

VESI- JA VIEMÄRIVERKOSTON KUSTANNUSARVIO
BOLIDEN KEVITSA MINING OY:LLE

Dianoff Andrei

Opinnäytetyö
Tekniikka ja liikenne
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka
Insinööri (AMK)

2018

Tekijä	Andrei Dianoff	Vuosi	2018
Ohjaaja(t)	Janne Poikajärvi		
Toimeksiantaja	Boliden Kevitsa Mining Oy		
Työn nimi	Vesi- ja viemäriverkoston kustannusarvio Boliden Kevitsa Mining Oy:lle		
Sivu- ja liitesivumäärä	47		

Opinäytetyön tavoitteena oli selvittää Boliden Mining Kevitsa Oy:lle, kuinka liittyminen kunnalliseen vesi- ja viemäriverkoston mahdollisesti tehdään. Työssä selvitetiin liittymisestä muodostuvat työtehtävät sekä laskettiin niiden kustannukset. Liittymisen kustannuksia verrattiin nykyisten vesi- ja viemärijärjestelmien kustannuksiin, joista selvisi liittymisen kannattavuus tämänhetkisessä tilanteessa.

Opinnäytetyössäni käytin saatavilla olevia ammattikirjallisuutta sekä verkkomateriaaleja. Tapasin myös Sodankylän Vesi ja Lämpö Oy:n johtajaa opinnäytetyötäni varten.

Opinnäytetyön tuloksena saatiin selvitys nykyisen kunnallisen vesi- ja viemäriverkoston tämänhetkisestä tilanteesta. Työssä selvisi myös, minkälaisia työtehtäviä ja kustannuksia liittyminen tarvitsisi, jotta liittyminen olisi mahdollista. Opinnäytetyössä selvisi nykyisen ja suunnittelemani käyttövesijärjestelmän liittymisen käyttökustannusten erot sekä liittymisen takaisinmaksuaika.

Author	Andrei Dianoff	Year	2018
Supervisor	Janne Poikajärvi		
Commissioned by	Boliden Kevitsa Mining Oy		
Subject of thesis	Effluent and Drinking Water Network Plan Boliden Kevitsa Mining Oy		
Number of pages	47		

This Bachelor's thesis was commissioned by a company that owns a mine in Sodankylä. The objective was to create a plan on how to connect effluent and drinking water to Sodankylä's effluent and drinking water network. Another objective was to discuss what kind of work the connection needs and what the cost of connection is. In this thesis, the cost of the designed and the present effluent and drinking water system were compared.

For this thesis, professional literature and online publications were used as the sources. The director of Sodankylä Vesi ja Lämpö Oy was met to discuss the thesis.

The conclusion of the thesis was a clarification of Sodankylä Vesi ja Lämpö Oy's effluent and the drinking water network location and the changes that were needed in the connection of Kevitsa drinking water. The work and their cost were planned. The cost of these two effluent and drinking water systems was compared and the repayment time of the work was determined.

Key words infrastructure construction, municipal engineering, planning and design, Sodankylä - Kevitsa, water distributi

SISÄLLYSLUETTELO

1	JOHDANTO.....	7
2	NYKYISET JÄRJESTELMÄT	8
3	KUNNALLINEN VERKKO	20
4	SUUNNITELMA KUNNALLISEEN VERKKOON LIITTYMISESTÄ.....	22
	4.1 Rakennushankkeen kuvaus	22
	4.2 Resurssit	34
	4.3 Kustannukset	37
5	POHDINTA.....	42
	LÄHTEET	44

ALKUSANAT

Olen tarvinnut opinnäytetyöhöni materiaaleja ja teknistä opastusta monilta eri tahoilta. Haluan kiittää ensimmäiseksi Boliden Kevitsa Mining Oy:tä opinnäytetyön aiheesta ja siihen liittyvästä opastuksesta. Sain myös tarvittavat tekniset paperit ja tiedot heiltä opinnäytetyöhöni liittyen.

Vesiputkiin ja viemäreihin liittyvät tiedot sain Sodankylä Vesi ja Lämpö Oy:ltä, joten lämmin kiitos heille avusta ja opastuksesta opinnäytetyöhöni liittyen. Opastus oli aina mutkatonta ja asiallista.

Kiitos myös Lapin AMK:lle kaikesta avusta opintoihin ja erityisesti opinnäytetyöhöni liittyen.

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

m ³ ctr	teoreettinen kiintotilavuus (Rakennustieto Oy 2015, 166).
m ³ itd	todellinen irtotilavuus (Rakennustieto Oy 2015, 166).
m ³ rtr	teoreettinen rakennetilavuus (Rakennustieto Oy 2015, 166).
5-aks	viisiakselinen kuorma-auto (Rakennustieto Oy 2017c).
Kkh25	hydraulinen kaivinkone 25t (Rakennustieto Oy 2017c).
H	harvesteri (Rakennustieto Oy 2017e).
Kt	kuormatraktori (Rakennustieto Oy 2017e).

1 JOHDANTO

Opinnäytetyössäni suunnittelen kunnalliseen vesi- ja viemäriverkoston liittymisen ja lasken liittymisen kustannusarvion. Opinnäytetyöni teen Sodankylässä sijaitsevalla malmikaivokselle, Boliden Kevitsa Mining Oy:lle. Opinnäytetyön aiheeksi valitsin vesi- ja viemäriverkoston suunnittelun, koska en ole aikaisemmin ollut mukana tämän tyyppisessä suunnittelutyössä. Opinnäytetyön aihe tukee minun opintoja.

Työssäni luon mallin kunnalliseen verkkoon liittymisestä ja esitän suunnitelman siitä, kuinka se voitaisiin toteuttaa. Luon mallista työselostuksen ja lasken hankkeen vaatimien työtehtävien kustannukset. Työn tarkoituksena ei ole luoda liittymiselle piirustuksia eikä perehtyä työvaiheisiin tarkemmin, koska työn tarkoituksena ei ole luoda lopullista työsuunnitelmaa. Kustannusarvion avulla selvittän, onko liittyminen taloudellisesti kannattavaa tällä hetkellä. Työssäni selvitetään myös Sodankylän Vesi ja Lämpö Oy:n vesi- ja viemäriverkoston tämänhetkinen toiminta-alue sekä verkoston muutokset liittymisen myötä. Työssä luodaan kustannusarvio sekä työselostus yhdestä vaihtoehtoisesta liittymisen mallista, jonka avulla nähdään, onko liittyminen kannattavaa. Kustannusarvion pohjalta voidaan aloittaa tarkemmat tutkimukset liittymisestä.

