number of Lag Pumps
PMP-1	Pump	(N/A)
PMP-2	Pump	(N/A)
PMP-3	Pump	(N/A)
PMP-4	Pump	(N/A)
PMP-5	Pump	(N/A)
PMP-6	Pump	(N/A)

- 6) Vali paan **Objective Elements** ning korda samme 4 – 5.
- 7) Parema klikki **Energy Pricing** veeru päisel ning vali **Global Edit**.

8) Dialogis *Global Edit*, vali *Operation = Set* ning *Value = Energy Pricing - 1*.



9) Kliki paanil **Constraints**.



Märkus: Pane tähele taas nelja paani, mis asuvad *Constraints* all.

- 11) Vali paan **Pressure**.
- 12) Kliki *Select from Drawing* ning vali sõlmed **J-4**, **J-7** ning **J-9**.
- 13) Kliki nupul *Done*.

Märkus: Minimaalne veetasapind mahutites on nüüd 2m kõrgem kui eelmistes.

14) Kliki kõigi 3 sõlme puhul kastis **Override Defaults?** Sisesta alljärgneva tabeli põhjal minimaalsed ning maksimaalsed väärtused.

Sõlme	Pressure (Minimum) (mH2O)	Pressure (Maximum) (mH2O)
J-4	2.0	9.0
J-7	2.0	9.0
J-9	72.0	79.0

Scenario	Pump Stations to Optimize	Pumps to Optimize	Constraints	Objective Elements	Objective Type	Notes
Pressure	Velocity	Pump Starts	Tank			
Pressure Constraints						
Pressure (Minimum, Default):			14.1	m H2O		
Pressure (Maximum, Default):			140.6	m H2O		
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>						
	Node	Override Defaults?	Pressure (Minimum) (m H2O)	Pressure (Maximum) (m H2O)		
	J-4	<input checked="" type="checkbox"/>	2.0	9.0		
	J-7	<input checked="" type="checkbox"/>	2.0	9.0		
	J-9	<input checked="" type="checkbox"/>	72.0	79.0		

15) Vali paan **Tank**.

16) Kliki ikoonil **Select From Drawing** ning vali jooniselt kolm mahutit.

17) Kliki nupul **Done** kui oled mahutid valinud.

18) Kõikide mahutite osas sisesta: *Level (Minimum Final Required)(m) = 5*

Märkus: See kindlustab, et mahutite veetasapinnad naasevad nende algsetele tasemetele (24h lõikes).

19) Lisa: *Level (Maximum Allowed) (m) = 9.9*

Scenario	Pump Stations to Optimize	Pumps to Optimize	Constraints	Objective Elements	Objective Type	Notes		
Pressure	Velocity	Pump Starts	Tank					
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>								
	Tank	Level (Minimum) (m)	Level (Minimum Allowed) (m)	Level (Maximum) (m)	Level (Maximum Allowed) (m)	Level (Initial) (m)	Use Level (Initial) for Level (Minimum Final Required)?	Level (Minimum Final Required) (m)
	T-1	0.0	0.0	10.0	9.9	5.0	<input checked="" type="checkbox"/>	5.0
	T-2	0.0	0.0	10.0	9.9	5.0	<input checked="" type="checkbox"/>	5.0
	T-3	0.0	0.0	10.0	9.9	5.0	<input checked="" type="checkbox"/>	5.0

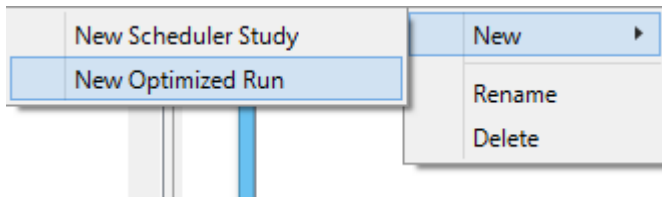
20) Vali paan **Objective Type** ning vali **Objective = Minimize Energy Cost**.

Scenario	Pump Stations to Optimize	Pumps to Optimize	Constraints	Objective Elements	Objective Type	Notes
Objective Type						
Objective:			Minimize Energy Cost			

20) Teise arvutuse seaded on sellega paigas.

21) Salvesta fail.

22) Vasakul paanil tee uue seadete grupi peal parem klikk, vali **New > New Optimized Run**.



23) Nimeta see ümber kui **MinLevel**.

24) Sul ei ole vaja muuta midagi paanidel *Objective Elements* ega ka *Pumps to Optimize*.

