

# Pumpamise maksumuse analüüs (WaterGEMS)

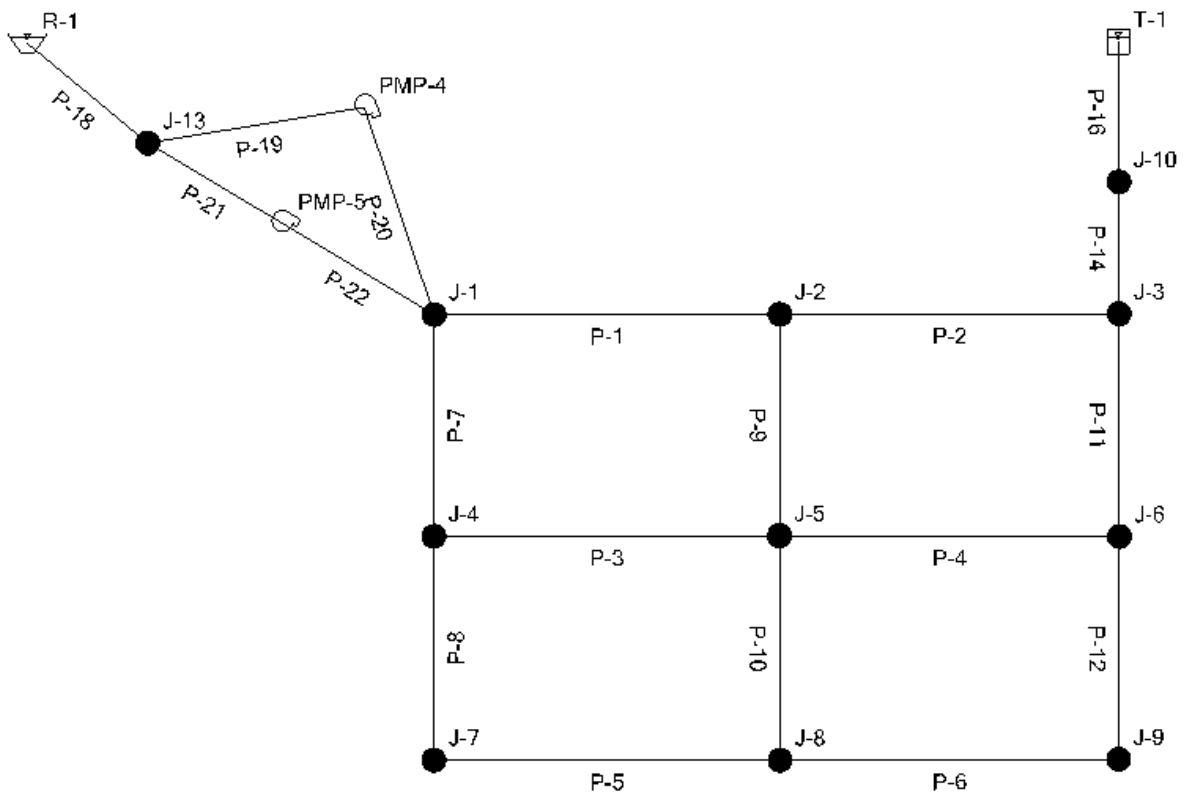
## Ülesande püstitus

Selles näites võrdled sa kolme erineva pumpamise strateegia kulutusi energiale:

- 1) Konstantse pöörete arvuga pumpamine mahutiga
- 2) Konstantse pöörete arvuga pumpamine mahutita
- 3) Pöörete arvu reguleerimisega pumpamine mahutita

Sa võrdled neid strateegiaid 24h EPS mudeliga. Enamik mudeliandmestikust on juba ette valmistatud.

Ava fail: *PumpamiseMaksumus.wtg*.



Sa pead sisestama tarbimisgraafiku tabeli 1 kohaselt. Seejärel seo see iga sõlmega (kõigis stsenaariumitest).

Tund	Kordaja
0	0.8
3	1.0
6	1.2
9	1.4
12	1.2
15	1.0
18	0.8
21	0.6
24	0.8

Pumba efektiivsuse kõverad kõikide stsenaariumite lõikes on defineeritud järgmiselt:

- *Efficiency Type = Best Efficiency Point*
- *Motor efficiency = 95%*
- *BEP efficiency = 75%*
- *BEP Flow = 657.19 l/s*

### Stsenaarium 1: Mahutiga

Pumbad töötavad/ei tööta järgmiste mahutite HGL seadetal:

	Sees, kui T-1: HGL <	Väljas, kui T-1: HGL >
PMP-4	106.7	109.4
PMP-5	105.2	108.2

### Stsenaarium 2: Pump + mahuti

PMP-4 on alati sees. PMP-5 käivitub kui torus P-18 on vooluhulk suurem kui 657.19 l/s (teistel juhtudel on PMP-5 väljas). Mahuti T-1 ning toru P-16 on sellest stsenaariumist väljas.

### Stsenaarium 3: Pöörete arvuga pump

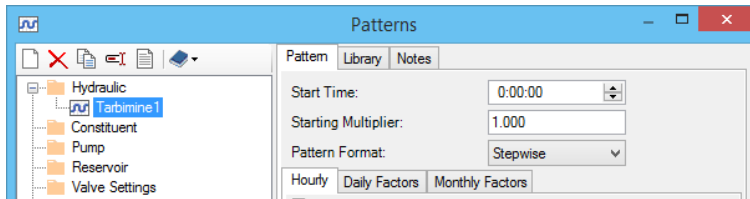
PMP-4 on sagedusmuunduriga, mis on üles seatud rõhu hoidmisele sõlmes J-1 täissurvet 116m. Maksimaalne suhteline kiirus on 1.0. PMP-5 seaded on samad, mis stsenaariumis 2. Ka selles stsenaariumis ei osale mahuti T-1 ning P-16.

## Probleemi ülesseade

Lähtefail sisaldab mudelit ning ühte stsenaariumit (*Base*). Selles stsenaariumis on märgitud kõik olulisemad andmed sõlmede / torude / pumpade / mahutite kohta.

### Tarbimise andmed

- 1) Lisa tarbimisgraafik. Vali riba pealt: *Components > Patterns*. Vali vasakust sektsioonist *Hydraulic*, seejärel kliki *New*.

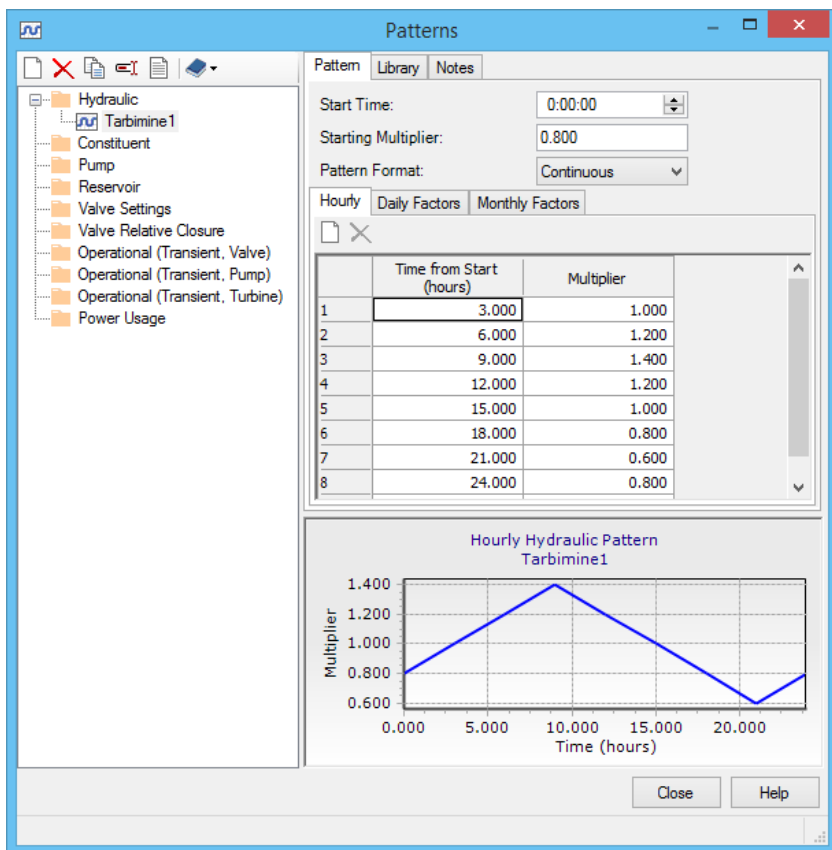


- 2) Alusta tarbimisgraafiku ümbernimetamisest. Kliki *Rename* ning sisesta: **Tarbimine1**.

Sisesta:

- *Start Time* = **0:00:00**
- *Starting Multiplier* = **0.8**.
- Sisesta alloleva pildi kohaselt ülejäänud tunnikoefitsiendid.
- *Pattern Format* = **Continuous**

**Märkus:** Tabelisse saad väärtuseid lisada mistahes elektroonisest dokumendist lihtsa kopeerimise teel (CTRL-C ning CTRL-V). Tabel on esitatud materjali alguses.

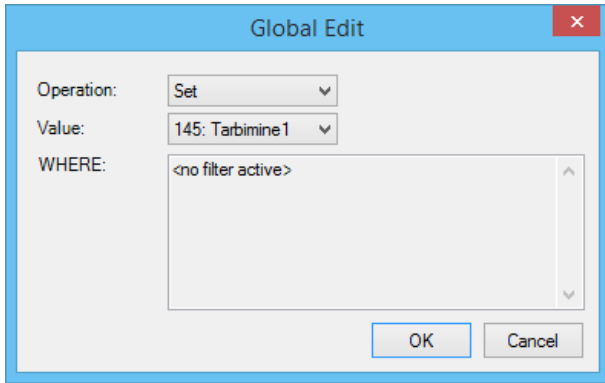


3) Sulge *Patterns* dialoogi.

4) Nüüd tuleb see tarbimisgraafik lisada sõlmedele. Vali riba pealt: *Components > Demand Center > Demand Control Center*.

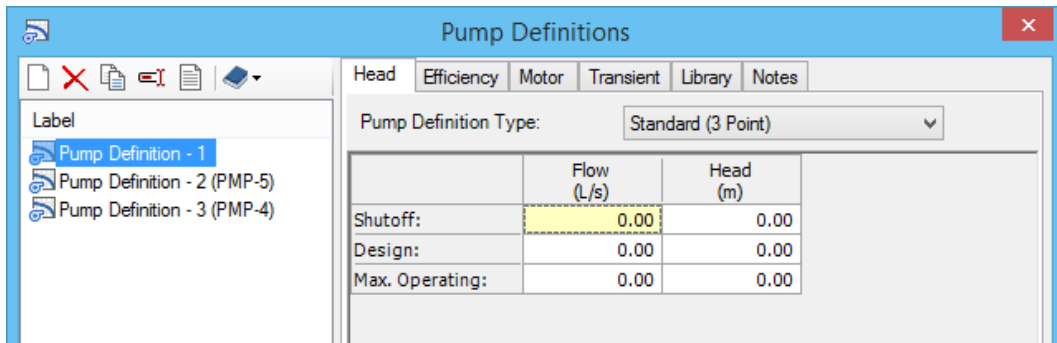
ID	Label	Demand (Base) (gpm)	Pattern (Demand)	Zone
83	J-1	694.40	Fixed	81: Zone-1
84	J-5	694.40	Fixed	81: Zone-1
85	J-3	694.40	Fixed	81: Zone-1
87	J-9	694.40	Fixed	81: Zone-1
88	J-2	694.40	Fixed	81: Zone-1
89	J-7	694.40	Fixed	81: Zone-1
90	J-8	694.40	Fixed	81: Zone-1
92	J-4	694.40	Fixed	81: Zone-1
93	J-6	694.40	Fixed	81: Zone-1

5) Tee veerus *Pattern (Demand)* parem klikk. Vali *Global Edit*. Vali tarbimisgraafik **Tarbimine1** ning kliki OK. Sulge aken.