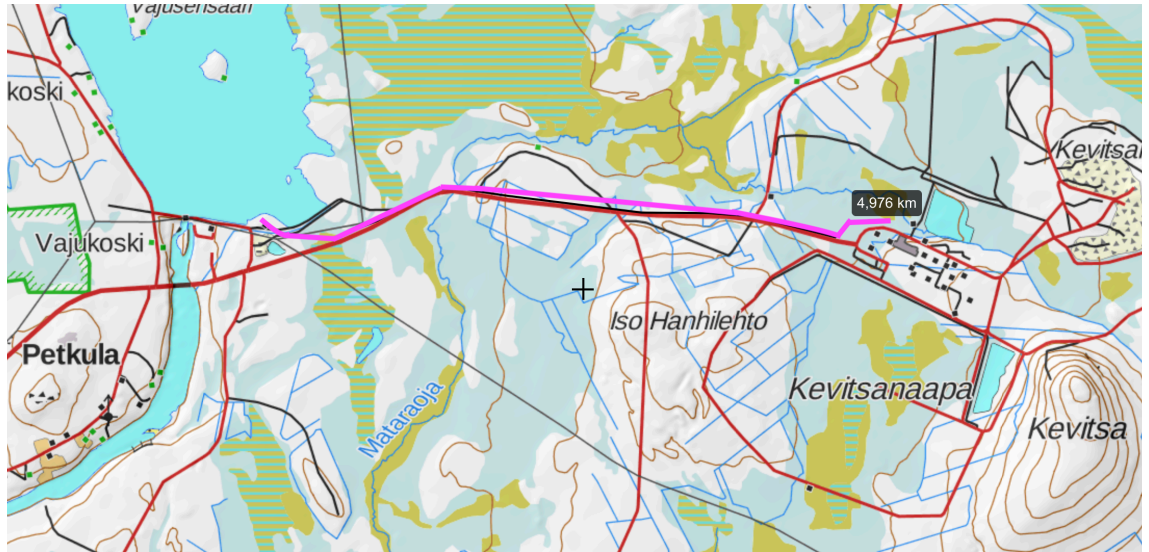
2 NYKYISET JÄRJESTELMÄT

Kevitsan kaivos on Sodankylän kunnan alueella toimiva kaivos, jonka päätuotteina ovat kupari- ja nikkelikaste. Rikasteessa esiintyy myös kultaa, platinaa ja palladiumia. (Boliden 2017.) Kevitsan esiintymä on Suomen mittakaavoissa yksi suurimpia, ja se löydettiin vuonna 1987 Outokumpu Oy toimesta. Esiintymän osti vuonna 2008 First Quantum Minerals ja käynnisti tuotannon vuonna 2012. Boliden konserni osti Kevitsan kaivoksen 2016 ja siitä tuli osa Boliden konsernia. (Prokaivos 2013.)

Boliden Kevitsa Mining Oy työllistää noin 380 työntekijää vakituisesti. Kaivoksella työskentelee myös noin 200 urakoitsijaa, joiden määrä vaihtelee urakoitsija tarpeen mukaan. Kaivos toimii ympäri vuorokauden, minkä vuoksi työntekijöiden määrä vaihtelee päivittäin. Kaivoksen työntekijät ovat suurelta osin kaivoksen lähikunnista ja näin vaikuttaa alueelliseen bruttokansatuotteeseen suuresti. (Boliden 2017.)

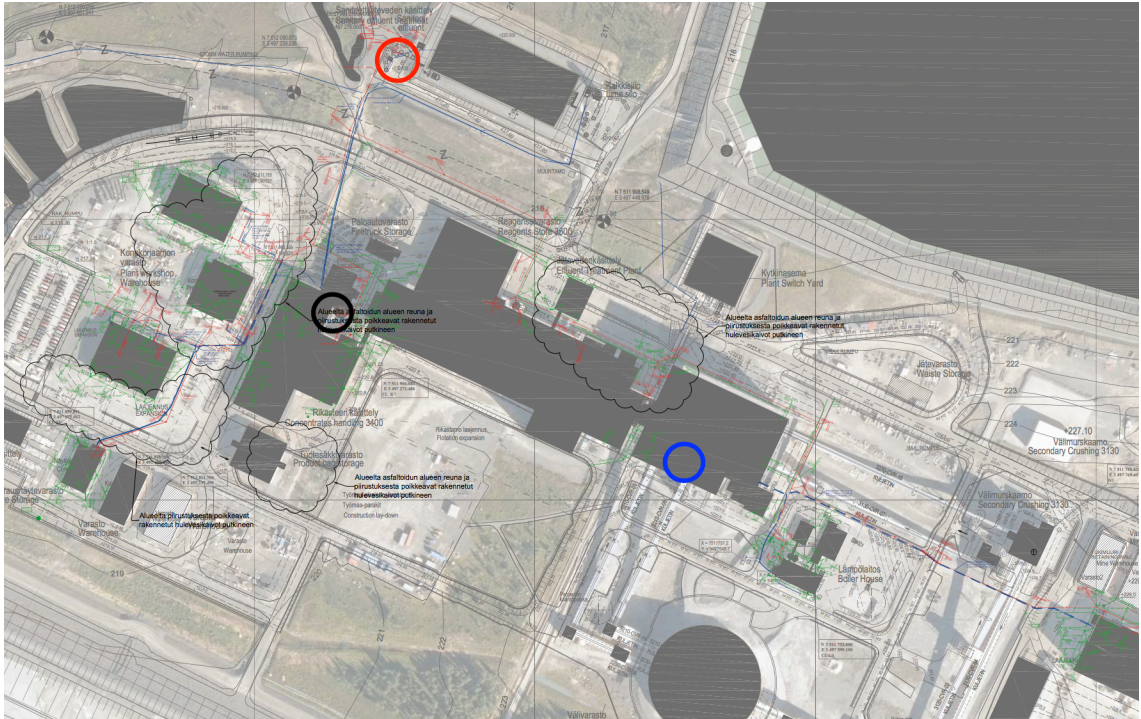
Käyttö- ja viemärijärjestelmä

Kaivoksen käyttö- ja viemärijärjestelmä on tällä hetkellä omavarainen ja toimii kaivoksen alueella. Käyttövesi puhdistetaan raakavedestä ja se pumpataan Kevitsan kaivoksen lähellä sijaitsevasta Vajukosken altaasta. (Kuvio 1.)