25) Vali paan **Options** ning siseta *Top Solutions to Keep* = **3**.

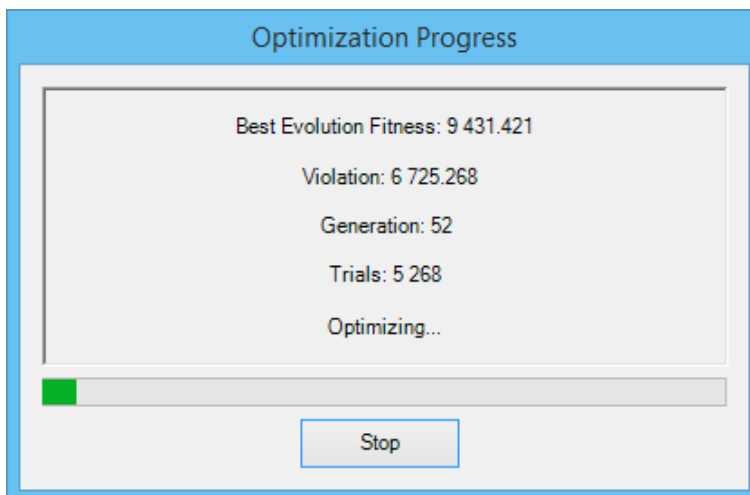
26) Vali paan *Stopping Criteria* ning sisesta järgmised väärtused:

- Maximum Trials = 100 000
- *Maximum Non Improvement Generations* = **200**

27) Teised paanid jäävad nii nagu on.

28) Salvesta fail ning kliki nupul *Compute* (dialoogis *Darwin Scheduler*).

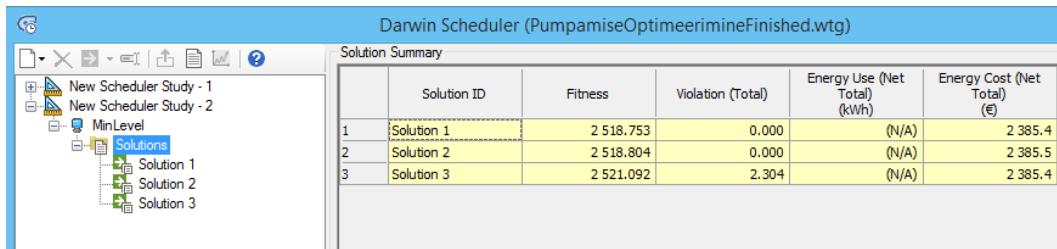
Märkus: Pane tähele, et nüüd võtab konfliktivaba (*Violation* = 0) lahenduse leidmine märksa rohkem aega.



29) Peale arvutuse lõppu, kliki **Close**.

Lahendi läbivaatus

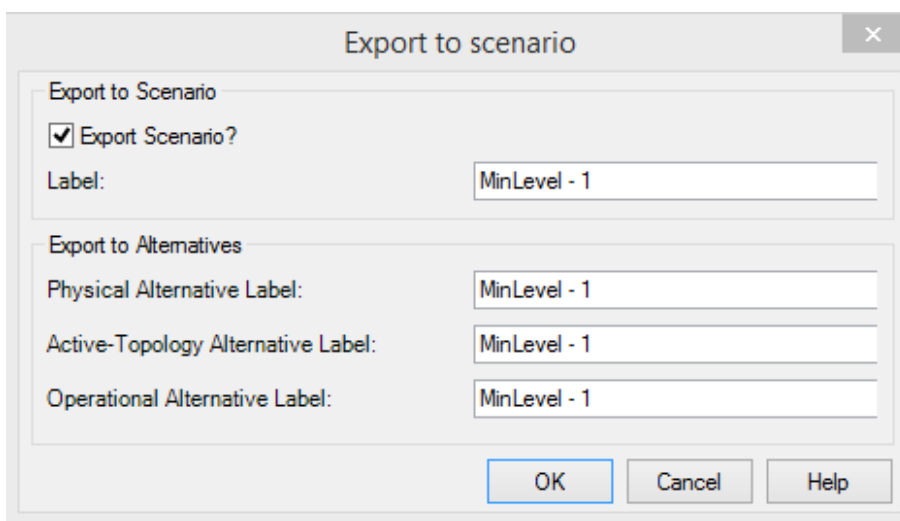
- 1) Vali vasakult paanilt **Solutions** ning vaata 3 esimest lahendit.