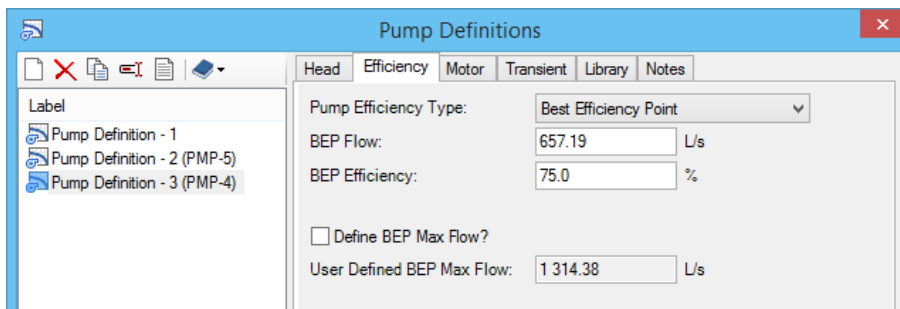
## Efektiivsuse andmestik

- 1) Järgnevalt pead defineerima pumba efektiivsuse kõvera.
- 2) Vali riba pealt: *Components > Pump Definitions* Pane tähele, et hetkel on defineeritud kaks pumba (*Pump Definition – 1* on tühi).



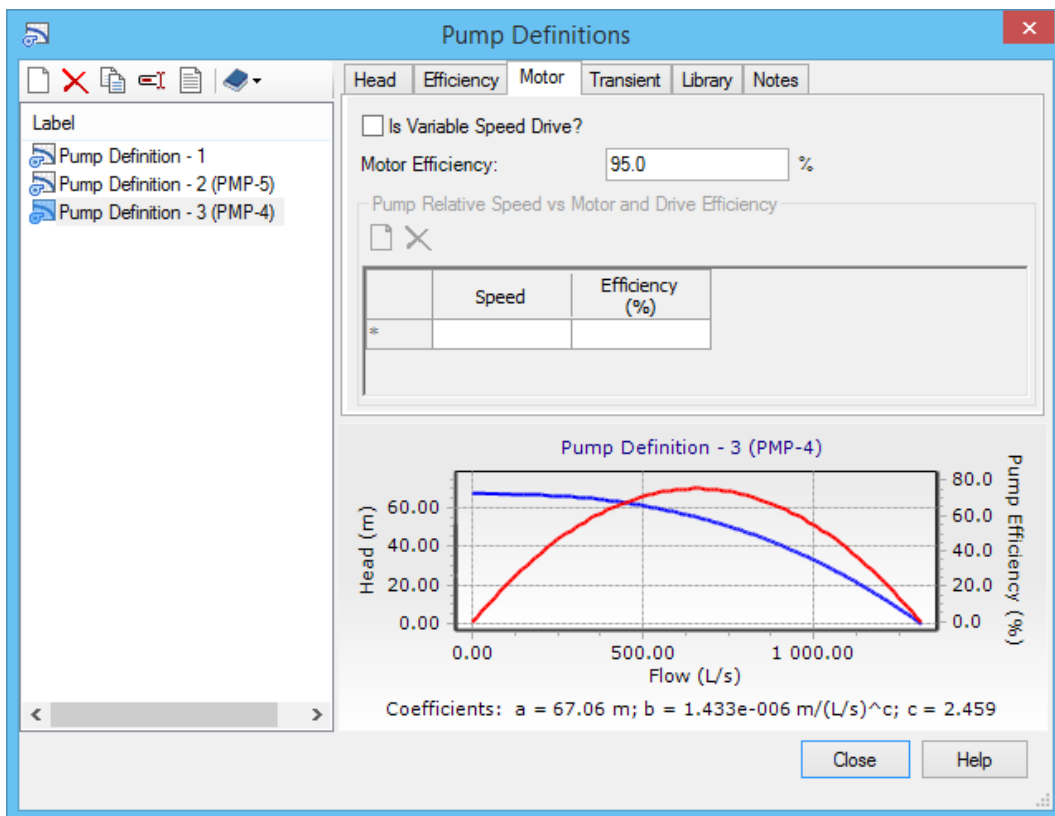
- 3) Vali *Pump Definition – 3 (PMP-4)* ning vali seejärel paan *Efficiency* Sisesta järgmine info:

- **Pump Efficiency = Best Efficiency Point**
- **BEP Flow = 657.19 l/s**
- **BEP Efficiency = 75%**



- 4) Vali paan *Motor* ning sisesta järgmine andmestik:

- **Motor Efficiency = 95%**



**Märkus:** Pane tähele, et pumba efektiivsuse graafikut esitatakse punase joonena.

Nüüd sisesta efektiivsuse andmestik ka *Pump Definition -2 (PMP-5)* osas.

### Algtingimused

Kõikide stsenaariumite juures *PMP-4* algselt töötab ning *PMP-5* ei tööta. Kõige lihtsam on neid seadeid määrata pumpade tabelis. Selleks vali riba pealt: *View > Flex Tables > Pump Table*.

**Märkus:** Juhul kui sa selles dialoogis ei näe veergu *Status*, tuleb sul see esmalt sinna lisada läbi *Edit* nupu.

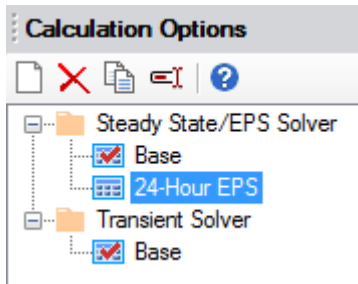
	ID	Label	Elevation (m)	Pump Definition	Status (Initial)	Hydraulic Grade (Suction) (m)	Hydraulic Grade (Discharge) (m)	Flow (Total) (L/s)	Pump (r)
96: PMP-4	96	PMP-4	54.86	39: Pump Definit	On	(N/A)	(N/A)	(N/A)	
97: PMP-5	97	PMP-5	54.86	38: Pump Definit	Off	(N/A)	(N/A)	(N/A)	



## Arvutusseadete määramine

Arvutused viiakse läbi 24h EPS simulatsioonina.

- 1) Vali riba pealt: *Analysis > Options*.
- 2) Veendu, et oleks valitud *Steady State / EPS Solver* ning kliki nupul *New*.
- 3) Nimeta see kui **24-Hour EPS**.



- 4) Sea järgmised parameetrid (*24-Hour EPS* on valitud):

- *Simulation Start Date*: <Sisesta tänane kuupäev>
- *Time Analysis Type*: **EPS**
- *Start Time*: **0:00:00**
- *Duration (hours)*: **24**
- *Hydraulic Time Step (hours)*: **1.0**

Calculation Times	
Simulation Start Date	22.05.2017
Time Analysis Type	EPS
Start Time	0:00:00
Duration (hours)	24.000
Hydraulic Time Step (hours)	1.000
Reporting Time Step	<All>
Hydraulics	
Engine Compatibility	WaterGEMS 2.00.12
Use Linear Interpolation For M	False
Convergence Check Frequen	2
Convergence Check Cut Off	10
Damping Limit	0.000
Trials	40
Accuracy	0.001
Emitter Exponent	0.500

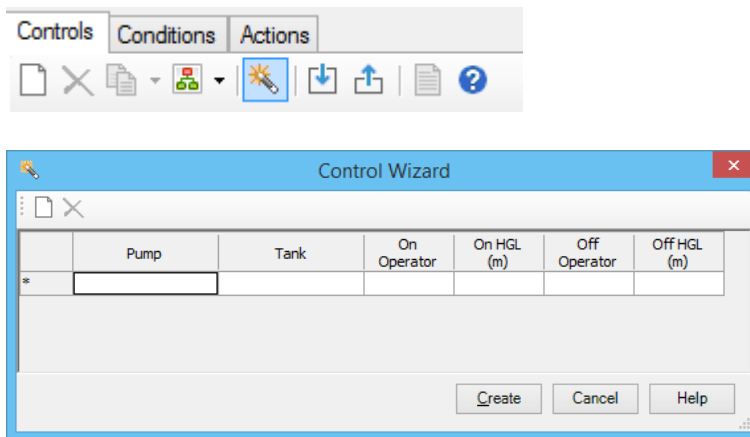
- 5) Sulge vajadusel dialoog *Calculation Options*.
- 6) Salvesta oma fail.

## Stsenaarium 1 – Mahutiga

Järgnevalt lood sa esimese stsenaariumi seaded. Kõik seaded määratakse riba valiku: *Components > Controls* kaudu. Dialoogis *Controls* pead sa esmalt määratlema tingimused (*Conditions*) ning tegevused (*Actions*) ja seejärel need omavahel kokku kombineerima. Sul on võimalus luua seaded ka läbi *Control Wizard* töövahendi.

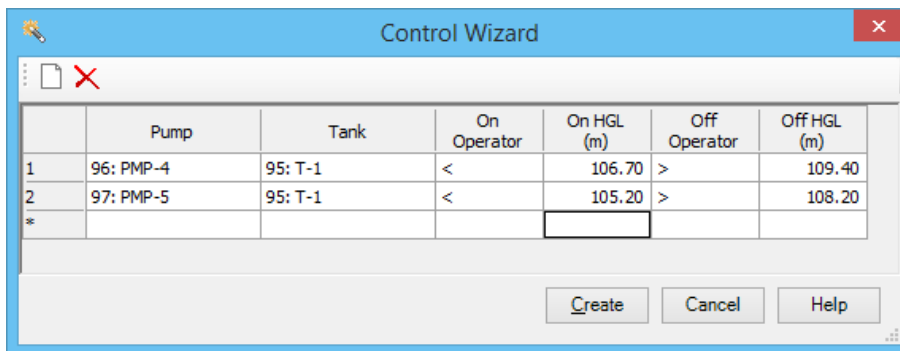
### Mahuti seadete defineerimine

- 1) Vali menüüst *Component > Controls*.
- 2) Paani *Controls* kliki *Control Wizard* nupul



- 3) Hüpikmenüüst vali PMP-4 / PMP-5 tarvis järgmised seaded:

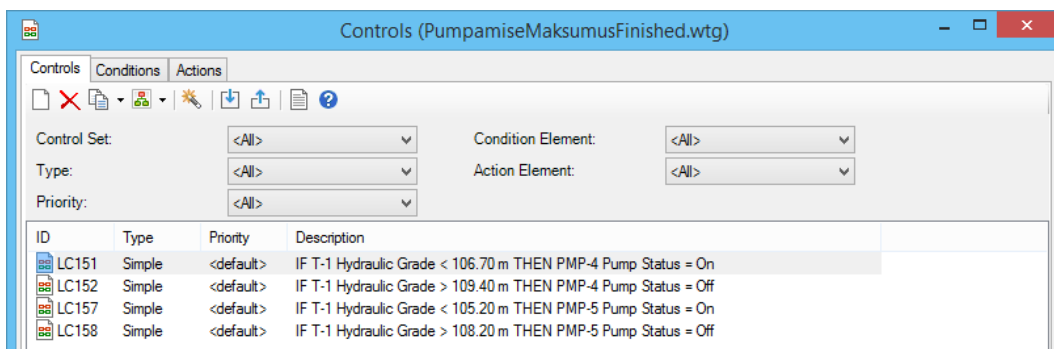
- *Pump*: **PMP-4**
- *Tank*: **T-1**
- *On Operator*: **<**
- *On HGL (m)*: **106.7**
- *Off Operator*: **>**
- *Off HGL (m)*: **109.4**
  
- *Pump*: **PMP-5**
- *Tank*: **T-1**
- *On Operator*: **<**
- *On HGL (m)*: **105.2**
- *Off Operator*: **>**
- *Off HGL (m)*: **108.2**



5) Kliki nupul *Create*, kui oled lõpetanud.