Kuvio 1. Raakavesi linja, merkitty violetin värisellä viivalla karttaan (mukaillen Maanmittauslaitos 2017)

Raakaveden runkolinja on noin 5 km pitkä ja se on rakennettu halkaisijaltaan 400 mm muoviputkesta. Runkolinja on rakennettu Kevitsantien mukaisesti Vajukosken altaalta aina Kevitsan kaivokselle asti (Kuvio 1, violetti viiva). Raakaveden runkolinjan kaivantoon on myös sijoitettu purkuviemäri, jonka avulla pumpataan ylimääräinen vesi Vajukosken altaaseen. (Haatainen 2017.) Runkolinjasta puhdistukseen käytettävä raakavesi ohjataan säiliöön (Kuvio 2, musta ympyrä), josta se pumpataan tarpeen mukaan Kevitsan omavaraiseen vedenpuhdistamoon. Puhdistetulla vedellä on kaksi säiliötä (Kuvio 2, sininen ympyrä), jotka sijaitsevat samassa paikassa vedenpuhdistamon kanssa. Nämä säiliöt ovat tarkoitettu talousvedelle ja hätäsuihkuille.

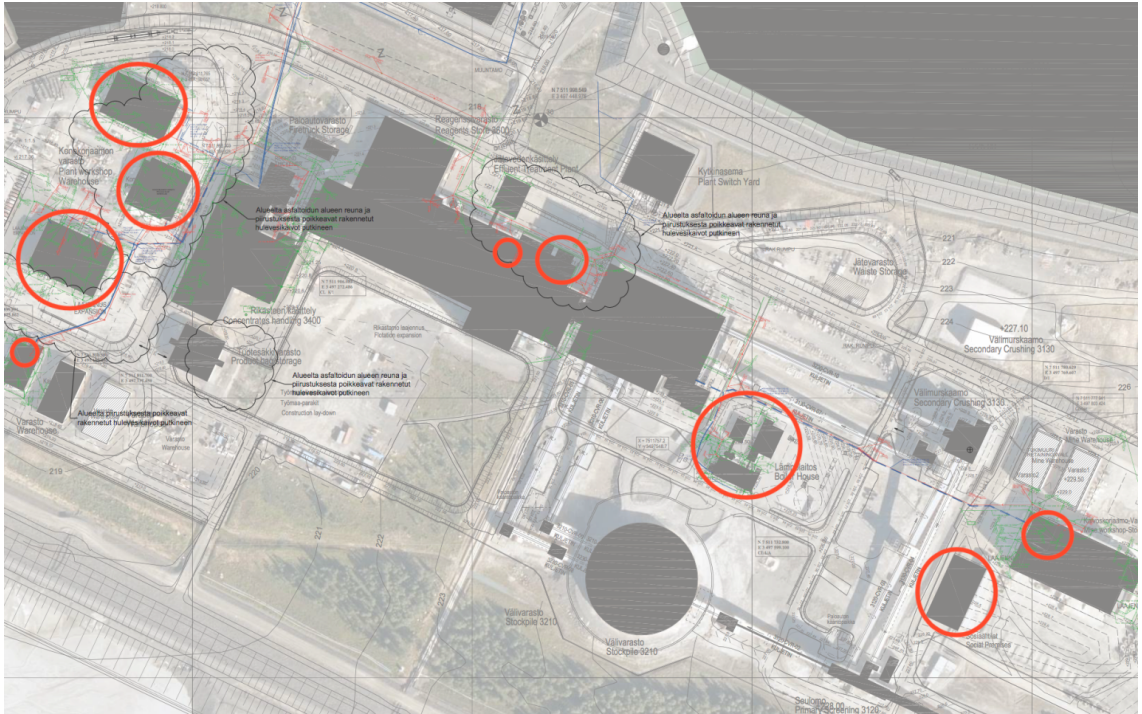


Kuvio 2. Käyttö- ja raakavesi säiliöt, sininen ympyrä vedenpuhdistamo, musta ympyrä puhdistamattoman käyttöveden säiliö, punainen ympyrä jätevedenpuhdistamo (mukaan Haatainen 2017)

Talousvettä käytetään saniteettitiloissa, sosiaalitiloissa sekä ruokalassa (Kuvio 3). Käyttöveden lämmitys on ratkaistu sijoittamalla sosiaalitiloihin vesivaraajat. Hätäsuihkut sijaitsevat ympäri kaivosaluetta. Hätäsuihkujen vesi lämmitetään lämmönvaihtimen avulla ennen veden siirtymistä linjastoon. Vesi kiertää hätäsuihkulinjastossa ja palaa takaisin tankkiin jos hätäsuihkuille ei ole tarvetta. Kaivoksen keskiverto käyttöveden kulutus vuorokaudenaikana on $14,8 \text{ m}^3$. (Haatainen 2017.)

Jätevedet johdetaan sosiaali- ja saniteettitiloista (Kuvio 3) jätevedenpuhdistusprosessiin (Kuvio 2, punainen ympyrä). Jäteveden kuljetus on tehty viettoviemärinä, jonka runkolinja on 160 mm PVC-putki. Runkolinjaan on liitetty kaivojen avulla tiloista tulevat jätevedet. Jätevesi muodostuu kengänpesuun tarkoitetusta laitteistoista sekä vesikalusteista. Jäteveden määrää ei voida seurata järjestelmässä, mutta puhdistusprosessi ilmoittaa toteutuneet kuutiomäärät, jotka ovat kuukaudessa noin 685 m^3 . Puhdistusprosessissa muodostuu kiintoainetta, joka

