

Vastaanottaja
Pohjavaaran vesiosuuskunta
Asiakirjatyyppi
Yleissuunnitelma

Päivämäärä
8.12.2015

Viite
1510021557

POHJAVAARAN
VESI OSUUSKUNTA
VEDENHANKINNAN
KEHITTÄMINEN
YLEISSUUNNITELMA

VESIOSUUSKUNTA
VEDENHANKINNAN KEHITTÄMINEN

Päivämäärä 8.12.2015
Laatija Ville Venejärvi
Tarkastaja Teemu Heikkinen
Hyväksyjä Jyri Rautiainen
Kuvaus Raportti

Viite 1510021557

SISÄLTÖ

1.	JOHDANTO	1
2.	NYKYTILANNE JA ENNUSTEET	2
2.1	Pohjavesialueelle tehdyt tutkimukset	2
2.2	Nykyinen vedenhankinta ja ennustettu kulutus	2
3.	VEDENKÄSITTELYN TEHOSTAMINEN	5
3.1	Vedenhankintavaihtoehdot	5
3.2	Vaihtoehto VE 1: Nykyisen vedenottamon kunnostaminen	5
3.2.1	Vedenkäsittelyvaihtoehtojen mitoitus ja raakavedenlaatu:	6
3.2.2	VE 1A: Painesuodatus	6
3.2.3	VE 1B: Raudan ja mangaaninpoisto ioninvaihtosuodatuksella	9
3.2.4	VE 1C: Pikahiekkasuodatus	11
3.3	Vaihtoehto VE 2: Uusi vedenottamo ja käsittelylaitos	14
3.3.1	Vedenkäsittelyvaihtoehtojen mitoitus:	16
3.4	Vaihtoehto VE 3: Yhdysvesijohto Naapurivaaran vesiosuuskuntaan	20
3.4.1	Yhdysvesijohdon mitoitus:	20
3.5	Vaihtoehto VE 4: Yhdysvesijohto Lauttolahden vesiosuuskuntaan	22
3.5.1	Yhdysvesijohdon mitoitus:	22
4.	VAIHTOEHTOJEN VERTAILU JA SUOSITUS	23
4.1	Kustannusten laskentaperusteet	23
4.2	Vaihtoehtojen kustannusvertailu	25
4.3	Johtopäätökset ja suositus jatkotoimenpiteistä	28

1. JOHDANTO

Pohjavaaran vesiosuuskunta sijaitsee Sotkamossa ja vesiosuuskunnan vedenjakelun piirissä on tällä hetkellä 73 osakasta, joista 42 on vakituisesti asuttuja kiinteistöjä, 26 loma-asuntoa, kolme lypsykarjatilaa, kyläkoulu sekä yksi koneyritys. Runkovesijohto alueelle on valmistunut vuonna 1999. Vesiosuuskunnalla on oma v. 1999 valmistunut vedenottamo, joka ottaa vettä Rimpiläniemen pohjavesialueelta siiviläputkikaivosta. Raakavedessä on ollut runsaasti rautaa, joka on aiheuttanut ongelmia etenkin pumppulaitteistossa. Suuret rautasakkamäärät ovat aiheuttaneet ongelmia myös pidemmällä aikavälillä verkostossa.

Suurien rautapitoisuuksien vuoksi on laadittu tämä yleissuunnitelmatasoinen selvitys, jossa on tarkasteltu eri vaihtoehdot kehittää Pohjavaaran vesiosuuskunnan vedenhankintaa ja vedenkäsittelyä. Yleissuunnitelmassa on tarkasteltu eri vedenhankintavaihtoehtojen tekninen toteutettavuus, vedenkäsittelyn riskit ja kustannukset sekä käyttäjien toiveet eri vedenhankintajärjestelmille. Osuuskunnan nykyisellä pohjavedenottamalla ei ole tällä hetkellä varavoiman käyttömahdollisuutta sähkökatkojen varalle eikä desinfiointikalustoa. Suunnitelmassa huomioidaan, että nämä asiat ovat jatkossa tarvittaessa käytettävissä osuuskunnan laitoksella.

Vesijohtoverkostossa ja vedenottamon raakavedessä on havaittu rautapitoisuuksia, jotka ylittävät Sosiaali- ja terveysministeriön laatusuositukset ($<200 \mu\text{g/l}$), mutta viime vuosina koulun vesijohtoverkoston näytteistä määritetyt verkoston rautapitoisuudet ovat pysyneet suosituksen alapuolella. Tästä voidaan päätellä, että vedenottamon raakavedessä ollut rautapitoisuus on sakkautunut verkostoon. Raakaveden sisältämä rauta on aiheuttanut ongelmia etenkin vedenottamalla, kun siiviläputkikaivon pumppu on jouduttu vaihtamaan useaan kertaan, koska rautasakka on aiheuttanut tukoksia pumppuun. Todennäköisesti kaivossa on normaalia korkeampi rautasakka kerrostuma, joka voi aika-ajoin nousta jopa pumpun tasolle. Raudan sakkautumisesta kaivoon voidaan päätellä pohjaveden happipitoisuuden olevan melko korkea ja veden pH arvon olevan yli 7, joka aiheuttaa raudan saostumisen kaivoon.

Pohjavedessä oleva rauta voi myös saostua verkostoon, jolloin verkoston rautasakkaongelmat liisääntyvät etenkin silloin kun verkoston virtaama tai painetaso muuttuu nopeasti ja rautasakka lähtee verkostosta liikkeelle. Rautasakan irtoaminen verkostossa ja kulkeutuminen käyttöpisteiden hanoihin onkin havaittu ongelmaksi vesiosuuskunnan alueella.



Kuva 1. Pohjavaaran vesiosuuskunnan vedenottamon sijainti.



Kuva 2. Vedenottamon kansirakenteet.



Kuva 3. Vedenottamon laitetila.

Vedenottamalla käytössä olevan siiviläputkikaivon mitat ovat seuraavat:

- Siiviläputki DS 423 mm, L=1,0 m (Fluxscreen)
- Jakoputki DS 380,4 mm, L=14,95 m
- Lieteputki DS 380,4 mm, L=0,5 m
- Siiviläputken yläpään korkeustaso $N_{60} + 135,30$
- Siiviläputken alapään korkeustaso $N_{60} + 134,30$
- Kaivon suurin sallittu tuotto on 500 l/min

- Pumpun imuaukon keskiosan asennustaso $N_{60} + 135,40$
- Pumpun kuivakäynnin estoraja $N_{60} + 135,80$

Vesiosuuskunnalla on vesijohtoverkosta yhteensä noin 19 km. Verkosto on muoviputkea, jonka paineluokka on PN6. Verkoston osalta ei ole ilmennyt häiriöitä tai ongelmia, kuten suurempia putkistovuotoja tai –rikkoja. Marraskuussa 2015 vedenottamalla rikkoutui lähtevän veden putki, joka aiheutti tilapäisen vedenjakeluhäiriön vedenottamalla. Osuuskunnan vesijohtoverkostossa on yksi paineenkorotusasema, joka sijaitsee Jormuantien varressa. Verkoston korkeimmissa kohdissa on ilmennyt paineongelmia, eikä painetaso ole täysin riittävä kaikilla kiinteistöillä. Vedenotamolta lähtevä painetaso on 6 baria eikä sitä ole mahdollista nostaa korkeammaksi, koska verkostossa on käytetty 6 barin paineluokan putkia. Jatkuva pitkäaikainen 6 barin painetaso voi aiheuttaa ongelmia verkosto-osissa, joissa putkien paineluokka on PN 6.

Taulukossa 1 on esitetty Pohjavaaran vesiosuuskunnan tunnuslukujen ja väestöennusteen perusteella laskettu vedenkulutusennuste vuoteen 2025 saakka. Ennusteen mukaan vesihuoltoverkoston liittyvien kiinteistöjen ja näin ollen myös asukkaiden määrä kasvaisin hieman vuoteen 2025 mennessä, lähinnä liittymisasteen nousun ja mahdollisen verkoston laajenemisen vuoksi. Verkoston liittyvien asukkaiden määrän ennustetaan kasvavan noin 20 henkilöllä. Ennusteessa alueella toimivien karjatilojen määrän oletetaan pysyvän nykyisenlaisena. Ennusteen mukainen keskimääräinen vedenkulutus olisi vuonna 2025 noin 50..60 m³/d. Maksimikulutukseksi arvioidaan 70..80 m³/d. Maksimikulutustilanteiden voidaan olettaa toteutuvan kesäaikaan vapaa-ajan asuntojen käytön ollessa suurimmillaan. Yksittäiset tuntikulutushuiput voivat olla tasolla 8..10 m³/h.

Taulukko 1. Pohjavaaran vesiosuuskunnan vedenkulutusennuste vuoteen 2025.

Talousvesihuolto	Yks.	2015	2020	2025
Vakituiset asunnot	kpl	42	47	50
Loma-asunnot	kpl	26	30	35
Yrityskiinteistöt	kpl	1	1	1
Koulut	kpl	1	1	1
Lypsykarjatilat	kpl	3	3	3
Talousvesimäärä				
- Asutus, yritykset, koulu	m ³ /d	8	10	10
- Lypsykarjatilat	m ³ /d	27	30	30
- Vuotovedet	m ³ /d	24	20	15
YHTEENSÄ	m ³ /d	59	60	55
MAKSI MI	m ³ /d	70	80	80

Taulukkoon 2 on koottu raakaveden laadun tulokset vedenottamopaikan koepumppauksesta vuodelta 1998 sekä valvontanäytteistä vuosilta 2012, 2014 ja 2015. Taulukosta nähdään, että veden pH on ilman käsittelyäkin hyvällä tasolla eli yli 7,0. Raakaveden rautapitoisuus ylittää talousveden laatusuosituksen raja-arvon 200 µg/l ja raakaveden mangaanipitoisuus on laatusuositusrajan 50 µg/l tuntumassa.

Taulukko 2. Nykyisen vedenottamon raakavedenlaatu vuoden 1998 koepumppauksessa sekä vuosien 2012, 2014 ja 2015 vesianalyyysien perusteella.

Parametri	Yksikkö	1998 (Koepumppaus)	2012	2014	2015
pH	-	7,2	6,8	7,3	7,4
Aikaliteetti	mmol/l	0,77	-	-	0,7
Kokonaiskovuus	mmol/l	0,4	-	-	0,4
Sameus	NTU/FTU	0,22	1,9	-	1,4
Väriiluku	mg Pt/l	<5	15	-	7,5
Sähkönjohtavuus	µS/cm	9700	105	-	95
Rauta	µg/l	50	650	610	510
Mangaani	µg/l	40	53	48	42
Ammoniumtyppi	mg/l	0,01	<0,01	-	0,01
Nitraatti	mg/l	0,1	<1	-	<1
Nitriitti	mg/l	-	<0,01	-	<0,007
Happi	mg/l	9,4	-	-	10,2
COD _{Mn}	mg/l	-	-	-	<0,5
Kloridi	mg/l	3,6	-	-	4,8
Sulfaatti	mg/l	-	-	-	4,8
Fluoridi	mg/l	-	-	-	<0,1
Hiilidioksidi	mg/l	7,4	-	-	3,5

3. VEDENKÄSITTELYN TEHOSTAMINEN

3.1 Vedenhankintavaihtoehdot

Pohjavaaran vesiosuuskunnan vedenhankinnan turvaamiseksi ja kehittämiseksi on vertailtu neljää erilaista kehittämissvaihtoehtoa. Kahdessa ensimmäisessä vaihtoehdossa (VE 1 ja VE 2) oman vedenottamon toimintaa jatketaan, jolloin se tehostetaan raudan ja mangaaninpoistolaitokseksi. Kahdessa muussa vaihtoehdossa (VE 3 ja VE 4) tarkastellaan Pohjavaaran vesijohtoverkoston liittämistä toisen osuuskunnan verkostoon Naapurivaarassa tai Lauttolahdella, jolloin oma vedenottamo poistetaan käytöstä tai jätetään varavedenottamoksi.

