Ülemiste veepuhastusjaam

Täna saab enamik tallinlasi joogivee Ülemiste järvest, mis oma 964 hektariga on suuruselt Eesti neljas järv. Enne, kui järvevesi tarbijani jõuab, peab see läbima pika puhastusprotsessi. Tallinlaste kraanivee puhtuse eest hoolitseb Ülemiste veepuhastusjaam.

Teile näidatakse videoklippi Ülemiste veepuhastusjaama toimimisest. Video kestus on 8 minutit, seega saate võimaluse seda vaadata kaks korda. Kõikide küsimuste vastused leiate videost. Lugege enne klipi vaatamist kõik küsimused hoolikalt läbi ja jagage rühmaliikmete vahel ülesanded.

Video mängimise ajal austage võistluskaaslasi, kes teksti kuulata soovivad.

Märkmete tegemiseks kasutage mustandipaberit.

Vastused kirjutage vastuste lehtedele!

ÜLESANDED

1. Koosta selle ülesande vastuste lehele vertikaalne ajatelg, kuhu on kantud kõik videos mainitud aastaarvud. Lisa videos kuuldu põhjal igale toodud aastaarvule seletus, mis sel aastal toimus. Kandke ajateljele kõikide sajandite algusi tähistavad märgised. Vormistage ajatelg korrektselt. Vältige sodimist.

2. Koostage selle ülesande vastuste lehele skeem Ülemiste veepuhastusjaamas toimuva järvevee puhastamise etappide kohta. Skeemi alustage vee ammutamisega järvest ja skeem lõpetage vee jõudmisega tarbijani. Tooge välja sinna vahele jäävad 6 olulist etappi, mis on seotud vee puhastamisega. Kirjutage iga etapi nimetus eraldi kasti. Ühendage kastid nooltega, mis näitavad vee liikumist ühest etapist teise. Vormistage skeem korrektselt ja loogiliselt. Vältige sodimist.

3. Kirjeldage selle ülesande vastuslehel (võib kirjutada mitmele lehele) veepuhastusprotsessi kuut etappi, mille lisasite oma skeemile ülesandes kaks. Iga etapi kohta tuleb esitada kolm lauset, mis vastavad järgnevatele küsimustele:

   a. Mis veega antub etapis toimub? Kuidas vesi etapis liigub?

   b. Kuidas toimub vee puhastumine?

   c. Milles seisneb selle etapi olulisus?

   Vormistage vastused korrektselt.

Ülesannete lahendamisel näidatakse võistlejatele järgmist videot:

http://www.youtube.com/watch?v=p0pqDEBMvKI

Ülesanne 1

Ülesande tekst: Koosta selle ülesande vastuste lehele vertikaalne ajatelg, kuhu on kantud kõik videos mainitud aastaarvud. Lisa videos kuuldu põhjal igale toodud aastaarvule seletus, mis sel aastal toimus. Kandke ajateljele kõikide sajandite algusi tähistavad märgised. Vormistage ajatelg korrektselt. Vältige sodimist.

	Max punkte	Punkte	Kriteerium
Vormistus	1	1	Ajatelg on korrektselt vormistatud. Vastuste leht on puhas ja korralik. Ei ole soditud. Tekstid ja aastaarvud on selgelt loetavad, teineteisest eraldatud ja ühtselt kujundatud.
		0,5	Vormistusele on pööratud tähelepanu, kuid esineb märke lohakusest, vähest sodimist. Kujundamine ei ole ühtne.
		0	Vormistusele ei ole pööratud tähelepanu. Esineb sodimist. Tekstist on keeruline aru saada ja see ei ole ühtselt kujundatud.
Sajandid	1	1	Kõik sajandid on kantud ajateljele. Jaotus on ühtlane.
		0,5	Kõik sajandid on kantud ajateljele. Jaotus on ebaühtlane
		0	Sajandeid ei ole kantud ajateljele.
Aastaarvud	a 0,5 (Σ2,5)	0,5	Leitud aastaarv on õige ning on kantud õigesse kohta ajateljel.
		0	Aastaarv on vale või on kantud ajateljel valesse kohta.
Seletused	a 0,5 (Σ2,5)	0,5	Seletus vastab videos toodud informatsioonile.
		0	Seletus ei vasta videos toodud informatsioonile
	Kokku max 7 punkti		

Ajatelje näide koos õigete aastaarvude ja seletustega on toodud eraldi lehel.