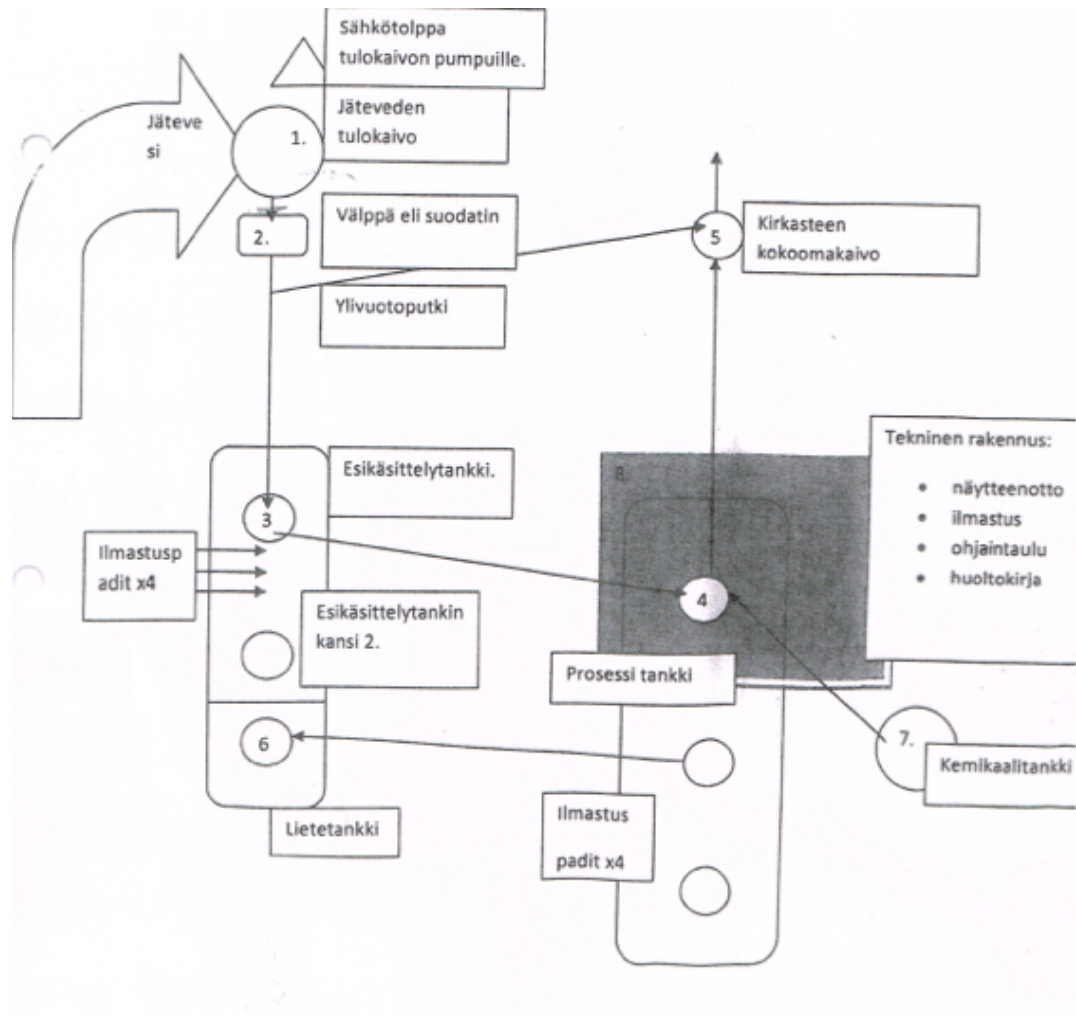
poistetaan manuaalisesti varastotankista imuautolla noin neljä kertaa vuodessa. (Haatainen 2017.)



Kuvio 3. Sosiaali- ja saniteettialueet, merkitty punaisilla ympyröillä (mukaan Haatainen 2017)

Jätevedenpuhdistamo

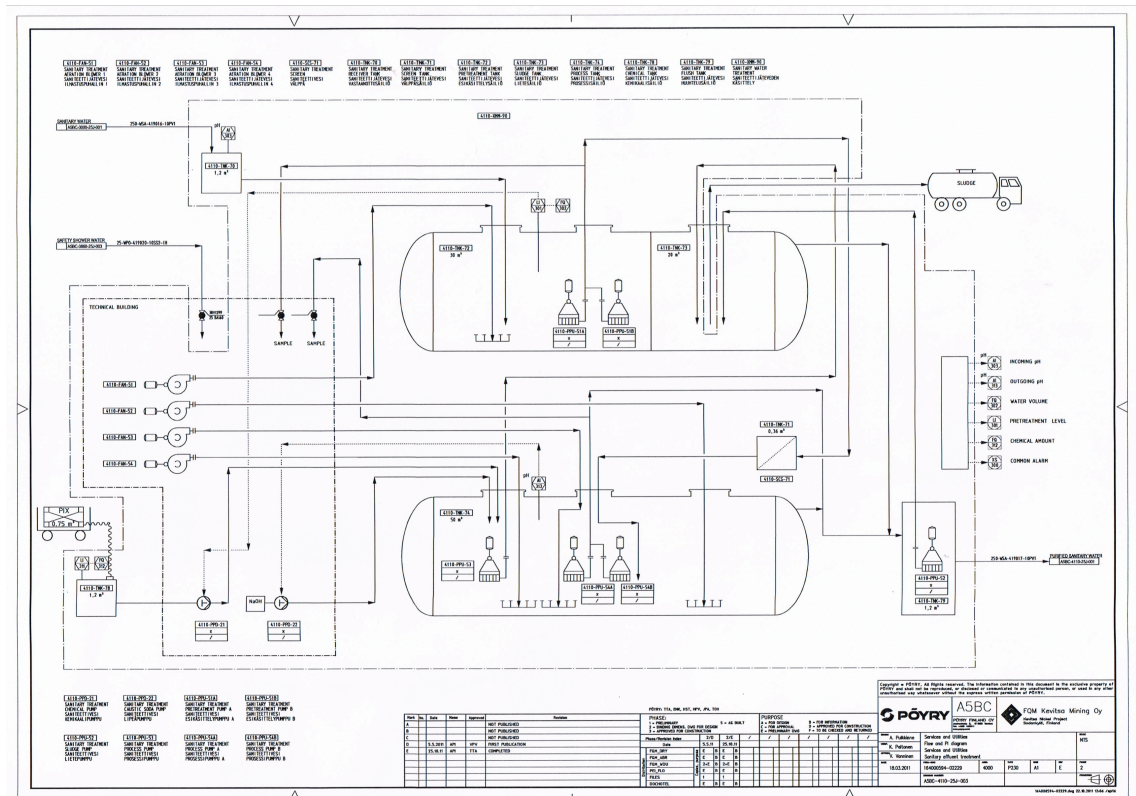
Kevitsan kaivoksen jätevettä puhdistava puhdistamo on pienikokoinen biologis-kemiallinen jätevedenpuhdistamo, jonka toimintaperiaate on samanlainen kuin yhdyskuntajätevedenpuhdistamoilla. Puhdistamo pystyy puhdistamaan 50 m³ jätevettä päivässä. Puhdistusprosessin vesihäviö on 0, joka teoriassa tarkoittaa, että prosessoitavasta tuotteesta ei poistu vesi, vain haitta-aineet. Puhdistamoon kuuluu esikäsitteily- ja prosessitankki sekä lietetankki (Kuvio 4). Prosessiin kuuluvat myös tulo- ja kirkasteenkokoama kaivo (Boliden Kevitsa Mining Oy 2017a).