Tarkasteltavat tehostamisvaihtoehdot ovat seuraavat:

- *VE 1: Vanhan ottamon kunnostaminen raudan- ja mangaaninpoistolaitokseksi, jossa desinfiointi ja varaus alkaloinnille.*
 - o *VE 1A: Painesuodatus*
 - o *VE 1B: Ioninvaihtosuodatin*
 - o *VE 1C: Pikahiekkasuodatus (Painovoimainen)*
- *VE 2: Uuden vedenottamon rakentaminen samalle pohjavesialueelle. Raakaveden raudanpoisto, alkalointi ja desinfiointi. Nykyinen vedenottoaika jää varavedenottamoksi tai mahdollisesti toimintaan uuden rinnalle.*
 - o *VE 2A: Painesuodatus*
 - o *VE 2B: Ioninvaihtosuodatin*
- *VE 3: Vesiosuuskunnan liittäminen yhdysvesijohdolla Naapurivaaran vesiosuuskuntaan. Oma vedenottamo jää varavedenottamoksi tai poistetaan käytöstä*
- *VE 4: Vesiosuuskunnan liittäminen yhdysvesijohdolla Lauttolahden vesiosuuskuntaan. Oma vedenottamo jää varavedenottamoksi tai poistetaan käytöstä.*

3.2 Vaihtoehto VE 1: Nykyisen vedenottamon kunnostaminen

Suunnitelmavaihtoehdossa VE 1 Pohjavaaran vesiosuuskunnan Rimpilänniemen nykyinen vedenottamo tehostetaan raudan- ja mangaaninpoistolaitokseksi ja laitokselle lisätään myös veden desinfiointilaitteisto. Näillä toimenpiteillä vedenottamolta verkostoon johdettavan veden laatua saadaan parannettua ja laatuvarioitelmia tasattua. Jatkuvatoimisella desinfiointilla saadaan varmistettua ottamolta lähtevän veden riittävä hygieeninen taso.

Tarkastellut vedenkäsittelymenetelmät ovat, painesuodatus (VE 1A), raudanpoisto ioninvaihtomassasuodattimella (VE 1B) ja pikasuodatus painovoimaisessa hiekkasuodattimessa (VE 1C). Kaikki alavaihtoehdot sisältävät poikkeustilanteiden toiminnan mahdollistamisen siirrettävällä varavoimakoneella ja verkoston desinfiointivalmiuden järjestämisen natriumhypokloritilla. Kaikkiin prosessivaihtoehtoihin sisältyy jatkuvatoimien UV-desinfiointi.

Kaikissa prosessivaihtoehdoissa (VE 1A, VE 1B, VE 1C) koneisto sijoitetaan pieneen, noin 10...20 m² laitetilaan. Laitetila voi olla valmisrakenteinen moduuli, joka tuodaan paikanpäälle suoraan tehtaalta tai vaihtoehtoisesti se voi olla harkkoperusteinen paikalla rakennettu puurakenteinen tila. Laitetila on lämmitetty ja sisälämpötila pidetään noin + 10...12 asteessa. Vaihtoehdoissa VE 1A ja VE 1B laitetilaan sijoitetaan kaikki prosessilaitteet. Vaihtoehdossa VE 1C suodatinsäiliö sijoitetaan laitetilan ulkopuolelle katettuun altaaseen.

3.2.1 Vedenkäsittelyvaihtoehtojen mitoitus ja raakavedenlaatu:

Vedenkäsittelylaitoksen mitoitusvirtaamana käytetään

-	Q_{mit}	80 m ³ /d
-	q_{mit}	6,0 m ³ /h, 1,7 l/s

Laskennallinen maksimituntivirtaama on noin 8 m³/h. Vedenkäsittelylaitosta ei ole kuitenkaan syytä mitoittaa näin suurelle virtaamalle, koska vedenkäsittelylaitoksen yhteyteen rakennetaan alavesisäiliö, josta vesi jatkossa pumpattaisiin verkostoon. Tällöin alavesisäiliö toimisi samalla taseausaltaana, joka varmistaisi myös hetkellisen huippukulutuksen aikaisen vedensaannin. Sen sijaan verkostopumput ja UV-laitteisto voidaan mitoittaa virtaamalle 8 m³/h, jotta vedensaanti myös huippukulutustilanteessa saadaan varmistettua.

Vedenlaatutietojen perusteella raakavedessä on ajoittain esiintynyt kohonneita määriä rautaa, jota on ollut vuosina 2012 ja 2014 - 2015 otettujen raakavesinäytteiden perusteella 550 - 650 µg/l, laatusuosituksen ollessa <200 µg/l (STMa 442/2014). Raakaveden mangaanipitoisuudet ovat olleet näytteiden perusteella laatusuosituksen (<50 µg/l) tuntumassa.

Raakaveden pH on ollut vuoden 1998 koepumppauksien aikana noin 7...7,2 ja vuosina 2012 - 2014 otettujen näytteiden perusteella noin 6,8...7,3. Syksyllä 2015 otettujen raakavesinäytteiden perusteella pH oli 7,4 ja alkaliteetti 0,7 mmol/l. Veden kokonaiskovuus oli 0,4 mmol/l eli vesi on pehmeää. Raakaveden hiilidioksidipitoisuus on ollut vuoden 1998 koepumppauksien yhteydessä tehdyn analyysin perusteella 7,4 mg/l ja vuonna 2015 tehdyn vesianalyysin perusteella 3,5 mg/l.

Tutkimustulosten pH- ja alkaliteettiarvojen perusteella raakaveden alkalointitarve näyttäisi vaihtelevan eikä alkalointitarve ole jatkuvaa. Alkaliteettiä 0,7 mmol/l ja pH arvoa 7,4 voidaan pitää korroosion kannalta tyydyttävänä, mutta vuosien 2012 ja 2014 tutkimuksissa esiintyneiden <7 pH arvojen perusteella veden alkalointi olisi tarpeen.

Vuoden 2015 tutkimustulosten perusteella raakavedelle laskettava ns. korroosioindeksi kaavalla 1.

$$\text{Korroosioindeksi} = \frac{\text{alkaliteetti (mmol/l)}}{(\text{kloridi [mg/l]}/35,5 + \text{sulfaatti [mg/l]}/48)} \quad (1)$$

Korroosioindeksiksi saadaan 2,97. Pohjoismainen suositus on, että korroosioindeksi olisi >1,5. Näin ollen korroosioindeksin perusteella veden ominaisuudet putkistokorroosion kannalta ovat hyvät. Korroosioindeksiä voidaan kuitenkin pitää vain suuntaa antavana parametrina korroosiovaikutuksien arvioinnissa.

3.2.2 VE 1A: Painesuodatus

Nykyisen vedenottamon tehostamisvaihtoehdossa VE 1A käsittelyprosessi muodostuisi seuraavista osakokonaisuuksista:

- Raakavedenotto nykyisestä siiviläputkikaivosta
- Raakaveden pumppaus yksilinjaiseen painesuodatukseen
- Painesuodatuksesta vesi johdetaan alavesisäiliöön
- Alavesisäiliöstä vesi pumpataan verkostopumpuilla UV-desinfiointilaitteen kautta jakeluverkostoon.

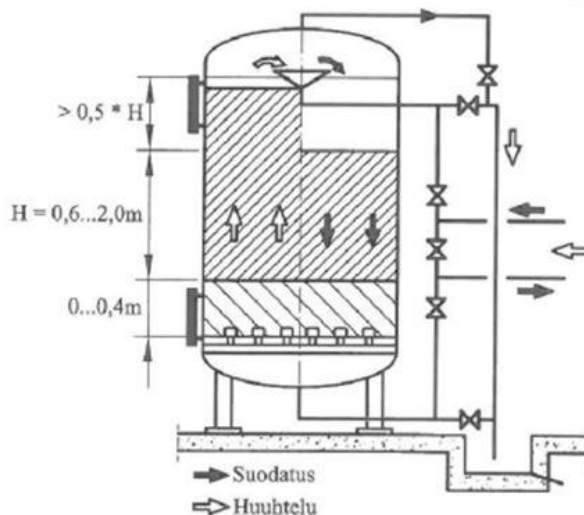
Pienen kokoluokan laitoksilla voidaan vedestä poistaa hapettuneita metalleja, kuten rautaa ja mangaania sekä muita kiinteitä partikkeleita painesuodatuksen avulla (kuva 4). Painesuodatin on umpinainen, teräksinen säiliö, jonka sisälle on asennettu sopiva suodatinmassa erillisen suodatinpohjan päälle. Suodatinmassa voi olla pelkkää hiekkaa tai vaihtoehtoisesti alkaloivaa kalkkikivimassaa. Pohjavaaran vesiosuuskunnan raakaveden laadun perusteella on suositeltavaa käyttää kalkkikiveä, joka poistaa tehokkaasti rautaa ja mangaania sekä lisäksi alkaloi myös hieman vettä.

Raakaveden raudan ja mangaanin poistamiseksi raakavesi pumpataan siiviläputkikaivosta painesuodattimen yläosaan, josta vesi suotautuu paineellisen suodattimen läpi alavesisäiliöön. Suuren suodatusnopeuden vuoksi lika-ainepartikkelit tunkeutuvat tehokkaasti suodatinmassaan sen koko syvyydelle. Suodatusvastuksen noustua yli määrätyn arvon suoritetaan vesi- ja ilmahuuhte-

lu. Jatkuvatoiminen suodatusvaihe ja ilmahuuhtelu- sekä vesihuuhteluvaihe tapahtuvat automaation ohjaamana.

Painesuodatin tulee olla laittilan sisällä, jonka vuoksi laittilan koko on hieman suurempi kuin vaihtoehdossa VE 1C. Suodatin varustetaan ilmahuuhtelulla sekä vesihuuhtelulla. Ilmahuuhtelussa laittilassa olevalla kompressorilla puhalletaan suodattimeen ilmaa, jolloin ilma siirtyy pohjalevyssä olevien suuttimien kautta hiekkapatjaan ja sekoittaa hiekkapatjaa, jolloin hiekkapatjassa olevat epäpuhtaudet irtoavat. Ilmahuuhteluvaihe kestää noin 10...15 minuuttia. Ilmahuuhteluvaiheen jälkeen alkaa vesihuuhteluvaihe.

Vesihuuhtelussa molemmilla verkostopumpuilla pumpataan yhtä aikaa vettä suodattimen pohjalle, jolloin huuhteluvesi kulkee suodattimessa vastavirtaan ja poistaa suodattimessa olevat epäpuhtaudet huuhteluvesiputken kautta pois suodattimesta. Huuhteluvesi ei vaadi erillistä huuhteluvesipumppua, vaan pumppaukseen voidaan käyttää molempia verkostopumppuja. Huuhteluveldelle tulee olla rakennettu kaksiosainen maahanimeytyskaivo betonirenkaista. Vesihuuhtelun kesto on noin 10...15 min. Huuhtelukertojen lukumäärä määräytyy raakaveden rauta- ja mangaanipitoisuuden perusteella. Mikäli rauta- ja mangaanipitoisuudet pysyvät vuoden 2015 näytetietojen tasolla, olisi huuhtelukertojen lukumäärä noin 1...2 viikon välein. Ilmahuuhtelu ja vesihuuhtelu toteutetaan automaatiokeskuksen ohjaamana. Alkaloiva massa kuluu suodattimen käytön aikana, jonka vuoksi suodattimeen tulee lisätä aika-ajoin suodatusmassaa. Massaa lisätään noin 50...80 kg kuukauden välein.



Kuva 4. Painesuodatuksen periaatekuva.

Mikäli raakaveden hiilidioksidipitoisuus on korkea, sitä on syytä poistaa paineilmastuksessa ennen suodatusta. Suodatinmassana voidaan käyttää alkaloivaa massaa, kuten kalkkikivirouhetta, jolloin suodatuksen yhteydessä tapahtuu myös veden alkalointi. Vaihtoehtoisesti suodatinmassana voidaan käyttää hiekkaa. Mikäli suodattimessa käytetään hiekkaa suodatinmateriaalina, on laittilaan syytä jättää tilavaraus lipeän-/soodansyöttöjärjestelmälle. Pohjavaaran raakavesitulosten perusteella laitoksella ei ole tarvetta alentaa hiilidioksidia, koska hiilidioksidipitoisuus on ollut 3,5...7,8 mg/l.

