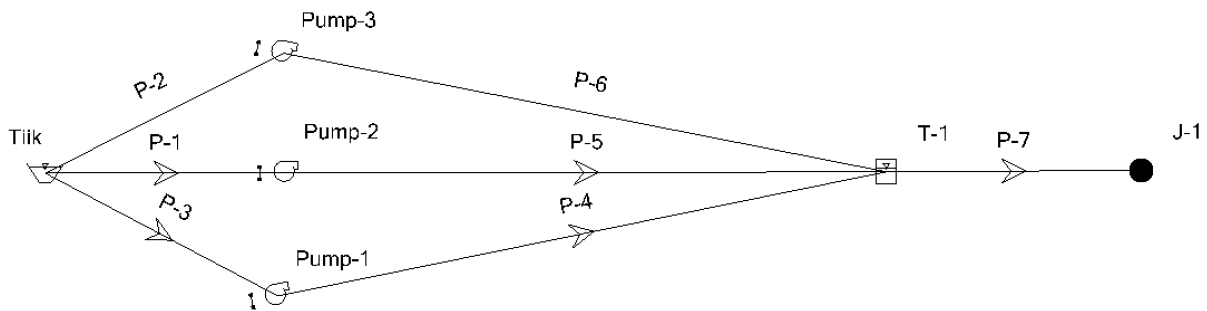


Sissejuhatus WaterGEMS tarkvarasse

Järgnevalt vaatame lähemalt tarkvara **Bentley WaterGEMS** tarkvara. Pane tähele, et kasutajaliidese tähenduses kehtib see sama juhend ka **Bentley WaterCAD** (vähemate võimalustega kui WaterGEMS) kui ka Bentley HAMMER (käsitletakse hilisemas moodulis) osas. Esmatutvuse raames lahendame konkreetse ülesande.

Pumbajaam tagab tööstusele vooluhulga alloleva skeemi järgi. Tööstus asub maapinna kõrgusmärgil **58 m**, mis saab oma vee ringikujulisest konstantse läbimõõduga mahutist, mille maapinna kõrgusmärk (**Elevation**) ning ka mahuti kõrgusmärk, **Elevation (Base)** on **90 m** ja minimaalne veetasapind on **99 m**. Algne veetasapind on **105,5 m** ja maksimaalne on **106 m**. Mahuti läbimõõt on **10 m**. Lähtepunktist (veetasapinna kõrgus **58 m**) pumbatakse vesi läbi paralleelitorustiku mahutisse. Seda tehakse igapäevaselt läbi kahe pumba (kolmas on tagavaraks). Iga pump on sätitud ajaliselt töötama nii, et tagatakse vooluhulk vastavalt veetasapinnale mahutis. Kasutades Hazen-Williams'i rõhukaod arvutamise valemit, leida rõhukaod süsteemis. Võrguskeem on toodud alloleval joonisel; pumpade ja torude kohta on info toodud järgnevates tabelites.



Leida:

- Kas pumbajaam suudab tagada tööstusele 20 l/s 24-tunni lõikes?
- Juhul kui tööstuses oleks tulekahju, mis nõuab lisavooluhulka 108 l/s ajahetkel 0 öösel kuni kella 6-ni varahommikul, kas esitatud pumbatöögraafikud ajaliselt tagavad süsteemi stabiilsuse? Esita süsteemi dünaamiline arvutus tabeli kujul igal ajasammul.
- Kuidas peaks süsteem töötama, nii et vajalik nõue punktis (b) oleks täidetud?

Andmed süsteemi torude kohta:

Toru	Pikkus (m)	Diameeter (mm)	Materjal	Karedus (H-W)
P-1	6	150	malm	90
P-2	6	150	malm	90
P-3	6	150	malm	90
P-4	71	150	malm	90
P-5	72	150	malm	90
P-6	73	150	malm	90
P-7	18	200	malm	90

Andmed süsteemi pumpade kohta:

Pump	Maapind (m)	Pumba graafik		Seaded
		Tõstekõrgus (m)	Vooluhulk (l/s)	
Pump-1	58	78 58.5 0	0 32 63	Töötab , kui T-1 on madalamal 105.5 m-st Ei tööta , kui T-1 on suurem 106.0 m-st
Pump-2	58	78 58.5 0	0 32 63	Töötab , kui T-1 on madalamal 105.2 m-st Ei tööta , kui T-1 on suurem 106.0 m-st
Pump-3	58	67 50.3 0	0 32 63	Töötab , kui T-1 on madalamal 99.25 m-st Ei tööta , kui T-1 on suurem 103.0 m-st

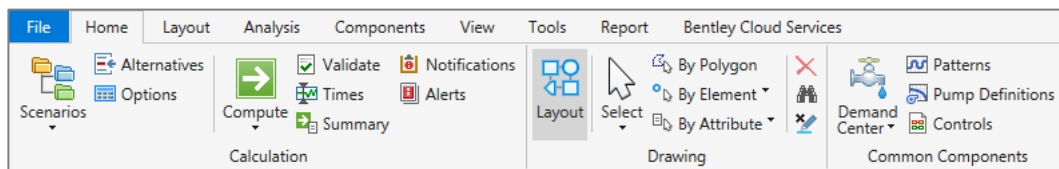
OSA (a): Kas pumbajaam suudab tagada tööstusele 20 l/s kogu 24-tunnise tsükli vältel?

Lahendus

- Kui esmakordselt avada *WaterGEMS* programm, peaks kuvatama dialoogiaken **Welcome**. Sellest aknast on võimalik kiirelt ligi pääseda nii õppefailidele, olemasolevatele projektidele ja ka luua uusi. Vali **Create New Hydraulic Model**, sisesta failinimi ja kliki **Save**.
- Kui nimetatud dialoogiaken ei avane, siis on *WaterGEMS* tarkvara seatud üles selliselt, et seda alguses ei kuvata. Uue projekti loomiseks, peaksid seetõttu valima menüüst **File > New**. Sisesta failinimi, kliki **Save**. (Dialoogiakent, mis kuvatakse nt esmakordsel tarkvara avanemisel saab ära peita või siis taas esile kutsuda valikuga **File > Help > Welcome Dialog** või siis **Options** dialoogi vahendusel, vali riba paanilt **Tools > Options**, seejärel kliki paanil **Global** ja sektsioonis **General** lisa linnuke reale **Show Welcome Page on startup**; või võta samas dialoogiaknas ära linnuke, mis kuvatakse tarkvara käivitamisel).
- Projekti parameetreid saab sisestada, kui valida menüüst **File > Info**
- Seame arvutuse parameetrid. Riba paanilt **Home > Calculation > Options**. Avanevas dialoogis tee topelt klikk nimel **Base Calculation Options**. Nüüd kontrolli, et oleksid seatud järgmised parameetrid:
 - General: Friction Method > Hazen-Williams**
- Sulge dialoog
- Kuna mudeli ehitame üles skeemina, siis veendu, et riba paanilt: **Tools > Options: Drawing: Drawing Mode = Schematic**
 - Veendu ka, et **Tools > Options: Units: Default Unit System for New Hydraulic Model: SI**.
 - Kui vaadata esitatud torude andmetabelit, selgub, et tegemist on diameetri, materjali ning kareduse lõikes samade torudega, välja arvatud toru **P-7**. Seega oleks mõistlik üles seada üks prototüüp vastavate füüsikaliste parameetritega, mis esitab algväärtustena vastavaid füüsikalisi suuruseid kõikide torude jaoks. Hiljem on võimalik üksikute torude parameetreid eraldi muuta.
 - Vaikimisi toru ülesseadmiseks vali riba paanilt **View > Element > Prototypes**. Avanevas dialoogis vali rida **Pipe**. Seejärel kliki **New**. Luuakse **Pipe Prototype – 1**. Tee sellel topelt klikk ning sea järgmised parameetrid:
 - Physical: Pipe Diameter = 150 mm**
 - Material = Cast iron** (selle valimiseks kliki rea lõpus oleval nupul)