Kuvio 4. Puhdistamon kaavakuva selitteineen (Boliden Kevitsa Mining Oy 2017a)

Puhdistamolle tulevat likaiset vedet ohjataan ensimmäiseksi tulokaivoon. Kun jätevesi saavuttaa tulokaivossa asetetun rajan, se alkaa siirtää likaisia vesiä väljän kautta esikäsittelytankkiin (Kuvio 5). Kun esikäsittelyntankki saavuttaa haluttun pinnan tai määrätty pumppauskerta tulee täyteen, se säilöö tuotteen ennen varsinaista prosessointia. Likainen vesi ilmastetaan esikäsittelytankissa, jotta veden bakteerit pysyvät hengissä. Vedet ohjataan biologis-kemialliseen prosessitankkiin, jonka avulla vedestä saadaan poistettua typpi ja kiintoaineet. Biologisessa prosessissa hapenkulutus pienenee. Kemiallisessa prosessissa saadaan fosfori sakeutettua lietteeksi tankin pohjalle. Prosessissa poistuvat tekijät, kuten fosfori, halutaan poistaa, koska ne huonontavat luonnon vesistöjen laatua. Prosessitankkiin syötetään PIX- ferrisulfaattia kemikaalitankista ilmastuksen vaiheessa, jonka jälkeen jätevesi selkeytyy. Prosessista syntyvä

kirkastettu tuote pumpataan kirkasteen keräyskaivoon, josta se siirtyy pintavalutuskentälle. Prosessitankista syntyvä liete pumpataan lietetankkiin. Lietetankki tyhjenetään pumppausautolla tarvittaessa noin neljä kertaa vuodessa. Puhdistusprosessi kestää 3- 9 tuntiin riippuen tuotteen laadusta ja määrästä. (Boliden Kevitsa Mining Oy 2017a.)



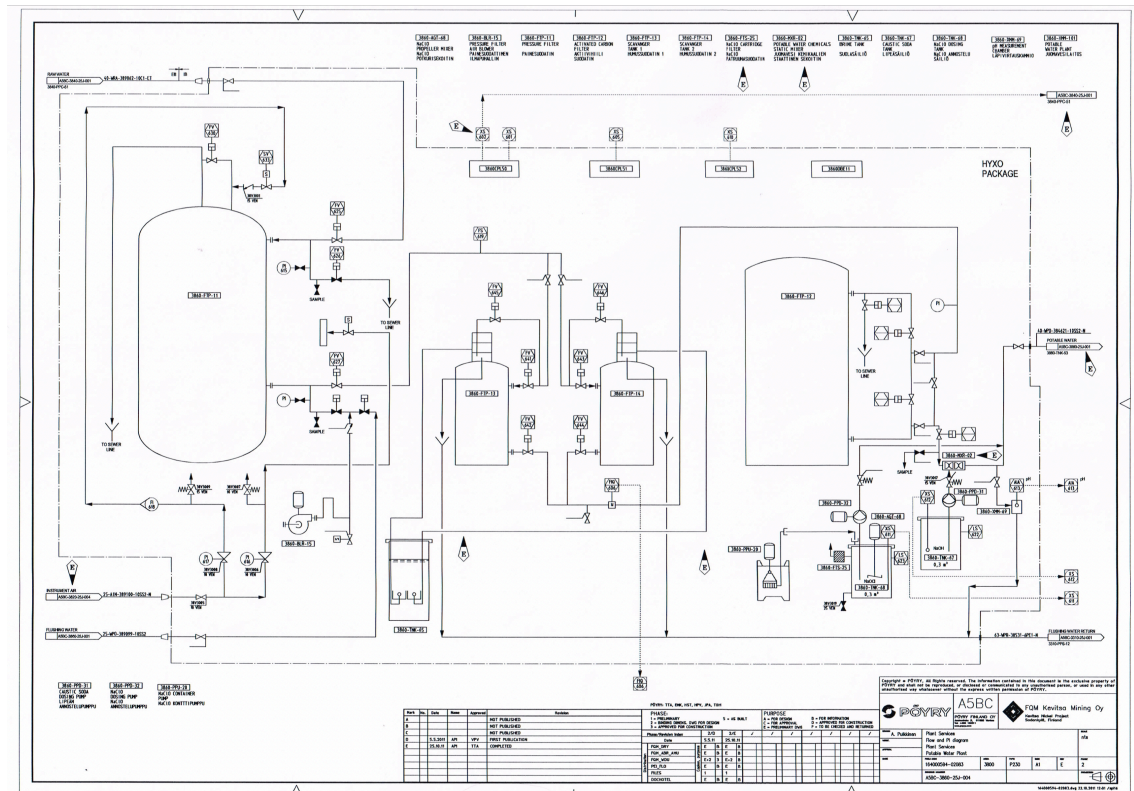
Kuvio 5. Jätevedenpuhdistamo PI-kaavio (Boliden Kevitsa Mining Oy 2017a)

Prosessin toimivuutta seurataan päivittäin näytteenotoilla, joita otetaan tulevas-
ta vedestä, kirkastetusta vedestä sekä prosessitankista. Näytteet toimitetaan
jatkotutkimuksiin. Prosessitankista otettavalla näytteelle tehdään laskeutuskoe,
jolla varmistetaan prosessitankin toimivuus. (Boliden Kevitsa Mining Oy 2017a.)

