

## Pumba valik (WaterGEMS)

### Ülesande püstitus

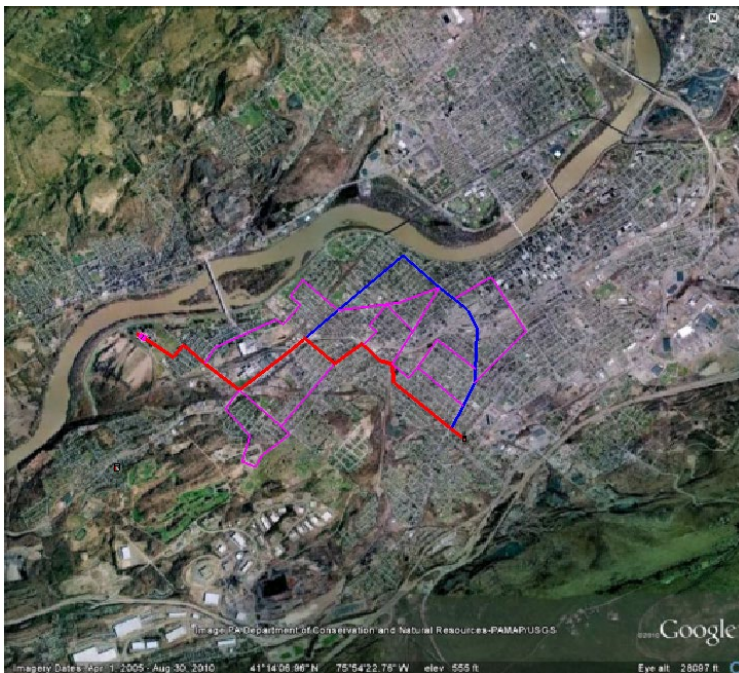
Selles näites kasutate sa *WaterGEMS* töövahendeid, et analüüsida pumba valikuga seotud tööprintsipe ning energiakulu. Seejärel lood sa alternatiivse pumpade valiku, et uurida, kas algset lahendit on võimalik veelgi parandada. Selle näite läbimiseks peaksid sa eelnevalt tutvuma stsenaariumite mõistega, lisaks peaksid oskama defineerida pumba graafikut ja pumpade seadeid. Arvutused teostatakse dünaamilistena (*EPS, Extended Period Simulation*). Selle näite jooksul räägitakse muuhulgas ka süsteemi karakteristikutest, stsenaariumite võrdlusest, seadete gruppidest, energiaarvutustest ning pumba erinevate seadistuste analüüsist.

Peale selle näite läbimist oskad sa:

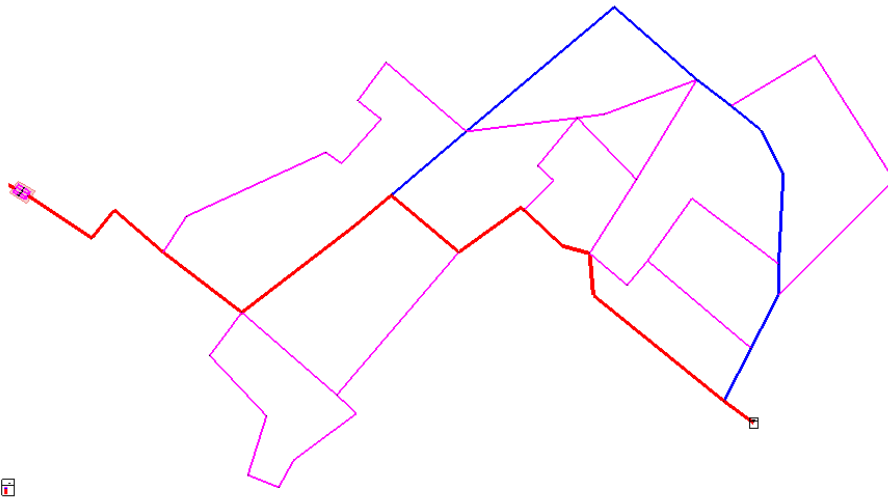
- Analüüsida pumba valikust lähtuvalt nende tööd ning energiakulu
- Looma ning analüüsida pumba graafikute kombinatsioone

Ava fail: *PumbaValik.wtg*.

Mudel peaks välja nägema alljärgneva pildi kohane:

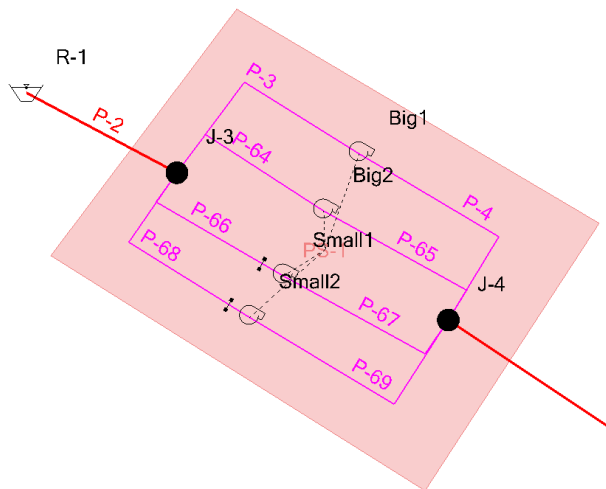


Vali riba pealt: *View > Backgrounds* ning lülita taustapilt *WBBackground* välja nii, et näeksid mudelit selgemalt.



Tegemist on skeletoniseeritud (lihtsustatud) mudeliga ühest linnavõrgust. Mudel sisaldab torusid läbimõõduga 300mm ja suuremad. Võrk omab ühte pumplat ning ühte mahutit. Pumplas on hetkel pumpade paar nimetustega *Small1* ning *Small2*. Uued pumbad lisatakse, et arvestada eeldatava tarbimise kasvuga.

- Vali riba pealt: *View > Named Views > PumpStation*, et suurendada pumplani, mis asub võrgu lääne osas. Pumpla näeb hetkel välja alljärgnev:

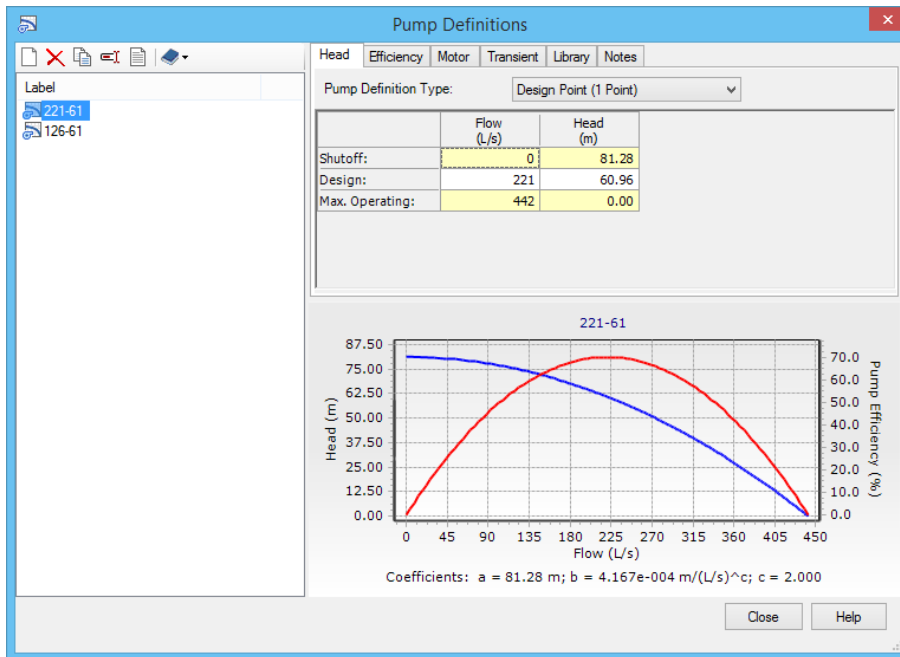


Süsteemi tarbimised muutuvad väga laiades vahemikes, sõltuvalt aastaajast. Näiteks talveperioodil on tarbimine 126.2 l/s, suvel 252.4 l/s ning maksimaalne päevatarbimine 315.5 l/s. Eeldatakse, et olemasolevad väikesed (*Small*) pumbad töötavad talveperioodil ning uued, suuremad (*Big*) pumbad suveperioodil.

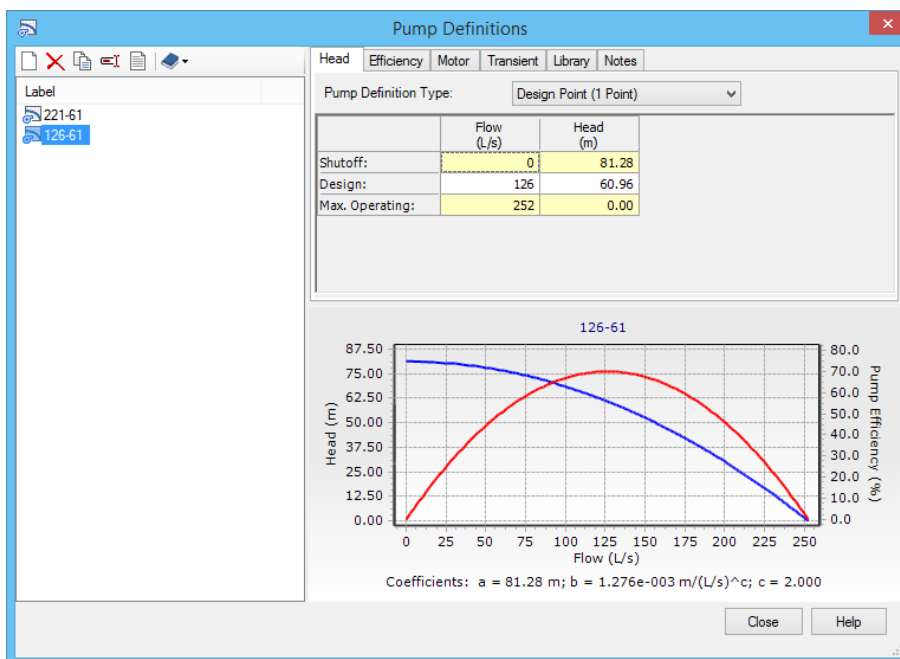
- Pumba graafikute vaatamiseks vali riba pealt: *Components > Pump Definitions*.

Suuremad pumbad omavad tööpunkti 221 l/s ning 60.9 m tõstekõrgust.

- Vali 221-61 ning vaata pumba karakteristikut ning efektiivsuse kõverat (me eeldame, et tegemist on kogu efektiivsuse: kaablilt – veele, mistõttu mootori efektiivsust me siinjuures eraldi ei vaata).

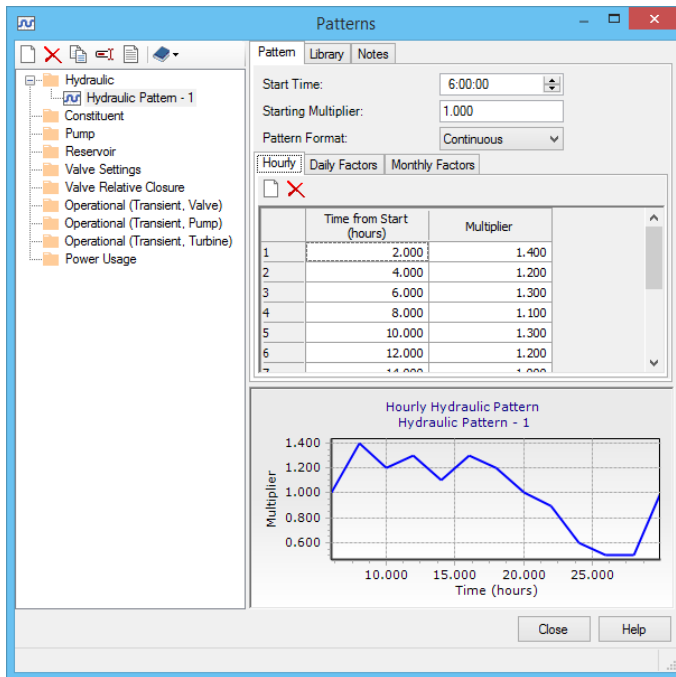


- Vali 126-61 ning vaata väiksemate pumpade kõveraid.



Tarbimise graafik on kõikidel tingimustel ühe ja samasugune.

- Vali riba pealt: *Components > Patterns > Hydraulic Pattern-1*, et vaadata graafikut, mis on ülles seatud.

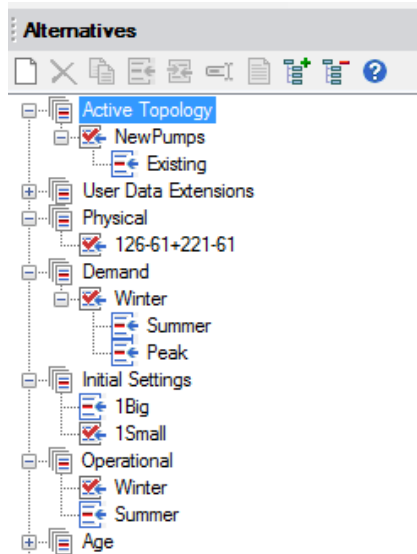


- Kliki *Close* peale graafiku vaatamist.

## Mudeli ülevaade

- Vali riba pealt: *Analysis > Alternatives*.

Kuvatakse alternatiivid, mis on hetkel üles seatud:



Järgmised alternatiivid on üles seatud:

### *Active Topology*

- *Existing* – vaid kaks väiksemat pumpa
- *New Pumps* – 2 väiksemat pumpa + 2 suuremat pumpa

### *Physical*

- Kaks 126.2 l/s, 61m ning kaks 220.8 l/s, 61m pumpa

### *Demand*

- *Winter* – 0.127 m<sup>3</sup>/s
- *Summer* – 0.259 m<sup>3</sup>/s
- *Peak* – 0.320 m<sup>3</sup>/s

### *Initial Settings*

- *1Big* – üks suur pump algselt aktiivne
- *1Small* – üks väike pump algselt aktiivne

### *Operational*

- *Winter* – kahe väiksema pumba valik
- *Summer* – kahe suurema pumba valik

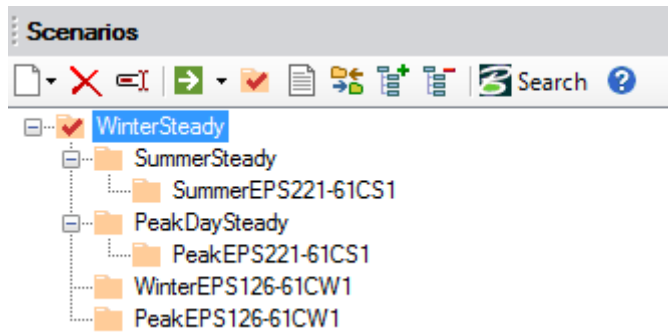
### *Calculation Options*

- *Steady* – statsionaarne arvutus
- *EPS24* – 24h dünaamiline arvutus

Lisaks on üles seatud ka mõned stsenaariumid. Nimetused on seatud järgmistel põhimõtetel:

*TarbimisRežiim - Pumbad – Opereerimine (C) Suvi (S) Talv (W)*

Seega, *SummerEPS221-61CS1* tähendab suve tarbimisi, EPS arvutust, suurte pumpade kasutust ning suve lähteseadete kasutust (1).