Painesuodatuslaitteisto sijoitetaan laittilaan, jonka pinta-ala on noin 17 m². Laittilassa on vesipiste, painesuodatin, UV-desinfiointi, verkostopumput sekä huuhteluilmapuhallin ja toimilaitteita tuottava kompressor. Prosessista tulisi mitata jatkuvatoimisella mittauksella verkostopaine, verkostoon pumpattava vesimäärä, kaivosta pumpattava vesimäärä, alavesisäiliön pinta sekä verkostoon lähtevän veden pH

- Painesuodattimen mitoitus:
 - Kapasiteetti 6,0 m³/h, 1,7 l/s.
 - Painesuodattimien lukumäärä 1 kpl
 - Säiliötyyppi pystyasenteinen lieriösäiliö, teräs
 - Sisähalkaisija 0,8 m
 - Säiliöiden vaatima huonekorkeus 2,8 m

- Suodatusmassan määrä n. 640 l/säiliö
 - Suodattimen paino käyttötilanteessa n. 1600 kg/säiliö
 - Mitoitusvesimäärä 6,0 m³/h
 - Kalkkikiven kulutus 0,9 t/a, 0,58 m³/a
- Suodattimen varusteet:
 - Suodattimen etuputkisto DN 40 rst
 - Suodatintoimittajan toimittama suodattimen ohjauskeskus
 - Suodattimen automaattinen ilmahuuhtelu ja vesihuuhtelu
 - Venttiilit pneumaattisia toimilaitteventtiileitä
 - Alavesisäiliö 50 m³
 - Vedenottopumppu, 1 kpl, taajuusmuuttajaohjattu
 - Tuottoalue 2...8 m³/h, n. 1 kW
 - Taajuusmuuttajaohjaus
 - Nostokorkeus + 15 mvp (n. 1,5 bar)
 - Verkostopumput, 2 kpl taajuusmuuttajaohjatut
 - Tuottoalue 3...8 m³/h, n. 2,2 kW
 - Taajuusmuuttajaohjaus
 - Nostokorkeus + 60 mvp (n. 6 bar)
 - UV-desinfiointi, 1 kpl
 - Mitoitus, 8 m³/h, 0,5 kW
 - Huuhteluvesi pumpataan kahdella verkostopumpulla yhtä aikaa
 - Verkostopumppujen yhteistuotto 15 m³/h
 - Taajuusmuuttajaohjaus
 - Vesihuuhtelun kesto 15 min, huuhteluveden määrä 3,7 m³, imeytys maastoon
 - Pneumatiikkakompressori
 - Tuotto 112 l/min, 1,1 kW,
 - Huuhteluilmapuhallin, 1 kpl taajuusmuuttajaohjattu
 - Tuotto 21 m³/h
 - Paine 300 mbar
 - Moottori 1,25 kW / 3 A
 - Ilmahuuhtelun kesto 15 min, huuhteluilman määrä 5,5 m³
 - Sähkökeskuksessa siirrettävän varavoimakoneen kytkentämahdollisuus. Varavoimakoneella pidetään yllä siiviläputkikaivopumppua, verkostopumppua, UV-desinfiointia ja laite-tilan valaistusta ja lämmitystä. Varavoimakoneella käytettävien laitteiden alustava tehontarve on 8 kW.

Vedenottopumpun ohjaus voidaan toteuttaa alavesisäiliön pinnan mukaan. Verkostopumppuja ohjataan verkoston painemittauksen perusteella.

Vaihtoehdon 1A tehtävät toimenpiteet:

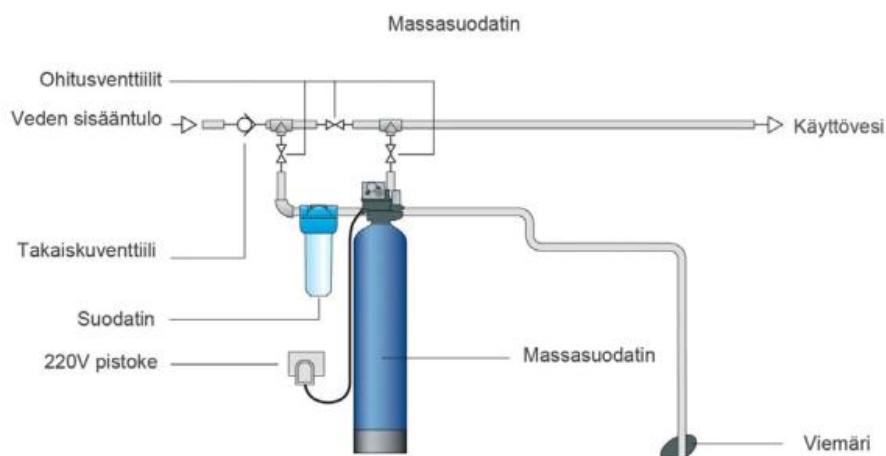
- Vedenotto nykyisestä siiviläputkikaivosta
- Uusi siiviläputkikaivopumppu, 1 kpl
- Painesuodatin, 1 kpl
- Laitetila painesuodattimelle, pumpuille, kompressorille, UV-desinfiointille ja sähkökeskukselle, A = 17 m²
- Muovinen alavesisäiliö, V = 50 m³
- Verkstopumput, 2 kpl
- Ilmahuuhtelukompressori, 1 kpl
- UV-desinfiointilaitteisto, 1 kpl
- Jatkuvat toimiset mittaukset (Virtaama, paine, pH, alavesisäiliön pinta)
- Sähkökeskus, varustettuna varavoimakoneen liitäntäyhteellä

3.2.3 VE 1B: Raudan ja mangaaninpoisto ioninvaihtosuodatuksella

Nykyisen vedenottamon tehostamisvaihtoehdossa VE 1B käsittelyprosessi muodostuisi seuraavista osakokonaisuuksista:

- Raakavedenotto nykyisestä siiviläputkikaivosta
- Raakaveden pumppaus yksilinjaiseen paineelliseen ioninvaihtosuodattimeen
- Ioninvaihtosuodatuksesta vesi johdetaan alavesisäiliöön
- Alavesisäiliöstä vesi pumputaan verkstopumpuilla UV-desinfiointilaitteen kautta jakeluverkostoon.

Raakaveden raudan ja mangaanin poistamiseksi raakavesi pumputaan siiviläputkikaivosta paineellisen ioninvaihtosuodattimen yläosaan, josta vesi suotautuu paineellisen suodattimen läpi alavesisäiliöön (Kuva 5). Ioninvaihtomassana käytetään pyrolyysiittiä. Veden virratessa pyrolysiitikerroksen läpi, siinä olevat liuenneet rauta- ja mangaanisuolat hapettuvat, jolloin ne sitoutuvat ioninvaihtomassaan. Suodatusmassa huuhdellaan määrätyn väliajoin, jolloin saostumat poistuvat huuhteluveden mukana viemäriin. Huuhtelukertojen määrä perustuu käsiteltyyn vesimäärään. Jatkuvat toiminen suodatusvaihe ja huuhteluvaihe tapahtuvat automaation ohjaamana. Suodatusmassa ei kulu tässä suodatinmallissa, vaan massa joudutaan vaihtamaan aika-ajoin suodattimeen. Suodatinmassan vaihtoväli on noin 2 vuotta.



Kuva 5. Massasuodattimen toimintaperiaate. (Filterit Oy)

Suodatuslaitteisto sijoitetaan laitetilaan, jonka pinta-ala on noin 17 m². Laitetilassa on vesipiste, suodatin, UV-desinfiointi ja verkostopumput. Prosessista tulisi mitata jatkuvatoimisella mittauksella verkostopaine, verkostoon pumpattava vesimäärä, kaivosta pumpattava vesimäärä, alavesisäiliön pinta sekä verkostoon lähtevän veden pH

- Ioninvaihtosuodattimen mitoitus:
 - Kapasiteetti 6,0 m³/h, 1,7 l/s.
 - Suodattimien 1 kpl
 - Säiliötyyppi pystyasenteinen lieriösäiliö, teräs
 - Sisähalkaisija 0,78 m
 - Säiliöiden vaatima huonekorkeus 2,8 m
 - Suodatusmassan määrä n. 500 l/säiliö
 - Suodattimen paino käyttötilanteessa n. 1000 kg/säiliö
 - Mitoitusvesimäärä 6,0 m³/h
 - Suodatusmassa Pyrolusiitti
 - Massan kulutus Massan vaihtoväli 2 vuotta
- Suodattimen varusteet:
 - Suodatintoimittajan toimittama suodattimen ohjauskeskus
 - Suodattimen automaattinen vesihuuhtelu
 - Esisuodatin ja suodatinpatruuna (50 µm)
- Alavesisäiliö 50 m³
- Vedenottopumppu, 1 kpl, taajuusmuuttajaohjattu
 - Tuottoalue 2...8 m³/h, n. 1 kW
 - Taajuusmuuttajaohjaus
 - Nostokorkeus + 15 mvp (n. 1,5 bar)
- Verkostopumput, 2 kpl taajuusmuuttajaohjatut
 - Tuottoalue 3...8 m³/h, n. 2,2 kW
 - Taajuusmuuttajaohjaus
 - Nostokorkeus + 60 mvp (n. 6 bar)
- UV-desinfiointi, 1 kpl
 - Mitoitus, 8 m³/h, 0,5 kW
- Suodattimen huuhtelu toteutetaan kahden verkostopumpun yhteistuotolla
 - Yhteistuotto 10 m³/h, 3 kW
 - Taajuusmuuttajaohjaus
 - Vesihuuhtelun kesto 10 min, huuhteluveden määrä 2 m³, imeytys maastoon
- Pneumatiikkakompressori
 - Tuotto 112 l/min, 1,1 kW,
- Sähkökeskuksessa siirrettävän varavoimakoneen kytkentämahdollisuus. Varavoimakoneella pidetään yllä siiviläputkikaivopumppua, verkostopumppua, UV-desinfiointia ja laittilan valaistusta ja lämmitystä. Varavoimakoneella käytettävien laitteiden alustava tehontarve on 8 kW.

Vaihtoehdon 1B tehtävät toimenpiteet:

- Vedenotto nykyisestä siiviläputkikaivosta
- Uusi siiviläputkikaivopumppu, 1 kpl
- Ioninvaihtosuodatin, 1 kpl
- Laitetila ioninvaihtosuodattimelle, pumpuille, kompressorille, UV-desinfiointille ja sähkökeskukselle, A = 17 m²
- Muovinen alavesisäiliö, V = 50 m³
- Verkostopumput, 2 kpl
- UV-desinfiointilaitteisto, 1 kpl
- Jatkuvat oimiset mittaukset (Virtaama, paine, pH, alavesisäiliön pinta)
- Sähkökeskus, varustettuna varavoimakoneen liitäntäyhteellä

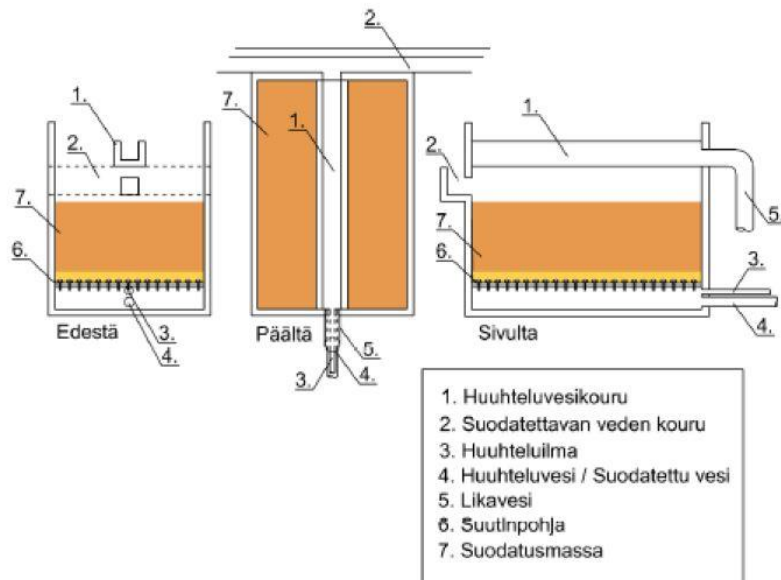
3.2.4 VE 1C: Pikahiekkasuodatus

Nykyisen vedenottamon tehostamisvaihtoehdossa VE 1C käsittelyprosessi muodostuisi seuraavista osakokonaisuuksista:

- Raakavedenotto nykyisestä siiviläputkikaivosta
- Raakaveden pumpaus yksilinjaiseen hiekkasuodatusaltaaseen
- Hiekkasuodatukselta vesi johdetaan alavesisäiliöön
- Alavesisäiliöstä vesi pumputaan verkostopumpuilla UV-desinfiointilaitteen kautta jakeluverkostoon.