**Märkus:** Peale nupul *Create* vajutamist loob *Control Wizard* erinevad tingimused (*Conditions*) ning tegevused (*Actions*) vastavatele paanidele ning seob need ka seadeteks paanil *Controls*.

6) Sa peaksid nägema nüüd nelja seadet paanil *Controls*.

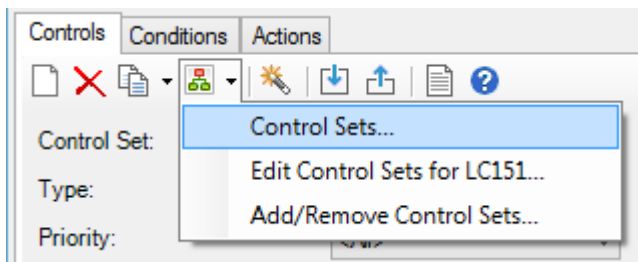


7) Sa võid klõpsata paanidel *Conditions* ning *Actions*, et vaadata mismoodi on need täidetud.

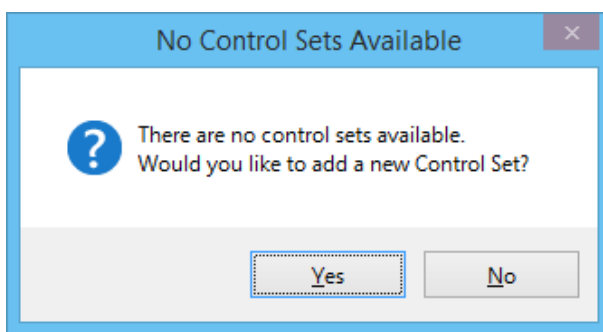
**Märkus:** Need neli stsenaariumit on vajalikud esimese stsenaariumi tarvis, kus pumpade tööd kontrollib mahuti veetasapind. Me seome need ühe loogilise seadete gruppi alla.

## Loogilise seadete grupi loomine

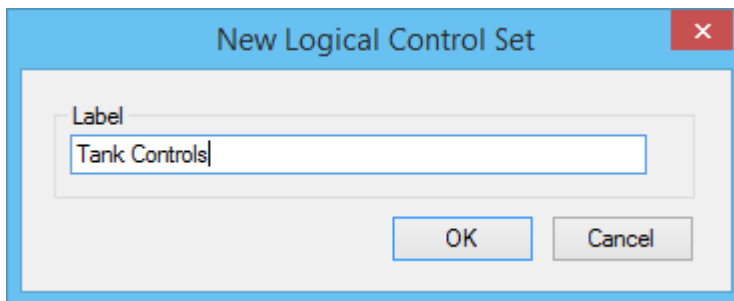
- 1) Vali samast dialoogist *Control Sets Manager > Control Sets*



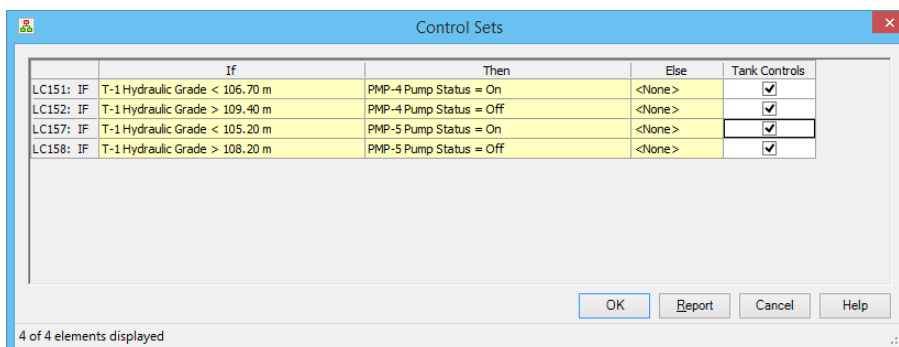
- 2) Kuvatakse dialoog, et seadete gruppe ei eksisteeri ja lubatakse meil uus luua. Kliki *Yes*.



- 3) Kuvatakse dialoog *New Logical Control Set*, anna nimetus kui: **Tank Controls**.



- 4) Kliki *OK*, et sulgeda dialoog. Kuvatakse *Control Sets* dialoog, milles vali linnukestega kõik pumba seadid veerus *Tank Controls*.

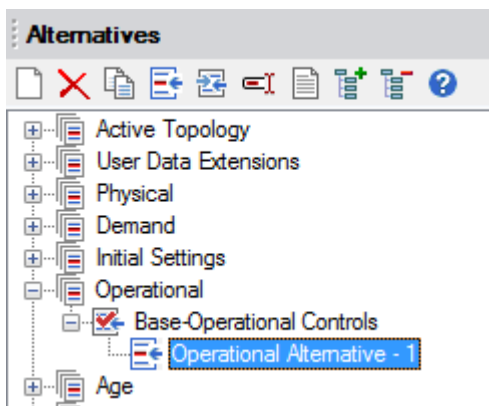


- 5) Sulge dialoog. Salvesta oma fail.

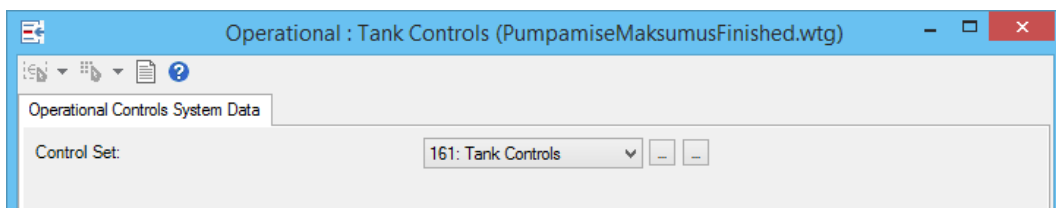
## Mahutiga koostöö stsenaariumi loomine

Järgnevalt loo uus alternatiiv ning stsenaarium nimetusega *Tank Control*, mis sisaldaks sinu poolt loodud loogilisi seadeid.

- 1) Riba pealt: *Analysis > Alternatives*.
- 2) Laienda sektsiooni *Operational*, parem klikk *Base-Operational Controls* peal.
- 3) Klii seejärel nupul *New > Child Alternative*, et luua uus alam alternatiiv:



- 4) Nimeta uus alternatiiv kui *Tank Controls*, tee seejärel topelt-kliki selle peal, et seda redigeerida.
- 5) Vali: *Control Set > Tank Controls*.



- 6) Sulge dialoog ning vali: *Analysis > Scenarios*.
- 7) Kliki nupul *New*, et lisada uus *Child* stsenaarium ning nimeta see kui *Tank Controls*. Seejärel tee see aktiivseks stsenaariumiks klikkides nupul *Make Current*.



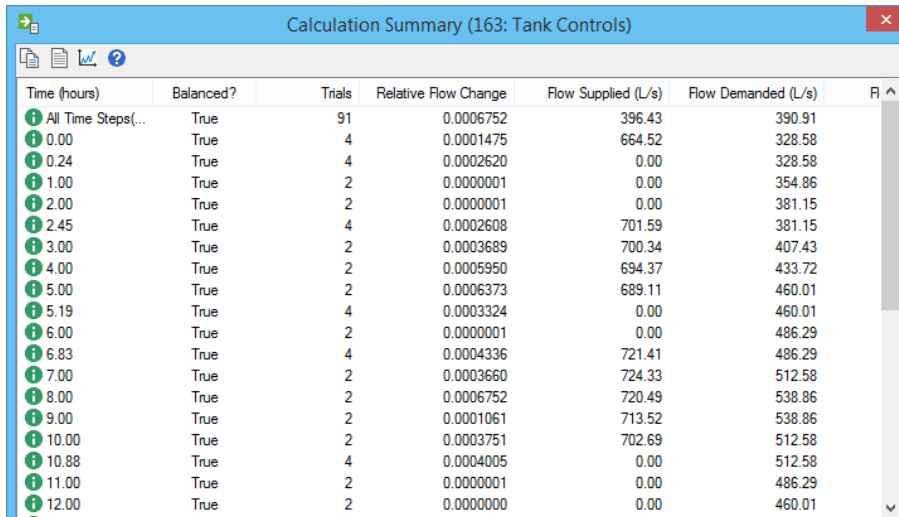
- 8) Järgnevalt tee topelt-kliki *Tank Controls* stsenaariumil ning vaata *Properties* akent.

Stsenaarium pärib kogu baas-topoloogia, füüsikalised parameetrid, lähtetingimused ning teisedki alternatiivid stsenaariumilt *Base*. Ainsaks erinevuseks on alternatiiv *Operational = Tank Controls* ning *Steady State/EPS Solver Calculation Options = 24-Hour EPS*.

<span style="font-size: 0.8em;">▾</span> <b>Alternatives</b>	
Active Topology	< > 23: Base-Active Topology
Physical	< > 24: Base-Physical
Demand	< > 25: Average Daily-Current
Initial Settings	< > 26: Base-Initial Settings
Operational	162: Tank Controls
Age	< > 28: Default-Age Scenario
Constituent	< > 29: Default-Constituent
Trace	< > 30: Default-Trace Scenario
Fire Flow	< > 31: Base-Fire Flow
Energy Cost	< > 32: Base-Energy Cost
Transient	< > 139: Transient - 1
Pressure Dependent Demand	< > 33: Base Pressure Dependent
Failure History	< > 141: Base Failure History
SCADA	< > 144: Base SCADA
User Data Extensions	< > 34: Base-User Data
<span style="font-size: 0.8em;">▾</span> <b>Calculation Options</b>	
Steady State/EPS Solver Calc	146: 24-Hour EPS
Transient Solver Calculation	< > 134: Base

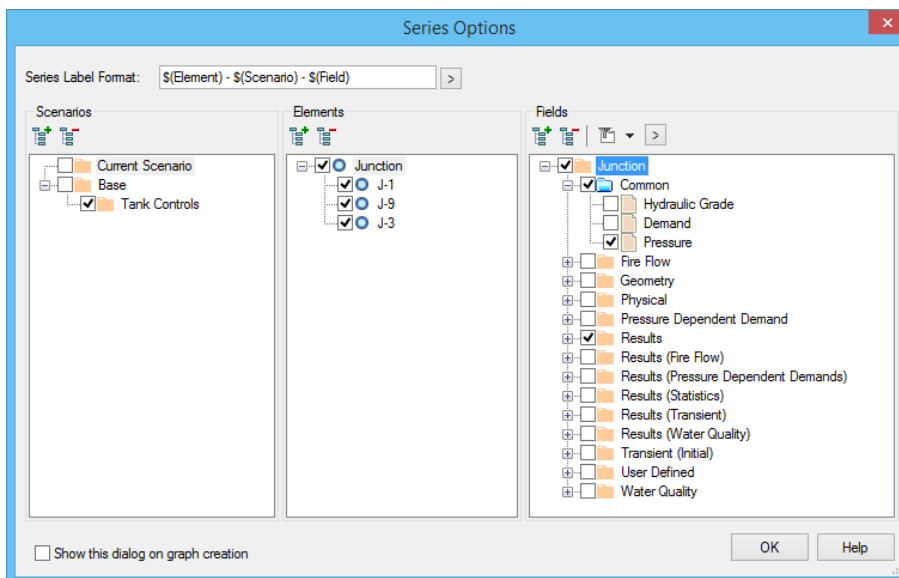
## Stsenaariumi käivitamine

- 1) Käivita stsenaarium. Vali riba pealt: *Analysis > Compute* ning vaata seejärel *Calculation Summary* akent. Iga ajahetke kohta peaks olema roheline ikoon.