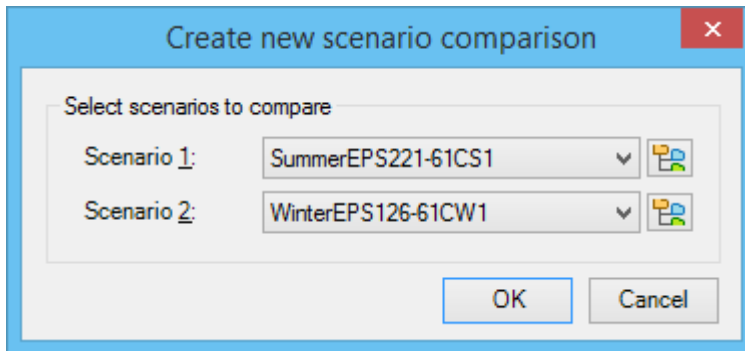
Viska pilk peale ka alternatiividele ning stsenaariumitele, et näha, kuidas need on üles seatud. Lisaks on sul võimalik kasutada stsenaariumite võrdluse töövahendit, et teada saada, mis on erinevate stsenaariumite vahe.

## Stsenaariumite võrdlus

- Vali riba pealt: *Analysis > Scenarios > Scenario Comparison*. Avanevas dialoogis kliki *New* (esimene nupp ülalt). Küsitakse, milliseid stsenaariume soovid võrrelda.

Vali järgmised:

- *Scenario 1: SummerEPS221-61CS1*
- *Scenario2: WinterEPS126-61CW1*

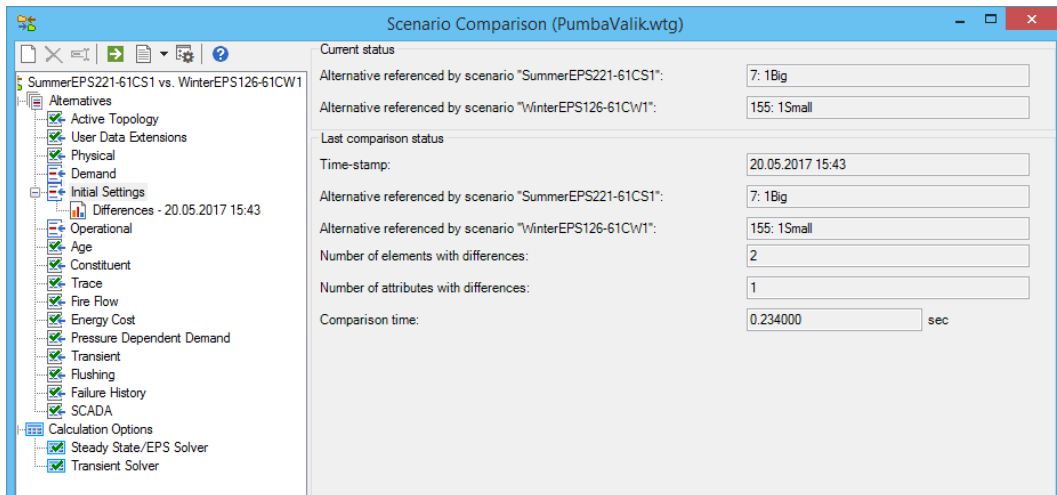


- Kliki OK.

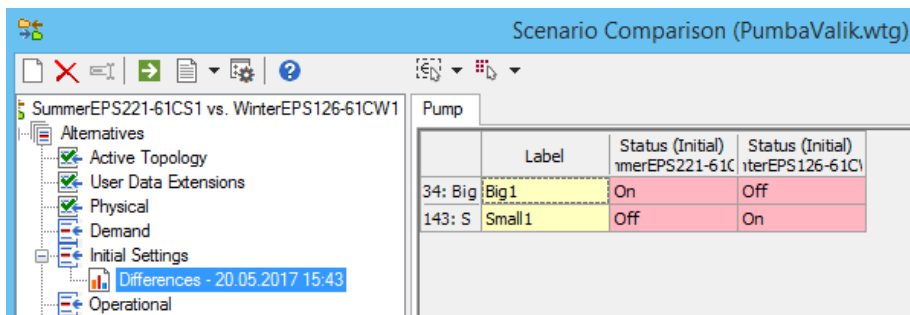
Alternatives	Calculation Options	
Alternatives	SummerEPS221-61CS1	WinterEPS126-61CW1
Active Topology	4: NewPumps	4: NewPumps
User Data Extensions	18: Base Use...	18: Base Use...
Physical	5: 126-61+2...	5: 126-61+2...
Demand	151: Summer	6: Winter
Initial Settings	7: 1Big	155: 1Small
Operational	185: Summer	8: Winter
Age	9: Base Age	9: Base Age
Constituent	10: Base Con...	10: Base Con...
Trace	11: Base Trace	11: Base Trace
Fire Flow	12: Base Fire...	12: Base Fire...
Energy Cost	13: Base Ene...	13: Base Ene...
Pressure Dependent Demand	14: Base Pre...	14: Base Pre...
Transient	15: Base Tra...	15: Base Tra...
Flushing	16: Base Flus...	16: Base Flus...
Failure History	17: Base Fail...	17: Base Fail...
SCADA	197: Base SC...	197: Base SC...

Pane tähele, et kaks stsenaariumit erinevad tarbimiste lõikes, algseadetes ning opereerimise seadetes (*control sets*), samas kasutatakse ühte ja sama topoloogiat ning ka füüsilisi parameetreid (pumba definitsioonid näiteks).

Sul on võimalik veelgi enam uurida erinevusi, klikkides vasakus tulbas näiteks *Initial Settings* ja seejärel kliki *Compute* nupul. Pane tähele, et algseadetes on kaks erinevust.



- Vali rida *Differences*, sektsioonis *Initial Settings* ning pane tähele, et erinevad pumbad on algselt üles seatud igas alternatiivis ning stsenaariumis.



- Sulge dialoog *Scenario Comparison*.



## Olemasoleva süsteemi analüüs

Esmalt viid sa läbi arvutuse, et kontrollida, kas 2 väikest pumpa suudavad tagada maksimaalse päeva tarbimise.

- Vali aktiivseks stsenaariumiks *PeakEPS126-61CW1*, milles vaid väiksemad pumbad on aktiivsed.
- Kliki *Compute*.

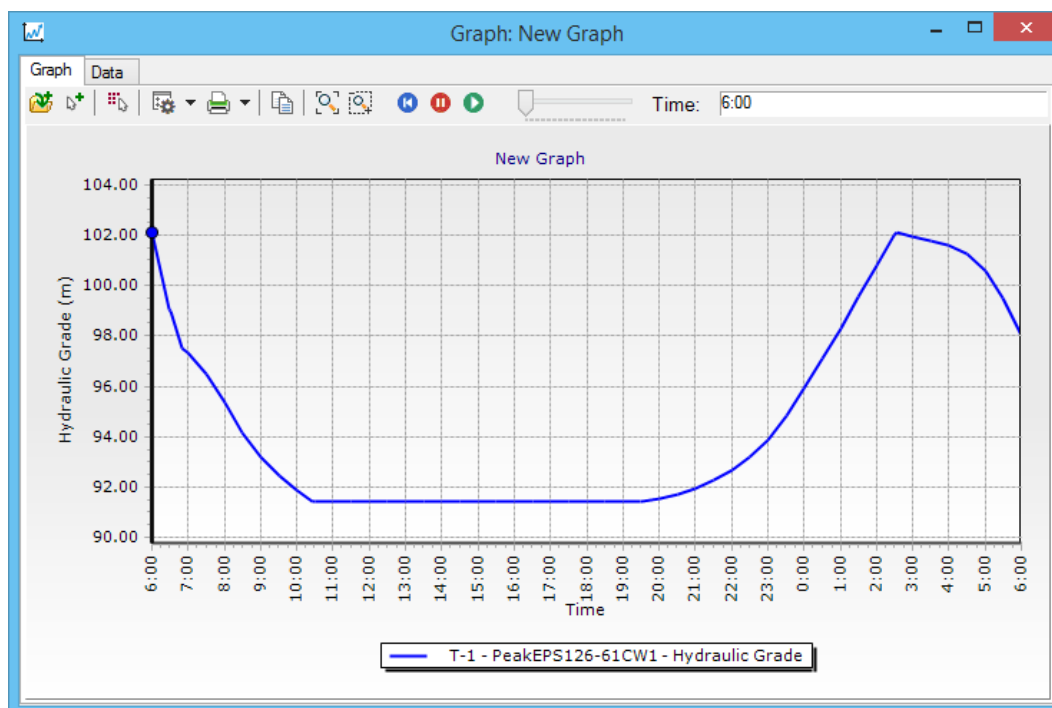
Kui nüüd vaadata dialoogi *User Notifications*, siis ilmneb, et mahuti tühjeneb perioodiliselt.

Message Id	Scenario	Element Type	Element Id	Label	Time (hours)	Message
41890	PeakEPS126-61CW1	(N/A)	-1	(N/A)	0.000	Negative pressures in system at one or more time steps.
40016	PeakEPS126-61CW1	Tank	136	T-1	4.414	Tank T-1 is empty.
40016	PeakEPS126-61CW1	Tank	136	T-1	4.500	Tank T-1 is empty.
40016	PeakEPS126-61CW1	Tank	136	T-1	5.000	Tank T-1 is empty.
40016	PeakEPS126-61CW1	Tank	136	T-1	5.500	Tank T-1 is empty.
40016	PeakEPS126-61CW1	Tank	136	T-1	6.000	Tank T-1 is empty.
40016	PeakEPS126-61CW1	Tank	136	T-1	6.500	Tank T-1 is empty.
40016	PeakEPS126-61CW1	Tank	136	T-1	7.000	Tank T-1 is empty.

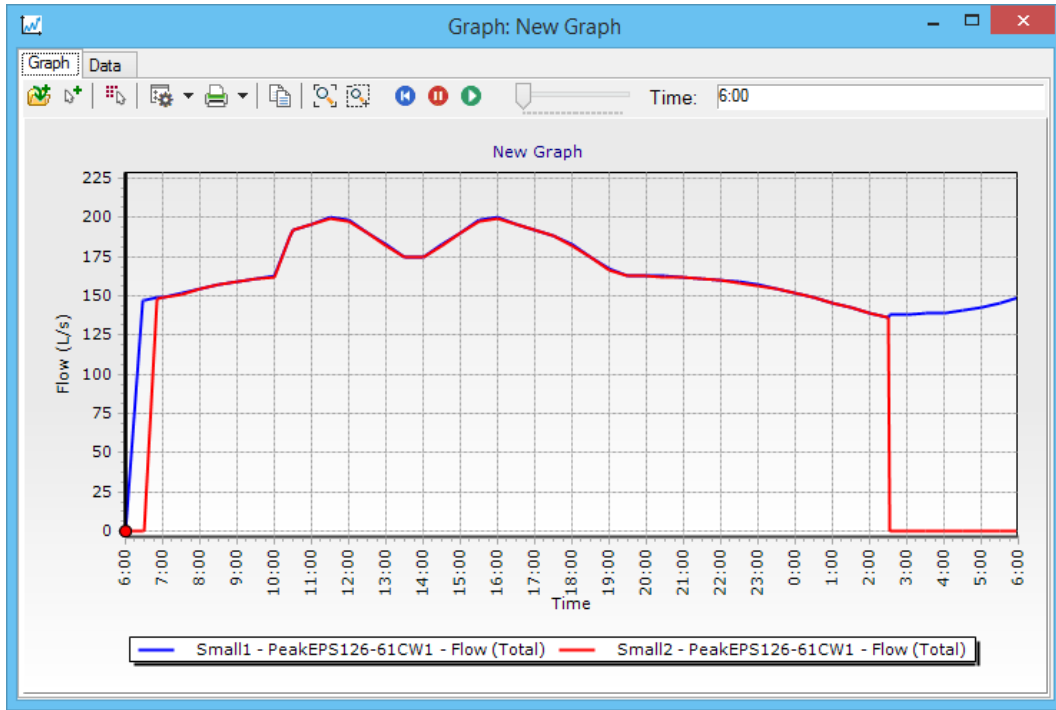
- Sulge dialoog *User Notifications* ning ka *Calculation Summary*.
- Parem klikk mahutil (asub süsteemi ida osas), vali *Graph*.
- Dialoogis *Series Options* vali ainult *Hydraulic Grade*.
- Kliki OK, et näha graafikut.

**Märkus:** Juhul kui sinu graafik näitab x-teljel kuupäeva ning kellaaega, siis saad selle muuta lihtsalt kellaaaja peale. Tee parem klikk alumise telje peal ning vali *Time Properties*. Saad seejärel valida hüpikmenüüst *Date/Time Format* > *Short Time*.

Pane graafikult tähele, et mahuti on tühi suurem osa päevast, see tähendab, et pumbad ei suuda tagada tarbimisi maksimaalsel päeval.



- Sulge mahuti graafik peale selle vaatamist.
- Vali taas riba pealt: *Named Views > PumpStation* (naase pumpla juurde).
- Nägemaks, kuidas pumbad töötavad, vali pump *Small1*, seejärel hoia all *CTRL* klahvi ning vali ka *Small2*, et valida mõlemad pumbad.
- Paremmüük ning vali seejärel: *Graph*.