Raakaveden raudan ja mangaanin poistamiseksi raakavesi pumpataan siiviläputkikaivosta hiekkasuodatusaltaan yläosaan, josta vesi suotautuu painovoimaisesti hiekkapatjan läpi alavesisäiliöön. Hiekkasuodatusaltaana toimisi betonirakenteinen tai muovirakenteinen säiliö jonka läpi vesi suotautuu painovoimaisesti ylhäältä alaspäin. Altaan pohjalla on teräksinen pohjalevy jonka päällä hiekkapatja on. Pohjalevyssä on kiinni suuttimet, joiden kautta vesi johdetaan alavesisäiliöön. Samojen suuttimien kautta johdetaan vastavirtahuuhtelussa huuhteluilmaa ja huuhteluvettä suodattimeen. Hiekkasuodattimen ei tarvitse olla laittilan sisällä, vaan se voidaan rakentaa laittilan ulkopuolelle. Hiekkasuodatin tulee kuitenkin olla katettu betoni- tai muovikannella, riippuen valittavasta rakennemateriaalista. Kannessa on huoltoluukku ja ilmanvaihtoyhde. Huoltoluukun kautta hoidetaan suodattimen tarkkailua, suodatinmassojen vaihtoa sekä pohjalevyjen sekä suuttimien huolto.

Suodatin varustetaan ilmahuuhtelulla sekä vesihuuhtelulla. Ilmahuuhtelussa laittilassa olevalla kompressorilla puhalletaan suodatinpohjan alle ilmaa, jolloin ilma siirtyy pohjalevyssä olevien suuttimien kautta hiekkapatjaan ja sekoittaa hiekkapatjaa, jolloin hiekkapatjassa olevat epäpuhtaudet irtoavat. Ilmahuuhteluvaihe kestää noin 10...15 minuuttia. Ilmahuuhteluvaiheen jälkeen alkaa vesihuhteluvaihe. Vesihuhtelussa molemmilla verkostopumpuilla pumpataan yhtä aikaa vettä suodatinlevyn alle, jolloin huuhteluvesi kulkee suodattimessa vastavirtaan ja poistaa suodattimessa olevat epäpuhtaudet huuhteluvetikourun kautta pois suodattimesta. Huuhteluvetele tulee olla rakennettu kaksiosainen maahanimeytyskaivo betonirenkaista. Vesihuhtelun kesto on noin 10...15 min. Huuhtelukertojen lukumäärä määräytyy raakaveden rauta- ja mangaanipitoisuuden perusteella. Mikäli rauta- ja mangaanipitoisuudet pysyvät vuoden 2015 näytetietojen tasolla, olisi huuhtelukertojen lukumäärä noin 2...4 viikon välein. Ilmahuuhtelu ja vesihuhtelu toteutetaan manuaalisesti laitoksella. Suodatusmassa ei käytännössä kulu merkittävästi käytön aikana. Suodatinmassa tulee vaihtaa suodattimeen aika-ajoin. Suodatinmassan vaihtoväli on noin 3...5 vuotta.



Kuva 6. Pikahiekkasuodattimen toimintaperiaate

- Hiekkasuodattimen mitoitus:
 - Hiekkasuodattimien lukumäärä 1 kpl
 - Säiliötyyppi Betonisäiliö tai pyöreä pystyasenteinen muovisäiliö
 - Suodattimen pinta-ala 3 m^2 (1,75 m x 1,75 m)
 - Suodatinsäiliön korkeus 3,7 m
 - Suodatinsäiliön vesitilavuus 10 m^3
 - Hiekkapedin korkeus 1,1 m
 - Hiekan tilavuus $3,3 \text{ m}^3$
 - Hiekan raekoko 0,5...1,0mm (950mm kerros)
3...5 mm (150 mm kerros)
 - Tehollinen viipymä 1,7 h
 $10 \text{ m}^3 / 6,0 \text{ m}^3/\text{h}$
 - Suodattimen pintakuorma 2 m/h
 - Suodatussuunta ylhäältä alaspäin
 - Huuhteluilman määrä / huuhtelu 18 m^3
 - Huuhteluvien määrä / huuhtelu $12,5 \text{ m}^3$
- Suodattimen varusteet:
 - Lämpöeristetty, lukollinen kansi 1000 x 1000 mm (lukko + avain sarjoitettuna)
 - Tulevan viden yhde 63 PEH-10 ulkopuolella, säiliön sisällä laippaliitos, sisäinen putkisto DN 50.
 - Lähtevän viden yhde ulkopuolella 110 PEH-10, laippaliitos säiliön sisällä, sisäpuolella DN 100 rst. Veden sisäinen keruuputkisto. Lähtevän viden keruuputkisto laitevalmistajan mitoituksen ja suunnitelmien mukaisesti.
 - Ilmahuuhteluyhde 63 PEH-10 ulkopuolella, säiliön sisällä laippaliitos, sisäpuolinen putkisto DN 50 rst. Ilmanjakosuuttimet ja sisäinen putkisto laitevalmistajan mitoituksen ja suunnitelmien mukaisesti.
 - Vesihuuhteluputkiyhde 110 PEH-10 ulkopuolella, laippaliitos sisällä, sisäpuolinen putkisto DN 100 rst. Sisäinen huuhteluputkisto laitevalmistajan mitoituksen ja suunnitelmien mukaisesti.

- Tyhjennysputken yhde 50 PEH-10.
- Huuhteluveden ylivuorokouru $h = 150$ mm, leveys 1500 mm. Materiaali rst, kiinnitys säiliön seinämiin. Kourun alapinnasta poistoputki DN 150 rst sisäpuolella, laippaliitos säiliön sisälle, ulkopuolella DN 200 PVC viemäriputki purkuojaan. Purkuputken päähän rst teräsverkko estämään pieneläinten pääsy putkeen.
- Säiliössä DN 100 ilmanvaihtoputki, jossa suojahattu ja rst teräsritilästä suoja pieneläimien ja lintujen pääsyn estämiseksi putkeen.
- Alavesisäiliö 50 m^3
- Vedenottopumppu, 1 kpl, taajuusmuuttajaohjattu (nykyinen)
 - Tuottoalue $2\text{...}8 \text{ m}^3/\text{h}$, n. 1 kW
 - Taajuusmuuttajaohjaus
 - Nostokorkeus + 15 mvp (n. 1,5 bar)
- Verkostopumput, 2 kpl taajuusmuuttajaohjatut
 - Tuottoalue $3\text{...}8 \text{ m}^3/\text{h}$, n. 2,2 kW
 - Taajuusmuuttajaohjaus
 - Nostokorkeus + 60 mvp (n. 6 bar)
- UV-desinfiointi, 1 kpl
 - Mitoitus, $8 \text{ m}^3/\text{h}$, 0,5 kW
- Huuhteluvesipumppu, 1 kpl
 - Tuotto $75 \text{ m}^3/\text{h}$, 4 kW
 - Taajuusmuuttajaohjaus
 - Vesihuuhtelun kesto 10 min, huuhteluveden määrä $12,5 \text{ m}^3$, imeytys maastoon
- Huuhteluilmapuhallin, 1 kpl taajuusmuuttajaohjattu
 - Tuotto $105 \text{ m}^3/\text{h}$, 4 kW
 - Taajuusmuuttajaohjaus
 - Ilmahuuhtelun kesto 10 min, huuhteluilman määrä 18 m^3
- Sähkökeskuksessa siirrettävän varavoimakoneen kytkentämahdollisuus. Varavoimakoneella pidetään yllä siiviläputkikaivopumppua, verkostopumppua, UV-desinfiointia ja laite-tilan valaistusta ja lämmitystä. Varavoimakoneella käytettävien laitteiden alustava tehontarve on 8 kW.

Siiviläputkikaivopumpun pumppausta ohjataan alavesisäiliön pinnan mukaan. Verkostopumppuja ohjataan verkoston painemittauksen perusteella, jolloin verkostopumpun taajuusmuuttaja ohjaa pumpun käyntiä ja pumppu pitää haluttua verkostopainetta verkostossa.

Vaihtoehdon 1C tehtävät toimenpiteet:

- Vedenotto nykyisestä siiviläputkikaivosta
- Uusi siiviläputkikaivopumppu, 1 kpl
- Pikahiekkasuodatus, betoni- tai muovirakenteinen allas, $V = 11 \text{ m}^3$, $A = 3 \text{ m}^2$
- Laitetila pumppuille, kompressorille, UV-desinfioinnille ja sähkökeskukselle, $A = 12 \text{ m}^2$
- Muovinen alavesisäiliö, $V = 50 \text{ m}^3$
- Verkostopumput, 2 kpl
- Huuhteluvesipumppu, 1 kpl
- Ilmahuuhtelukompressori, 1 kpl
- UV-desinfiointilaitteisto, 1 kpl
- Jatkovatoimiset mittaukset (Virtaama, paine, pH, alavesisäiliön pinta)
- Sähkökeskus, varustettuna varavoimakoneen liitäntäyhteellä

3.3 Vaihtoehto VE 2: Uusi vedenottamo ja käsittelylaitos

Vaihtoehdossa VE 2 rakennetaan Rimpilänniemen pohjavesialueelle siiviläputkikaivo ja pohjaveden käsittelylaitos. Käsittelylaitos voidaan rakentaa joko uuden rakennettavan siiviläputkikaivon viereen tai vaihtoehtoisesti nykyisen vedenottamon alueelle, jossa on jo olemassa oleva vedenottamo ja vedenottamon aitaus. Nykyinen vedenottamo voi jäädä toimintaan uuden vedenotto-kaivon rinnalle tai se voidaan jättää varavedenottamoksi.

Rimpilänniemen pohjavesialueella on tehty koepumppauksia vuonna 1998 kolmessa pisteessä (3, 25 ja 28), joista pisteessä 28 sijaitsee nykyinen vedenottamo. Koepumppauspisteelle 3 ei lopulta ollut mahdollisuutta rakentaa vedenottamoa. Piste 25 puolestaan sijaitsee vanhassa soramontussa ja siinä pohjaveden suojakerrokset ovat ohentuneet 0,5...3 metriin. Tämän vuoksi pistettä 25 ei voitu pitää sopivana paikkana vedenottamolle.

Vuonna 2014 Sweco ympäristö Oy asensi Rimpilänniemeeseen kaksi uutta pohjavesiputkea (101 ja 102) Rimpilännientien varteen näytteenottoa ja pohjaveden korkeusaseman määrittämistä varten. Pohjavesiputkista otetuista vesinäytteistä on tehty vesianalyysit vuonna 2014 sekä syksyllä 2015. Taulukossa 3 on esitetty molempien pohjavesiputkien vesinäytteiden analyysien tulokset vuosilta 2014 ja 2015.

Vesianalyysien perusteella voidaan todeta pohjavesiputken 102 vedenlaadun olevan hieman parempaa kuin pohjavesiputken 101, johtuen pohjavesiputken 102 alhaisemmista rauta- ja mangaanipitoisuuksista. Vuonna 2015 otetuista vesinäytteistä analysoitu rauta ja mangaani ovat erittäin korkealla tasolla. Tämä voi johtua tosin siitä, että pohjavesiputki on rakennettu niin pienellä läpimitalla, että sen huuhteluvesipumppaus ei ollut näytteenoton yhteydessä mahdollista, joten veden vaihtuvuus putkessa on ollut huono.

Mikäli alueelle lähdetään jatkosuunnittelussa miettimään uuden vedenottamon rakentamista, tulisi pohjavesiputken 102 paikalle järjestää ensimmäisenä koepumppaus. Koepumppaus tehtäisiin uudesta rakennettavasta siiviläputkikaivosta. Pistettä koepumpattaisiin tuotolla 5...10 m³/h noin kuukauden ajan, jolloin samalla seurattaisiin pohjaveden raakaveden laatuvahteluista ja pohjaveden pinnan korkeuksien muutoksia. Koepumppaus olisi määrältään vastaava, mitä vesiosuuskunta ottaa tällä hetkellä raakavettä nykyisestä kaivosta, joten koepumppaus vastaisi nykyistä kulutustilannetta.

Mikäli koepumppaustulosten perusteella raakavesi olisi parempilaatuista kuin nykyisessä vedenottamokaivossa, niin siinä tapauksessa koepumppauspisteeseen rakennettaisiin vedenotto-kaivo ja raakavesi pumpattaisiin nykyisen vedenottamon viereen rakennettavaan käsittelylaitokseen. Käsittelylaitos olisi suositeltavaa sijoittaa jo olemassa olevan vedenottamon alueelle, koska alue on vedenottamon käytössä ja se on aidattu. Tällöin olisi mahdollista poikkeustilanteessa käyttää myös vanhan vedenottamon vettä.

Taulukko 3. Pohjavesiputkista 101 ja 102 otetuista vesinäytteistä tehtyjen analyysien tulokset.