Video tekst on toodud eraldi lehel.

Ajatelg (näide)

Ülesanne 2

Ülesande tekst: Koostage selle ülesande vastuste lehele skeem Ülemiste veepuhastusjaamas toimuva järvevee puhastamise etappide kohta. Skeemi alustage vee ammutamisega järvest ja skeem lõpetage vee jõudmisega tarbijani. Tooge välja sinna vahele jäävad 6 olulist etappi, mis on seotud vee puhastamisega. Kirjutage iga etapi nimetus eraldi kasti. Ühendage kastid nooltega, mis näitavad vee liikumist ühest etapist teise. Vormistage skeem korrektselt ja loogiliselt. Vältige sodimist.

	Max punkte	Punkte	Kriteerium
Etapid	a 1 (Σ6)	1	Etapp on korrektselt nimetatud, selles toimub vee puhastamine ja see asub loogilises kohas võrreldes eelmise ja järgmise etapiga. Vt etappide võimalikke nimetusi allolevast tabelist. Vt skeemi näidist eraldi lehelt.
		0	Etapp puudub, on tähistatud ebakorrektse nimetusega või on toodud etapp, kus vee puhastamist ei toimu (nt pumbad või reservuaarid).
Nooled	0,5	0,5	Etappide vahele on tehtud nooled. Nooled näitavad korrektselt vee liikumist protsessis. Vt skeemi näidist eraldi lehelt.
		0	Nooled kas puuduvad või on joonistatud valetpidi ja ei näita vee tegelikku liikumissuunda.
Algus ja lõpp	0,5	0,5	Ülesande tekstis toodud algus ja lõpp (vee ammutamine järvest ja vee jõudmine tarbijani) on kantud skeemile.
		0	Protsessi algust ja lõppu tähistavad kastid puuduvad.
Vormistus	1	1	Skeem on korrektne. Etapid on toodud kastides. Sodimist ei esine.
		0,5	Skeem on enam-vähem korrektne. Etapid on toodud kastides (kastid võivad olla ebakorrektsed). Esineb vähest sodimist.
		0	Skeem on segane, ei ole arusaadav. Etappe tähistavad kastid puuduvad. Esineb sodimist.
Kokku max 8 punkti			

Videos näidatud sinisel joonisel on toodud järgmised etapid. Vee puhastamine

- Ülemiste järv
- Võrehoone
- Propellerpumbad
- Mikrofiltrid
- I astme pumbad
- Koagulant
- Selitid
- Filtrid
- I astme pumbad
- Vesi linna veevõrku

Teksti põhjal võiks eristada järgmisi etappe. Vee puhastamine

- Mehaanilised võred
- Pumbakaev
- Mikrofiltrid
- Desinfitseerimine (segamine osooniga)
- Puhastuskemikaali lisamine
- Kiirfiltrid
- Järelkloreerimine
- Joogivee reservuaarid
- (Veeproovid laborisse)
- Veevõrk ja tarbija

Puhastusprotsessi skeemi näidis

Ülesanne 3

1. **Ülesande tekst**: Kirjeldage selle ülesande vastuslehel (võib kirjutada mitmele lehele) veepuhastusprotsessi kuut etappi, mille lisasite oma skeemile ülesandes kaks. Iga etapi kohta tuleb esitada kolm lauset, mis vastavad järgnevatele küsimustele:

   a. Mis veega antub etapis toimub? Kuidas vesi etapis liigub?

   b. Kuidas toimub vee puhastumine?

   c. Milles seisneb selle etapi olulisus?