The screenshot shows the Darwin Scheduler interface. On the left, a tree view shows 'Solutions' under 'MinLevel'. The main window displays a 'Solution Summary' table with the following data:

	Solution ID	Fitness	Violation (Total)	Energy Use (Net Total) (kWh)	Energy Cost (Net Total) (€)
1	Solution 1	2 518.753	0.000	(N/A)	2 385.4
2	Solution 2	2 518.804	0.000	(N/A)	2 385.5
3	Solution 3	2 521.092	2.304	(N/A)	2 385.4

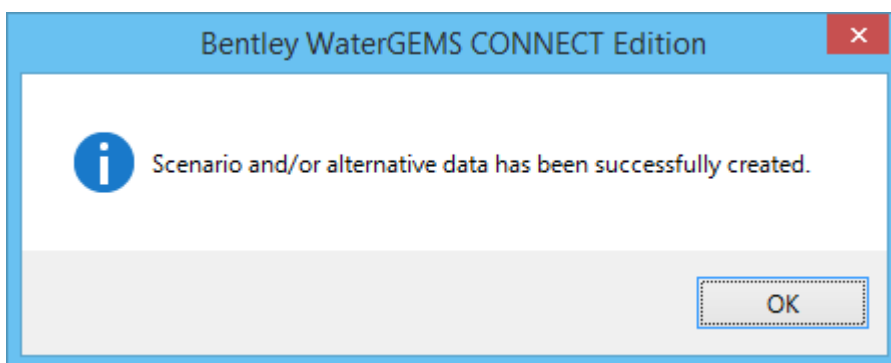
- 2) Vali lahend **Solution 1** ning kliki **Export to Solution**. Sellega eksporditakse tulemused stsenaariumisse.



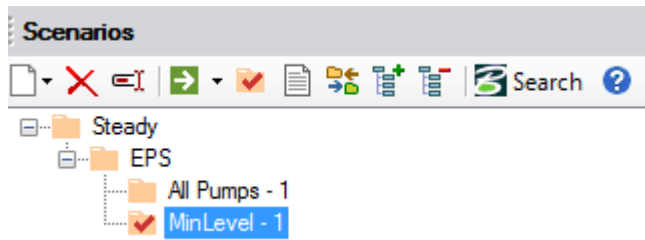
The 'Export to scenario' dialog box is shown. It has a title bar with a close button. The main area contains the following fields and controls:

- Export to Scenario** section:
 - Export Scenario?
 - Label: MinLevel - 1
- Export to Alternatives** section:
 - Physical Alternative Label: MinLevel - 1
 - Active-Topology Alternative Label: MinLevel - 1
 - Operational Alternative Label: MinLevel - 1
- Buttons: OK, Cancel, Help

- 3) Veendu, et **Export to Scenario?** oleks valitud ning jätkä vaikimis nimetustega.
- 4) Kliki OK, et saada info stsenaariumisse.



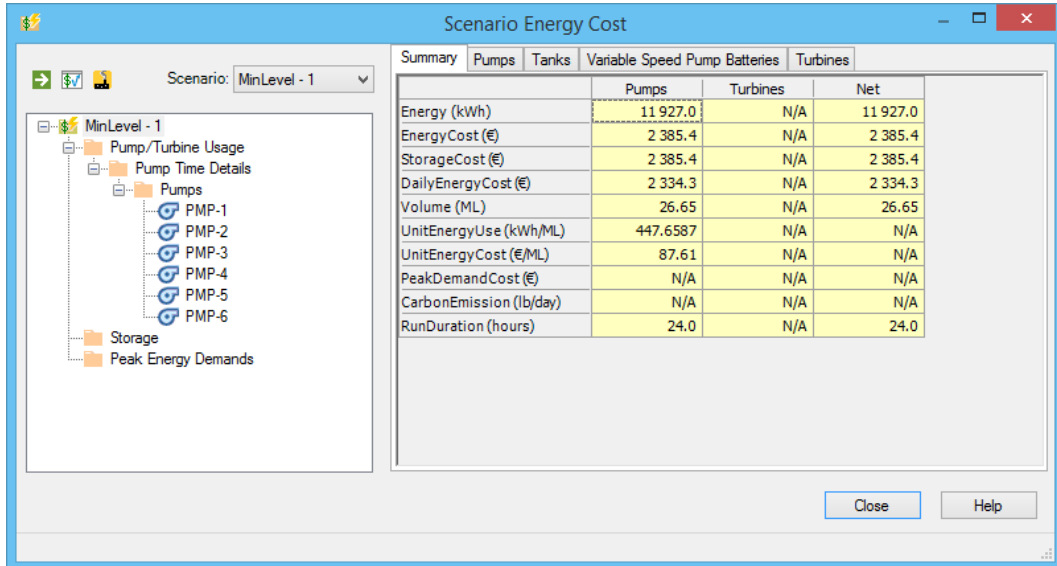
- 5) Peale stsenaariumisse eksporti kuvatakse sulle järgmine teade.
- 6) Kliki OK, et sulgeda *Darwin Scheduler*.
- 7) Vali menüüst *Analysis > Scenarios* ning kontrolli, et uus stsenaarium on loodud.