Parametri	Yksikkö	Pohjavesiputki 101		Pohjavesiputki 102	
		2014	2015	2014	2015
Koliformiset bakteeri	mpn/100 ml	3 900	4	0	25
E.Coli	mpn/100 ml	0	0	0	0
Enterokokit	pmy/100 ml	<5	120	<10	0
Kokonaispesäkeluku	pmy/ml	-	>3 000	>25 000	>3 000
Sameus	NTU	5 300	140	2 100	63
Väriluku	mg Pt/l	25	5	25	<5
pH	-	7,8	7,4	7,7	7,7
Sähkönjohtavuus	µS/cm	92	85	95	72
Alkaliteetti	mmol/l	0,88	0,68	0,96	0,62
Happi	mg/l	7,1	13,4	10,6	14,0
COD _{Mn}	mg/l	0,79	3,6	4,9	0,85
Kloridi	mg/l	2,2	1,9	2,3	1,0
Fluoridi	mg/l	<0,10	<0,10	0,11	<0,10
Sulfaatti	mg/l	-	7,7	-	3,4
Nitraatti	mg/l	0,9	1,0	1,3	<1,0
Nitriitti	mg/l	<0,07	0,08	<0,07	<0,07
Ammonium	mg/l	0,012	0,066	0,021	0,050
Kovuus (Ca+Mg)	mmol/l	0,37	0,44	0,26	0,34
Mangaani	µg/l	37	150	17	60
Rauta	µg/l	270	4 500	170	2 100
Hiilidioksidi	mg/l	10	1,2	-	<1,0



Kuva 7. Pohjavesiputkien 101 ja 102 sijainnit.



Kuva 8. VE 2: Uusi kuilukaivo ja raudanpoistolaitos.

VE 2A: Painesuodatuslaitos

Painesuodatuslaitteisto sijoitetaan laitetilään, jonka pinta-ala on noin 17 m². Laitetilassa on vesipiste, painesuodatin, UV-desinfointi, verkostopumput sekä huuhteluilmapuhallin ja toimilaitelmaa tuottava kompressori.

- Painesuodattimen mitoitus:
 - Kapasiteetti 6,0 m³/h, 1,7 l/s.
 - Painesuodattimien lukumäärä 1 kpl
 - Säiliötyyppi pystyasenteinen lieriösäiliö, teräs
 - Sisähalkaisija 0,8 m
 - Säiliöiden vaatima huonekorkeus 2,8 m
 - Suodatusmassan määrä n. 640 l/säiliö
 - Suodattimen paino käyttötilanteessa n. 1600 kg/säiliö
 - Mitoitusvesimäärä 6,0 m³/h
 - Kalkkikiven kulutus 0,9 t/a, 0,58 m³/a
- Suodattimen varusteet:
 - Suodattimen etuputkisto DN 40 rst
 - Suodatintoimittajan toimittama suodattimen ohjauskeskus
 - Suodattimen automaattinen ilmahuuhtelu ja vesihuuhtelu
 - Venttiilit pneumaattisia toimilaitteventtiileitä
- Alavesisäiliö 50 m³
- Vedenottopumppu ja siiviläputkikaivo, 1 kpl
 - Tuottoalue 2...8 m³/h, n. 1 kW
 - Taajuusmuuttajaohjaus
 - Nostokorkeus + 25 mvp (n. 2,5 bar)

- Verkostopumput, 2 kpl taajuusmuuttajaohjatut
 - Tuottoalue 3...8 m³/h, n. 2,2 kW
 - Taajuusmuuttajaohjaus
 - Nostokorkeus + 60 mvp (n. 6 bar)
- UV-desinfiointi, 1 kpl
 - Mitoitus, 8 m³/h, 0,5 kW
- Huuhteluvesi pumpataan kahdella verkostopumpulla yhtä aikaa
 - Verkostopumppujen yhteistuotto 15 m³/h
 - Taajuusmuuttajaohjaus
 - Vesihuuhtelun kesto 15 min, huuhteluveden määrä 3,6 m³, imeytys maastoon
- Pneumatiikkakompressori
 - Tuotto 112 l/min, 1,1 kW,
- Huuhteluilmapuhallin, 1 kpl taajuusmuuttajaohjattu
 - Tuotto 21 m³/h
 - Paine 300 mbar
 - Moottori 1,25 kW / 3 A
 - Ilmahuuhtelun kesto 15 min, huuhteluilman määrä 5,5 m³
- Sähkökeskuksessa siirrettävän varavoimakoneen kytkentämahdollisuus. Varavoimakoneella pidetään yllä siiviläputkikaivopumppua, verkostopumppua, UV-desinfiointia ja laittilan valaistusta ja lämmitystä. Varavoimakoneella käytettävien laitteiden alustava tehontarve on 8 kW.

Vedenottopumpun ohjaus voidaan toteuttaa alavesisäiliön pinnan mukaan. Verkostopumppuja ohjataan verkoston painemittauksen perusteella.

Vaihtoehdon 2A tehtävät toimenpiteet:

- Uuden siiviläputkikaivon koepumppaus ja rakentaminen
- Uusi raakavesilinja vanhalle vedenottamolle, 90 PEH-10, 300 m
- Uusi siiviläputkikaivopumppu, 1 kpl
- Painesuodatin, 1 kpl
- Laitetila painesuodattimelle, pumpuille, kompressorille, UV-desinfioinnille ja sähkökeskukselle, A = 17 m²
- Muovinen alavesisäiliö, V = 50 m³
- Verkostopumput, 2 kpl
- Ilmahuuhtelukompressori, 1 kpl
- UV-desinfiointilaitteisto, 1 kpl
- Jatkuvat mittaukset (Virtaama, paine, pH, alavesisäiliön pinta)
- Sähkökeskus, varustettuna varavoimakoneen liitäntäyhteellä

VE 2B: Ioninvaihtosuodatuslaitos

Suodatuslaitteisto sijoitetaan laitetilaa, jonka pinta-ala on noin 17 m². Laitetilassa on vesipiste, suodatin, UV-desinfiointi ja verkostopumput.

- Ioninvaihtosuodattimen mitoitus:

• Kapasiteetti	6,0 m ³ /h, 1,7 l/s.
• Suodattimien	1 kpl
• Säiliötyyppi	pystyasenteinen lieriösäiliö, teräs
• Sisähalkaisija	0,78 m
• Säiliöiden vaatima huonekorkeus	2,8 m
• Suodatusmassan määrä	n. 500 l/säiliö
• Suodattimen paino käyttötilanteessa	n. 1000 kg/säiliö

- | | |
|---------------------|----------------------------|
| • Mitoitusvesimäärä | 6,0 m ³ /h |
| • Suodatusmassa | Pyrolusiitti |
| • Massan kulutus | Massan vaihtoväli 2 vuotta |

Materiaalien tulee kestää käsiteltävän väliaineen mekaaninen ja kemiallinen kulutus ja korroosio-vaikutukset.

- Suodattimen varusteet:
 - Suodatintoimittajan toimittama suodattimen ohjauskeskus
 - Suodattimen automaattinen vesihuuhtelu
 - Esisuodatin ja suodatinpatruuna (50 µm)
- Alavesisäiliö 50 m³
- Vedenottopumppu, 1 kpl, taajuusmuuttajaohjattu (nykyinen)
 - Tuottoalue 2...8 m³/h, n. 1 kW
 - Taajuusmuuttajaohjaus
 - Nostokorkeus + 15 mvp (n. 1,5 bar)
- Verkostopumput, 2 kpl taajuusmuuttajaohjatut
 - Tuottoalue 3...8 m³/h, n. 2,2 kW
 - Taajuusmuuttajaohjaus
 - Nostokorkeus + 60 mvp (n. 6 bar)
- UV-desinfiointi, 1 kpl
 - Mitoitus, 8 m³/h, 0,5 kW
- Suodattimen huuhtelu toteutetaan kahden verkostopumpun yhteistuotolla
 - Yhteistuotto 10 m³/h, 3 kW
 - Taajuusmuuttajaohjaus
 - Vesihuuhtelun kesto 10 min, huuhteluveden määrä 2 m³, imeytys maastoon
- Pneumatiikkakompressori
 - Tuotto 112 l/min, 1,1 kW,
- Sähkökeskuksessa siirrettävän varavoimakoneen kytkentämahdollisuus. Varavoimakoneella pidetään yllä siiviläputkikaivopumppua, verkostopumppua, UV-desinfiointia ja laittilan valaistusta ja lämmitystä. Varavoimakoneella käytettävien laitteiden alustava tehontarve on 8 kW.

Vaihtoehdon 1B tehtävät toimenpiteet:

- Uuden siiviläputkikaivon koepumppaus ja rakentaminen
- Uusi raakavesilinja vanhalle vedenottamolle, 90 PEH-10, 300 m
- Uusi siiviläputkikaivopumppu, 1 kpl
- Ioninvaihtosuodatin, 1 kpl
- Laitetila ioninvaihtosuodattimelle, pumpuille, kompressorille, UV-desinfioinnille ja sähkökeskukselle, A = 17 m²
- Muovinen alavesisäiliö, V = 50 m³
- Verkostopumput, 2 kpl
- Ilmahuuhtelukompressori, 1 kpl
- UV-desinfiointilaitteisto, 1 kpl
- Jatkuvat mittaukset (Virtaama, paine, pH, alavesisäiliön pinta)
- Sähkökeskus, varustettuna varavoimakoneen liitäntäyhteellä

3.4 Vaihtoehto VE 3: Yhdysvesijohto Naapurivaaran vesiosuuskuntaan

Vaihtoehdossa VE 3 rakennetaan Pohjavaaran ja Naapurivaaran vesiosuuskuntien välille yhdysvesijohto ja Pohjavaaran vesiosuuskunnan vesi ostetaan Sotkamon kunnalta Naapurivaaran verkoston kautta. Nykyinen vedenottamo jää varavedenottamoksi. Yhdysvesijohdolla ei ole tarkoitus johtaa vettä Pohjavaaran verkostosta Naapurivaaran verkostoon.

Tässä vaihtoehdossa (kuva 9) yhdysvesijohto rakennetaan Pohjavaaran vesiosuuskunnan Kumpuniemen alueelta vesistöalituksena Naapurivaaran verkostoon. Liitos Naapurivaaran vesiosuuskunnan verkostoon tehdään Pikkukyläntien varressa, kohdassa, jossa Naapurivaaran vesiosuuskunnan nykyinen verkosto päättyy. Pohjavaaran vesiosuuskunnan verkoston liityntäpiste yhdysvesijohdosta on Kumpulahdentien Haukilahden puoleisessa päädyssä. Yhdysvesijohdon pituus olisi yhteensä n. 3,5 km, josta vesistöalitusosuutta on n. 1,5 km. Yhdysvesijohdon tarkempi linjaus on esitetty liitteenä olevassa suunnitelmakartassa.

3.4.1 Yhdysvesijohdon mitoitus:

Yhdysvesijohdon mitoituksessa on käytetty seuraavia mitoitusarvoja:

-	$Q_{\text{kesk.}}$	60 m ³ /d
-	Q_{max}	80 m ³ /d
-	q_{mit}	3,0...8,0 m ³ /h

Yhdysvesijohto mitoitetaan Pohjavaaran vesiosuuskunnan laskennallisen maksimivuorokausivirtaaman mukaan, huomioiden ennustettu vedenkulutuksen kasvu vuoteen 2025. Naapurikylin vesiosuuskunnan verkostoon vesi otetaan Sotkamon kunnan vesijohtoverkostosta ja Pohjavaaran vesiosuuskunnan käyttämän vesimäärän voidaan katsoa olevan erittäin vähäistä Sotkamon kunnan verkoston kulutukseen nähden.

Kumpuniemeen tuleva Pohjavaaran vesiosuuskunnan vesijohto on muovinen nimellishalkaisijaltaan 90 mm oleva putki, jolloin yhdysvesijohto Naapurivaaran verkostosta voidaan tehdä käyttäen 90 PEH-10 vesijohtoa. Airix Ympäristö Oy:n vuonna 2012 laatiman Sotkamon kunnan vesijohtoverkoston mallinnuksen perusteella huippukulutustunnin aikainen painetaso Naapurivaaran vesiosuuskunnan liityntäpisteessä on noin +49 mvp (n. 4,9 bar). Tämän tiedon perusteella arvioitiin Naapurivaaran vesiosuuskunnan liityntäpisteessä painetaso olevan huippukulutustunnin aikana n. 3,5 - 4,0 bar (n. +35 - 40 mvp). Tällöin vesistöalituksen jälkeen Kumpuniemeen, Kumpulahdentien ja Kumpulantien risteyksen läheisyyteen tulee rakentaa paineenkorotusasema, jotta painetaso olisi riittävä johdettaessa vesi Pohjavaaran vesiosuuskunnan verkostoon.