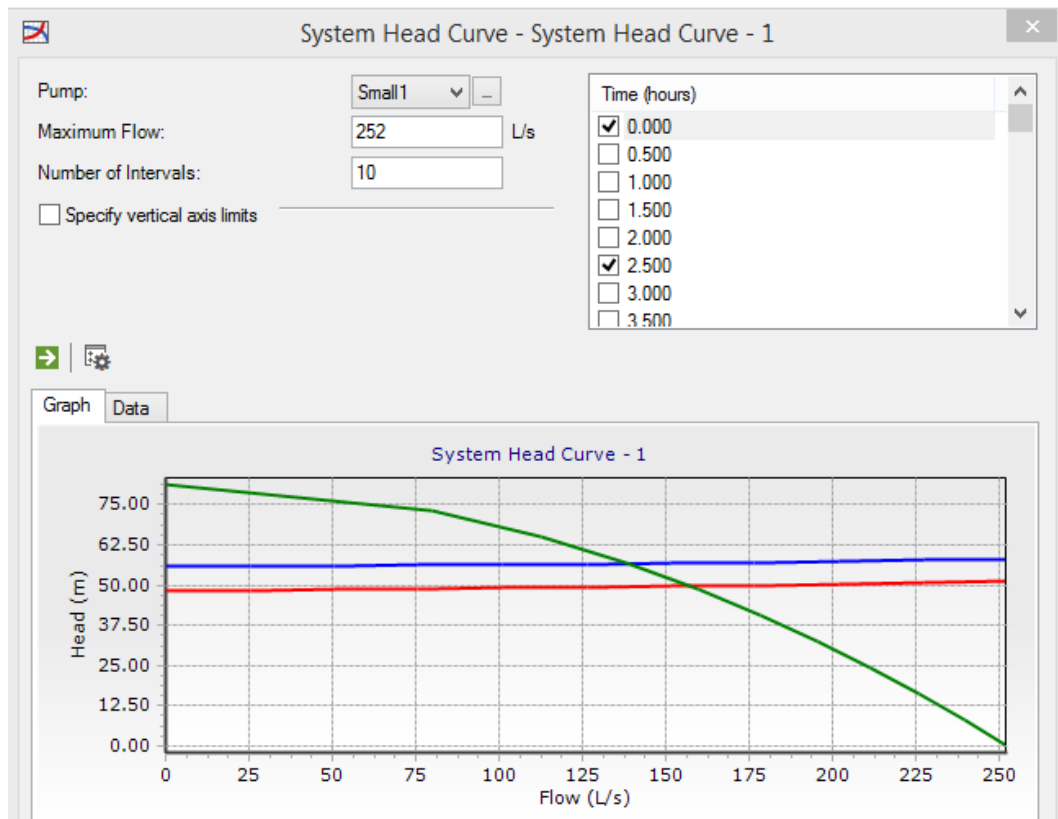
Pane tähele, et mõlemad pumbad küll töötavad aga ei suuda tagada tarbimist. Kuna tipp-tarbimine peab olema tagatud ka juhul kui suurim pump ei tööta, siis olemasolev süsteem ei ole piisav ning seda tuleb uuendada.

- Sulge graafik peale selle vaatamist.

## Süsteemi karakteristik

Selle süsteemi juures eeldame, et torustikud on paigas ning neid ei muudeta (kui just ei leita tõsist puudjääki). Seega on süsteemi karakteristik teada ning seda saab kasutada pumpade valimiseks.

- Süsteemikõvera nägemiseks tee parem klikk ühel pumpadest ning vali *System Head Curve*. Süsteemikõvera saad luua mistahes ajasammuga, kuid sind huvitavad need hetked kui mahuti pole tühi ja katab väga laia vooluhulkade vahemikku.
- Vali tund 0 (6:00 AM) ning 2.5 (8:30 AM).
- Kliki *Compute*.

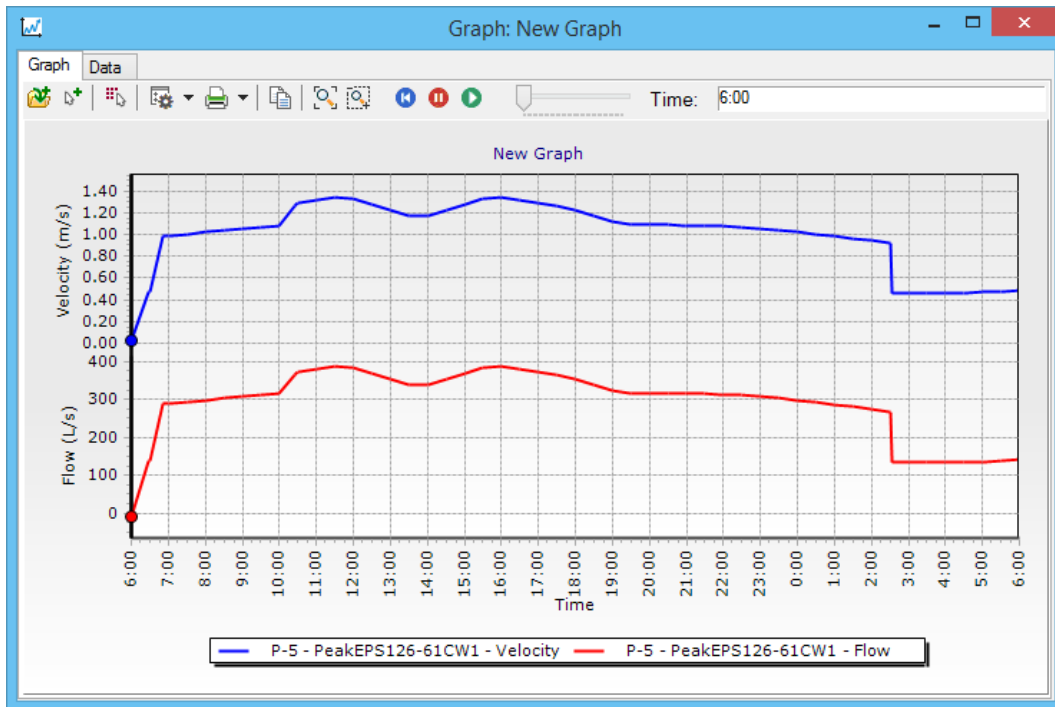


Sulle kuvatakse süsteemikõverad, esitades vahemikud, milles pumbad eeldatavasti töötavad maksimaalsel päeval. Üsna lamedad süsteemi kõverad näitavad, et süsteem ei piira vooluhulka.

- Sulge *System Head Curve* dialoog, salvestada pole vaja.

Järgnevalt kontrollime ühes peatorus olevat voolukiirust.

- Parema klikki *P-5* peal ning vali *Graph*. Dialoogis *Series Options* vali kastike *Velocity, Flow* ning kliki OK.



Pane tähele, et kiirus ületab vaevu 1.2 m/s.

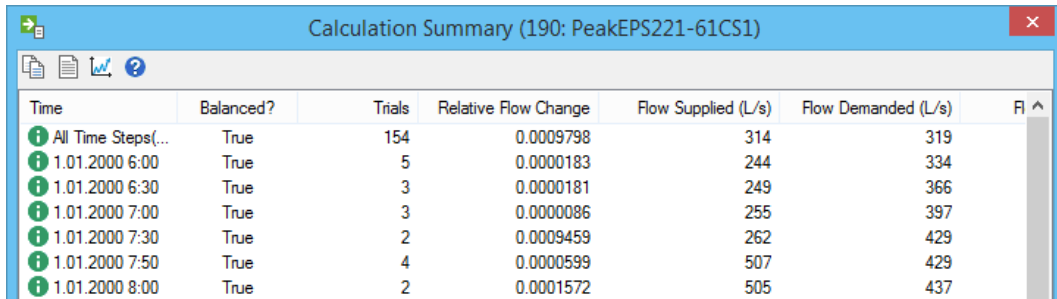
- Sulge graafik peale selle vaatamist.

## Parendatud süsteem – Maksimaalne päev

Kuna esimene arvutus esitas selgelt puudujääke, siis oled lisanud 2 suuremat pumpa. Selles stsenaariumis simuleerid sa maksimaalset päeva uute pumpadega.

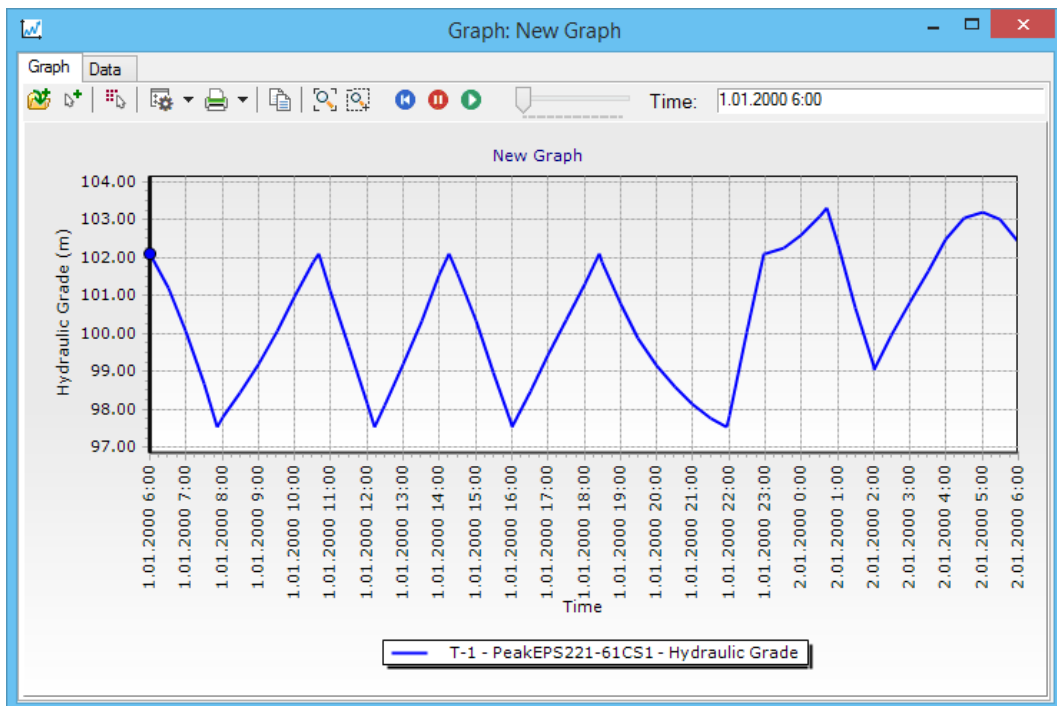
- Aktiveeri stsenaarium *PeakEPS221-61CS1*.
- Kliki *Compute*.

Vaata dialoogi *Calculation Summary*.



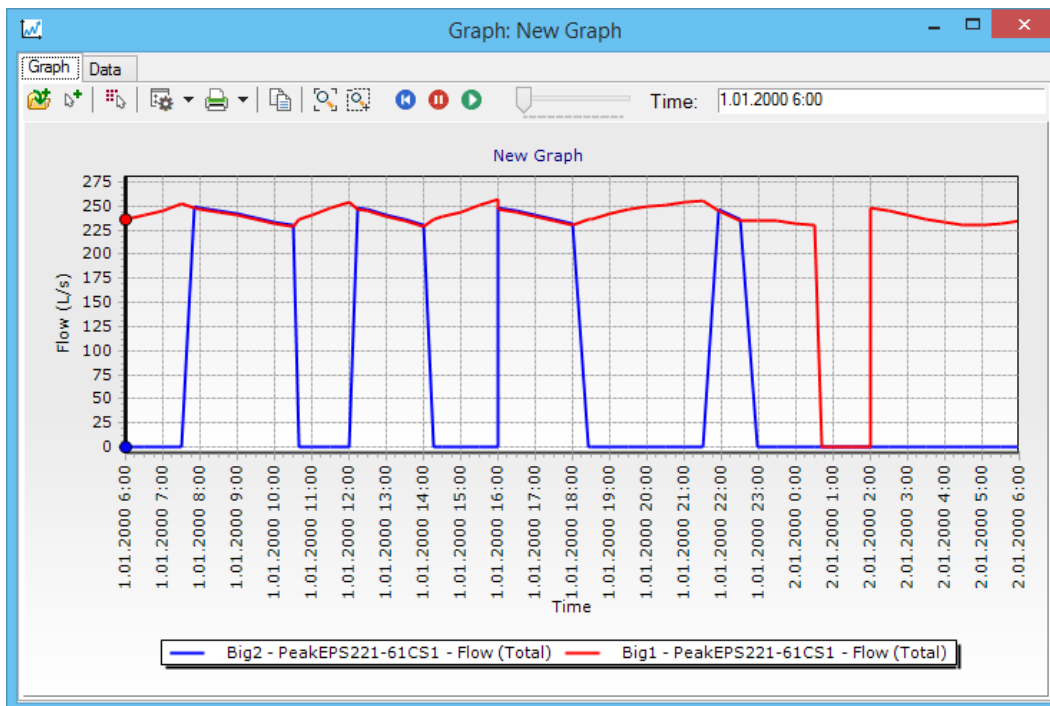
Time	Balanced?	Trials	Relative Flow Change	Flow Supplied (L/s)	Flow Demanded (L/s)	Fl
All Time Steps(...)	True	154	0.0009798	314	319	
1.01.2000 6:00	True	5	0.0000183	244	334	
1.01.2000 6:30	True	3	0.0000181	249	366	
1.01.2000 7:00	True	3	0.0000086	255	397	
1.01.2000 7:30	True	2	0.0009459	262	429	
1.01.2000 7:50	True	4	0.0000599	507	429	
1.01.2000 8:00	True	2	0.0001572	505	437	

- Vaatamaks, kuidas süsteem käitub, tee parem klikk mahuti (*Tank*) peal ning vali *Graph*.
- Võta linnuke ära *Flow (Out net)*, vali *Hydraulic Grade* ning kliki OK.



Pumbad lülitavad end sisse/välja üsna sagedasti, viidates asjaolule, et mahuti võib-olla liiga väike, samas süsteem tervikuna hetkel töötab.

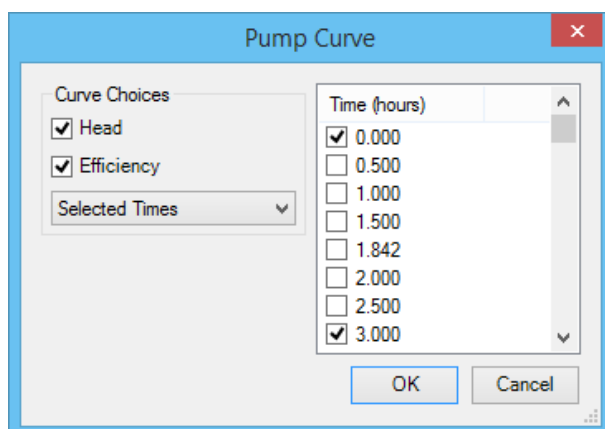
- Mine tagasi pumpla juurde. Vali mõlemad suured pumbad (*CTRL* klahviga). Tee ühe pumba peal parem klikk ning vali *Graph*.
- Kliki OK dialoogis *Graph Series Options*, et nõustuda vaikimisi valikuga.