- 8) Vali uueks aktiivseks stsenaariumiks **MinLevel -1**.
- 9) Käivita stsenaarium nupust **Compute** (nt riba pealt: *Analysis > Compute*).
- 10) Vaata tulemusi, mis esitatakse *Calculation Summary* dialoogis.
- 11) Sulge dialoog *Calculation Summary* (peale tulemuste vaatamist).

Maksumusanalüüsi läbiviimine stsenaariumile *MinLevel -1*

- 1) Ava dialoog *Scenario Energy Cost* (*Analysis > Energy Cost > Scenario Energy Cost*).
- 2) Vali stsenaarium **MinLevel -1** ning kliki *Compute* nupul.



	Pumps	Turbines	Net
Energy (kWh)	11 927.0	N/A	11 927.0
EnergyCost (€)	2 385.4	N/A	2 385.4
StorageCost (€)	2 385.4	N/A	2 385.4
DailyEnergyCost (€)	2 334.3	N/A	2 334.3
Volume (ML)	26.65	N/A	26.65
UnitEnergyUse (kWh/ML)	447.6587	N/A	N/A
UnitEnergyCost (€/ML)	87.61	N/A	N/A
PeakDemandCost (€)	N/A	N/A	N/A
CarbonEmission (lb/day)	N/A	N/A	N/A
RunDuration (hours)	24.0	N/A	24.0

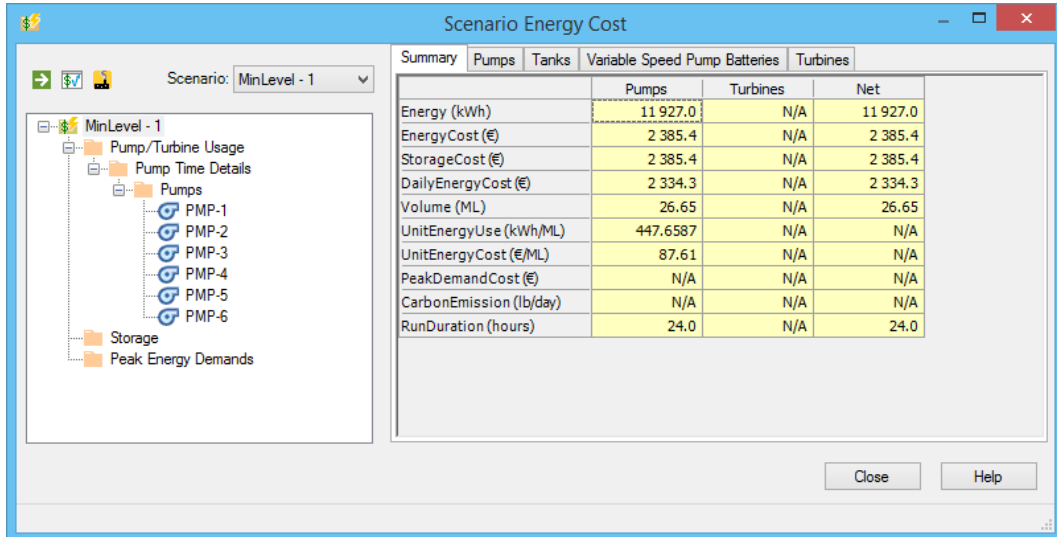
- 3) Lisa tulemused materjali lõpus olevasse tabelisse.
- 4) Kliki *Close*, et sulgeda dialoog *Scenario Energy Cost*.