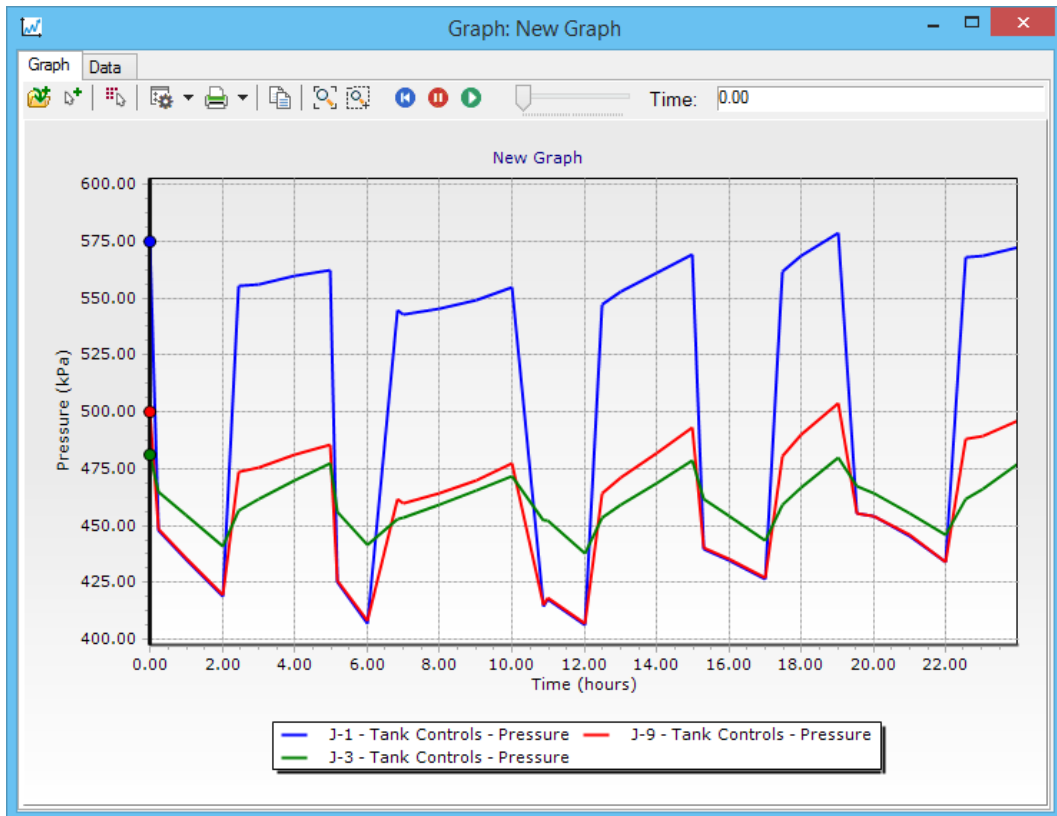


Time (hours)	Balanced?	Trials	Relative Flow Change	Flow Supplied (L/s)	Flow Demanded (L/s)	Fl ^
All Time Steps(...)	True	91	0.0006752	396.43	390.91	
0.00	True	4	0.0001475	664.52	328.58	
0.24	True	4	0.0002620	0.00	328.58	
1.00	True	2	0.0000001	0.00	354.86	
2.00	True	2	0.0000001	0.00	381.15	
2.45	True	4	0.0002608	701.59	381.15	
3.00	True	2	0.0003689	700.34	407.43	
4.00	True	2	0.0005950	694.37	433.72	
5.00	True	2	0.0006373	689.11	460.01	
5.19	True	4	0.0003324	0.00	460.01	
6.00	True	2	0.0000001	0.00	486.29	
6.83	True	4	0.0004336	721.41	486.29	
7.00	True	2	0.0003660	724.33	512.58	
8.00	True	2	0.0006752	720.49	538.86	
9.00	True	2	0.0001061	713.52	538.86	
10.00	True	2	0.0003751	702.69	512.58	
10.88	True	4	0.0004005	0.00	512.58	
11.00	True	2	0.0000001	0.00	486.29	
12.00	True	2	0.0000000	0.00	460.01	

- 2) Sulge dialoog *Calculation Summary* ning vaata mõningaid tulemusi.
- 3) Hoia all *SHIFT* klahvi ning vali sõlmed *J-1*, *J-3* ning *J-9* ning tee parem klikk, seejärel vali *Graph*.
- 4) Vali aknas *Graph Series Options*, sektsioonis *Results > Pressure*, et vaadata nende kolme sõlme vabasurveid.



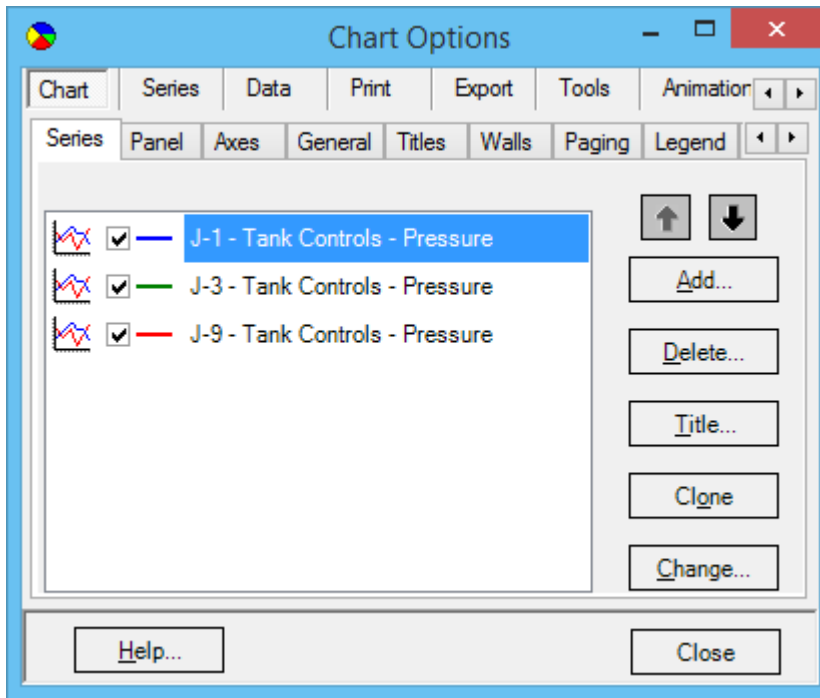
- 5) Kliki OK, et kuvada graafik.



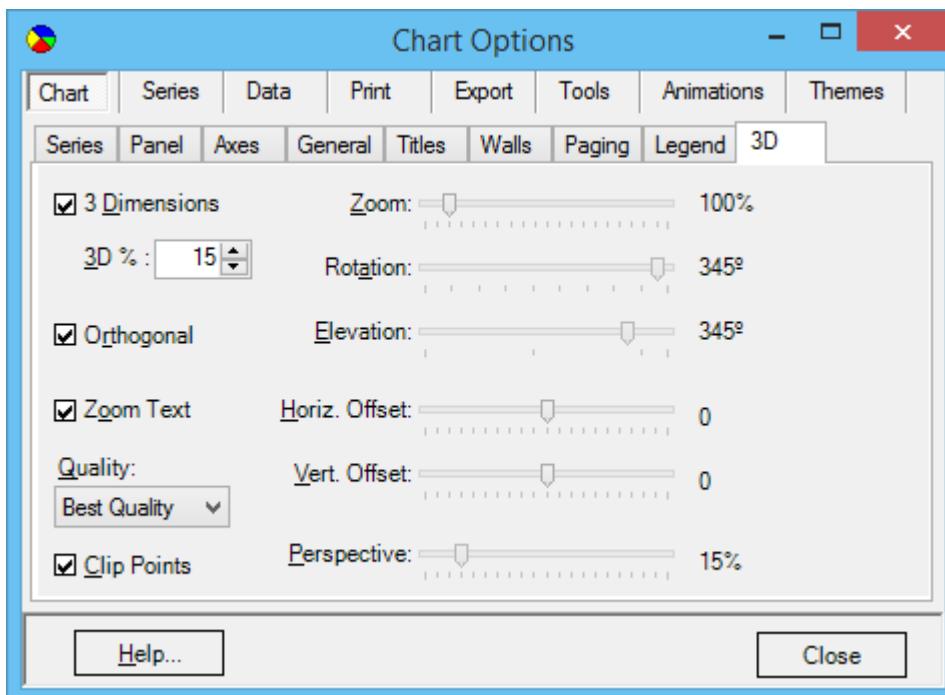
- 6) Kliki nupul *Add to Graph Manager*, et salvestada graafik. Kui küsitakse graafiku nimetust, sisesta **Pressure Comparison J-1, J-3, and J-9**.

- 7) Kontrolli, et sõlmed oleksid kasvavas järjekorras. Selleks kasutada *Up* ja *Down* nuppu, et järjekorda muuta (vaata pilti).

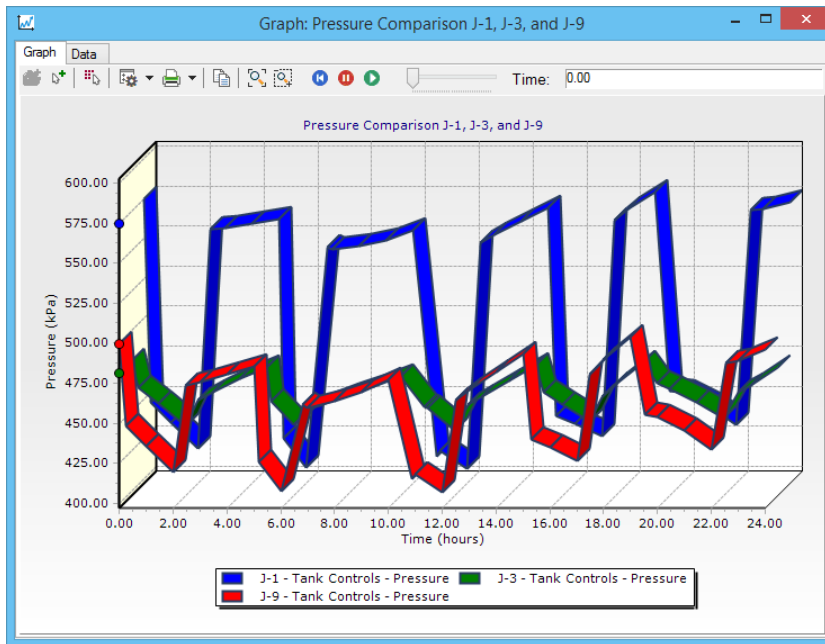




- 8) Graafiku esituse muutmiseks kliki *Chart Settings* nupul, vali paan *3D* ning kliki kastis *3 Dimensions*, et muuta graafik 3D graafikuks.