Süsteemi joonestamine

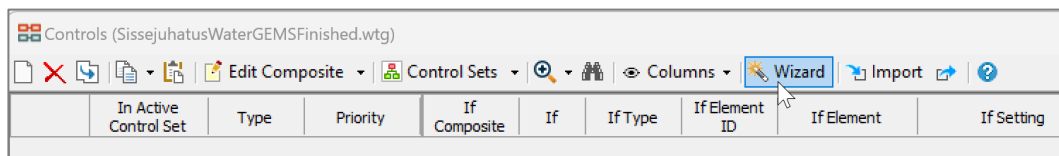
- Alustame torude joonestamisega, mis jooksevad kesket joont pidi. Kuna me valisime skemaatilise joonise, dialoogiaknas **Tools > Options: Drawing > Schematic**, siis pole oluline süsteemi maha joonestamine täpsete lõikudena. Oluline ligikaudu paika panna süsteemi põhiskeem.
- Kliki riba paanil: **Home > Drawing > Layout**



- Liigu hiirega tööaknasse, ja tee parem klikk. Vali **Reservoir**. Reservuaari maha märkimiseks vajuta lihtsalt hiire vasakut klahvi.
- Liigu hiirega horisontaalselt paremale, ja aseta **Pump-2** (nimetuse saad hiljem ära muuta). Selleks tee vastavas kohas parem klikk, vali kiirvalikumenüüst **Pump**. Seejärel vasak klikk pumba asetamiseks joonisele.
- Korda protsessi mahuti **T-1** paigutamiseks, valides soovitud kohas kiirvaliku-menüüst **Tank**
- Nüüd aseta sõlmkaev tähistamaks tööstust ennast (valides kiirvalikumenüüst **Junction**). Seejärel parem klikk töölaual, vali kiirvalikumenüüst **Done**.
- Sisesta ka loodud elementidele nimetused (tee klikk elemendil ning **Properties** paletil, reale **Label** kirjuta vastavalt:
 - **Reservoir: R-1** asemel: **Tiik**.
 - **Pump: PMP-1** asemel: **Pump-2**.
 - **Tank: T-1** jääb samaks.
- Jätka kahe järelejäänud pumba sisestamisega (koos nelja toruga) samal viisil, nagu eespool kirjeldatud
- Välja arvatud skaala ise, peaks sinu joonis välja nägema enam vähem sarnane esitatud lähtejoonisele
- Kui elementide nimetusi ei kuvata, siis **Element Symbology** paletil aktiveeri elementide nime kuvamine (tee **Label** kasti linnuke vastava elemendi grupi all, klakkides esmalt lahti see + märgist)

Andmete sisestamine

- Vali Tiik, paleti **Properties** > sisesta reale **Elevation = 58** m, peale sisestus vajuta ENTER või vali mõni teine lahter, element
- Vali mahuti **T-1. Properties** sektsioonis **Operating Range**, veendu, et esmalt oleks valitud **Operating Range Type: Elevation**, seejärel sisesta vastavad kõrgusmärgid esitatud lähteülesandest. Sektsioonis **Physical**, vali mahuti ristlõikeks **Section > Circular** ning sisesta reale **Diameter (m)** vastav läbimõõt. Real **Volume Inactive (ML)** olev väärtus las jääb nii nagu on, see pole antud juhul oluline
- Vali pump **Pump-1**. Sisesta pumba andmed etteantud tabelist. Vastav maapinna kõrgus reale **Physical > Elevation**. Vali pumba tüübiks **Physical > Pump Definition > Edit Pump Definition...** Avanevas dialoogis loo uus pumba definitsioon, mis põhineb seadel **Standard (3 Point)** ning sisesta vastavad väärtused lähteandmete tabelist. Pane tähele, et pumba karakteristikliku kõvera vooluhulga ühikuks (lähtetingimustes) on **l/s**. Ühiku muutmiseks, liigu kursoriga vastavale vooluhulga sisestamise väljale, parem klikk. Vali **Units and Formatting...**, misjärel avaneb dialoogiaken **Set Field Options - Flow**. Seejärel vali real **Units** väärtuseks **l/s** ning kliki OK. See muudab kõik pumba vooluhulka puudutavad ühikud projektis määratud kujule. Sisesta nüüd pumba karakteristikliku andmed, mis on esitatud lähtetabelis. Sulge dialoog. Veendu, et vastav pumba definitsioon on lisatud pumbale **Pump-1** real **Physical > Pump Definition**.
- Järgnevalt sisesta pumba töörežiimid. Sektsiooni **Operational > Controls** kliki rea lõpus oleval nupul, avaneb dialoog **Controls (<faili nimi>)**. Need määravad, millistel tingimustel pump töötab ja millistel mitte.
- Kliki nupul **Wizard**, mis on piisav, et lihtsamaid pumba seadeid kiirelt paika panna.