Verkostopaine nostetaan PK-asemalla tasolle 6 bar (+60 mvp). Tätä korkeammalle painetta ei voida nostaa, sillä Pohjavaaran vesijohtojen paineluokka on 6 bar. Liitospisteen läheisyydessä oleviin kiinteistöihin tulee asentaa paineenalennusventtiilit. Suunnitellulla putkikoolla (90 PEH-10) päästään yllä esitettyihin mitoitusvirtaamiin, ja mikäli Naapurivaaran verkoston liityntäpisteen painetaso sallii, voidaan yhdysvesijohtoa pitkin vesisäiliöön johtaa tarvittaessa huomattavasti suurempikin vesimäärä, noin 10 - 12 m³/h.

Suurimpien kulutushuippujen alkaisen veden riittävyden varmistamiseksi paineenkorotusaseman yhteyteen on suositeltavaa rakentaa noin 50 m³ alavesisäiliö, josta paineenkorotuspumppaamo pumppaa vettä Pohjavaaran vesiosuuskunnan verkostoon. Vesisäiliöllä saadaan lisäksi turvattua Pohjavaaran vesiosuuskunnan liittyvien vedensaanti noin vuorokaudeksi mahdollisessa yhdysvesijohdon putkirikko tms. häiriötilanteessa, jossa Naapurivaarasta veden johtaminen keskeytyy.

Paineenkorotuspumppaamossa on kaksi pumppua, jotka tulee olla taajuusmuuttajaohjattuja. Paineenkorotusasemilla tulee olla jatkuvatoiminen magneettinen virtaamamittaus sekä painemittaus. Alavesisäiliön pinnankorkeuden mittauksella ohjataan säiliössä olevaa pneumaattista sulkuventtiiliä tai magneettiventtiiliä. Kun vesipinta säiliössä saavuttaa asetusrajan, avautuu läppäventtiili ja säiliö alkaa täyttymään. Ylärajalla venttiili sulkeutuu. Paineenkorotusaseman pumppu ja ohjataan verkoston painemittauksella, jolloin pumput pitävät verkostossa yllä vakiopainetta.

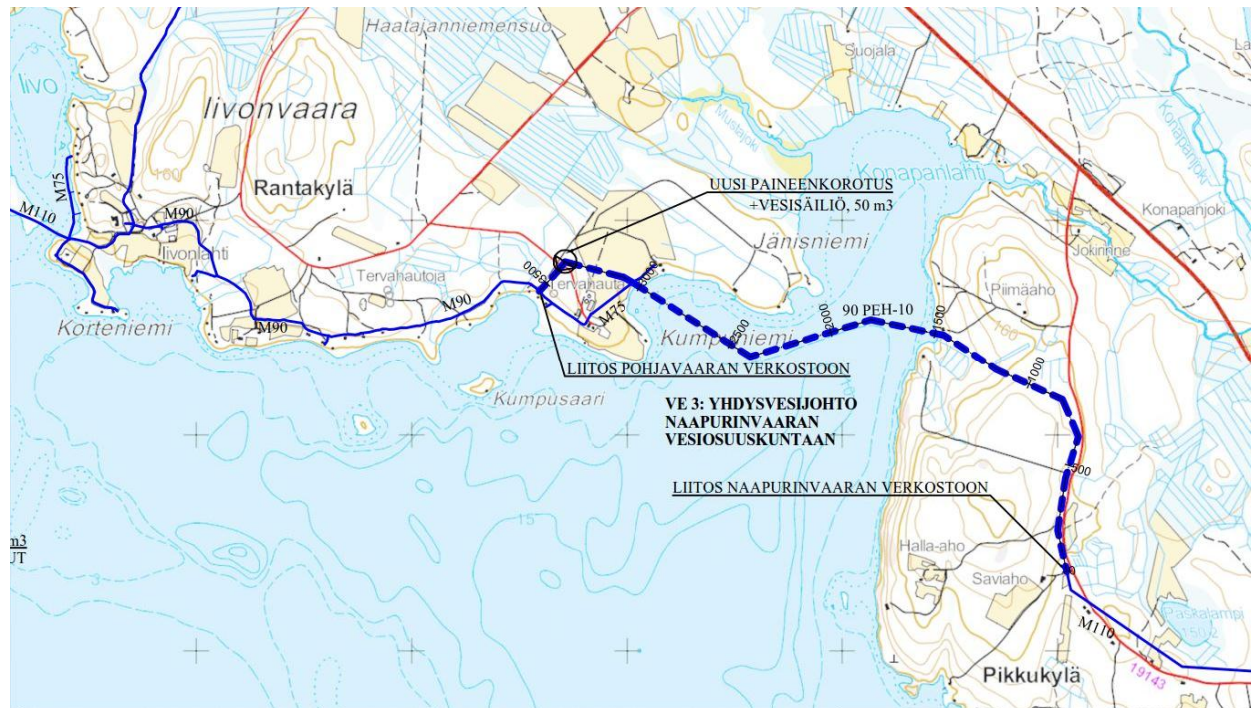
Tällöin ehditään tarvittaessa käynnistämään varavedenottamoksi jäävä nykyinen vedenottamo, mikäli vesikatko on pidempiaikainen. Vesisäiliön täyttöä ohjaa vesisäiliön vedenpinnan korkeus,

jolloin täyttöventtiili avautuu vesisäiliön pinnan laskettua määritellyn tason alle. Putkistot rakennetaan siten, että myös vesisäiliön ohitus on mahdollista.

Paineenkorotusaseman mitoitus:

Putkikoko	90 PEH-10
PK-aseman tuotto	3...8 m ³ /h
Nostokorkeus	n. +30 m

- Paineenkorotusaseman varusteet
 - Lämpöeristetty, lukollinen kansi 1000 x 1000 mm (lukko + avain sarjoitettuna)
 - Huoltotikkaat
 - Huoltovalo ja lämmitin
 - Taajuusmuuttajaohjatut verkostopumput, 2 kpl
 - Desinfiointiyhde, näytteenottoyhde ja huuhteluyhde
 - Virtaamamittaus, magneettitoiminen DN 50
 - Painemittaus
 - Alavesisäiliö 50 m³
 - Pneumaattinen läppäventtiili / magneettiventtiili ja instrumentti-ilma kompressori
 - Alavesisäiliön pintamittaus



Kuva 9. Vaihtoehto VE 3. Yhdysvesijohto Naapurivaaran vesiosuuskunnan verkostoon.

3.5 Vaihtoehto VE 4: Yhdysvesijohto Lauttolahden vesiosuuskuntaan

Vaihtoehdossa VE 4 rakennetaan Pohjavaaran ja Lauttolahden vesiosuuskuntien välille yhdysvesijohto ja Pohjavaaran vesiosuuskunnan vesi ostetaan Lauttolahden vesiosuuskunnan verkostosta. Nykyinen vedenottamo jää varavedenottamoksi. Yhdysvesijohdolla ei ole tarkoitus johtaa vettä Pohjavaaran verkostosta Lauttolahden verkostoon.

Tässä vaihtoehdossa (kuva 10) yhdysvesijohto rakennetaan Pohjavaaran vesiosuuskunnan Rimpilänniemestä vesistönalituksena Lauttolahden vesiosuuskunnan verkostoon. Liitos Lauttolahden vesiosuuskunnan verkostoon tehdään Sormulan alueella kulkevaan nykyiseen 110 PEH-16 vesijohtoon. Pohjavaaran vesiosuuskunnan verkoston liityntäpiste on Pääskyrannantien varrella, kohdassa, jossa nykyinen verkosto päättyy. Tässä vaihtoehdossa yhdysvesijohdon pituus olisi yhteensä noin 3,5 km, josta vesistönalituksen osuus on noin 1,5 km. Yhdysvesijohto rakennetaan 90 PEH-10 putkella. Yhdysvesijohdon tarkempi linjaus on esitetty liitteenä olevassa suunnitelmaportissa.

3.5.1 Yhdysvesijohdon mitoitus:

Yhdysvesijohdon mitoituksessa on käytetty seuraavia mitoitusarvoja:

-	$Q_{\text{kesk.}}$	60 m ³ /d
-	Q_{max}	80 m ³ /d
-	q_{mit}	3,0...8,0 m ³ /h

Rimpilänniemeeseen tuleva Pohjavaaran vesiosuuskunnan vesijohto on muovinen nimellishalkaisijaltaan 90 mm oleva putki, jolloin yhdysvesijohto Lauttolahden verkostosta voidaan tehdä käyttäen 90 PEH-10 vesijohtoa. Lauttolahden vesiosuuskunnan liityntäpisteessä painetaso arvioidaan olevan n. 16 bar, jolloin yhdysvesijohdon liitoskohtaan tulee lisätä paineenalennusventtiili, joka alentaa Rimpilänniemeeseen tulevan painetaso tasolle 6 bar. (n. +60 mvp). Tällöin vesistönalituksen jälkeen Kumpuniemeen, Kumpulahdentien ja Kumpulantien risteyksen läheisyyteen tulee rakentaa alavesisäiliö, johon yhdysvesijohto purkaa veden. Alavesisäiliöstä vesi pumpataan erillisellä pumppaamalla Pohjavaaran vesiosuuskunnan nykyiseen painetasoon (6 bar). Tätä korkeammalle painetta ei voida nostaa, sillä Pohjavaaran vesijohtojen paineluokka on 6 bar.

Suurimpien kulutushuippujen aikaisen veden riittävyyden varmistamiseksi, myös tässä vaihtoehdossa paineenkorotusaseman yhteyteen on suositeltavaa rakentaa noin 50 m³ vesisäiliö, josta paineenkorotuspumppaamo pumppaa vettä Pohjavaaran vesiosuuskunnan verkostoon. Vesisäiliöllä saadaan lisäksi turvattua Pohjavaaran vesiosuuskunnan vedensaanti noin vuorokaudeksi, tilanteessa jossa vedensaanti Lauttolahden vesiosuuskunnasta on keskeytynyt. Vesisäiliön täyttöä ohjaa vesisäiliön vedenpinnan korkeus, jolloin täyttöventtiili avautuu vesisäiliön pinnan laskettua määritellyn tason alle. Putkistot rakennetaan siten, että myös vesisäiliön ohitus on mahdollista.

Paineenkorotuspumppaamossa on kaksi pumppua, jotka tulee olla taajuusmuuttajaohjattuja. Paineenkorotusasemilla tulee olla jatkuvatoiminen magneettinen virtaamamittaus sekä painemittaus. Alavesisäiliön pinnankorkeuden mittauksella ohjataan säiliössä olevaa pneumaattista sulkuventtiiliä tai magneettiventtiiliä. Kun vesipinta säiliössä saavuttaa asetusrajan, avautuu läppäventtiili ja säiliö alkaa täyttymään. Ylärajalla venttiili sulkeutuu. Paineenkorotusaseman pumppu ja ohjataan verkoston painemittauksella, jolloin pumput pitävät verkostossa yllä vakioainetta.

Paineenkorotusaseman mitoitus:

Putkikoko	90 PEH-10
PK-aseman tuotto	3...8 m ³ /h
Nostokorkeus	n. +30 m

- Paineenkorotusaseman varusteet
 - Lämpöeristetty, lukollinen kansi 1000 x 1000 mm (lukko + avain sarjoitettuna)
 - Huoltotikkaat
 - Huoltovalo ja lämmitin
 - Taajuusmuuttajaohjatut verkostopumput, 2 kpl

- Desinfiointiyhde, näytteenottoyhde ja huuhteluyhde
- Virtaamamittaus, magneettitoiminen DN 50
- Painemittaus
- Alavesisäiliö 50 m³
- Pneumaattinen läppäventtiili / magneettiventtiili ja instrumentti-ilma kompressori
- Alavesisäiliön pintamittaus



Kuva 10. Vaihtoehto VE 4. Yhdysvesijohto Lauttolahden vesiosuuskunnan verkostoon.

4. VAIHTOEHTOJEN VERTAILU JA SUOSITUS

4.1 Kustannusten laskentaperusteet

Investointikustannukset

Pohjaveden käsittelyprosessin ja yhdysvesijohtojen investointikustannukset perustuvat nimelliskokojen mukaisiin yksikköhintoihin, jotka sisältävät kaikki materiaali-, asennus- sekä yleiskustannukset.