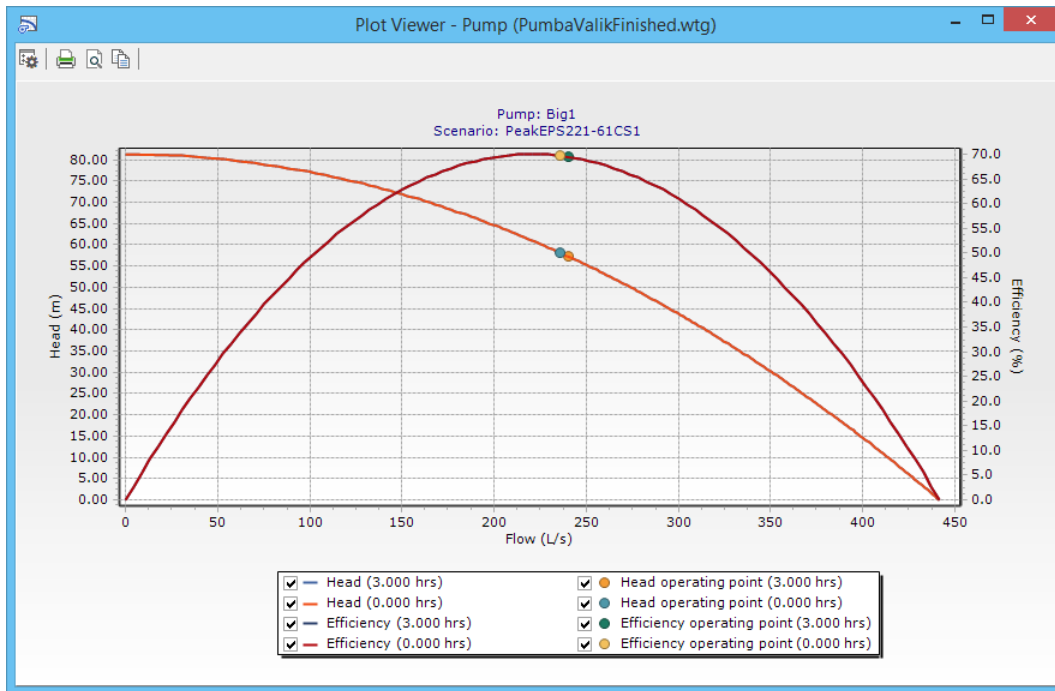
Nimetatud graafik näitab pumpade tööd ööpäeva jooksul. *Big1* (punane joon) töötab peaaegu terve päeva, samas kui *Big2* (sinine joon) töötab lähtuvalt mahuti veetasapindadele.

Teise võimalusena uurida pumpade suutlikkust on kuvada nende töögraafikud.

- Sulge graafik. Tühista elementide valik. Parem klikk *Big1* pumba elemendi peal ning vali *Pump Curve*.
- Hüppikmenüüst vali *Selected Times (Current Time* asemel). Vali kastid *0.000* ning *3.000*.



- Kliki OK.



Pane tähele, et tööpunkt on kuvatud nii pumba töögraafikul kui efektiivsuse kõveral. Mõlemad tööpunktid on väga hea efektiivsusega.

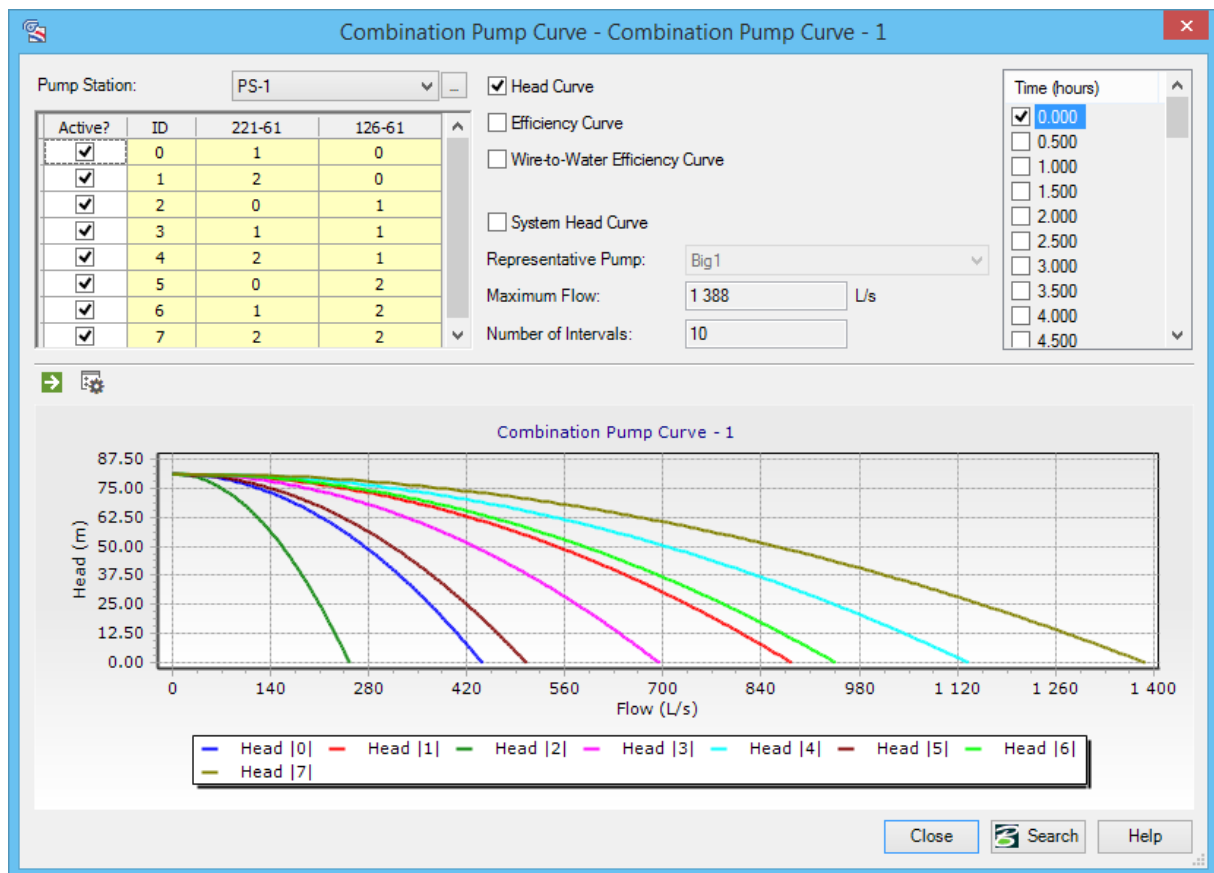
- Sulge graafik.

## Pumpla mahutavus

Üldjuhul kehtib nõue, et pumpla peab olema suuteline tagada maksimaalse tarbimise ka siis, kui suurim üksik pump pole töökorras. Tavaliselt leitakse see mahutavus üksikute pumpade nominaalvooluhulkade liitmisega. Praegusel juhul seega:  $221 + (2 \times 126) = 473$  l/s. Samas olgu veelkord rõhutatud, et tegemist on nominaalväärtustega, mitte pumba tegeliku vooluhulgaga. Täpsema väärtuse saamiseks on võimalik kasutada pumba kombinatsioonide arvutust.

- Tee parem klikk pumpla peal ning vali *Combination Pump Curve*.

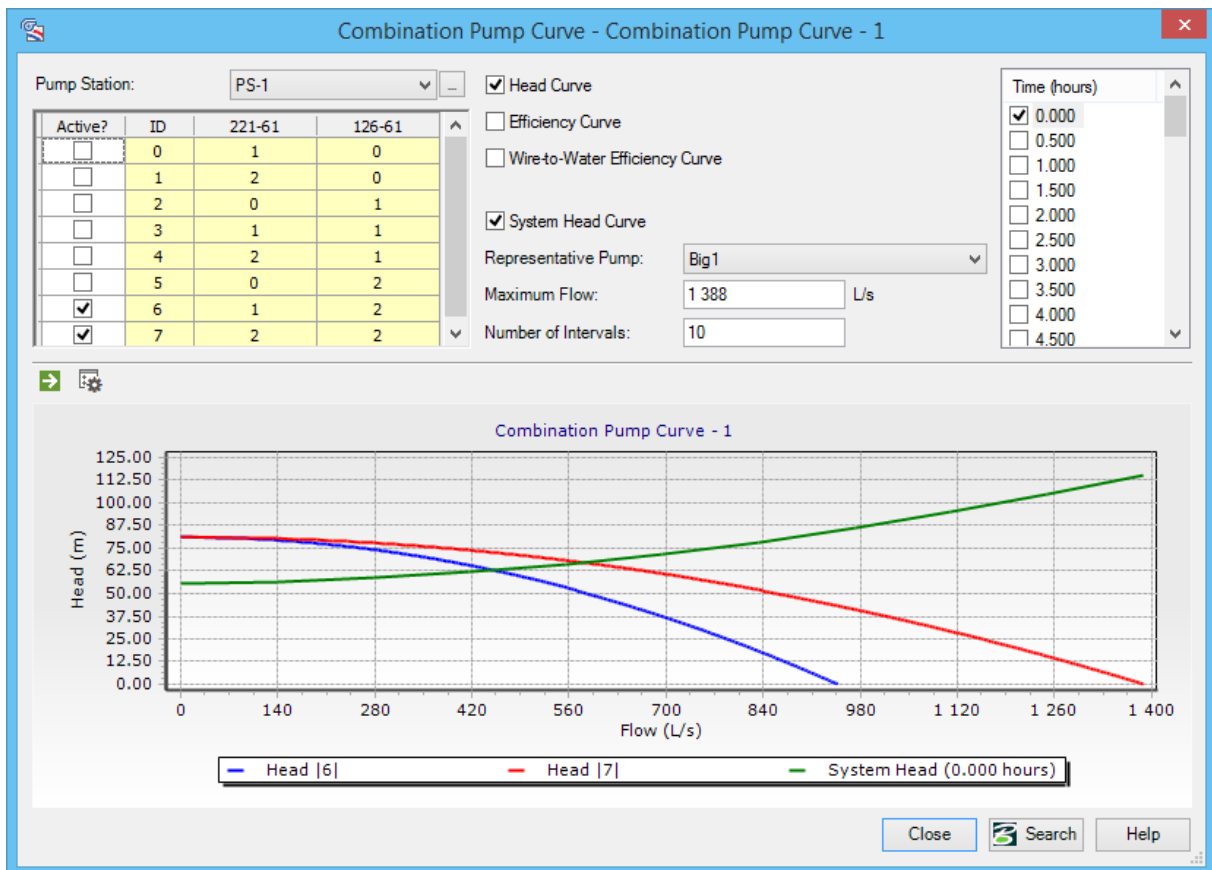
**Märkus:** Sa pead võib-olla klikkima esmalt ellipsi nupul, et valida pumpla jooniselt ,juhul kui PS-1 ei ole juba pumplana valitud.



Sa oled huvitatud pumplast, mis saavutab tööpunkti kahe 126 l/s ning ühe 221 l/s pumbaga. Lisaks on huvitav vaadata tulemust ka juhul kui kõik pumbad töötavad.

- Selleks lülita esmalt välja veerus *Active?* linnukesed kõikide ridade eest, välja arvatud 6 ja 7.
- Vali kastike *System Head Curve* ning *Time 0*.
- Kliki *Compute*.





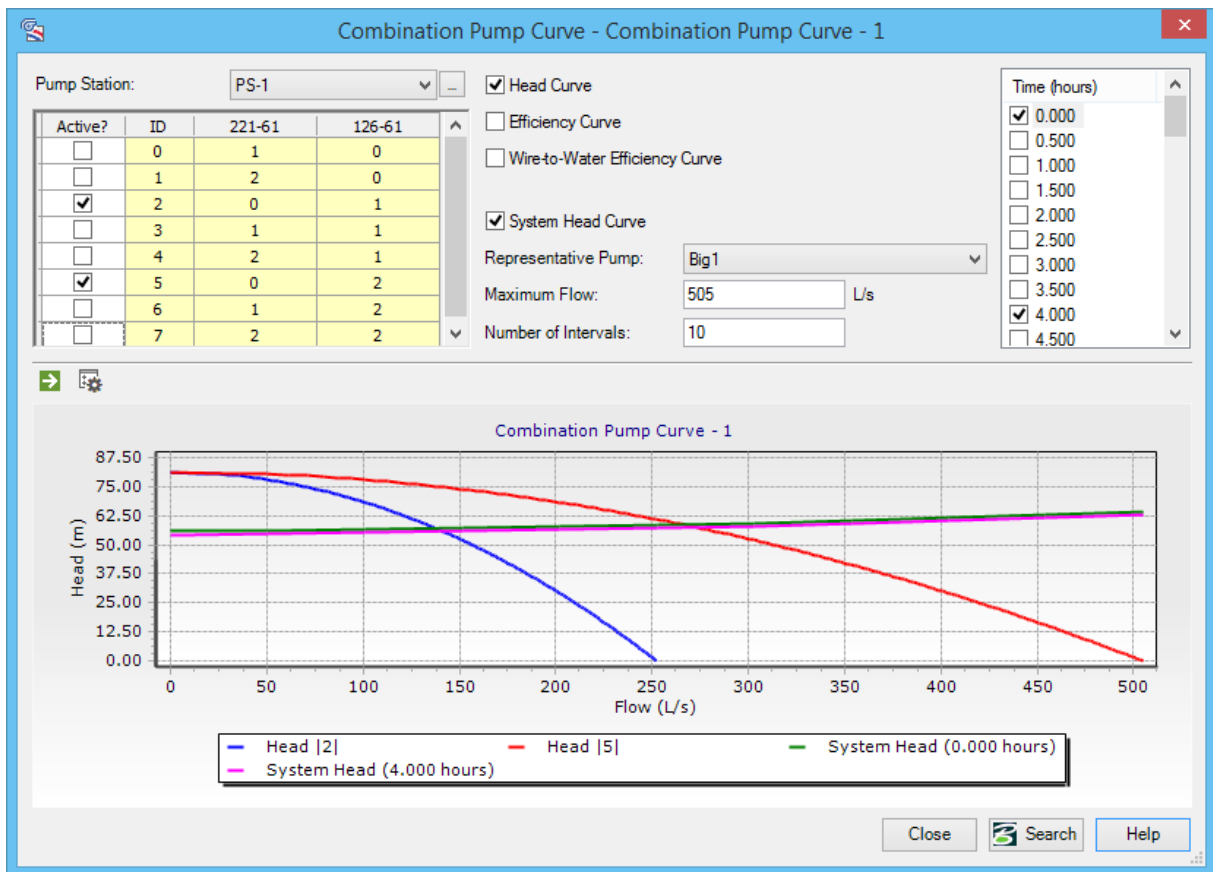
Pane tähele, et tegelik mahutavus on 460 l/s (roheline ja sinise joone lõikumispunkt) ning kogu mahutavus on 580 l/s (punase ja roheline joone lõikumispunkt). Süsteemikõvera kõverusest tingituna pole midagi imelikku, et tegelik vooluhulk on erinev nominaalsete mahutavuste summast. Arvutus sai tehtud ajahetkele 0 kui mahuti veetasapind on 102 m. Kui mahuti veetasapind kukub, siis suurenevad ka need väärtused.