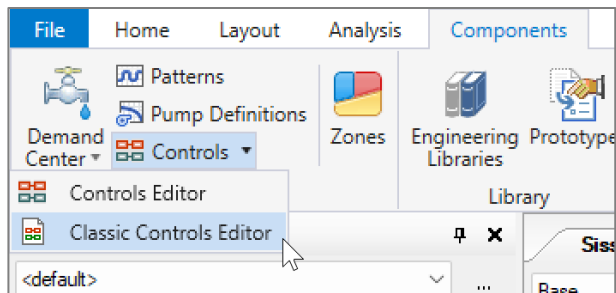
- Jälgides eelnevalt toodud pumba lähteandmeid, loo esmalt reegel **Pump-1** kohta. Seejärel samas tabelis ka **Pump-2** ning **Pump-3** kohta kui teine ja kolmas rida.

	Pump	Tank	On Operator	On HGL (m)	Off Operator	Off HGL (m)
1	Pump-1	T-1	<	105.50	>	106.00
2	Pump-2	T-1	<	105.20	>	106.00
3	Pump-3	T-1	<	99.25	>	103.00
*						

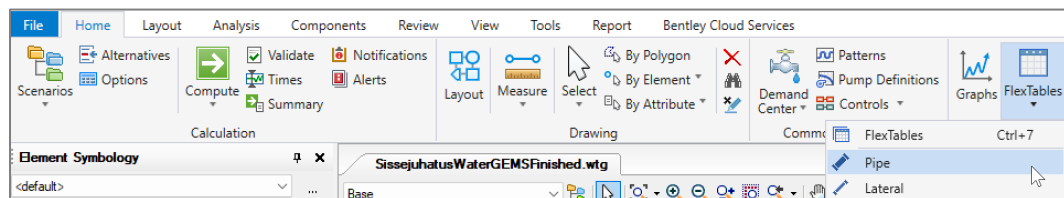
- Kliki **Create** nupul, et vastavad seaded luua. Sulge **Controls** dialoog.

Märkus. Pane tähele, et varasemalt loodi seaded läbi erinevate dialoogi paanide. Sul on endiselt võimalik luua ka varasema skeemi järgi või vaadata varasema skeemi esitusviisi, kui valid riba paanilt

Components > Controls hüpiku > **Classic Controls Editor**. Nii mõneski näites võidakse kasutada just varasemat kasutajaliidest. Samas tulemuste tähenduses vahet ei ole.



- Vali tööstust tähistav sõlmpunkt. Sisesta väljale **Elevation = 58 m**. Kliki **Properties** seksioonis **Demand > Demand Collection**, vasta rea lõpus oleval kolmel täpil. Sisesta väljale **Demand (Base)** staatiline tarbimine **20 l/s (Pattern (Demand) = Fixed)**. Sulge dialoog.
- Torude andmete sisestamiseks on sul võimalik iga toru eraldi valida, ja vastavad muudatused teha. Samas on see suhteliselt ajaküllane, eriti kui tegemist oleks tunduvalt suurema võrguga. Seetõttu on üsna tihti hõlpsam teha vastavad muudatused kasutades tabeliformaati.
- Kliki nupul: **Home > Common Views > FlexTables > Pipe**



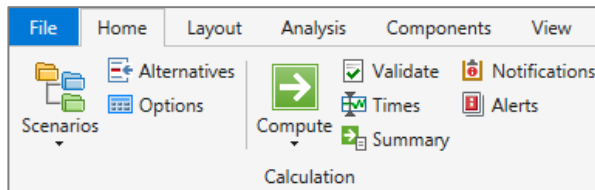
- Need väljad, mis on värvitud kollaselt on arvutuslikud parameetrid ning need mis esitatud valge taustvärviga, seal saab kasutaja parameetreid muuta (analoogselt tabeliarvutuslehele).