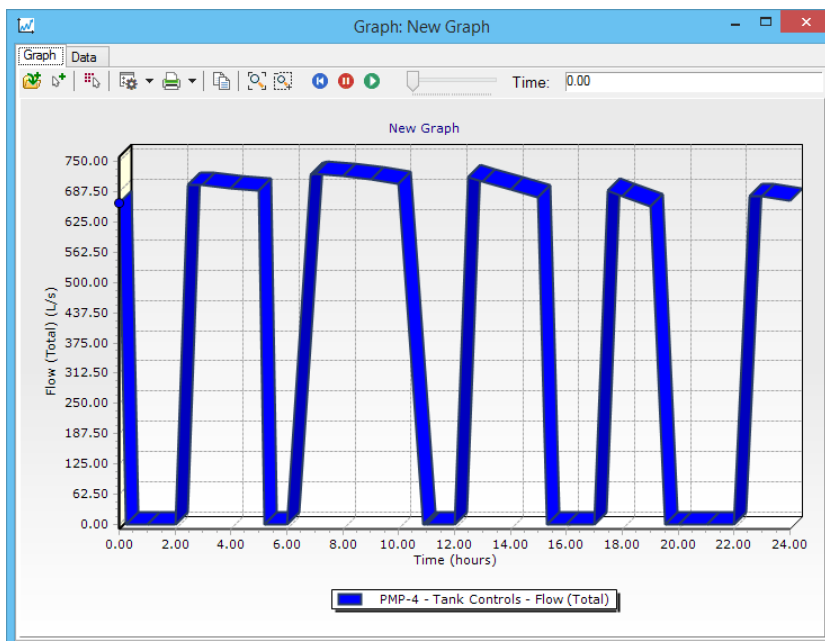
- 9) Kliki *Close*, et vaadata graafikut.



10) Sulge graafik ning vali element *PMP-4*.

11) Parem klikk ning vali *Graph*, vali seejärel *Flow (Total)* graafiku atribuudiks. Muuda graafik 3D esituseks (vaata ülal toodud samme).

**Märkus:** Võid valida ka *Flow (Absolute)* parameetri.



12) Kliki nupul *Add to Graph Manager*, et salvestada graafik. Kui küsitakse graafiku nimetust, siis sisesta **Pump PMP-4 Flow**. Seejärel sulge graafik.

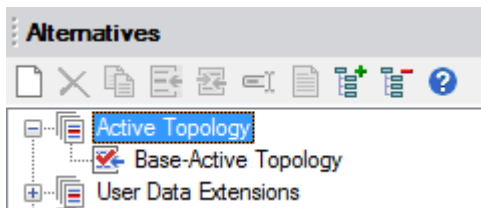
13) Täida selle materjali lõpus olev tabeli veerg *Mahutiga*. Tulemused leiad graafikutelt või tabelitest.

**Märkus:** Ära vasta hetkel veel energieetikat puudutavatele küsimustele. Seda vaadatakse siis kui kõik stsenaariumid on juba üles seatud.

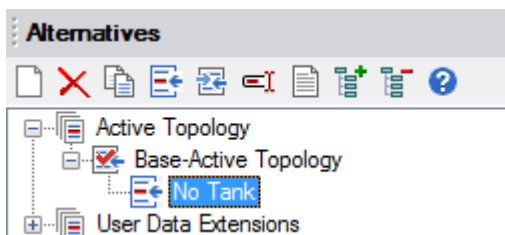
## Stsenaarium 2: Pump + mahuti

Järgmised kaks stsenaariumit käsitlevad juhtumeid, kus mahuti ei osale töös. Selle ülesseadmiseks (et mitte kaotada juba tehtud tööd), pead sa looma kaks erinevat alternatiivset topoloogiat – teisisõnu hetkel on vaja luua alternatiiv mahutita T-1 ning toruta P-16.

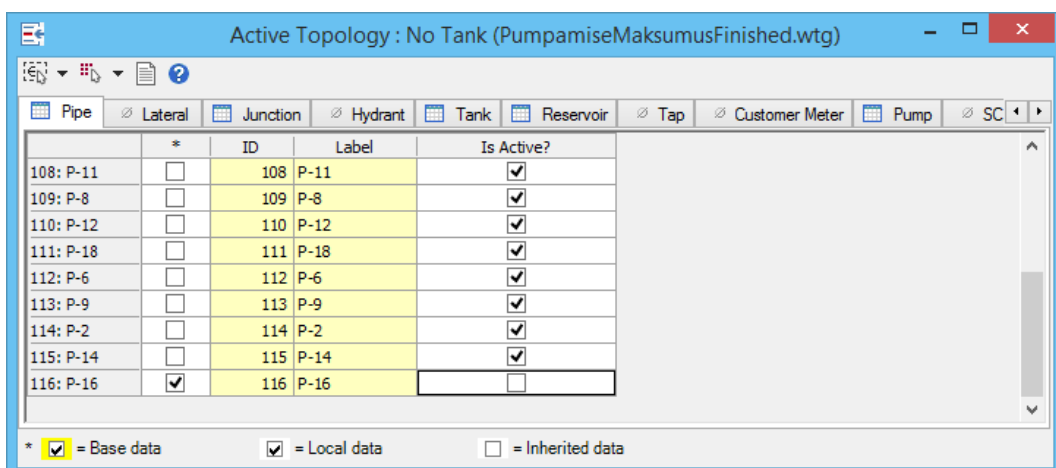
- 1) T-1 ning P-16 mitteaktiivseks tegemiseks vali menüüst *Analysis > Alternatives* ning laienda sektsiooni *Active Topology*.



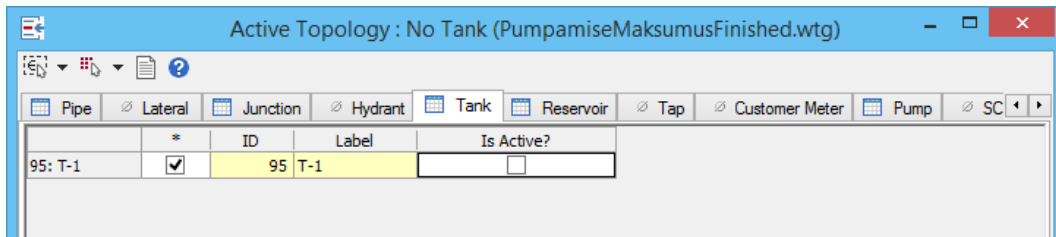
- 2) Vali *Base-Active Topology*, tee klikk nupul *New*, et lisada uus alam alternatiiv. Nimeta see kui: **No Tank**



- 3) Tee topelt-klikk selle redigeerimiseks. Paanil *Pipe*, võta ära linnuke P-16 eest.



- 4) Paanil *Tank* võta ära linnuke vastavast kastist T-1.



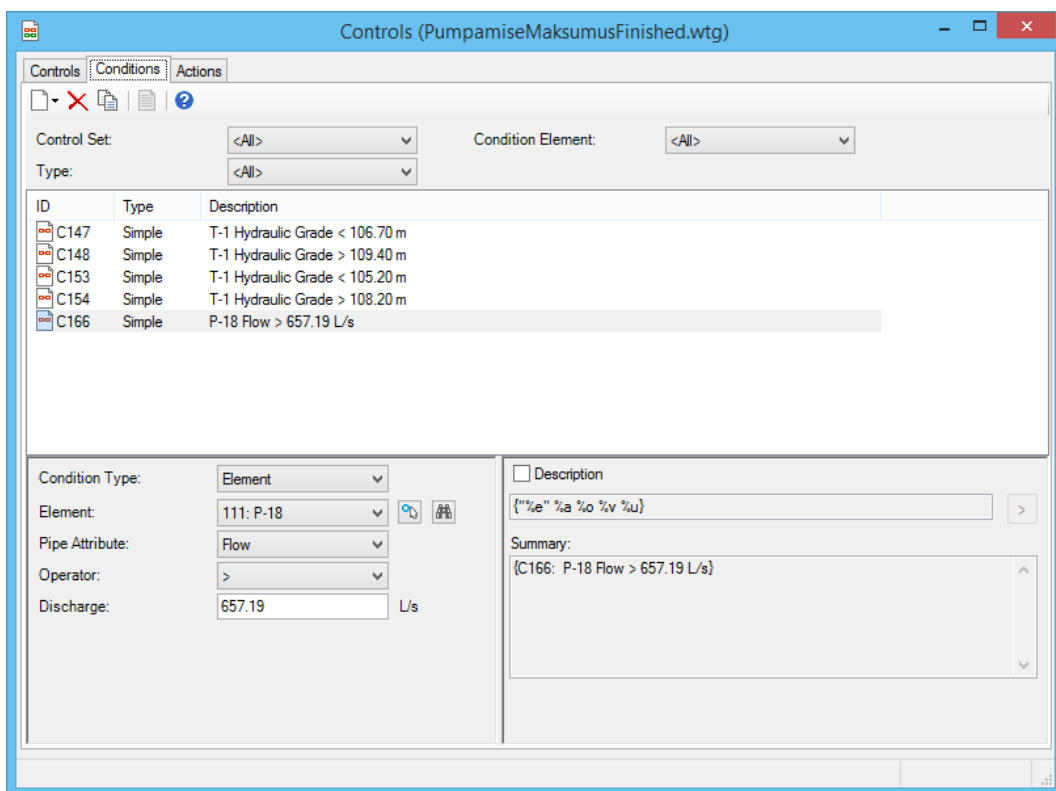
5) Sulge dialoog. Sellega oled uue topoloogilise alternatiivi loonud.

Järgnevalt pead looma uued loogilised pumba seaded. PMP-4 töötab nüüd alati, kuna mahutit enam ju eksisteeri. Suurematel vooluhulkadel on võibolla vaja sisse lülitada ka pump PMP-5. Selle seade defineerime nii, et kui vooluhulk torus *P-18* on suurem kui 657.19 l/s, siis pump PMP-5 lülitab end sisse.

6) Vali riba pealt: *Components > Controls*. Vali paan *Condition*. Lisa uus *Simple* tüüpi tingimus, mis ütleks järgmist: *IF (P-18 Flow > 657.19 l/s)*.