   Vormistage vastused korrektselt.

	Max punkte	Punkte	Kriteerium
Etapi kirjeldus	a 1,5 (Σ9)	1,5	Etapi nimetus vastab skeemil toodud etapi nimetusele. Kirjeldamiseks on kasutatud kolme lauset. Vastatud on kõigile kolmele küsimusele.
		1	Etapi nimetus erineb mingil määral skeemil toodud vastava etapi nimetusest, kuid protsess ise on sama. Kasutatud on kolme lauset. Vastatud on kõigile kolmele küsimusele. VÕI Etapi nimetus vastab skeemil toodud etapi nimetusele. Kirjeldamiseks on kasutatud kolme lauset. Ühele küsimusele ei ole vastatud korrektselt. VÕI Etapi nimetus vastab skeemil toodud etapi nimetusele. Küsimustele on vastatud, kuid vastamiseks on kasutatud rohkem lauseid.
		0,5	Etapi nimetus erineb mingil määral skeemil toodud vastava etapi nimetusest, kuid protsess ise on sama. Kasutatud on kolme lauset. Kirjelduses ei ole vastatud kõigile kolmele küsimusele. VÕI Etapi nimetus vastab skeemil toodud etapi nimetusele. Kirjeldamiseks on kasutatud kolme lauset. Ühele

			küsimusele ei ole vastatud korrektselt. VÕI Etapi nimetus vastab skeemil toodud etapi nimetusele. Küsimustele on vastatud osaliselt ja vastamiseks on kasutatud rohkem lauseid.
		0	Kirjeldatud on valet etappi.
Vormistus	1	1	Vastuslehtede vormistus on korrektne. Sodimist ei esine või esineb väga vähesel määral. Korralikult maha tõmmatud teksti ei loe sodimiseks.
		0,5	Vastuslehe vormistus on üldjuhul korrektne. Esineb vähesel määral sodimist.
		0	Vastusleht on lohakalt täidetud. Esineb sodimist.
Kokku max 10 punkti			

Näited etappide kirjeldustest (vajadusel vaata ka video teksti)

Võrehoone

- Vesi läbib kümne millimeetri laiuste piludega mehaanilise võre.
- Võresse jääb kinni suurem praht (kõrkjad, puuoksad, kile, plast, kalad).
- (Olulisust tekstis eraldi välja ei tooda. Sobib loogiline vastus. Nt. Koormus on ülejäänud seadmetele siis väiksem)

Mikrofiltrid

- Vesi filtreeritakse läbi nailonriide, kust ta imbub trumlit ümbritsevasse basseini.
- Filtrisse jääb kinni hõljum (taimsed ja loomsed mikroorganismid, füto- ja zooplankton)
- Hõljum suurendab puhastusseadmetele langevat koormust, järelikult selle etapiga koormus seadmetele väheneb.

Desinfitseerimine/ osoneerimine

- Vesi suunatakse osoneerimisbasseini, kus toimub vee segamine õhu ja osooni seguga.

- Osoon hävitab vees olevad haigusetekitajad, lagundab looduslikku orgaanilist ainet ja lagundab vetikad.
- Osooni kasutamine parandab oluliselt joogivee kvaliteeti, selle maitset ja värvust.

Puhastuskemikaalide lisamine/ koagulant/ koagulatsioon/ selitid

- Veele lisatakse puhastuskemikaali ja vett segatakse.
- Vette moodustub koagulandi/puhastuskemikaali toimel (alumiiniumhüdroksiidi) sade, mis omakorda seob vees olevad osakesed ja lisandid.
- (olulisust tekstis eraldi välja ei tooda. Sobib loogiline vastus, nt saadakse lahti vees olevatest osakestest ja lisanditest.)

Kiirfiltrid

- Selitatud vesi suunatakse edasi kahekihilistele kiirfiltritele
- Veest eemaldatakse viimased setteosakesed
- Filtreeritud vesi vastab peale seda etappi oma kvaliteedilt joogivee nõuetele

Järelkloreerimine

- Veele lisatakse kloori
- Kloor tapab bakterid
- Kloori abil säilib joogivee kvaliteet ka basseinides ja veetorustikus kuni tarbijani jõudmiseni.