Märkus. Torud ei pruugi olla esitatud antud dialoogiaknas tähestikulises järjekorras. Selleks võid esmalt asetada kursori veeru **Label** päsele, parem klikk, ning vali **Sort > Sort Ascending**. Seejärel peaksid torud asetsema tähestikulises järjekorras.

- Sisesta korrektsed toru pikkused, vali **Has User Defined Length?** linnukesega, misjärel pikkuse kast, **Length (User Defined) (m)** muutub valgeks ja saad väärtused üle kirjutada (meenutame, et tegemist on skeem-mudeliga)
- Sisesta karedused (Hazen-Williams) ja muuda toru **P-7** diameeter väärtusele **200 mm**. Sulge **FlexTable: Pipe Table**.

Mudeli käivitamine

- Mudeli käivitamiseks vajuta nupule: **Home > Calculation > Compute**



- Selleks, et arvutus teostataks ööpäeva lõikes, vali uuesti riba paanilt **Home > Options** ning **Base Calculation Options**, sektsioonis **Calculation Times**: sisesta:
 - **Time Analysis Type = EPS**
 - **Start Time = 00:00:00**
 - **Duration (hours) = 24**
 - **Hydraulic Time Step (hours) = 1**, mis piisav antud ülesande tulemuste hindamiseks.
- Kliki uuesti **Home > Compute**

On erinevaid võimalusi, kuidas saad teha kindlaks, kas sinu mudel vastab esitatud nõudmistele.

Vaata tulemuste aknas, kas pole mõnd ühendamata sõlmpunkti. Kui mahuti **T-1** veetasapind laskub allapoole 99 meetrit (st mahuti endas veetasapind 9 m), sulgub mahuti, ja seega ei välju sellest ka rohkem vett. Selline sulgumine põhjustab tööstuse läbi lõikamise süsteemist, ehk teisisõnu tööstus ei saa kätte vajaminevat vooluhulka 20 l/s.

Peale arvutust esitatakse dialoog **User Notifications**, kust leiad ka infot võimalike probleemide kohta.

Vastus

Nagu tulemustes lähtub, rõhud tööstuse piirkonnas on ümmarguselt 465 kPa ringis, ja ühtegi lahti ühendatud sõlmpunkti algtiingimustel ei täheldatud. Seega suudab pumbajaam tagada tööstusele 20 l/s, kogu 24-tunnise ajaperiood vältel.

OSA (b): Juhul kui tööstuse oleks tulekahju, mis nõuaks lisavooluhulka 108 l/s tundidel 0:00 – 06:00, kas sellisel juhul oleksid esitatud pumbad piisavad, et ülesanne lahenduks. Esita vastus läbi dünaamilise arvutuse, järgides igat ajahetke (samm 1 tund).

Lahendus

- Lisa tööstuse sõlmpunktile veel üks tarbimine. Sektsioonis **Demand > Demand Collection**, sisesta veel üks tarbimise rida *Demand (Base)* veerus, olemasoleva **20 l/s** alla, märkides vooluhulgaks **108 l/s**. Sulge dialoog.
- Seekord pead sa kontrollima mudeli tööd vaid kuuel tunnil, seega menüüst **Home > Calculation > Calculation Options > Duration (hours) = 6**. Arvuta mudel.
- Kui sa nüüd vaatad lõpptulemusi, näed, et ajahetkel 3:12, laskub veetasapind mahutis **T-1** selle miinimumini ehk 9-le meetrile. Kui vaadata tulemusi edasi, siis esineb ka hoiatusi (tähistatud kollaste märkidega, roheliste asemel), mis ütlevad, et teatud kellaajal on tööstuse sõlmpunkt süsteemist lahti ühendatud.

Vastus

Kui tööstuses toimuks tulekahju (etteantud ajahetkel), siis olemasolev süsteem poleks piisav.