7) Sea parameetrid alljärgneva pildi kohaselt:

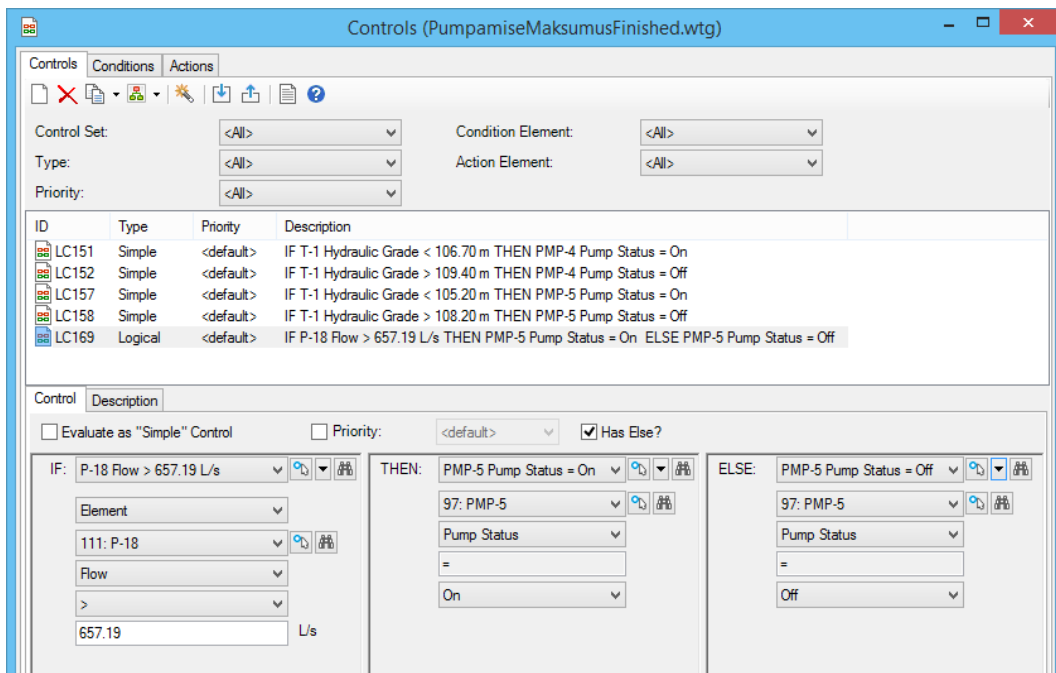
- *Condition Type: Element*
- *Element: P-18*
- *Pipe Attribute: Flow*
- *Operator: >*
- *Discharge: 657.19 l/s*



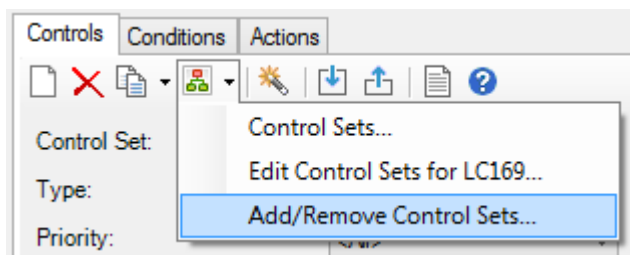
8) Kuna sa juba oled defineerinud tegevused (PMP-5 = On) ning (PMP-5 = Off), siis ei pea sa neid uuesti looma. Võid kohe minna paanile *Controls* ning lisada uue seade:

IF (P-18 Discharge > 657.19 l/s) THEN (PMP-5 = On) ELSE (PMP-5 = Off).

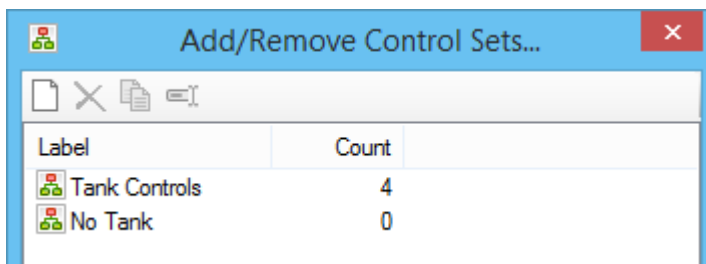
**Märkus:** Vajadusel kasuta *Find Condition* hüpikut.



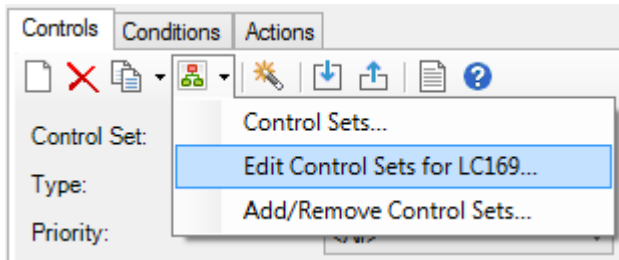
9) Nüüd vali *Add/Remove Control Sets*.



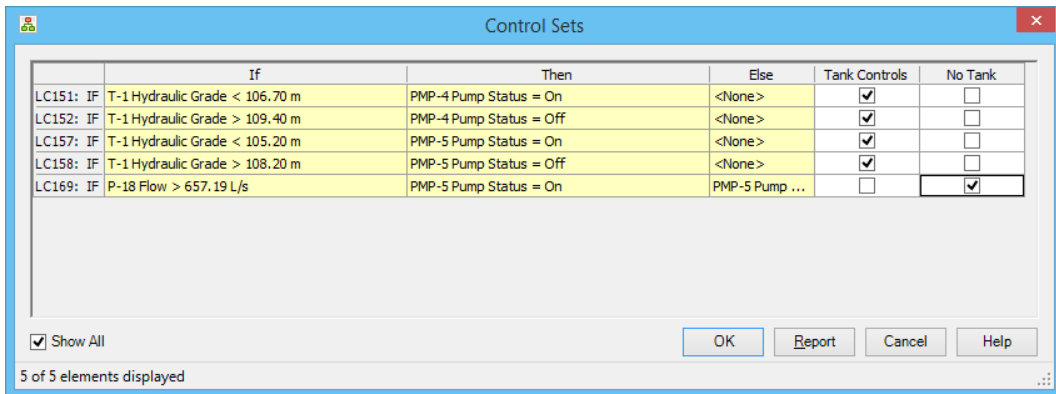
10) Kliki *New*. Nimeta see kui **No Tank**.



11) Sulge dialog. Ava nüüd *Edit Control Sets for...*



12) *No Tank* osas vali ainult viimati tehtud seade.

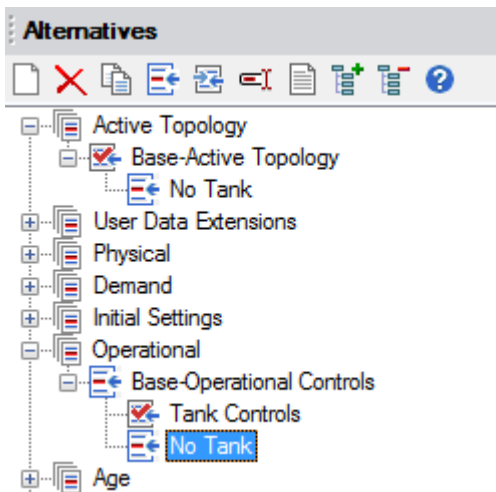


13) Sulge dialoog, klikkides OK.

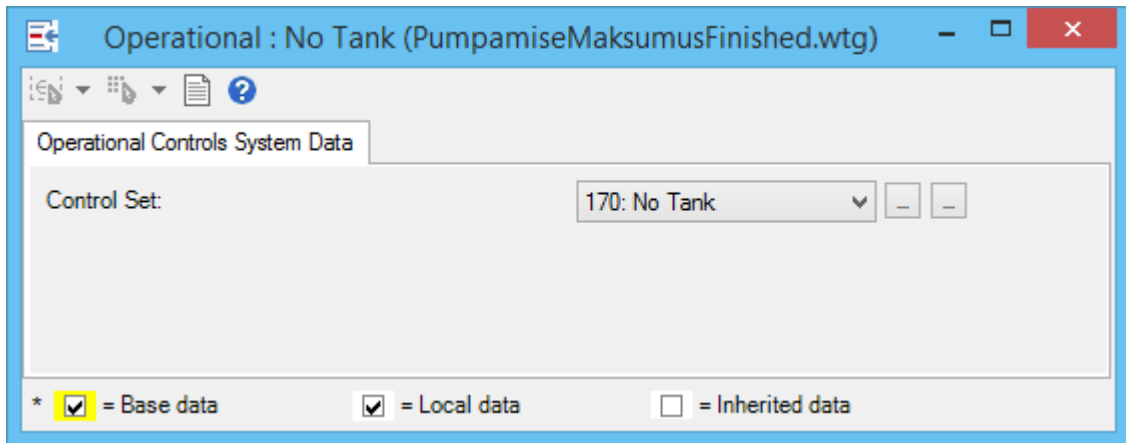
14) Sulge *Controls* dialoog.

15) Vali riba pealt: *Analysis > Alternatives*.

16) Laienda sektsiooni *Operational > Base-Operational Controls*. Seejärel kliki *New*, et lisada uus alam alternatiiv. Nimeta see ümber kui **No Tank**. Tee topelt-kliki selle peal, et seda redigeerida.



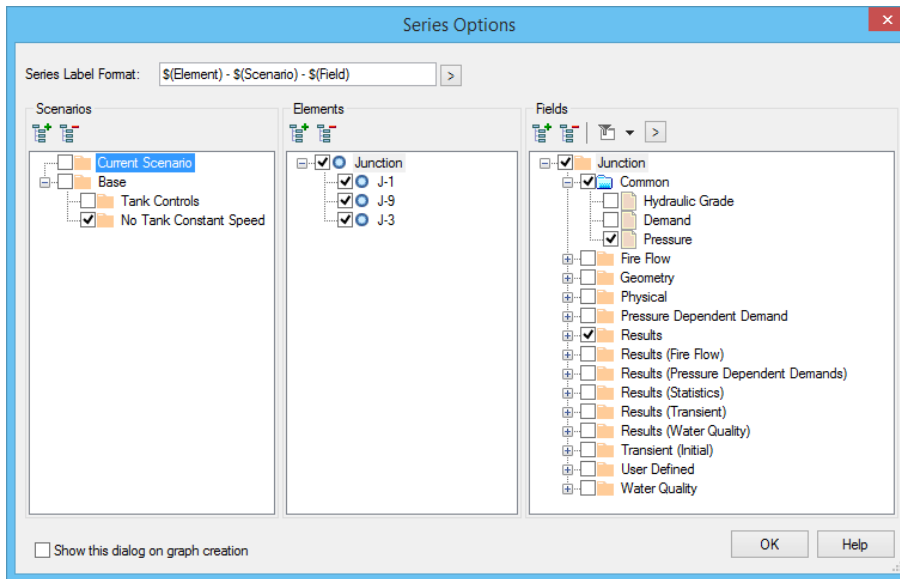
17) Vali: *Control Set: No Tank*.



- 18) Sulge alternatiivide aken ning lisa nüüd need muudatused ka uude stsenaariumisse.
- 19) Vali riba pealt: *Analysis > Scenarios*. Vali *Base*. Kliki *New* ning seejärel vali *Child Scenario* nimeta see kui *No Tank Constant Speed*.
- 20) Tee äsja loodud stsenaariumil topelt-klikk ning muuda ära järgmised alternatiivid:
- *Active Topology = No Tank*
  - *Operational Alternative = No Tank*.
  - *Steady State/EPS Solver Calculation Options = 24-Hour EPS*

Alternatives	
Active Topology	165: No Tank
Physical	<I> 24: Base-Physical
Demand	<I> 25: Average Daily-Current
Initial Settings	<I> 26: Base-Initial Settings
Operational	171: No Tank
Age	<I> 28: Default-Age Scenario
Constituent	<I> 29: Default-Constituent
Trace	<I> 30: Default-Trace Scenario
Fire Flow	<I> 31: Base-Fire Flow
Energy Cost	<I> 32: Base-Energy Cost
Transient	<I> 139: Transient - 1
Pressure Dependent Demand	<I> 33: Base Pressure Dependent
Failure History	<I> 141: Base Failure History
SCADA	<I> 144: Base SCADA
User Data Extensions	<I> 34: Base-User Data
Calculation Options	
Steady State/EPS Solver Calc	146: 24-Hour EPS
Transient Solver Calculation	<I> 134: Base

- 21) Arvuta stsenaarium ning kontrolli, et arvutustulemustes ei esitata veateateid.
- 22) Sulge dialoog *Scenario* ning vali riba pealt: *View > Graphs*.
- 23) Ava graafik nimetusega *Pressure Comparison J-1, J-3, and J-9*. Kliki nupul *Graph Series Options* ning vali *No Tank Constant Speed* stsenaarium (võta linnuke ära *Tank Controls* stsenaariumilt).