Korda arvutust ka ühe ja kahe väiksema pumba valikuga (*ID 2* ning *ID 5*), teada saamaks eeldatud ja tegeliku mahutavust olemasolevale süsteemile.

Vali *ID 2* ning *ID 5* ning määra järgmised seaded:

- *Head Curve*: aktiveeritud
- *System Head Curve*: aktiveeritud
- *Representative Pump*: Big1
- *Maximum Flow*: 505 l/s
- *Time (hours)*: 0.000 ning 4.000

Kliki *Compute* nupul et leida kombineeritud pumba graafik.



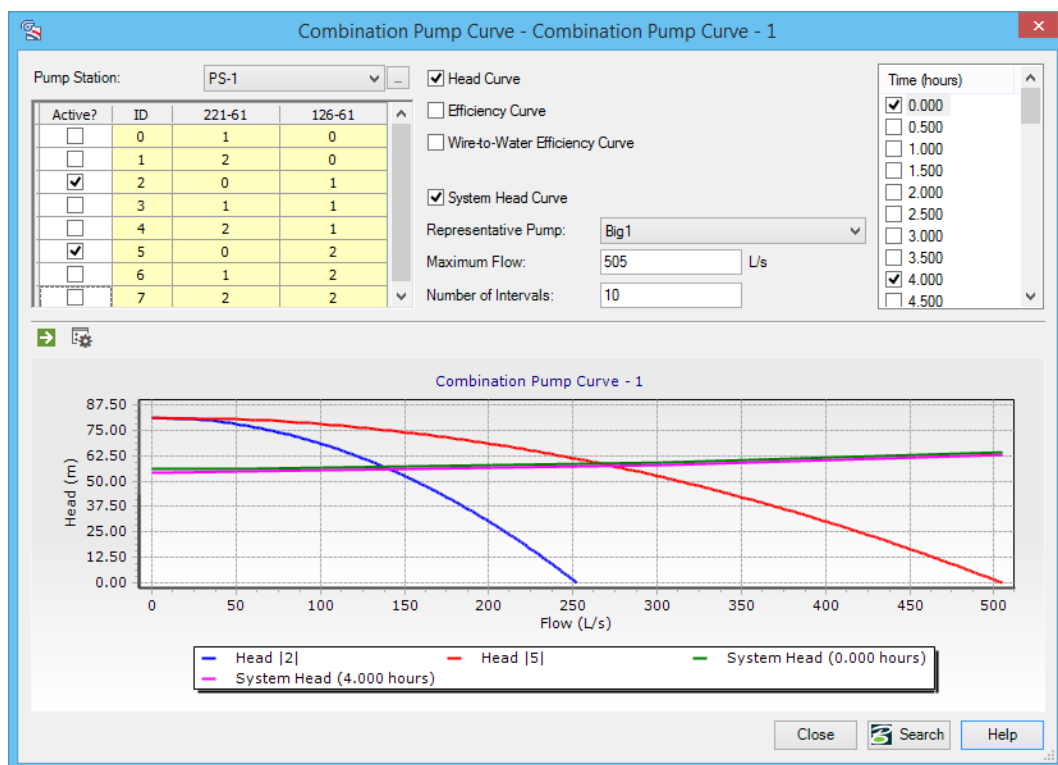
- Sulge dialoog, ära salvesta graafikuid.

Pea meeles salvestada oma tööfaili aeg-ajalt!

## Energiakulu – Suvepäev

Pumba valik ei baseeru vaid maksimaalse päeva tingimustel aga ka energiakulust, mis ilmneb tüüpilistel päevadel. Kuna antud süsteem omab väga erinevaid tarbimisi suvel ja talvel, siis on mõistlik teha energiakulu arvutus mõlemale päevale.

- Vali aktiivseks stsenaariumiks *SummerEPS221-61CS1*.
- Kliki *Compute*, et see läbi arvutada.
- Vaata arvutustulemusi ning seejärel sulge dialoog *Calculation Summary*. Loo graafik, mis esitab pumba ja mahuti käitumist.
- Joonisel vali elemendid *Big1* ning *Big2* ja lisaks ka mahuti (hoia valiku ajal all CTRL klahvi).
- Parem klikk valikul ning kliki *Graph*.
- Võta linnuke ära *Flow (Out net)* mahuti osas ära ning vali *Hydraulic Grade*. Pumba valikud jäävad jäävad paika. Kliki OK.



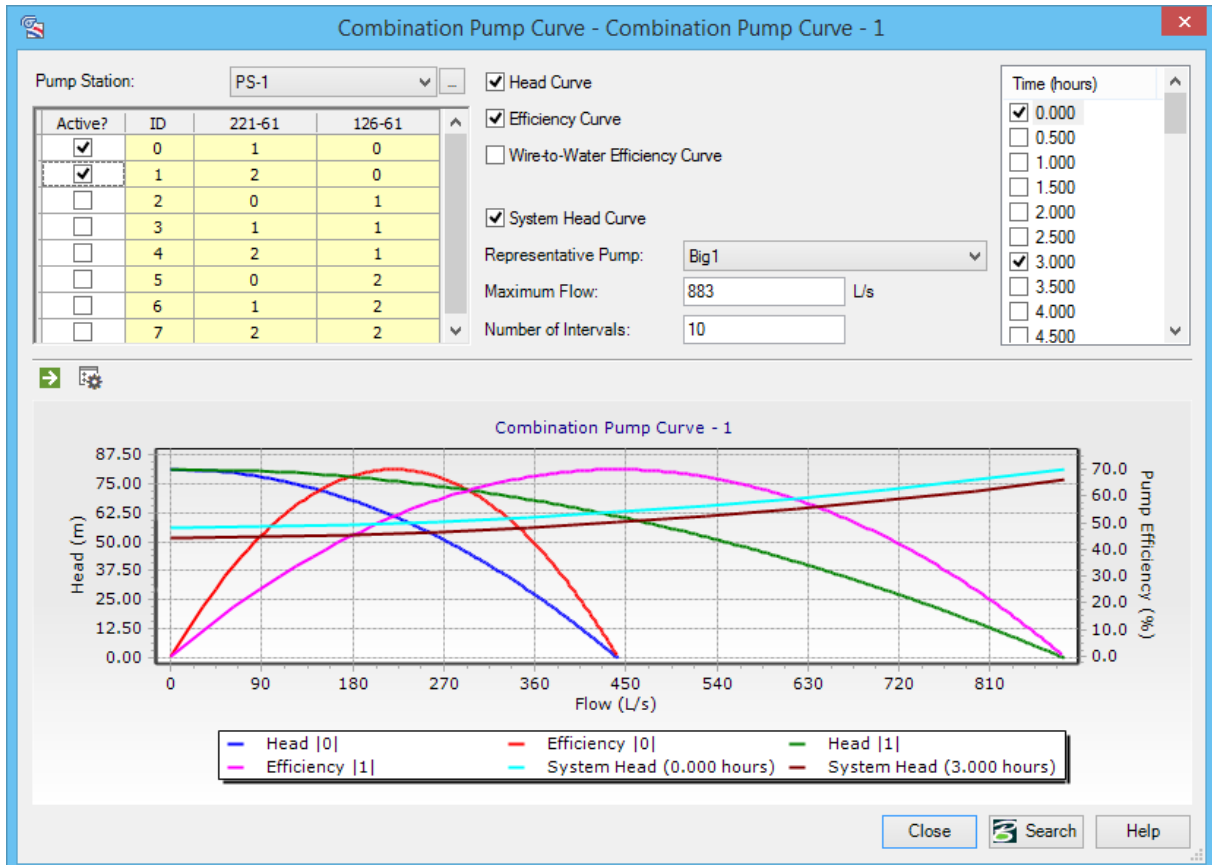
Pane tähele, et *Big1* töötab pidevalt ning *Big2* lülitab end sisse/välja lähtuvalt mahuti veetasapinnast. Näiteks mahuti veetasapind on kõrgem kell 6:00 AM ning madalam kell 9:00 AM, andes sellega signaali, et lisapump peab tööle hakkama.

- Sulge graafik.
- Pumpla suutlikkuse vaatamiseks, tee parem klikk pumpla elemendil ning vali *Combination Pump Curve*.
- Võta linnuke eest ära kõikide *ID* väärtuste eest välja arvatud *ID 0* ning *ID 1* (vastavalt üks 221 l/s pump ning kaks 221 l/s pumpa).

Tee ka järgmised valikud:

- *Head Curve*: aktiivne
- *Efficiency Curve*: aktiivne
- *System Head Curve*: aktiivne
- *Maximum Flow*: 883 l/s

Vali tunnid 0.000 ning 3.000 ning kliki *Compute*.



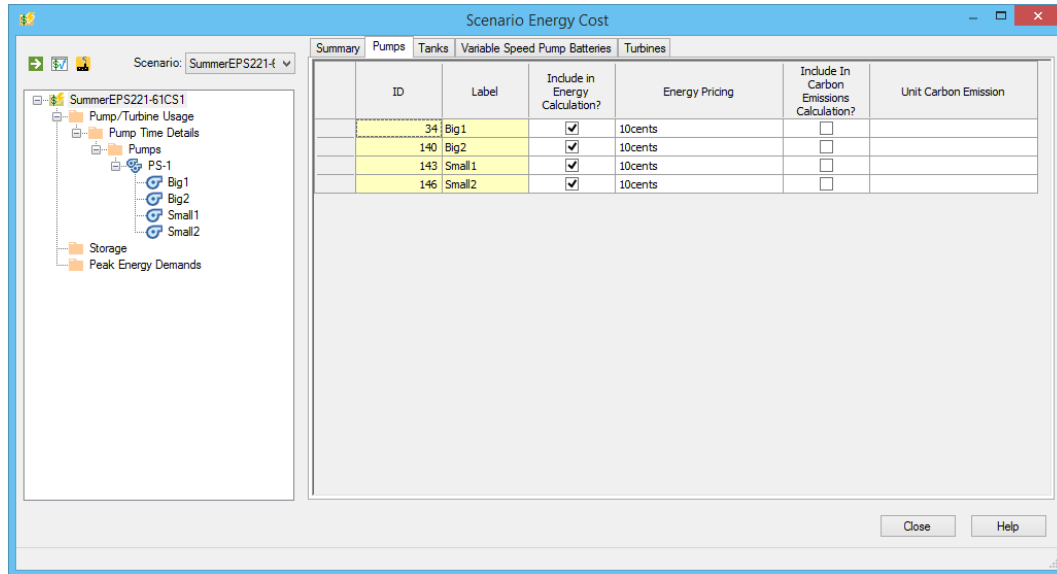
Ühe pumba kasutamisel on tööpunkt 230 l/s (helesinine ja sinine joone lõikepunkt) ning 255 l/s (pruuni ja sinise joone lõikepunkt) vahel. Kahe pumba kasutamisel on tööpunkt 435 l/s (roheline ja helesinise joone lõikepunkt) ning 465 l/s (roheline ning pruuni joone lõikepunkt) vahel. Loe nüüd nende tööpunktide efektiivsused (punane ning lilla joon), pane tähele et see jääb 70% juurde.

- Sulge dialoog. Ära salvesta graafikuid. Järgnevalt määrad sa energiakulu eelnimetatud pumpade valikule.

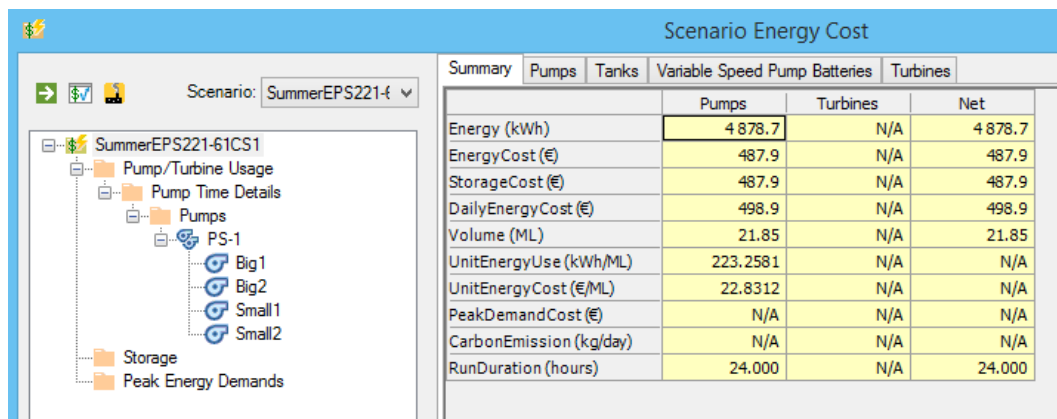
## Energiakulu arvutus

- Riba pealt: *Analysis > Energy Cost > Scenario Energy Cost.*
- Vali stsenaarium *SummerEPS221-61CS1.*

Veendu, et energiakulu oleks seatud väärtusele: *0.1€ /kWh.*

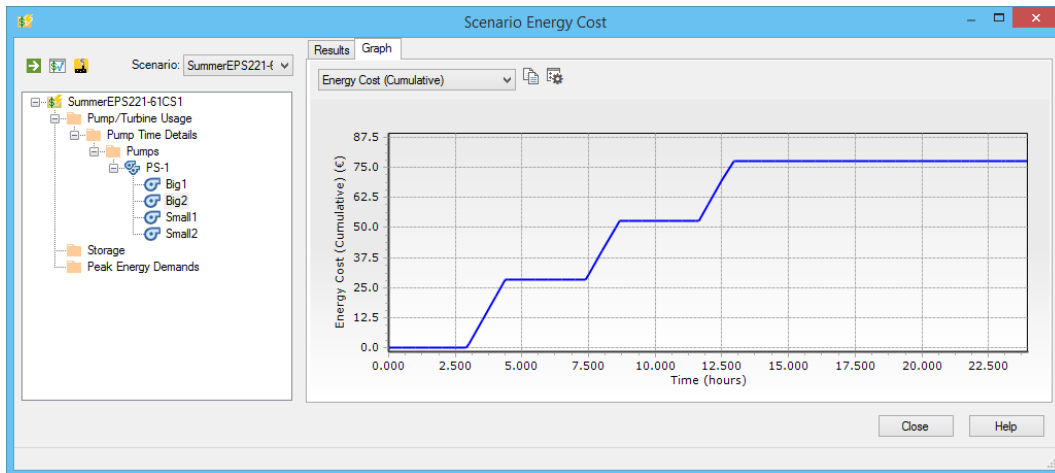


- Kliki *Compute.*
- Kuvatakse energiakulu valitud päevale.
- Vali vasakust tulbast rida *Pump Usage.*



Pane tähele päevast pumpamise kulu ML kohta. Pane ka tähele, et pump *Big1* töötas 87.5% ajast ning pumpas 18.4 ML, samas kui *Big2* töötas 16.7% ajast ning pumpas 3.5 ML. Mõlemad pumbad töötasid efektiivsusega ca 69%.