Juomaveden puhdistus

Kevitsan kaivoksen vedenpuhdistusprosessiin kuuluu painesuodatus, humuk-
sen poisto, aktiivihillisuodattuksesta ja kemikaloinneista (Kuvio 6; Kuvio 8). Pai-
nesuodatuksen ja ionisuodatuksen avulla saadaan poistettua raakavedessä
olevat rauta- ja kiintoainepitoisuudet. Humuksen poisto tehdään myös osaksi

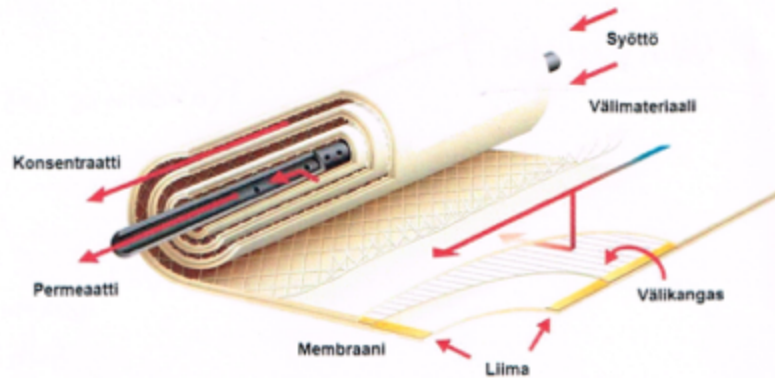
ionivaihdolla ja nanosuodatuksen avulla. Aktiivihiilen avulla juomavedestä poistetaan epämiellyttävät maut ja hajut. Vedenpuhdistusprosessin viimeisessä vaiheessa käytetään kahta UV-laitetta. Vedenpuhdistuslaitteisto on mitoitettu arvioituun maksimi virtaamatarpeeseen 5 m³/h. (Boliden Kevitsa Mining Oy 2017b.)



Kuvio 6. Vedenpuhdistuslaitos PI-kaavio (Boliden Kevitsa Mining Oy 2017b)

Veden puhdistusprosessi on yhteydessä juomavesitankkiin. Kun juomaveden pinta laskee raja-arvoon, pumppausprosessi vedenpuhdistamoon käynnistyy. Painesuodatuksessa vesi virtaa vapaasti suodattimen läpi, jossa suodattimen massa vastaanottaa vedessä olevat kiintoaineet. Samaan aikaan tapahtuu raudan ja mangaanin hapettuminen oksideiksi, minkä jälkeen ne suodattuvat massaan. Painesuodatin tekee automaattisesti 72:n tunnin välein vastavirtahuuhtelun suodattimen massalle. Huuhtelu tehdään, jotta massa voisi vastaan ottaa lisää kiintoaineita. Humuksen poistossa vesi virtaa kahden suodattimen läpi jotka suodattavat humusta. Suodattimien puhdistusprosessi tapahtuu suolan ja huuhtelun avulla. Suodatin täyttyy suolaliuoksella, joka huuhdellaan viemäriin. Humuksen poistossa on kaksi suodatinta, joiden puhdistus tehdään vuorotellen. (Boliden Kevitsa Mining Oy 2017b.)

Nanosuodatuksessa vesi läpäisee putkimaiset membraanikalvot paineen avulla (Kuvio 7). Prosessissa muodostuu kaksi tuotevirtaa puhdas vesi ja likainen vesi. Likaisessa vedessä ovat humus ja suolat, joka johdetaan suodattimesta suoraa viemäriin. (Boliden Kevitsa Mining Oy 2017b.)



Kuvio 7. Nanokalvosuodatin (Boliden Kevitsa Mining Oy 2017b)

Nanosuodatus ei ole kuulunut alkuperäiseen vedenpuhdistusprosessiin vaan se on lisätty Kevitsan kaivokselle jälkikäteen. Nanosuodatus lisättiin parantaakseen veden laatua ja vähentääkseen veden humus- ja rautapitoisuutta. Veden pH:ta säädellään 48-50 % NaOH- lipeän avulla. Prosessissa lisätään myös 3-5 % natriumhypokloriittia NaOCl veden desifiontia varten. Natriumhypokloriitti lisätään annostuspumpulla prosessiin. (Boliden Kevitsa Mining Oy 2017b.)



Kuvio 8. Vedenpuhdistusyksikkö

Vesianalyysi

Vedenpuhdistuslaitoksen puhdistettava vesi on raakavettä, joka on vajukosken altaasta. Puhdistettavan veden vesianalysissä nähdään vedenpuhdistukseen tarvittavien laitteistojen tarpeet (Taulukko 1). Vesianalyysi kertoo raakaveden puhdistamiseen tarvittavien laitteistojen vaatimukset. Näistä arvoista pH, rauta mangaani, permanganaatti, sähkönjohtavuus, kovuus ja bakteerit ovat tärkeimpiä suodatukseen tarvittavista arvoista. (Wathman 2017.)

Taulukko 1. Raakavesianalyysi (Boliden Kevitsa Mining Oy 2017b)

Analyysi	Yksikkö	Arvo
Paine	Bar	4
Sameus	FNU	0,7-2,3
Kiintoainepitoisuus	mg/l	1,2
Ph	mg/l	6,7
Fosfori	mg/l	0,016
NO3-typä	mg/l	0,08
SO4	mg/l	1,9
Alumiini	mg/l	0,054
Kalsium	mg/l	2,7
Coboltti	mg/l	0,0001
Kromi	mg/l	0,001
Kupari	mg/l	0,001
Kalium	mg/l	0,4
Magnesium	mg/l	0,9
Mangaani	mg/l	0,046
Natrium	mg/l	1,1
Nikkeli	mg/l	0,001
Sinkki	mg/l	0,002
Väri	mg/l (Pt-Co)	40-100

Vedenkovuus kertoo veteen liuenneen kalsiumin ja magnesiumin määrän. Ne eivät ole terveydelle haitallisia, mutta muodostavat lämmönvaihtimissa ja vesikalusteissa kalkkikiveä. Rauta on hyvin yleinen epäpuhtaus Suomen vesistöissä ja aiheuttaa veteen metallin maun. Raudan suuri pitoisuus aiheuttaa tukkeumia ja ruostumia vesikalusteisiin. PH kertoo veden happamuudesta tai emäksisyydestä. Happamat vesistöt on Suomessa hyvin yleisiä. Hapanvesi syövyttää metalliputkia ja aiheuttaa näin suuren vaaran vesivahingosta. Alhainen pH aiheuttaa monelle iho- oireita ja aiheuttaa vesikalusteille sekä hiuksille vihertävän värin. Veden värimuutos johtuu vedessä olevasta humus-, rauta- ja

mangaanipitoisuudesta. KMnO_4 - luku kertoo veden orgaanisen aineen osuuden, joka Suomessa usein johtuu humuksesta. Se vaikuttaa veden väriin ja maakuun. Humus aiheuttaa veden saostumisen ja suurina pitoisuuksina vaikeuttaa raudan poistamista vesistöistä. (Wathman 2017.)