Proovid veelaboris (ei ole seotud vee puhastamise, vaid selle kontrolliga)

- Veest võetakse proove
- Puhastust ei toimu. Proove võetakse, et saaks teha keemilisi ja mikrobioloogilisi analüüse.
- Kindlustatakse, et vesi vastab nõuetele.

Joogivee reservuaarid (ei ole seotud vee puhastamise, vaid puhastatud vee kogumisega)

- Puhastatud vesi suunatakse reservuaaridesse
- Puhastusprotsess ei lähe seal enam edasi
- Puhastusprotsessile ei oma tähtsust, kuid kindlustab, et valmis oleks kogu aeg piisav hulk vett.

Ülemiste veepuhastusjaam

(Video tekst)

Inimene koosneb pea 60% ulatuses veest, seega vajame ellujäämiseks puhast vett iga päev. Kuid kuidas ja kust see vesi meieni jõuab?

Tallinna linna veega varustamiseks on ajalooliselt kasutatud erinevaid viise. Näiteks on vesi jõudnud inimesteni läbi Härjapea jõe, kanalite, allikate ja šahtkaevude. 1345. aastal aga andis Taani kuningas Valdemar linnale õiguse juhtida vett vallikraavidesse Ülemiste järvest. Olgugi, et järvest võetav vesi oli puhtam kui joogiveekanalitest tulnud vesi, oli kahekümnendaks sajandiks see lahendus ajale hambusse jäänud ja linnarahvas hakkas veekvaliteedi üle nurisema. Otsustati ehitada veepuhastusjaam. Vastutavaks sai inglise firma W. Patersson Engineering Company Limited. 1927. aastal pandi jaam tööle ning läbi aegade on puhastusprotsessi alused samaks jäänud, kuid teadmiste ja võimaluste muutudes on neid pidevalt täiendatud. Täna saab enamik tallinlasi joogivee Ülemiste järvest, mis oma 964 hektariga on suuruselt Eestimaa neljas järv. Järve suunatakse vett Paunküla ja Soodla veehoidlast. Ülemiste järve veega varustatav maa-ala on 1865km^2.

Vesi, mis tuleb meie kraanidest, läbib pika puhastusprotsessi. Vesi võetakse Ülemiste järvest maa-aluse kanali kaudu. Siin algabki puhastusprotsess. Kanali lõpuosas on 10 millimeetriste piludega mehaanilised võred. Need püüavad kinni veega kaasa tulnud suurema prahi nagu kõrkjad, puuoksad, kile ja plasti ning ei võimalda edasi liikuda suurematel kaladel.

Pärast võrehoonet saabub kanal kahemeetrise läbimõõduga torusse ja suunatakse edasi. Järvevesi liigub läbi kanali ja torustiku pumbakaevu, mille pumbad on nii suure võimekusega, et ühest pumbast jätkub terve Tallinna varustamiseks veega.

Pumbakaevus tõstetakse järvevesi uputatud pumba abil mikrofiltritele mehaaniliseks puhastamiseks. Mikrofiltrid on olulised seepärast, et Ülemiste järve vees olev hõljum on põhilises osas taimsed ja loomsed mikroorganismid (fütoplankton ja zooplankton), mis suurendavad puhastusseadmetele langevat koormust. Et seda koormust vähendada, kasutataksegi mikrofiltreid. Järvevesi filtreeritakse läbi nailonriide. Vesi voolab trumlisse ja filtreerub läbi riide trumlit ümbritsevasse basseini.