- Vali vasakult paanilt *Big2* pump.
- Paremas sektsioonis vali nüüd paan *Graph* ning kliki *Energy Cost (Cumulative).* Kuvatakse all olev graafik.



- Võid uurida ka teisi tulemusi.
- Nägemaks energiakulu maksimaalsel päeval, vali stsenaarium *PeakEPS221-61CS1* ning kliki nupul *Compute*.

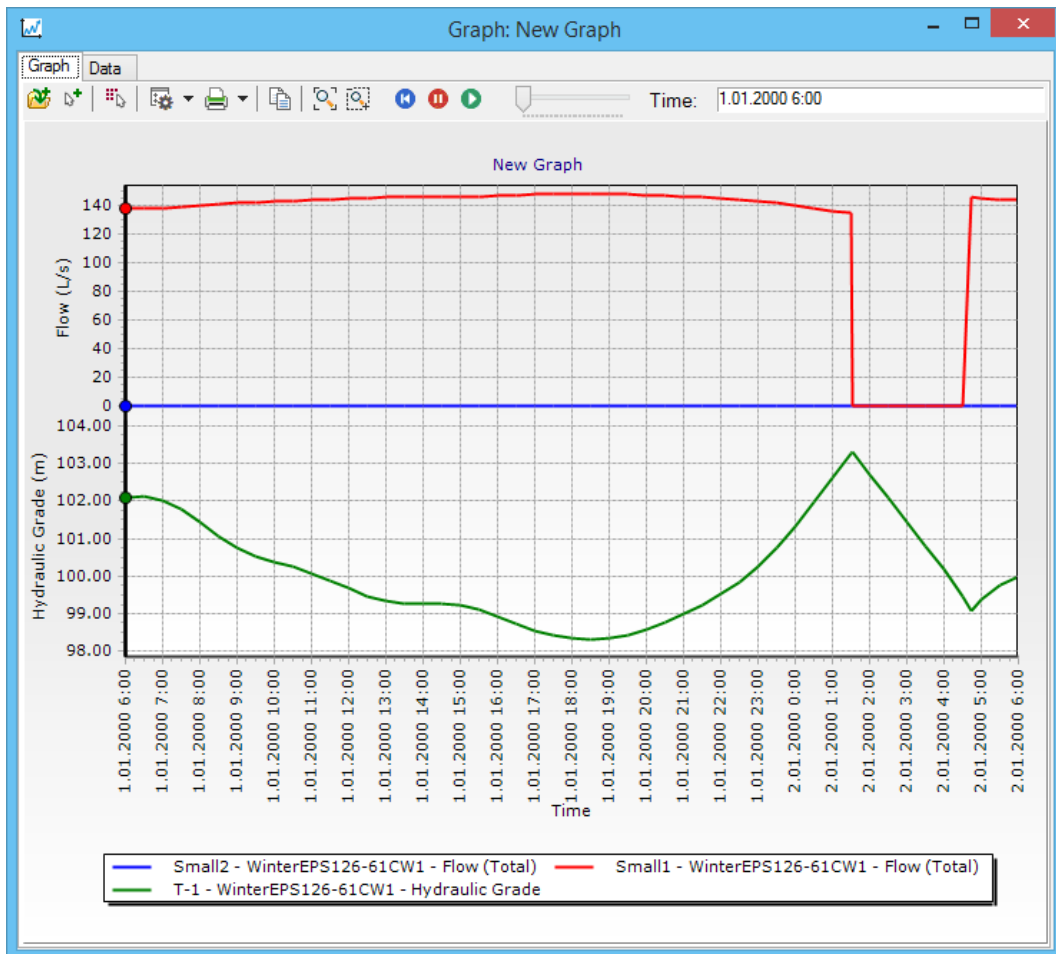
Pane tähele, et kulu on kasvanud nüüd 499€ pealt 600€ peale. Samas kulu miljoni liitri kohta on jäänud enam-vähem samaks.

	Pumps	Turbines	Net
Energy (kWh)	6 010.6	N/A	6 010.6
EnergyCost (€)	601.1	N/A	601.1
StorageCost (€)	601.1	N/A	601.1
DailyEnergyCost (€)	599.8	N/A	599.8
Volume (ML)	26.88	N/A	26.88
UnitEnergyUse (kWh/ML)	223.6736	N/A	N/A
UnitEnergyCost (€/ML)	22.3207	N/A	N/A
PeakDemandCost (€)	N/A	N/A	N/A
CarbonEmission (kg/day)	N/A	N/A	N/A
RunDuration (hours)	24.000	N/A	24.000

- Vasta materjali lõpus olevatele küsimustele.
- Sulge *Energy Costs* dialoog.

## Energiakulu – Talveperiood

- Vali nüüd aktiivseks stsenaariumiks *WinterEPS126-61CW1* ning kliki nupul *Compute*.
- Loo sarnane graafik, mille tegid ka suvepäevale, esitamaks väiksed pumbad ning mahuti ühel graafikul.



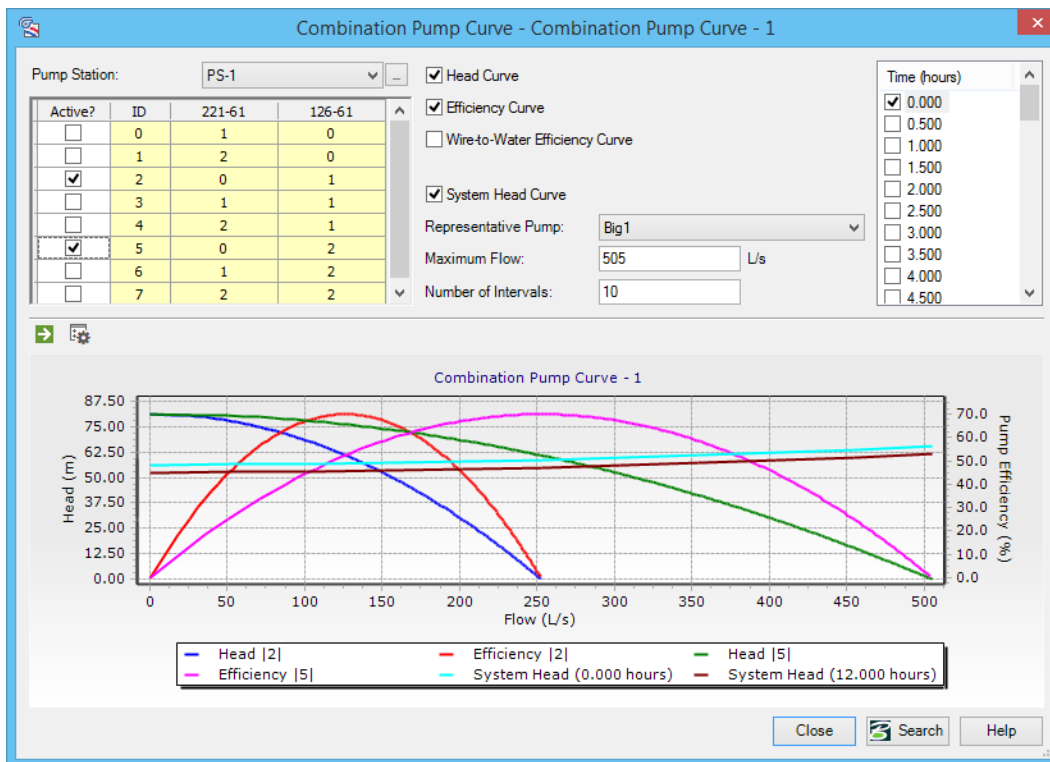
Pane tähele, et nüüd mahuti tasapind ei muutu väga kiirelt. Lisaks suudab kogu vooluhulga tagada üks, väike pump ning isegi see on välja lülitatud paar tundi keset ööd. Mahuti on seetõttu dimensioneeritud talveperioodile väga hästi.

- Sulge graafik.
- Paremlüliti pumplal ning vali *Combination Pump Curve*. Vali *ID 2* ning *ID 5* (vastavalt üks 126 l/s ning kaks 126 l/s).

Vali järgmised seaded:

- *Head Curve*: aktiivne
- *Efficiency Curve*: aktiivne
- *System Head Curve*: aktiivne
- *Maximum Flow*: 505 l/s
- *Time (hours)*: 0.000 ning 12.000

Kliki *Compute*.



Uri tööpunkte ning pane tähele, et efektiivsus tööpunktide lõikes on veidi väiksem kui 70%.

- Sulge dialoog ning ära salvesta graafikut.
- Vali riba pealt: *Analysis > Energy Cost > Scenario Energy Cost.*
- Vali stsenaarium *WinterEPS126-61CW1* ning klikki *Compute.*

The screenshot shows the 'Scenario Energy Cost' dialog box. On the left is a tree view of the scenario 'WinterEPS126-61' with sub-items for 'Pump/Turbine Usage', 'Pump Time Details', 'Pumps', 'PS-1', 'Big1', 'Big2', 'Small1', 'Small2', 'Storage', and 'Peak Energy Demands'. On the right is a 'Summary' table with columns for 'Pumps', 'Turbines', and 'Net'. The table contains the following data:

	Pumps	Turbines	Net
Energy (kWh)	2 343.4	N/A	2 343.4
EnergyCost (€)	234.3	N/A	234.3
StorageCost (€)	234.3	N/A	234.3
DailyEnergyCost (€)	242.7	N/A	242.7
Volume (ML)	10.79	N/A	10.79
UnitEnergyUse (kWh/ML)	217.2091	N/A	N/A
UnitEnergyCost (€/ML)	22.4955	N/A	N/A
PeakDemandCost (€)	N/A	N/A	N/A
CarbonEmission (kg/day)	N/A	N/A	N/A
RunDuration (hours)	24.000	N/A	24.000

Vaata tulemusi. Pane tähele, et maksumus ühe ML kohta on peaaegu sama, kuid energiakulu on väiksem, sest tarbimine on madalam.

- Täida tabel materjali lõpus.



## Kombinatsioonide kontroll

Nüüd soovid sa veel kontrollida, kas väikest ja suurt pumpa saab samaaegselt lasta töötada, nihutamata seejuures efektiivsuse väärtust.

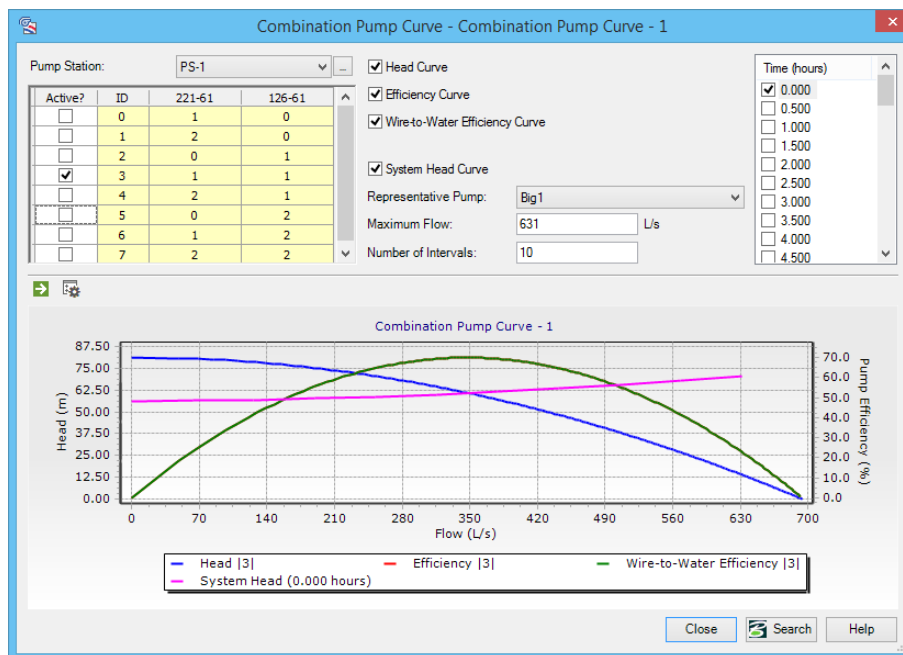
Parem klikk pumplal ning vali *Combination Pump Curve*.

Vali kombinatsioon: üks väike pump ning üks suur pump (*ID = 3*) ning lülita ülejäänud variandid välja.

Vali järgmised seaded:

- *Head Curve*: aktiivne
- *Efficiency Curve*: aktiivne
- *Wire-to-Water Efficiency Curve*: aktiivne
- *System Head Curve*: aktiivne
- *Maximum Flow*: 631 l/s
- *Time (hours)*: 0.000

Kliki *Compute*.



Kaks pumpa töötavad efektiivsusega ca 70%, kuna nende tööpunktid sobituvad omavahel üsna hästi.

- Sulge dialoog.

Præguseks hetkeks peaksid nüüd olema ära täitnud kõik materjali lõpus olevad küsimused, mis kehtivad algse olukorra kohta.