Sosiaali- ja terveysministeriö on määrännyt laatuvaatimukset ja -suositukset talousvedelle (Taulukko 2). Vaatimusten mukaan talousveden ei saa olla ihmisten terveyttävä vaarantava, eikä se saa sisältää pieneliöitä. Veden on sovellettava sen käyttötarkoitukseen vahingoittamatta vesilaitteistoa. (Sosiaali- ja terveysministeriön asetus 1352/ 2015 4§.)

Taulukko 2. Sosiaali- ja terveysministeriön laatuvaatimukset (Sosiaali- ja terveysministeriön asetus 1352/ 2015 4§)

Muuttuja	Enimmäisarvo	Yksikkö
Akryyliaminidi	$\mu\text{g/l}$	0,10
Antimoni	$\mu\text{g/l}$	5,0
Arseeni	$\mu\text{g/l}$	10
Bentseeni	$\mu\text{g/l}$	1,0
Bentso(a)pyreeni	$\mu\text{g/l}$	0,010
Boori	$\mu\text{g/l}$	1,0
Bromaatti	$\mu\text{g/l}$	10
1,2- dikloorietaani	$\mu\text{g/l}$	3,0
Elohopea	$\mu\text{g/l}$	1,0
Epikloorihydriini	$\mu\text{g/l}$	0,10
Fluori	$\mu\text{g/l}$	1,5
Kadmium	$\mu\text{g/l}$	5,0
Kloorifenolit yhteensä	$\mu\text{g/l}$	10
Kromi	$\mu\text{g/l}$	50
Kupari	$\mu\text{g/l}$	2,0
Lyijy	$\mu\text{g/l}$	10
Nikkeli	$\mu\text{g/l}$	20

	19	
Nitraatti	µg/l	50
Nitriitti	µg/l	0,50
Polysykliset aromaattiset hiilivedyt yhteensä	µg/l	0,10
Seleeni	µg/l	10
Syanidi	µg/l	0,10
Tetraklooriteeni ja triklooriteeni yhteensä	µg/l	0,50
Torjunta aineet	µg/l	0,10
Torjunta aineet yhteensä	µg/l	0,50
Trihalometaanit yhteensä	µg/l	100
Uraani	µg/l	30
Vinyylikloridi	µg/l	0,5

Kustannukset

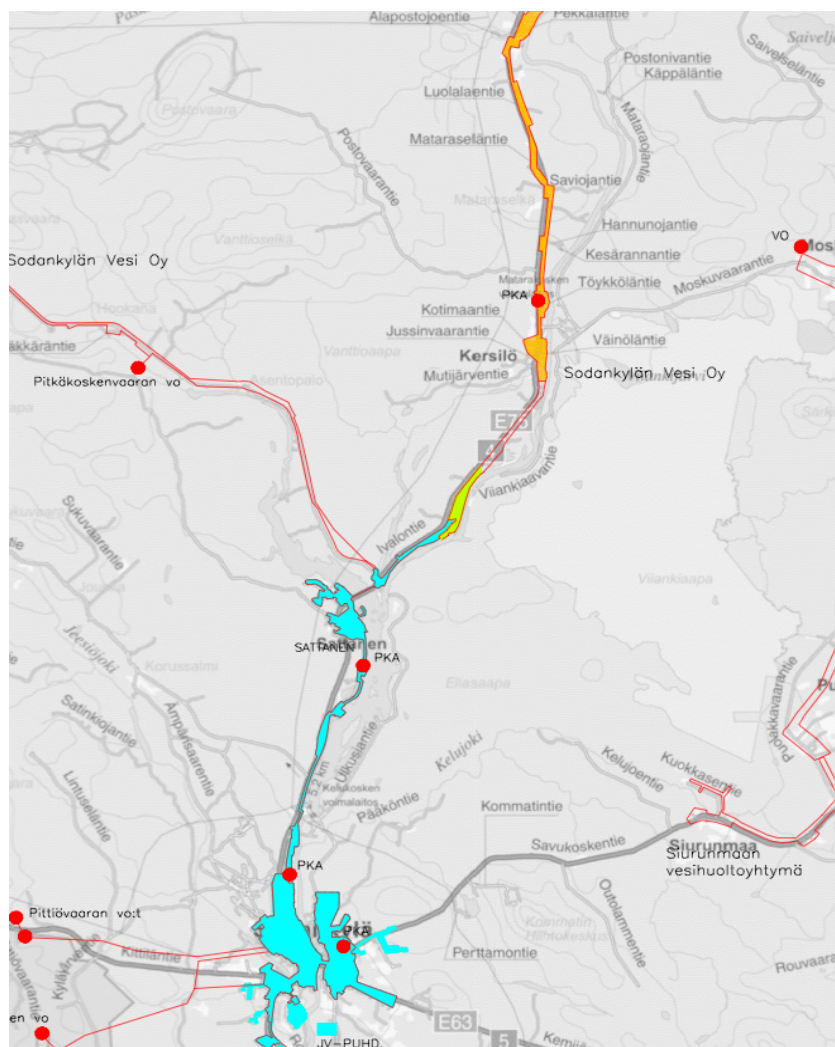
Juomavesi laitteiston ylläpito- ja investointikustannukset koostuvat laitteistojen huolloista sekä korjaustoimenpiteistä. Taulukossa 3 näkyvät laitoksen vuosittaiset ylläpito kustannukset sekä investoinnit.