Täida ära materjali lõpus esitatud tabelid, et vastata seda stsenaariumit puudutavatele küsimustele.

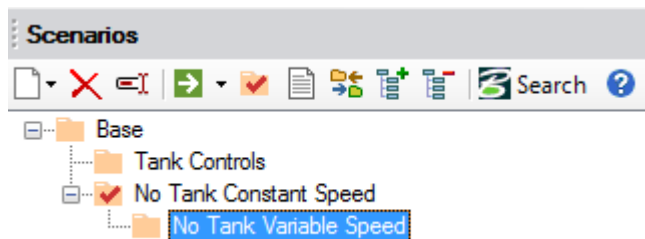


### Stsenaarium 3: Pöörete arvuga pump

Sagedusmuunduriga pumba stsenaarium kasutab sama topoloogiat ning loogilisi seadeid, mis ka konstantse kiirusega pump. Seega saad sa luua sellest stsenaariumist alam-stsenaariumi. Ainus muudatus, mis kahte stsenaariumit eristab, on see, et PMP-4 on nüüd pöörete arvu reguleerimisega.

Esmalt muuda PMP-4 ära kui sagedusmuunduriga pump. Selleks lood sa uue füüsilise alternatiivi nimetusega *Variable Speed*.

- 1) Riba pealt: *Analysis > Alternatives* ning laienda sektsiooni *Physical Alternatives*. Lisa uus *Base-Physical* alternatiiv ning nimeta see kui *Variable Speed* (rohkem muudatusi ära selle akna kaudu tee). Sulge vajadusel *Alternatives* dialoog.
- 2) Menüüst *Analysis > Scenarios* ning loo alam-stsenaarium *No Tank Constant Speed* alla nimetusega *No Tank Variable Speed*.



- 3) Tee topelt-kliki äsja loodud stsenaariumil ning muuda füüsikaline alternatiiv kui *Variable Speed* ning sulge dialoog.

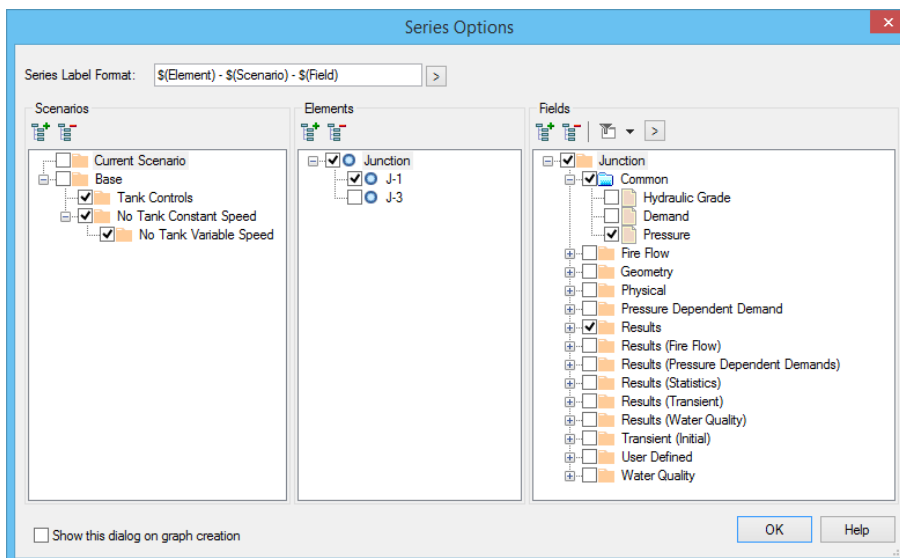
Alternatives	
Active Topology	< > 165: No Tank
Physical	173: Variable Speed
Demand	< > 25: Average Daily-Current
Initial Settings	< > 26: Base-Initial Settings

- 4) Paremi klikki stsenaariumil *No Tank Variable Speed* ning vali *Make Current*.
- 5) Tee topelt-kliki elemendil *PMP-4*, et vaadata selle parameetreid.
- 6) Aktiveeri väli *Is Variable Speed Pump?* Seejärel vali:

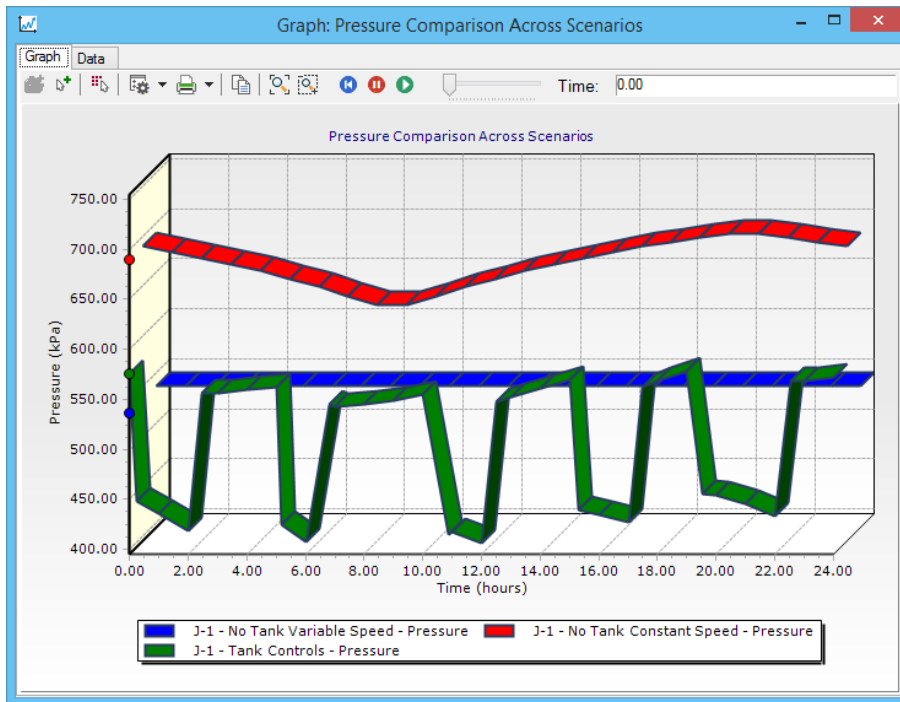
- *VSP Type: Target Head*
- *Control Node: J-1*
- *Hydraulic Grade (Target): 115.8*
- *Relative Speed Factor (Maximum): 1.0*

Physical	
Elevation (m)	54.86
Installation Year	0
Zone	<None>
Pump Definition	39: Pump Definition - 3 (PMP-4)
Pump Station	<None>
Is Variable Speed Pump?	True
VSP Type	Target Head
Control Node	83: J-1
Target Head Type	Hydraulic Grade
Hydraulic Grade (Target) (m)	115.80
Relative Speed Factor (Maxin)	1.000
Control Node on Suction Side	False

- 7) Arvuta stsenaarium (*Analysis > Compute*).
- 8) Selleks, et näha, kuidas pumba töö mõjutab rõhkusid, vaata sõlmede J-1 ning J-3 rõhkusid kõikide stsenaariumite korral (samal graafikul).
- 9) Hoida all SHIFT klahvi ning vali mõlemad sõlmed, parem klikk ning vali *Graph*.
- 10) Dialoogis *Graph Series Options* vali *Tank Controls, No Tank Constant Speed, No Tank Variable Speed* stsenaariumid. Vali *J-1* kui element, mida graafikul esitada ning parameetrina vaata *Pressure* välja.



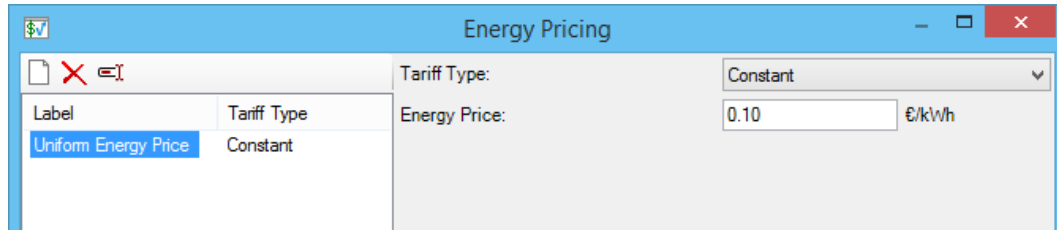
- 11) Kliki *Add Graph to Graph Manager* nupul ning anna graafikule nimetus (nt *Pressure Comparison Across Scenarios*).



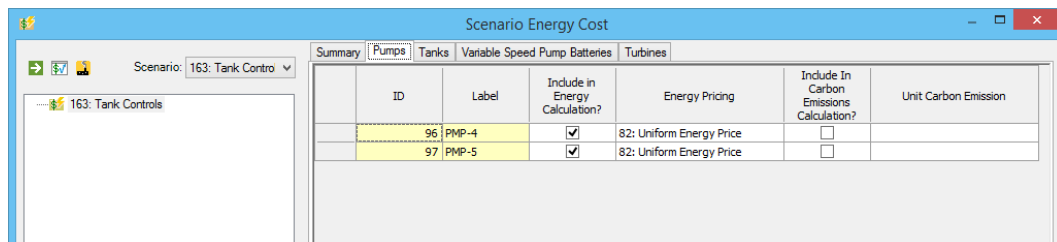
12) Täida materjali lõpus olevad tabelid. Kliki nupul *Graph Series Options* ning vaata tulemusi *J-3* sõlme kohta.

## Energia maksumus

- 1) Riba pealt: *Analysis > Energy Cost > Scenario Energy Cost*.
- 2) Kliki *Energy Pricing* nupul ning redigeeri *Energy Pricing – 1* rida.
- 3) Nimeta see kui **Uniform Energy Price**
- 4) *Tariff Type = Constant*
- 5) *Energy Price = 0.10 €/kWh*. Tarbimise põhist maksumust ei arvesta.