**Märkus:** Tulemuste leidmiseks võid kasutada elementide valikut ning seejärel näiteks valikut *Data Table*.

## Pumba valik – alternatiivne lahend

Nüüd, kus sa oled analüüsid algset olukorda, on sul võimalik välja pakkuda alternatiivne lahendus (nt erinev pumpade valik või töötingimuste muutmine). Mõned parameetrid, mida saaksid muuta:

- Pumba definitsioon
- Pumba seaded
- Mahuti suurus

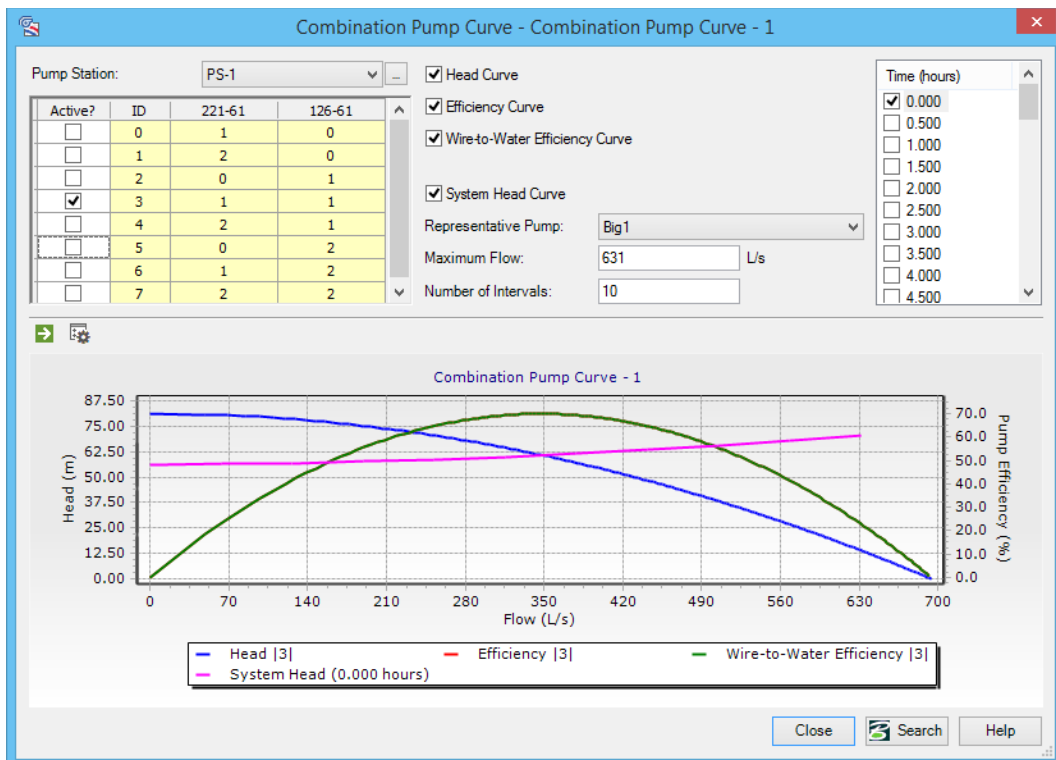
Kui sa otsustad muuta pumba definitsiooni, siis kasuta ühe punkti töögraafikut ning muuda vooluhulga ja/või tõstekõrguse väärtust. Samas ära tõsta efektiivsust üle 70%, et võrdlus oleks aus.

Järgnevas näites, mida sa ei pea järgima, tõstad sa suuremate pumpade tõstekõrgust (parima efektiivsuse juures) algsest 61m pealt 69m peale. Sa lood uue pumba graafiku ning lisad ka uue füüsikalise alternatiivi nimetusega 126-61+221-69 ning stsenaariumi nimetuses figureerib 3500-225.

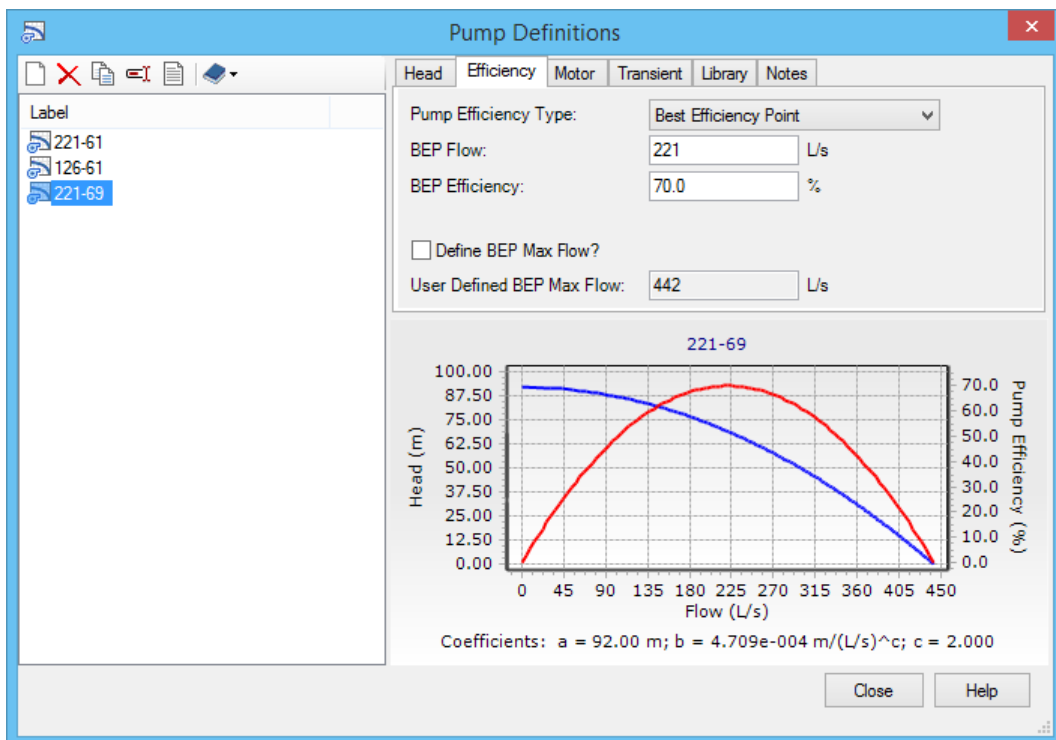
- Pumba definitsiooni loomiseks vali riba pealt: *Components > Pump Definitions > New*.
- Nimeta see pumba definitsioon kui 221-69.
- Vali *Pump Definition Type = Design Point (1 point)*.

Sisesta järgmised väärtused:

- *Flow (l/s): 221*
- *Head (m): 69*



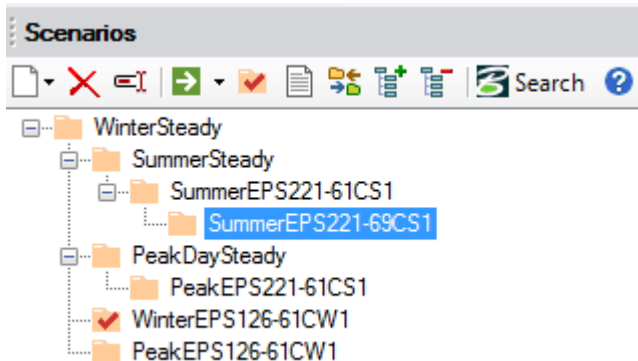
- Kliki paanil *Efficiency*.
- Vali *Best Efficiency Point*: *BEP Flow* = 221 l/s ning *BEP Efficiency* = 70%.



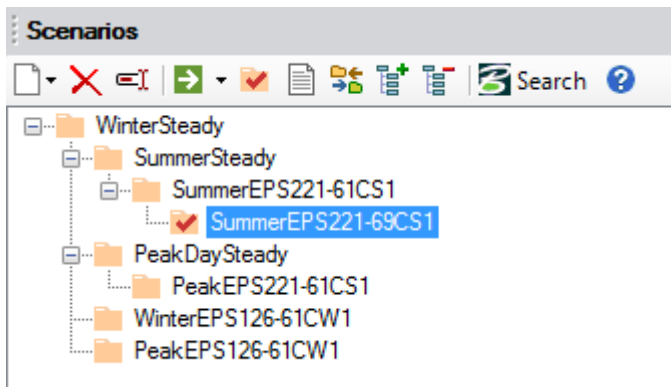
- Sulge dialog.

## Loo uus stsenaarium

- Vali riba pealt: *Analysis > Scenarios*.
- Tee see stsenaarium sektsiooni *SummerEPS221-61CS1* alla (kui *Child*). Nimeta see stsenaarium kui *SummerEPS221-69CS1*.



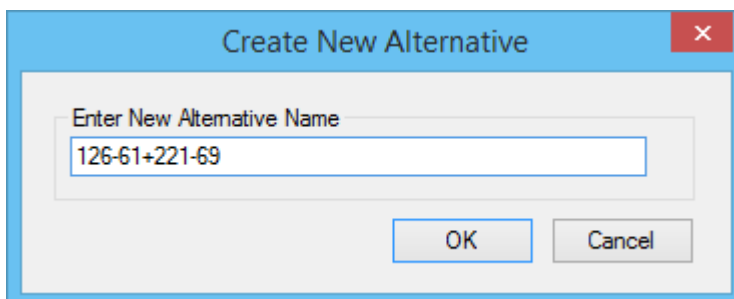
- Tee sellest aktiivne stsenaarium, klõpsates nupul *Make Current*.



**Märkus:** Punane linnuke tähistab stsenaariumi valikut.

Tee topelt klikk stsenaariumi nimel, nägemaks *Properties* aknas seotud alternatiive. Sinu soov on vaid muuta pumba definitsiooni, ja see salvestatakse *Physical Alternative* sektsiooni.

- Kliki *Physical Alternative* väljal ning vali hüpikmenüüst *<New...>*.
- Nimeta uus alternatiiv kui *126-61+221-69* ning kliki OK.



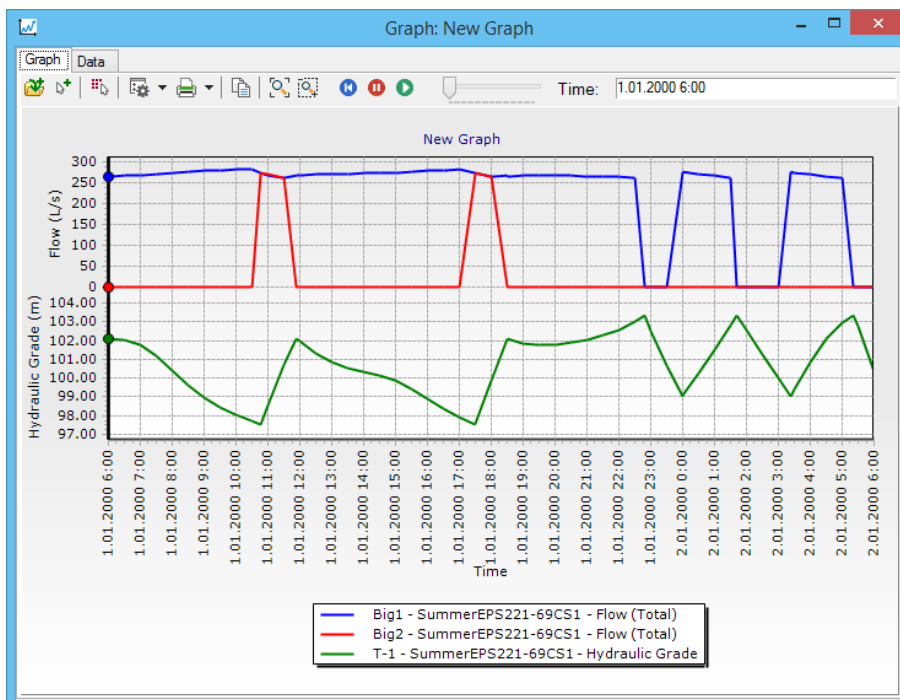
- Uus füüsikaline alternatiiv valitakse *Properties* aknas.

Alternatives	
Active Topology	< > NewPumps
Physical	126-61+221-69
Demand	< > Summer
Initial Settings	< > 1Big

- Sa võid sulgeda *Scenarios* akna ning soovi korral ka *Properties* akna.
- Ava pumpade tabel, valides riba pealt: *View > FlexTables > Pump Table*.
- Pumpade *Big1* ning *Big2* osas muuda veerus *Pump Definition = 221-69*.

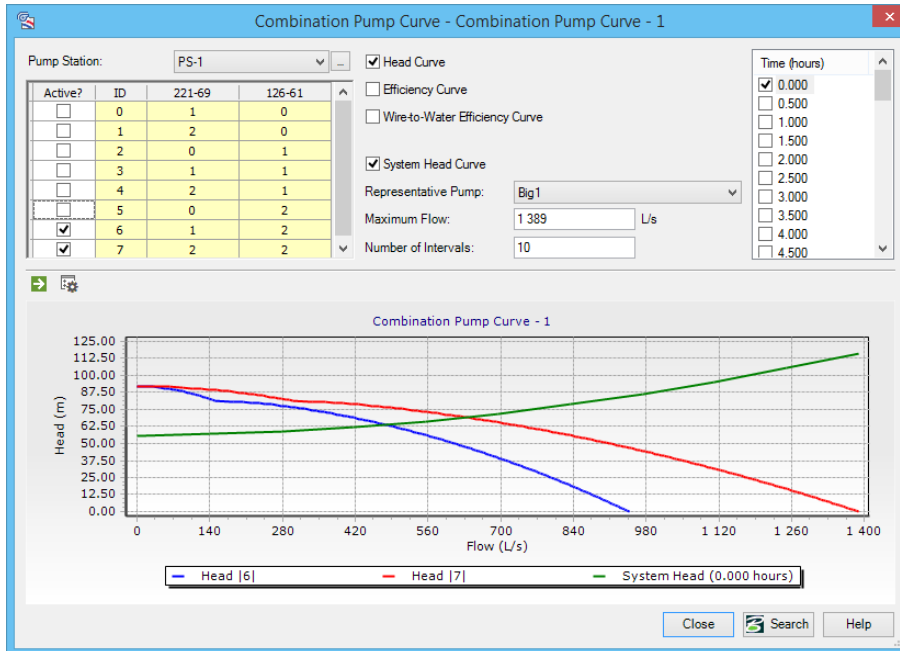
	ID	Label	Elevation (m)	Pump Definition	Status (Initial)	Hydrauli Grade (Suction (m))
34: Big1	34	Big1	36.58	221-69	On	(
140: Big2	140	Big2	36.58	221-69	Off	(
143: Small1	143	Small1	36.58	126-61	Off	(
146: Small2	146	Small2	36.58	126-61	Off	(

- Sulge tabel *FlexTable*.
- Arvuta uus stsenaarium läbi, klikkides nupul *Compute*.
- Vaata arvutustulemusi ning sulge *Calculation Summary* dialoog.
- Süsteemi käitumise uurimiseks vali kaks suurt pumpa ning ka mahuti (*CTRL* klahvi kasutades). Paremm klikk ning vali *Graph*.
- Võta vajadusel ära linnuke *Flow (Out net)* mahuti osas ning vali *Hydraulic Grade*, klikki OK.



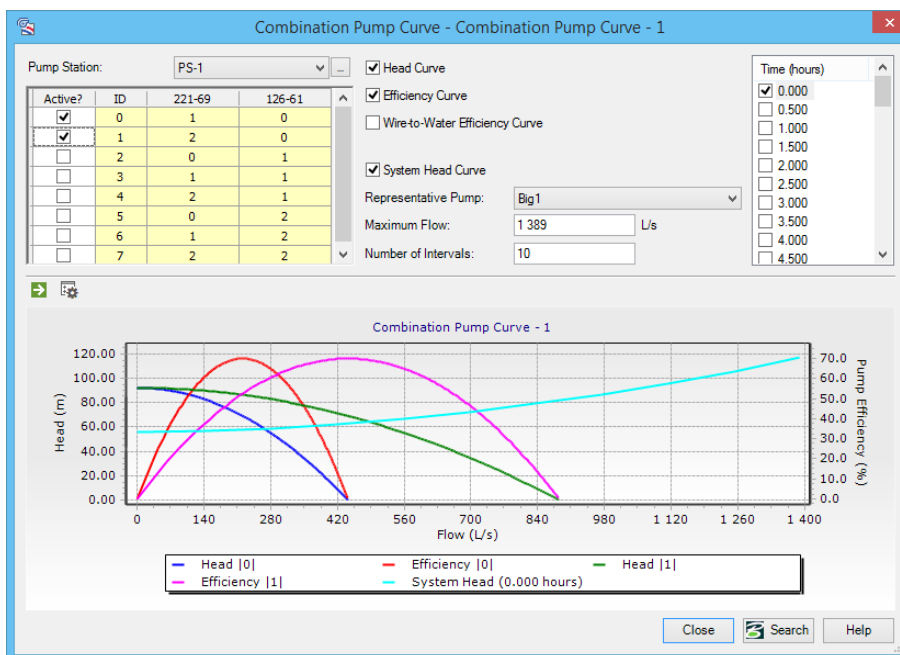
Pane tähele, et enamus ajast töötab üks pump pidevalt, tiptundidel lülitub sisse ka teine pump ja mõnel öötunnil seisavad mõlemad pumbad.