Mahuti veetasapinna graafiku loomine erinevatele stsenaariumitele

- 1) Joonise alas vali **T-1**.
- 2) Hoia all CTRL klahvi ning vali ka **T-2** ning **T-3**.
- 3) Paremmüük ning vali **Graph**.
- 4) Dialoogis *Graph Series Options* vali **All Pumps -1** ning **MinLevel -1** stsenaariumid.
- 5) Tühista valik *Hydraulic Grade* ning vali **Level (Calculated)**.

Maksumusanalüüsi läbiviimine stsenaariumile MinLevel -1

- 1) Ava dialoog *Energy Costs* (*Analysis > Energy Costs*).
- 2) Vali stsenaarium **MinLevel -1** ning kliki *Compute* nupul.

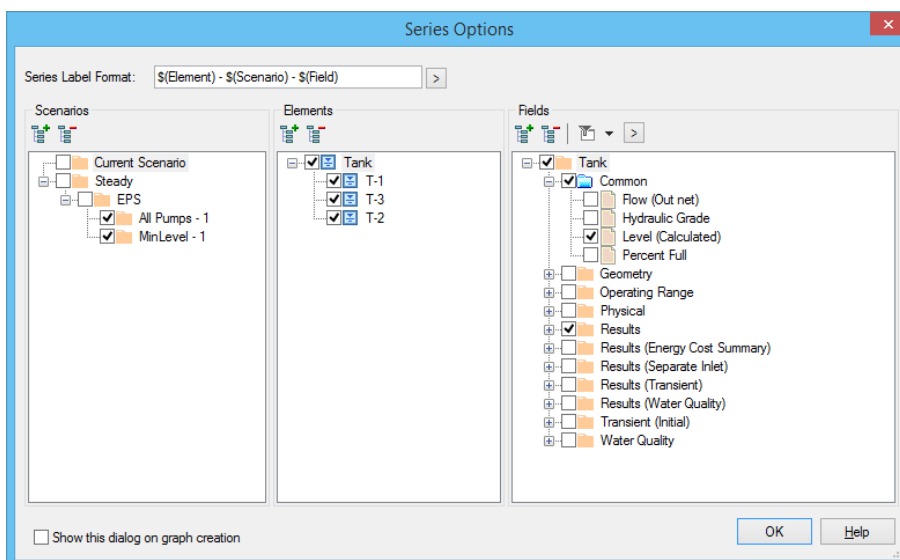


	Pumps	Turbines	Net
Energy (kWh)	11 927.0	N/A	11 927.0
EnergyCost (€)	2 385.4	N/A	2 385.4
StorageCost (€)	2 385.4	N/A	2 385.4
DailyEnergyCost (€)	2 334.3	N/A	2 334.3
Volume (ML)	26.65	N/A	26.65
UnitEnergyUse (kWh/ML)	447.6587	N/A	N/A
UnitEnergyCost (€/ML)	87.61	N/A	N/A
PeakDemandCost (€)	N/A	N/A	N/A
CarbonEmission (lb/day)	N/A	N/A	N/A
RunDuration (hours)	24.0	N/A	24.0