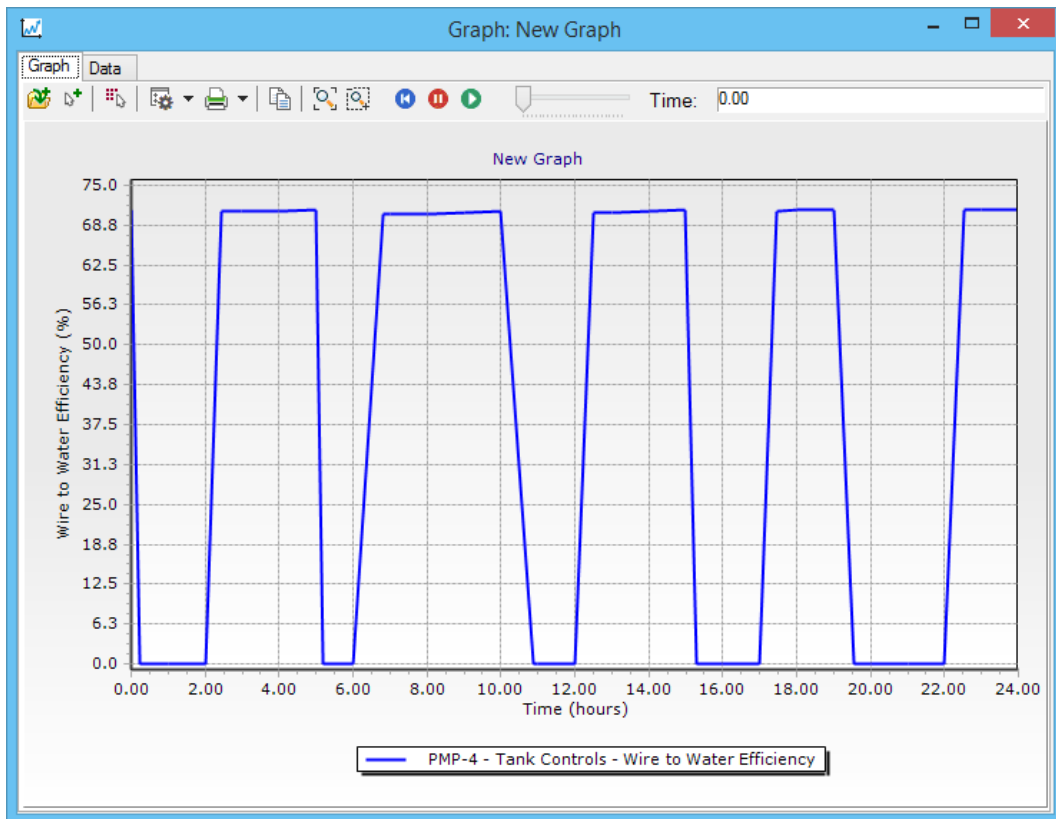
- 6) Kliki *Close* nupul, et sulgeda dialoog *Energy Pricing*.
- 7) Jätka dialoogis *Scenario Energy Cost* ning vali stsenaarium *Tank Controls*.
- 8) Lisa **PMP-4** ning **PMP-5** energeetika arvutustesse ning seo neile veerus *Energy Pricing > Uniform Energy Price*.



- 9) Kliki nupul *Compute* ning arvuta päevane pumpamise energia kulu.
- 10) Vaata energia maksumust ning infot pumba/mahuti kohta.
- 11) Nüüd vali stsenaarium **No Tank Constant Speed** ning arvuta ka see läbi.
- 12) Nüüd tee seda sama ka **No Tank Variable Speed**.
- 13) Kui oled lõpetanud, siis välju dialoogist *Scenario Energy Cost*.

Kaablit veele efektiivsuse vaatamine

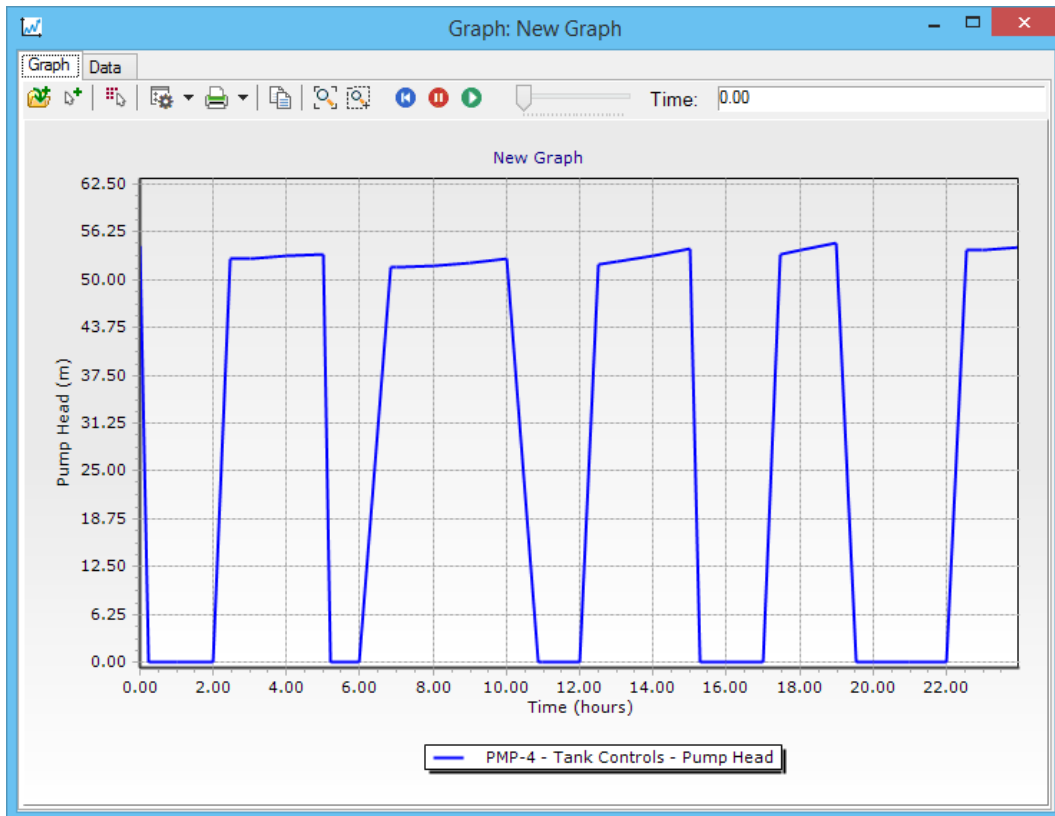
- 1) Loo uus graafik PMP-4 osas.
- 2) Dialogis *Graph Series Options* vali stsenaariumiks **Tank Controls** ning väljadena vali **Results (Energy Costs) > Wire to Water Efficiency**.
- 3) Kliki OK, et vaadata graafikut.



- 4) Vaata graafikut ning ka paani *Data*.
- 5) Märgi üles efektiivsuse vahemikud materjali lõpus olevatesse tabelitesse.

**Märkus:** Ära kasuta miinimum efektiivsusena olukorda, kui pump on välja lülitatud.

- 6) Muuda graafiku esitust, et vaadata nüüd *Pump Head*, kirjuta üles pumba maksimaalne ning minimaalne tõstekõrgus.



**Märkus:** Märki üles need minimaalsed ning maksimaalsed väärtused, kui pump töötab.

- 7) Kasutades samasid graafikute töövahendeid, märki üles ka teiste stsenaariumite efektiivsused ning pumba tõstekõrgused.
- 8) Sa võid kasutada ka olemasolevat graafikut ning muuta lihtsalt ära stsenaarium. Aga võid luua ka omaette graafikud.

**Märkus:** Stsenaariumite omavaheliseks võrdlemiseks saad info lisada ka ühele ja samale graafikule.

## Tulemused

Kasutades graafikuid ning tabeleid täida ära alljärgnevad tulemuste tabelid ligikaudsete väärtustega. Ära kirjuta tabelitesse väärtuseid, mis on saadud alghetkel. Esimene tabel täida peale EPS simulatsiooni.

Parameeter	Mahutiga	Konstantne pumpamine	Sagedusmuunduriga pump
Max vabasurve J-1 (mH2O)			
Min vabasurve J-1 (mH2O)			
Max vabasurve J-3 (mH2O)			
Min vabasurve J-3 (mH2O)			

Peale energeetikat puudutavaid arvutusi täida ära alljärgnev tabel.

Parameeter	Mahutiga	Konstantne pumpamine	Sagedusmuunduriga pump
Max W-to-W Efficiency PMP-4 (%)			
Min W-to-W Efficiency PMP-4 (%)			
Max täissurve PMP-4 (mH2O)			
Min täissurve PMP-4 (mH2O)			
Päevane energiakulu (€)			

## Näite küsimused

1. Mahutiga süsteemis, miks muutub rõhk sõlmes J-1 rohkem kui J-3?
2. Sagedusmuunduriga süsteemis, miks muutub rõhk sõlmes J-3 rohkem kui J-1?
3. Mahutiga süsteemis, mitu korda pump päeva jooksul käivitub? Kas seda on palju?
4. Kas antud süsteemis on pumbad piisava võimsusega?
5. Milline stsenaarium omab madalamaid kulutusi energiale. Milline aga oleks väiksemate jooksvate kuludega?
6. Miks on energiakasutus kõige suurem just konstantse pumpamise korral? Mida teiste stsenaariumite juures tehti, et vähendada kulutusi.
7. Mis oli sagedusmuunduriga pumba suhteliste kiiruste vahemik? Kui järgitava sõlme rõhku tõsta, kuidas võiks kiirus muutuda?



## Vastused

Parameeter	Mahutiga	Konstantne pumpamine	Sagedusmuunduriga pump
Max vabasurve J-1 (mH2O)	59	72	55
Min vabasurve J-1 (mH2O)	41	64	55
Max vabasurve J-3 (mH2O)	49	71	54
Min vabasurve J-3 (mH2O)	45	60	50

Peale energeetikat puudutavaid arvutusi täida ära alljärgnev tabel.

Parameeter	Mahutiga	Konstantne pumpamine	Sagedusmuunduriga pump
Max W-to-W Efficiency PMP-4 (%)	71.2	68.9	70.3
Min W-to-W Efficiency PMP-4 (%)	70.5	43.9	48.8
Max täissurve PMP-4 (mH2O)	54.9	65.9	50.0
Min täissurve PMP-4 (mH2O)	51.6	59.6	49.1
Päevane energiakulu (€)	691	986	730

## Näite vastused

### 1. Mahutiga süsteemis, miks muutub rõhk sõlmes J-1 rohkem kui J-3?

Mahuti püüab vabasurvet konstantsena hoida. Pumba sisse/välja lülitus mõjutab sõlme J-1 asukoha tõttu rohkem.

### 2. Sagedusmuunduriga süsteemis, miks muutub rõhk sõlmes J-3 rohkem kui J-1?

Rõhku hoitakse sõlmes J-1 konstantsena.

### 3. Mahutiga süsteemis, mitu korda pump päeva jooksul käivitub? Kas seda on palju?

5, ei ole ülemäära.

### 4. Kas antud süsteemis on pumbad piisava võimsusega?

Jah, pumbad lülitavad end välja või töötavad mitte täispöoretel.

### 5. Milline stsenaarium omab madalamaid kulutusi energiale. Milline aga oleks väiksemate jooksvate kuludega?

Mahutiga süsteem omab väiksemat energiakulu, samas sagedusmuunduriga pump omab väiksemaid jooksvaid kulutusi. Pumba sagedusmuunduri maksumust tuleb võrrelda mahuti maksumusega ning lisaks tuleb analüüsida mõlema pluse ja miinuseid.

### 6. Miks on energiakasutus kõige suurem just konstantse pumpamise korral? Mida teiste stsenaariumite juures tehti, et vähendada kulutusi.

Konstantse kiirusega pump ei saa end välja lülitada, kui puudub mahuti või pöörete arvu maha võtta, kuna puudub ka sagedusmuundur.

### 7. Mis oli sagedusmuunduriga pumba suhteliste kiiruste vahemik? Kui järgitava sõlme rõhku tõsta, kuidas võiks kiirus muutuda?

Vahemik on 0.87 – 0.92. Kiirus kasvab kui tõstekõrgus suureneb.