Paineenkorotusasemien investointikustannukset on arvioitu tapauskohtaisesti niin, että investointikustannukset jakautuvat seuraavasti:

- | | |
|------------------------|------|
| - Rakennuskustannukset | 40 % |
| - Koneistokustannukset | 60 % |

Käyttökustannukset

Vedenkäsittelylaitoksen käyttökustannukset on arvioitu käsittelyprosessin tyypin, laitetilän koon ja käsiteltävän vesimäärän mukaisesti. Vedenkäsittelylaitoksen käyttökuluissa on huomioitu:

- Suodattimien materiaalit
- Pumppausenergia (Kaivosta prosessiin, prosessista verkostoon ja huuhteluvesi)
- Laitetilan sähköenergia (valaistus, lämmitys)
- Huolto- ja kunnossapito
- Valvonta ja käyttö

Vesijohtojen vuotuisiksi käyttökustannuksiksi on oletettu 0,25 % investointikustannuksista.

Paineenkorotusasemien käyttökustannusten on arvioitu olevan 2,5 % investointikustannuksista rakenteiden ja laitteiden osalta. Lisäksi paineenkorotuspumppaamoiden kustannuksissa on huomioitu sähköliittymän perusmaksu 300 €/liittymä/vuosi ja pumppauksesta muodostuva energia-kustannus sekä hoitotyö.

Naapurivaaran vesiosuuskunnan verkostoon liityttäessä talousvesimaksuna on käytetty 0,95 €/m³ (alv 0%). Lauttolahden vesiosuuskunnan verkostoon liityttäessä talousvesimaksuna on käytetty 0,8 €/m³

Käyttökustannukset on laskettu nykyisellä keskimääräisellä virtaamalla 60 m³/d.

Yleiskustannukset

Yleiskustannuksiksi on arvioitu 12 % investointikustannuksista niin laitteiden kuin rakenteidenkin osalta.

Vertailukustannukset

Kustannusvertailu suoritetaan laskemalla eri vaihtoehdoille vuotuiset vertailukustannukset. Investointikustannukset jaetaan vuotuisiksi pääomakustannuksiksi annuiteettimenetelmällä. Näihin lisätään vuotuiset käyttökustannukset, jolloin saadaan vuotuiset vertailukustannukset. Kun tämä jaetaan laskutetun veden määrällä, saadaan vertailuhinnat €/m³, joiden perusteella vaihtoehtojen kustannusvertailu suoritetaan.

Investointien kuoletusaikoina eri rakenteille käytetään:

- | | |
|--------------|-----------|
| - vesijohdot | 40 vuotta |
| - rakenteet | 30 vuotta |
| - koneistot | 15 vuotta |

Laskutetun vesimäärän arvona on käytetty 40 m³/d.

4.2 Vaihtoehtojen kustannusvertailu

Taulukossa 4 on esitetty eri vedenhankintavaihtoehtojen kustannusvertailu. Käsitellyt vaihtoehdot ovat seuraavat:

- VE 1: Vanhan ottamon kunnostaminen raudan- ja mangaaninpoistolaitokseksi, jossa desinfiointi ja varaus alkaloinnille.
 - o VE 1A: Painesuodatus
 - o VE 1B: Ioninvaihtosuodatin
 - o VE 1C: Pikahiekkasuodatus (Painovoimainen)
- VE 2: Uuden vedenottamon rakentaminen samalle pohjavesialueelle. Raakaveden raudanpoisto ja desinfiointi.
 - o VE 2A: Painesuodatus
 - o VE 2B: Ioninvaihtosuodatin
- VE 3: Vesiosuuskunnan liittäminen yhdysvesijohdolla Naapurivaaran vesiosuuskuntaan.
- VE 4: Vesiosuuskunnan liittäminen yhdysvesijohdolla Lauttolahden vesiosuuskuntaan.

Taulukko 4. Pohjavaaran vesiosuuskunnan vedenhankintavaihtoehtojen VE 1, VE3 ja VE 4 kustannusvertailu

ALV 0%		VE 1: Nykyisen vedenottamon kunnostus			VE 3: Yhdysvesijohto	VE 4: Yhdysvesijohto
		VE 1A	VE 1B	VE 1C		
		Painesuodatus	Ioninvaihtosuod.	Pikasuodatus	Naapurivaaran VOK	Lauttolahden VOK
<u>Investointikustannus, EUR</u>						
Yhdysvesijohto						
- Vesijohtolinja	EUR	-	-	-	142 000	148 000
- PK-asemat	EUR	-	-	-	59 000	59 000
- SAI-työt	EUR	-	-	-	8 000	8 000
Yhteensä linja	EUR	0	0	0	209 000	215 000
Vedenkäsittelylaitos						
- Rakennustekniset työt	EUR	40 500	40 500	44 000	-	-
- Koneisto	EUR	49 500	31 000	62 500	-	-
- Alavesisäiliö	EUR	26 000	26 000	26 000	-	-
- Vedenottakaivo	EUR	-	-	-	-	-
Sähköt	EUR	15 000	12 000	12 000	-	-
Automaatiotyöt	EUR	6 000	6 000	6 000	-	-
LVI-työt	EUR	7 000	7 000	7 000	-	-
Yhteensä laitos	EUR	144 000	122 500	157 500	0	0
Yleiskustannus, 12 %		17 280	14 700	18 900	25 080	25 800
YHTEENSÄ VAIHTOEHTO	EUR	161 280	137 200	176 400	234 080	240 800
Yhteensä vuosittainen inv. kust.	EUR/a	11 779	9 696	12 952	13 591	13 936
<u>Käyttökustannus, EUR/a</u>						
- Vesimaksu, kunnalle	EUR/a	-	-	-	20 805	17 520
- Linjan käyttökustannus	EUR/a	-	-	-	3 343	3 258
- Laitoksen käyttökustannus	EUR/a	5 651	4 851	5 851	-	-
Yhteensä käyttökustannus		5 651	4 851	5 851	24 148	20 778
<u>Vertailukustannus, EUR/a</u>						
- Vertailukustannus	EUR/a	17 430	14 547	18 804	37 740	34 714
- Vertailukustannus	EUR/m ³	1,19	1,00	1,29	2,58	2,38
- Laskutettu vesimäärä	m ³ /d	40	40	40	40	40

Taulukko 5. Pohjavaaran vesiosuuskunnan vedenhankintavaihtoehtojen VE 2 kustannusvertailu

ALV 0%		VE 2: Uusi vedenottamo ja käsittely	
		VE 2A	VE 2B
		Painesuodatus	Ioninvaihtosuod.
<u>Investointikustannus, EUR</u>			
Raakavesijohdolinjat			
- Vesijohdolinja	EUR	26 000	26 000
- PK-asemat	EUR	-	-
- SAI-työt	EUR	-	-
Yhteensä linja		26 000	26 000
Uusi siiviläputkikaivo			
- Siiviläputkikaivon rakenteet	EUR	25 000	25 000
- Siiviläputkikaivon koneisto	EUR	3 000	3 000
Vedenkäsittelylaitos			
- Rakennustekniset työt	EUR	35 500	35 500
- Koneisto	EUR	48 000	29 500
- Alavesisäiliö	EUR	26 000	26 000
Sähkötyöt	EUR	15 000	12 000
Automaatiotyöt	EUR	6 000	6 000
LVI-työt	EUR	7 000	7 000
Yhteensä laitos	EUR	165 500	144 000
Yleiskustannus, 12 %		22 980	20 400
YHTEENSÄ VAIHTOEHTO	EUR	214 480	190 400
Yhteensä vuosittainen inv. kust.	EUR/a	14 750	12 667
<u>Käyttökustannus, EUR/a</u>			
- Vesimaksu, kunnalle	EUR/a	-	-
- Linjan käyttökustannus	EUR/a	-	-
- Laitoksen käyttökustannus	EUR/a	5 651	4 851
Yhteensä käyttökustannus		5 651	4 851
<u>Vertailukustannus, EUR /a</u>			
- Vertailukustannus	EUR/a	20 401	17 518
- Vertailukustannus	EUR/m3	1,40	1,20
- Laskutettu vesimäärä	m3/d	40	40

Investointikustannukset:

Taulukon 4 ja 5 kustannusvertailusta nähdään, että investointikustannuksiltaan edullisin vaihtoehto olisi toteuttaa nykyisen vedenottamon saneeraus vaihtoehdon VE 1B mukaisesti, eli tehostaa nykyistä siiviläputkikaivoa erilliseen laiterakennukseen sijoitettavalla ioninvaihtomasasuodattimella. Vaihtoehdon mukainen tehostamisen investointikustannus on 137 200 €. Toiseksi edullisin vaihtoehto olisi tehostaa nykyistä siiviläputkikaivoa rakentamalla kaivon viereen painesuodatusprosessi, jonka kustannusarvio on noin 144 000 €. Investointikustannuksiltaan kallein vaihtoehto on rakentaa uusi yhdysvesijohto viereisen osuuskunnan verkostoon joko Naapurivaaran vesiosuuskuntaan tai Lauttolahden vesiosuuskuntaan. Molemmissa yhdysvesijohtovaihtoehtoissa (VE 3, VE 4) investointikustannus on noin 235 000...240 000 €. Investointikustannus muodostuu näissä vaihtoehtoissa noin 3,5 km vesijohdolinjasta, alavesisäiliöstä ja paineenkorotusasemasta.

Taulukossa 5 esitetty uuden vedenottamon rakentamisen investointikustannus on uuden siiviläputkikaivon rakentamisen verran suurempi kuin vaihtoehdossa VE 1. Mikäli koepumppauksen perusteella alueelta olisi saatavissa niin hyvälaatuista vettä, että vedessä ei ole raudan eikä mangaaninpoistotarvetta, olisi vaihtoehdon investointikustannus pienempi kuin taulukossa esitetty. Jos koepumppauksen mukainen vedenlaatu olisi raudan osalta samaa luokkaa mitä pohjavesiputkissa on ollut ja pienen rautapitoisuuden vuoksi vesi jouduttaisiin suodattamaan, olisi investointikustannusten perusteella edullisin vaihtoehto rakentaa uusi vedenkäsittelyrakennus nykyisen siiviläputkikaivon viereen ja johtaa uudelta kaivolta vettä ioninvaihtosuodatukseen (VE 2B). Tämän vaihtoehdon investointikustannus olisi noin 190 000 €. Investointi uuteen siiviläputkikaivoon

olisi vartenotettava vaihtoehto ainoastaan siinä tapauksessa, että vedenlaatu on merkittävästi parempaa kuin nykyisessä siiviläputkikaivossa, tai että nykyisen siiviläputkikaivon vedenlaatu heikkenee merkittävästi verrattuna nykyisiin tutkimustuloksiin, tai kaivon pohjalla olevaa rautasakkaa ei saada poistettua eikä kaivoa voida käyttää normaaliin vedenottoon.

Käyttökustannukset:

Käyttökustannusvertailussa edullisin vaihtoehto on rakentaa nykyisen vedenottamon viereen pohjaveden käsittelylaitteisto (VE 1 tai VE 2). Riippuen käsittelymenetelmästä, ovat käyttökustannukset vuosittain noin 4 800...5 800 € sisältäen kaikki laitoksen käyttöön liittyvät huoltokustannukset ja energiakustannukset. Käyttökustannuksiltaan edullisin käsittelyvaihtoehto on ioninvaihtosuodatus (VE 1A ja 2A), jonka käyttökustannukset ovat noin 4 850 €/a. Käyttökustannuksien osalta ei ole eroa sillä käsitelläänkö prosessissa uuden siiviläputkikaivon vettä vai jo olemassa olevan kaivon vettä, mikäli uuden kaivon vedenlaatu vastaisi pohjavesiputkien tarkkailutuloksia. Käyttökustannuksissa voi tulla eroja, mikäli uuden kaivon vesi olisi merkittävästi parempi-laatuista kuin nykyisen käytössä olevan kaivon.