Pärast esmast filtreerimist võib alustada vee desinfitseerimisega. Mikrofiltreeritud vesi suunatakse osoneerimisbasseini, kus toimub vee segamine õhu ja osooni seguga. Osooni toodetakse õhuhapnikust elektrilahenduse abil. Osooni tootmise protsess koosneb välisõhu ettevalmistusest, milles õhk puhastatakse filtri abil tolmust, jahutatakse ja kuivatatakse niiskuse eemaldamiseks kuni kastepunktini vähemalt -70°C. Kuivatatatud õhk suunatakse osoonigeneraatorisse, kus elektrilahenduse toimel tekib õhuhapnikust osoon. Keraamilist pinda läbides pihustub gaas peente mullikestena vette. Mullid segatakse veega ja nendes olev osoon toimib veele. Aastakümneid kasutusel olnud toorvee kloreerimine asendati osoneerimisega 1997. aastal. Osoon on tugevam oksüdeerija kui kloor. Ta hävitab vees olevad haigustekitajad lühema ajaga kui kloor,

lagundab looduslikku orgaanilist ainet ja lagundab vetikad. Osooni kasutuselevõtt parandas seega oluliselt joogivee kvaliteeti, joogivee maitset ja värvust.

Osoneerimiselt tulev vesi pumbatakse vanasse ja uude veepuhastusjaama. Veele lisatakse puhastuskemikaali ning vett segatakse. Vees olevate lisandite eemaldamine toimub koagulatsiooni abil. Peened osakesed viiakse suurematesse kogumikesse lisades vette koagulante, milleks on alumiiniumi- või rauasoolad. Vette moodustub alumiiniumhüdroksiidi sade, mis omakorda seob vees olevaid osakesi ja lisandeid.

Selitatud vesi suunatakse edasi kahekihilistele kiirfiltritele. Filtreerimise käigus eemaldatakse veest viimased setteosakesed. Filtreeritud vesi peab vastama oma kvaliteedilt joogivee nõuetele.

Joogivee turvalisuse tagamiseks lisatakse filtreeritud veele kloori. Vee järelkloreerimisele, mida nõuab ka seadus, on kaks põhjust. Esiteks on puhastatav vesi pidevas liikumises ja läbib lahtisi basseine, kuhu võib sattuda baktereid. Teiseks on vaja tagada joogivee kvaliteedi säilimine veetorustikus kuni tarbija kraanini.

Kloreeritud vesi suunatakse joogivee reservuaaridesse. Joogivee reservuaare on veepuhastusjaamas kuus. Esimene ja teine puhastusvee reservuaar võeti kasutusele 1927. aastal ja on kasutusel siiani. Täna on Tallinna vee maksimaalne veevaru kuni 52 000 m^3.

Selleks, et tagada veevõrgus 100% puhas vesi, teostatakse ka pidevalt kvaliteedikontrolli. See sisaldab endas nii keemilisi kui ka mikrobioloogilisi analüüse. Veelabor on olnud lahutamata osa veepuhastusjaama töös. Kuni 1946. aastani tehti osad analüüsid linnalaboris. Seejärel asutati veepuhastusjaama laborisse mikrobioloogia osakond. Veelabor sai akrediteeringu aastal 2001 ning vastab kõigile rahvusvaheliste standardite nõuetele. Laboris tehakse 80 000 analüüsi aastas. Veelabor osaleb enamike analüüsimismeetoditega regulaarselt nii kohalikel kui ka rahvusvahelistel laborite sõltumatutel võrdluskatsetel. Lisaks jälgitakse joogiveekvaliteeti pidevalt online mõõtjatega.

Kogu veepuhastusprotsessi Ülemiste järvest kuni tabijateni jõudmiseni suunab veepuhastusjaama juhtimiskeskus. Juhtimiskeskuse arvutid salvestavad informatsiooni, mille põhjal saab koostada vajalikke trende ja analüüsida toimuvaid protsesse. Tõrgetest ja riketest teavitatakse reageerimisvalmis valvetöötajaid koheselt. Juhtimiskeskus on koht, kust antakse viimane käsk selleks, et puhastatud joogivesi pumbataks veevõrku. Veevõrgust jõuab puhas ja hea joogivesi otse tarbijateni.