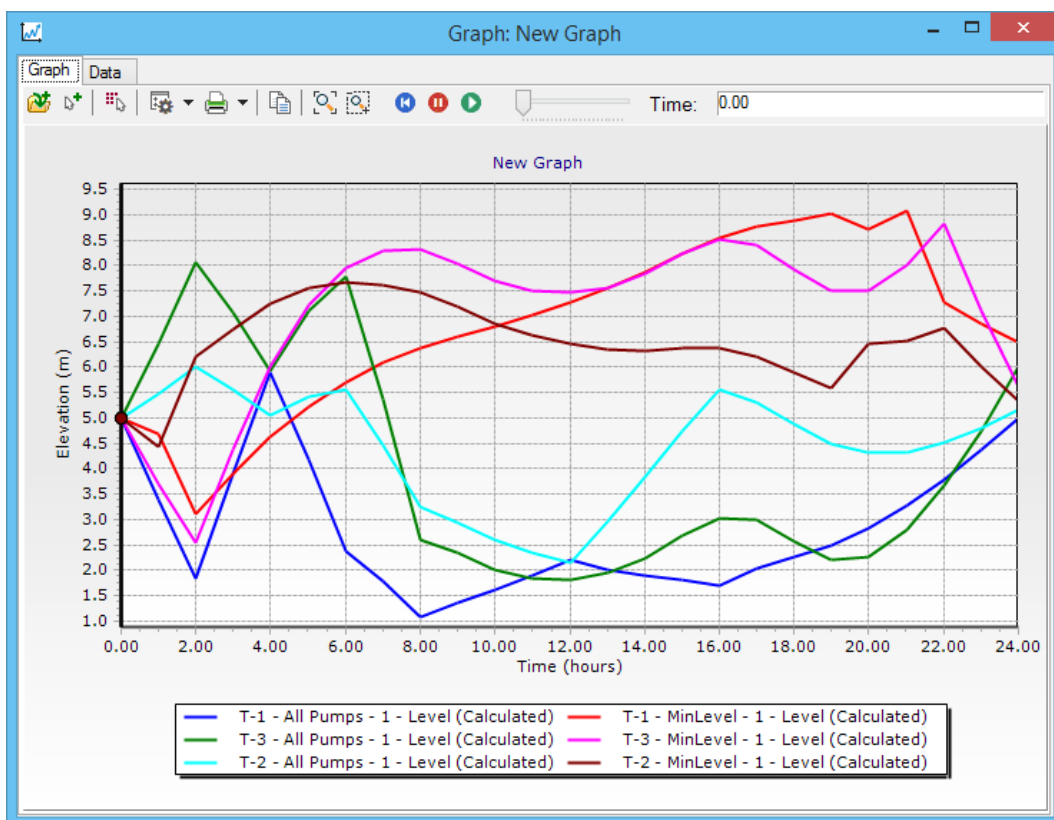
- 3) Lisa tulemused materjali lõpus olevasse tabelisse.
- 4) Kliki *Close*, et sulgeda dialoog *Energy Costs*.

Mahuti veetasapinna graafiku loomine erinevatele stsenaariumitele

- 6) Joonise alas vali **T-1**.
- 7) Hoia all CTRL klahvi ning vali ka **T-2** ning **T-3**.
- 8) Parem klikk ning vali **Graph**.
- 9) Dialoogis *Graph Series Options* vali **All Pumps -1** ning **MinLevel -1** stsenaariumid.
- 10) Tühista valik *Hydraulic Grade* ning vali **Level (Calculated)**.



- 6) Kliki OK, et vaadata graafikut.



7) Vaata profiile ning animeeri tulemusi.

8) Salvesta fail ning vasta materjali lõpus olevatele küsimustele.

Tulemused

Täida allolevad tabelid ning vasta ka küsimustele.

Stsenaarium	Daily Cost, €
<i>EPS</i>	
<i>All Pumps</i>	
<i>Min Tank Level</i>	

Näite küsimused

1. Miks oli maksumus kõrgem juhtumil, kus mahuti minimaalne veetasapind oli kõrgem?
2. Parimate lahenduste juures on näha samaväärsete pumpade pidevat sisse/välja lüümist. Kuidas operaator peaks seda mõistma?
3. Mudeliga 24h (1h samm) arvutus kuuele pumbale annab erinevaid lahendeid kokku $2^{(24 \times 6)} = 2.33 \times 10^{43}$? Kui palju väiksem oleks lahendite arv kui kasutatakse 12 2h sammu?

Tulemused

Täida allolevad tabelid ning vasta ka küsimustele.

Stsenaarium	Daily Cost, €
EPS	2618
All Pumps	2383
Min Tank Level	2385

Näite küsimused

1. Miks oli maksumus kõrgem juhtumil, kus mahuti minimaalne veetasapind oli kõrgem?

Lahend oli märksa piiratum kui see mida pumbad suudaksid. Lisaks oli vastusurve märksa kõrgem, mida pumbad pidid pidevalt üle lööma.

2. Parimate lahenduste juures on näha samaväärsete pumpade pidevat sisse/välja lülitamist. Kuidas operaator peaks seda mõistma?

Üldjoontes ei suuda *Darwin* vahet teha paralleelsetel, samaväärsetel pumpadel samas pumplas. Kasutaja ei pea lülitama *PMP-1* ning *PMP-2* juures näiteks *PMP-1* peale samal ajaperioodil (kolme ajasammu) aga võib jätta kas *PMP-1* või *PMP-2* tööle pidevalt.

3. Mudeliga 24h (1h samm) arvutus kuuete pumbale annab erinevaid lahendeid kokku $2^{(24 \times 6)} = 2.33 \times 10^{43}$? Kui palju väiksem oleks lahendite arv kui kasutatakse 12 2h sammu?

$$2^{(24 \times 6)} = 4.7 \times 10^{21}$$