Käyttökustannusvertailussa kalleimmat vaihtoehdot ovat yhdysvesijohtojen rakentaminen toisen osuuskunnan verkostoihin (VE 3 ja VE 4). Näiden vaihtoehtojen vuosittainen käyttökustannus on noin 21 000...24 000 €. Näissä vaihtoehdoissa merkittävin käyttökustannus on Sotkamon kunnan tai Kajaanin Veden perimä veden käyttökustannus. Sotkamon kunnan osuuskunnilta perimä käyttökustannus on ollut 0,95 €/m³ (alv 0 %), joka on ollut laskennassa pohjana vaihtoehdossa VE 3. Kajaanin veden perimä listahinta osuuskunnilta on 0,52 €/m³. Laskennassa on kuitenkin huomioitu, että Lauttolahden osuuskunta voi periä käyttökustannusta verkoston ja paineenkorotusasemien käytöstä tämän lisäksi, jolloin osuuskunnalle kohdistuva käyttökustannus voi olla suurempi kuin Kajaanin veden perimä veden hinta. Käyttökustannusvertailussa on käytetty talousveden hintana 0,8 €/m³. Lopullinen kustannus selviää vasta osuuskunnan neuvotteluissa Kajaanin Veden ja Lauttolahden vesiosuuskunnan kanssa. Kustannusero on vuositasolla noin 6 000 € riippuen käytetäänkö veden hintana 0,52 €/m³ vai 0,8 €/m³.

Käyttökustannusten osalta verkoston vuotovesillä on iso merkitys. Vuotovesien kustannusvaikutus näkyy etenkin yhdysvesijohtovaihtoehdoissa (VE 3 ja VE 4), joissa osuuskunta maksaa kunnalle jokaisesta kulutetusta vesikuutiosta. Kustannusvertailussa on käytetty vuorokautisena vesimääränä 60 m³, jonka perusteella käyttökustannukset on määritetty.

Vertailukustannukset:

Taulukon 4 ja 5 alimmaisilla riveillä on esitetty vuotuinen vertailukustannus (€/a), joka on laskettu muuttamalla investointikustannukset vuotuisiksi investointikustannuksiksi (€/a) annuiteettimenetelmällä, huomioiden putkistojen, rakenteiden ja koneistojen poistoajat (40v, 30v, 15v) sekä korkokanta (4 %). Vuotuisiin investointikustannuksiin (€/a) on lisätty käyttökustannukset (€/a), jolloin on saatu tulokseksi vuotuiset vertailukustannukset (€/a), joilla vaihtoehtovertailua voidaan havainnollistaa. Vertailukustannus on jaettu laskutetulla vesimäärällä jolloin on saatu vertailuhinta €/m³.

Vertailukustannusten perusteella edullisin kokonaisvaihtoehto olisi käsitellä nykyisen siiviläputkikaivon vesi kaivon viereen rakennettavassa laitetilassa (VE 1). Käsittelyprosessi olisi ioninvaihtosuodatuksen perustuva tekniikka (VE 1B). Tämän vaihtoehdon vuosittainen vertailukustannus olisi 14 500 €/a (1,0 €/m³, laskutettu vesimäärä 40 m³/d). Toiseksi edullisin vaihtoehto olisi käsitellä nykyisen vedenottamokaivon vesi painesuodattimessa (VE 1A). Tämän vaihtoehdon vertailukustannus olisi 17 400 €/a (1,19 €/m³, laskutettu vesimäärä 40 m³/d).

Vertailukustannuksiltaan vaihtoehdoista kallein olisi rakentaa yhdysvesijohto Naapurivaaran vesiosuuskuntaan tai Lauttolahden vesiosuuskuntaan. Näiden vaihtoehtojen vuosittainen vertailukustannus olisi 34 000...38 000 €/a (n. 2,38...2,58 €/m³, laskutettu vesimäärä 40 m³). Vuotuisilta investointikustannuksiltaan vaihtoehdot ovat lähes samalla tasolla kuin vaihtoehdot VE 1 ja VE 2, koska yhdysvesijohtojen poisto aika on 40 vuotta ja koneistojen ja rakenteiden vain 15 vuotta ja 30 vuotta. Vertailukustannusten ero tulee kuitenkin käyttökustannusten erosta, joka on yhdysvesijohtovaihtoehdoissa merkittävästi korkeampi kuin oman vedenkäsittelylaitoksen käsittelykustannus.

rakentaa uusi pohjaveden käsittelylaitos Kotkuinniemeen (VE 2). Tämän vaihtoehdon vertailukustannus on käsittelymenetelmästä riippuen noin 70 000...80 000 €/a. Toiseksi edullisin vaihtoehto on toteuttaa pintavesilaitosvaihtoehto (VE 3), jonka vertailukustannus on noin 112 000 €/a. Pintavesilaitoksen vertailukustannusta suhteessa pohjavesilaitokseen nostaa pintavesilaitoksen suuremmat koneistokustannukset joiden laskennallinen poisto-aika on 15 vuotta kun vastaava poisto-aika putkilinjoissa on 40 vuotta. Lisäksi pintavesilaitoksen käyttökustannukset ovat yli kaksi kertaa korkeammat kuin pohjavesilaitoksen.

4.3 Johtopäätökset ja suositus jatkotoimenpiteistä

Nykyisen vedenottamon kunnostaminen

Nykyisen vedenottamon ongelmana on ollut kaivossa oleva rautasakka, joka on rikkonut vedenottamon pumppuja. Rauta on myös sakkautunut verkostoon ja virtaamavaihteluiden aikana rautasakka on irronnut putkistosta aiheuttaen ongelmia kiinteistöillä. Tästä voidaan päätellä, että pohjaveden rauta saostuu helposti ja veden pH on yli 7 ja happipitoisuus korkeahko, kuten tutkimustulokset osoittavatkin.

Nykyinen kaivo olisi suositeltavaa puhdistaa rautasakasta säännöllisesti 2...4 kertaa vuodessa. Rautasakka olisi mahdollista imeä kaivosta pois säiliöautolla tai vaihtoehtoisesti pumpata pois, joko paineilman avulla tai sekoittamalla paineilman avulla kaivoveden rautasakka ja pumpata vesirautasakka siiviläputkikaivon pumpulla pois. Kaivosta poistettava rautasakka tulisi poistaa noin 20...50 m päähän kaivosta maakuoppaan, jolloin sakka jää maanpinnalle. Tällä puhdistustoimenpiteellä kaivon pohjalle sakkautunut rauta saataisiin pidettyä pois kaivosta ja näin ehkäistään pumpun rikkoutuminen. Myös verkoston huuhtelu tulisi suorittaa säännöllisesti muutaman vuoden välein, että verkostossa olevat rautasaostumat saadaan poistettua. Näin ehkäistään liittyjille aiheutuvat rautasakan irtoamisesta johtuvat ongelmat.

Nykyinen kaivossa oleva vesimittari tulisi tarkistaa ja kalibroida säännöllisesti. Vesimittarilukemat tulisi kirjata ylös säännöllisesti, kun kaivolla käydään. Tavoite olisi että mittarilukemat kirjattaisiin vähintään viikoittain. Uusissa prosessivaihtoehdoissa mittaus on magneettimittaus, jossa virtaamatieto saadaan suoraan selainpohjaiseen automaatiojärjestelmään tai sähköpostilla osuuskunnan avainhenkilöille. Tällöin vuorokausikulutuksia ja tuntikulutuksia on mahdollista seurata ja näin ollen puuttua poikkeuksellisen suuriin virtaamatietoihin.

Nykyinen pumpatun vesimäärän ja laskutetun vesimäärän ero tulisi selvittää. Syynä voi olla joko mittausvirhe tai putkivuoto. Mikäli mittari testataan ja kalibroidaan, saadaan mittausvirheen mahdollisuus selville. Jos laskuttamattoman veden osuus on vielä senkin jälkeen suuri, tulisi verkostosta selvittää mahdolliset vuotokohdat verkosto-osa kerrallaan.

Suositusvaihtoehto jatkosuunnitteluun

Tämän yleissuunnitelman perusteella teknisesti paras vaihtoehto olisi poistaa nykyinen siiviläputkikaivo käytöstä tai jättää se varavedenottamoksi ja rakentaa yhdysvesijohto joko Naapurivaaran vesiosuuskunnan verkostoon (VE 3) tai Lauttolahden vesiosuuskunnan verkostoon (VE 4). Tämä olisi pienen osuuskunnan resurssija ajatellen paras vaihtoehto, koska tällöin osuuskunnan oma organisaatiota ja osaamista ei vaadita niin paljon vesihuoltolaitoksen päivittäiseen käyttöön.

Yhdysvesijohtoon tulisi lisätä alavesisäiliö, josta voitaisiin turvata osuuskunnan alueen noin vuorokauden vedenkäyttö, jos yhdysvesijohtoputkissa tulisi rikkoutuminen tai muu poikkeustilanne. Tarvittaessa alavesisäiliötä olisi mahdollista täyttää myös säiliöauton vedellä, jos poikkeustilanne jatkuisi useampia vuorokausia. Alavesisäiliön yhteydessä olisi paineenkorotuspumppaamo, joka ylläpitäisi verkostopainetta taajuusmuuttajaohjatuilla pumpeilla painemittauksen perusteella. Alavesisäiliön pintamittaus ohjaisi säiliön täyttämistä. Alavesisäiliö ehkäisisi myös painevaihtelut muualla verkostossa, koska huipputuntien maksimikulutus tasattaisiin alavesisäiliöstä, eikä liitettävästä runkolinjasta. Alavesisäiliön pumppuja olisi myös mahdollista käyttää siirrettävällä varavoimakoneella. Alavesisäiliön laitetilaa olisi mahdollista asentaa tarvittaessa myös UV-desinfiointilaitteisto veden jatkuvatoimiseen desinfiointiin.

Tämä suositusvaihtoehto (VE 3 tai VE 4) on kuitenkin kustannuksiltaan kallein, investointikustannusten ollessa n. 235 000...240 000 € ja vuosittaisten vertailukustannusten ollessa 34 000...38 000 €/a (2,3...2,6 €/laskutettu vj-m³)

Mikäli yhdysvesijohdon rakentamisen kustannustaso on liian kallis, voidaan suositella nykyisen vedenottamon tehostamista raudan ja mangaaninpoistolla, jolloin prosessi perustuisi ioninvaihtosuodatuksen (VE 1B). Tämä prosessimalli toimii hyvin näytteiden kaltaiselle raakavedelle ja on kustannuksiltaan melko edullinen. Prosessi vaatii erillisen laittilan. Laittilan yhteyteen olisi suositeltavaa rakentaa 50 m³ alavesisäiliö, joka tasaa verkoston huipputuntikulutuksia ja näin ollen käsittelylaitteiston toiminta olisi mahdollisimman tasaista eikä käsittelylaitteistoa tarvitse mitoitaa turhan suureksi. Alavesisäiliö varmistaisi alueen vedentoimituksen myös prosessin huoltotilanteissa ja poikkeustilanteissa. Prosessia olisi mahdollista käyttää myös varavoimakoneella ja alavesisäiliöön voidaan tuoda vettä säiliöautolla, mikäli poikkeustilanne kestää useita päiviä.

Tämän vaihtoehdon investointikustannus on noin 137 000 € ja vuosittainen vertailukustannus noin 14 547 €/a (1,0 €/laskutettu vj-m³).

Mikäli uutta vedenottamoaa lähdetään jatkosuunnittelussa miettimään, tulisi uuden vedenottamon paikka koepumpata noin kuukauden mittaisella koepumppausjaksolla, jossa koepumppaus vastaisi osuuskunnan nykyistä vedenottoa. Mikäli pohjavedenlaatu on merkittävästi parempaa kuin nykyisessä vedenottamossa, olisi sen käyttöönotto suositeltavaa.

Etenemispolku suunnittelusta toteutukseen

Tämän yleissuunnitelman jälkeen olisi suositeltavaa edetä seuraavan etenemispolun mukaisesti, riippuen onko toteutettava vaihtoehto oma käsittelylaitos vai yhdysvesijohto:

- Vaihe 1: Nykyisen siiviläputkikaivon kunnostus ja rautasakan poisto
- Vaihe 2: Päätös toteutussuunnitteluun valittavasta vaihtoehdosta (Yhdysvesijohto vai oma käsittelylaitos)
- Vaihe 3: Toteutussuunnitteluvaihe ja lupa-asiat
 - Yhdysvesijohdon toteutussuunnittelu (n. 2 kk)
 - Vesistöön sijoittamisen lupakäsittely, 6...12 kk
 - Vedenkäsittelylaitteiston suunnittelu (n. 3..4 kk)
- Vaihe 4: Kustannusarvion päivitys ja vaikutus osuuskunnan talouteen
- Vaihe 5: Urakan kilpailutus ja rakentamispäätös (n. 1 kk)
- Vaihe 6: Urakkavaihe
 - Yhdysvesijohdon, alavesisäiliön, pk-aseman rakentaminen, n.3 kk
 - Käsittelylaitoksen rakentaminen, n. 3 kk
- Vaihe 7: Käyttöönottovaihe