- Sulge dialoog.
- Parem klikk pumplal ning vali *Combination Pump Curve*.
- Vali pumba kombinatsioonid  $ID=6$  ning  $ID=7$  (kaks 126 l/s ning üks 221 l/s; kõik pumbad).
- Vali *System Head Curve* ning vali tund 0.000.



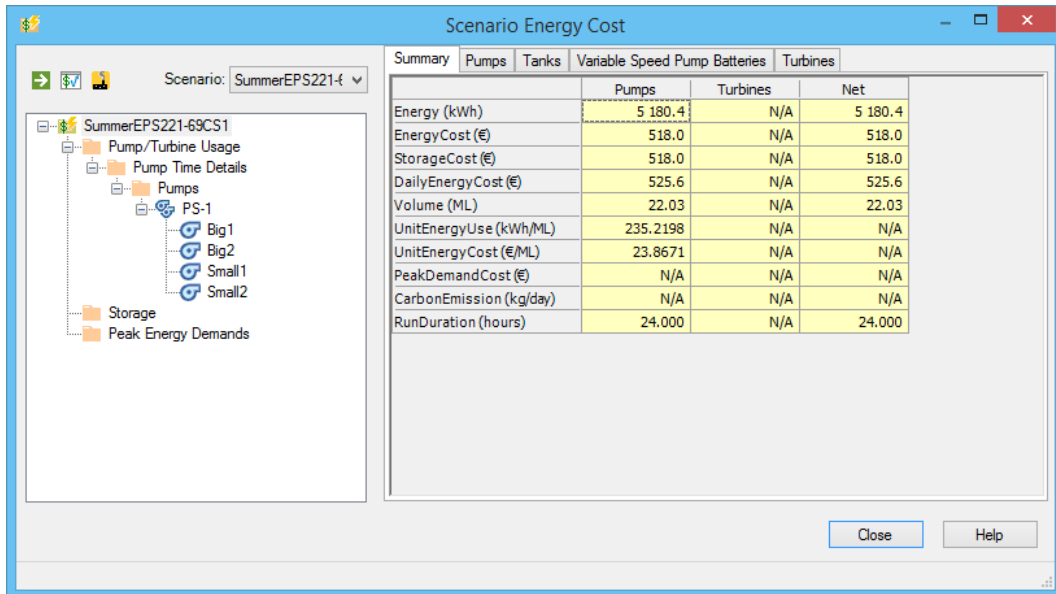
Pane tähele, et mahutavused on vastavalt 470 l/s ning 630 l/s. Suveperioodil töötavad ilmselt üks suur pump ( $ID=0$ ) ning kaks suurt pumpa ( $ID=1$ ).

- Vali viimati mainitud ning kliki ka *Efficiency Curve* kastil.
- Kliki *Compute*.



Pane tähele, et tööpunktid ühe ja kahe pumba korral on 264 ning 485 l/s ning efektiivsused ca 65%, mõnevõrra madalam kui pumpade algne valik.

- Sulge dialoog, ära salvesta graafikuid.
- Arvuta energiakulu, vali riba pealt: *Analysis > Energy Cost > Scenario Energy Cost*.
- Vali stsenaarium *SummerEPS221-69CS1* ning klikki *Compute*.



	Pumps	Turbines	Net
Energy (kWh)	5 180.4	N/A	5 180.4
EnergyCost (€)	518.0	N/A	518.0
StorageCost (€)	518.0	N/A	518.0
DailyEnergyCost (€)	525.6	N/A	525.6
Volume (ML)	22.03	N/A	22.03
UnitEnergyUse (kWh/ML)	235.2198	N/A	N/A
UnitEnergyCost (€/ML)	23.8671	N/A	N/A
PeakDemandCost (€)	N/A	N/A	N/A
CarbonEmission (kg/day)	N/A	N/A	N/A
RunDuration (hours)	24.000	N/A	24.000

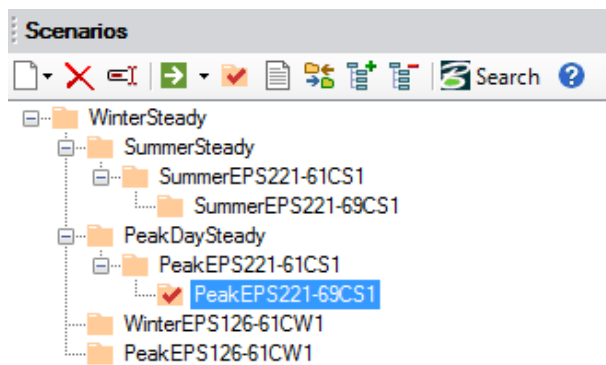
Pane tähele, et päevane ning ka kulu ühe ML kohta on veidi suuremad. See tingitud ennekõike mõnevõrra väiksemast efektiivsusest.

- Sulge dialoog.

## Maksimaalse päeva analüüs

Talveperioodi tarvis pole uut analüüsi vaja läbi viia, sest seal on pumbad samad, mis ka algse variandi juure. Samas oleks mõistlik luua uus stsenaarium uute pumpadega ning maksimaalse päeva tarvis.

- Ava: *Analysis > Scenarios*.
- Vali stsenaarium: *PeakEPS221-61CS1* ning loo uus alamstsenaarium (*Child*) ning nimeta see kui *PeakEPS221-69CS1*. Tee see stsenaarium ka aktiivseks stsenaariumiks.

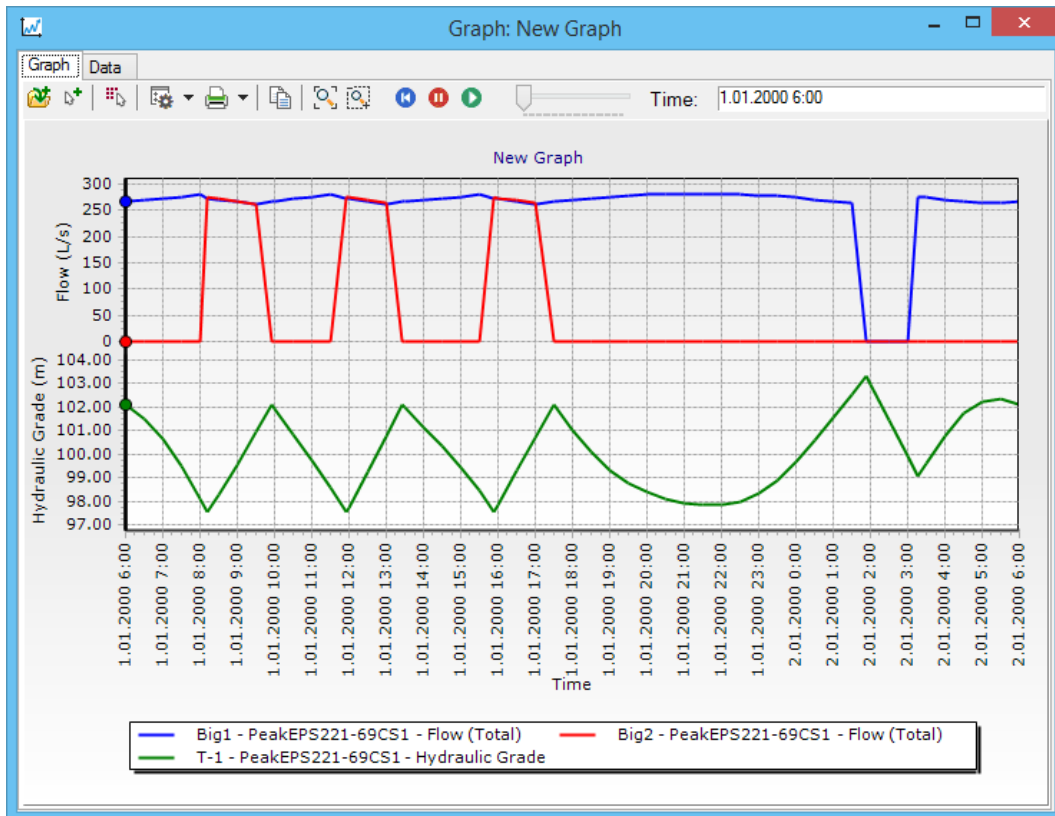


- Tee topelt klikk *PeakEPS221-69CS1* peal ning vali *Physical* alternatiivi osas = *126-61+221-69*.

<General>	
ID	201
Label	PeakEPS221-69CS1
Notes	
Alternatives	
Active Topology	< > NewPumps
Physical	126-61+221-69
Demand	< > Peak
Initial Settings	< > 1Big

- Sulge soovi korral dialoogid ning kliki *Compute* nupul.
- Vaata tulemusi *Calculation Summary* dialoogis ning sulge see.
- Ava uuest graafik, mis esitab kaks suurt pumpa ning mahuti.





Tulemus on üsna sarnane eelmisele variandile, samas kaks pumpa töötavad nüüd sagedamini, kuna tarbimised on suuremad.

- Sulge graafik.
- Leia ka energiakulu, kasuta *Scenario Energy Cost* töövahendit.
- Vali hetkel kehtiv stsenaarium ning kliki *Compute*.

	Pumps	Turbines	Net
Energy (kWh)	6 290.8	N/A	6 290.8
EnergyCost (€)	629.1	N/A	629.1
StorageCost (€)	629.1	N/A	629.1
DailyEnergyCost (€)	629.0	N/A	629.0
Volume (ML)	26.82	N/A	26.82
UnitEnergyUse (kWh/ML)	234.5685	N/A	N/A
UnitEnergyCost (€/ML)	23.4545	N/A	N/A
PeakDemandCost (€)	N/A	N/A	N/A
CarbonEmission (kg/day)	N/A	N/A	N/A
RunDuration (hours)	24.000	N/A	24.000

- Täida ülejäänud tabelid ning vasta ka küsimustele.

Jätka teiste parameetrite muutmisega ning loo lisaarvutusi leidmaks paremaid kombinatsioone.

Tulemused  
Tööpunktid

Stsenaarium	Element	Aeg	Parameeter	Algne variant	Alternatiivne lahend
Summer	Big1	6:00 AM	Flow (l/s)		
Summer	Big1	6:00 AM	Head (m)		
Peak	Big1	3:00 AM	Flow (l/s)		
Peak	Big1	3:00 AM	Head (m)		
Winter	Small1	12:00 PM	Flow (l/s)		N/A
Winter	Small1	12:00 PM	Head (m)		N/A

Pumpla mahutavus

Topoloogia	Tüüp	Algne variant	Alternatiivne lahend
Olemasolev	Eeldatav		
Olemasolev	Kokku		
Uus	Eeldatav		
Uus	Kokku		

Energiakulu

Stsenaarium	Omadus	Algne variant	Alternatiivne lahend
PeakEPS221-61CS1	Päevane kulu		
PeakEPS221-61CS1	Kulu / ML		
SummerEPS221-61CS1	Päevane kulu		
SummerEPS221-61CS1	Kulu / ML		
WinterEPS126-61CW1	Päevane kulu		
WinterEPS126-61CW1	Kulu / ML		

## Näite küsimused

- 1) Miks mahuti veetasapind muutub üsna tihti maksimaalsel päeval aga mitte niivõrd talve perioodil?
- 2) Mille põhjal saad sa öelda, et toru läbimõõdud on piisavalt dimensioneeritud?
- 3) Kas väike ja suur pump saavad töötada koos säilitades hea efektiivsuse?
- 4) Mida soovitaksid ette võtta, et süsteemi tööd muuta paremaks?

## Tulemused

### Tööpunktid

Stsenaarium	Element	Aeg	Parameeter	Algne variant	Alternatiivne lahend
Summer	Big1	6:00 AM	Flow (l/s)	235	266
Summer	Big1	6:00 AM	Head (m)	58	59
Peak	Big1	3:00 AM	Flow (l/s)	244	276
Peak	Big1	3:00 AM	Head (m)	56	56
Winter	Small1	12:00 PM	Flow (l/s)	145	N/A
Winter	Small1	12:00 PM	Head (m)	55	N/A

### Pumpla mahutavus

Topoloogia	Tüüp	Algne variant	Alternatiivne lahend
Olemasolev	Eeldatav	140	N/A
Olemasolev	Kokku	265	N/A
Uus	Eeldatav	460	470
Uus	Kokku	580	630

### Energiakulu

Stsenaarium	Omadus	Algne variant	Alternatiivne lahend
PeakEPS221-61CS1	Päevane kulu	600	629
PeakEPS221-61CS1	Kulu / ML	22	23
PeakEPS221-69CS1	Päevane kulu	N/A	629
PeakEPS221-69CS1	Kulu / ML	N/A	23
SummerEPS221-61CS1	Päevane kulu	499	527
SummerEPS221-61CS1	Kulu / ML	23	24
SummerEPS221-69CS1	Päevane kulu	N/A	526
SummerEPS221-69CS1	Kulu / ML	N/A	24
WinterEPS126-61CW1	Päevane kulu	243	N/A

WinterEPS126-61CW1	Kulu / ML	22	N/A
--------------------	-----------	----	-----

### Näite küsimused

**1) Miks mahuti veetasapind muutub üsna tihti maksimaalsel päeval aga mitte niivõrd talve perioodil?**

Mahuti oli dimensioneeritud talveperioodile, kuid suveperioodil jääb see väikeseks. Süsteemi võiks lisada lisamahtuvust mahuti näol.

**2) Mille põhjal saad sa öelda, et toru läbimõõdud on piisavalt dimensioneeritud?**

Kiirused olid mõistlikes vahemikes, seda ka maksimaalsel päeval. Lisaks oli ka süsteemi kõver üsna lame.

**3) Kas väike ja suur pump saavad töötada koos säilitades hea efektiivsuse?**

Jah, praegusel juhul on see võimalik, kuna tööpunktid on ca 61m juures ning mõlema pumba parim efektiivsus on samuti 61m juures.

**4) Mida soovitaksid ette võtta, et süsteemi tööd muuta paremaks?**