Taulukko 3. Juomavesilaitteiston kustannukset (Haatainen 2017)

Vuosi	Kustannukset
2012	39354,57
2013	106504,8
2014	68542,95
2015	239798,94
2016	81858,07
2017	104620,81

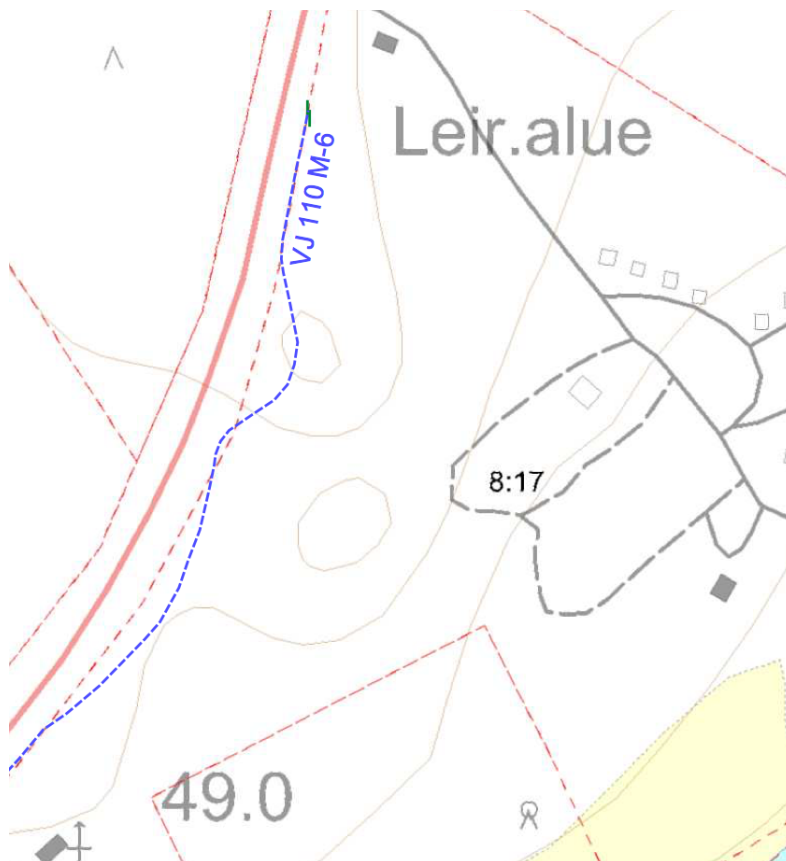
3 KUNNALLINEN VERKKO

Sodankylän kunnan Lämpö ja Vesi Oy toimittaa talousvettä sekä puhdistaa jätevedettä Sodankylän kunnan alueella noin 1800 asiakkaalle kiinteistöjen vesi- huoltoja. Yhtiön toiminta-alueelle kuuluu myös Sodankylän varuskunnan alueen vesihuolto. Yhtiön verkostoon kuuluu 211000 metriä vesijohtoa sekä 105000 metriä viemärijohtoa. Laajan verkoston lisäksi yhtiöllä on noin 40 jäteveden- pumppaamoja ja yksi jätevedenpuhdistamo. Kunnan käyttövesi on puhdasta pohjavettä, jota ei tarvitse käsitellä suuremmin ennen jakelua. Käyttöveden toi- mittamiseen yhtiöllä on kaksi ylävesisäiliötä sekä 6 paineenkorotusasemaa. (Sodankylän kunta 2017.)



Kuvio 9. Sodankylän kunnan viemäri toiminta-alue pohjoinen (mukaillen Moberg 2017)

Sodankylän Vesi ja lämpö Oy:n paineviemäriverkosto päättyy Rajalan tien risteykseen. Sininen väri esittää kartassa olemassa olevan vesi- ja viemäriverkoston (Kuvio 9). Verkosto selvityksen avulla selvisi että tämän hetkinen Sodankylän Vesi ja Lämpö Oy:n kattama paineviemäroinninrunkolinja päättyy Sattaseen, josta on kohteeseen 30 kilometriä. Viemäriverkoston rakentaminen noin pitkälle matkalle ainoastaan yhdelle asiakkaalle nostaisi hankkeen rakennuskustannuksia sekä vaatisi Sodankylän Vesi ja Lämpö Oy:n nykyisin viemäriverkoston muutoksia liian suureksi ollakseen kustannuksiltaan kannattava Sodankylän Vesi ja lämpö Oy:lle sekä Boliden Oy:lle. Sodankylän Vesi ja Lämpö Oy:n käyttöveden runkolinja päättyy Petkulan leirintä alueen kohdalle (Kuvio 10). Verkostoon liittyminen vaatisi paineenkorotusasemien ja alavesisäiliöiden sekä rakentamista Petkulaan ja Rajalantien risteykseen, sekä putkilinjan rakentaminen Petkula- Kevitsan kaivoksen välille. Asemien avulla voitaisiin kattaa kaivoksen vaatima vedenmäärä. (Lakkala 2017.)



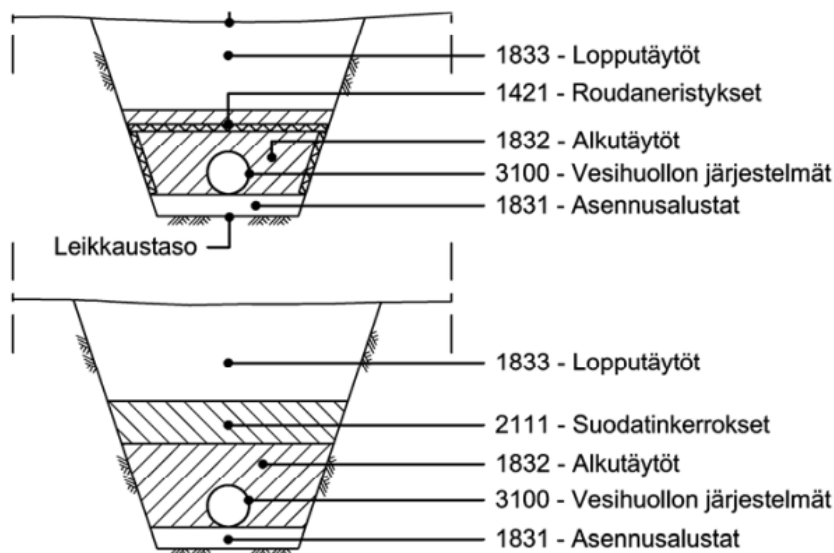
Kuvio 10. Kunnallisen Vesijohdon päättyminen, sininen katkoviiva nykyinen käyttövesi linja (mukaillen Moberg 2017)

4 SUUNNITELMA KUNNALLISEEN VERKKOON LIITTYMISESTÄ

4.1 Rakennushankkeen kuvaus

Rakennushanke käsittää käyttövesirunkolinjan rakentamisen Sodankylän kunnanverkoston ja Kevitsan välille. Rakennushanke koskee vesihuollon rakentamista, vesiputken maarakennustöitä, putkistojen asennuksen, vihertyöt sekä vesihuollon takia tarvittavat kallion räjäytystyöt.

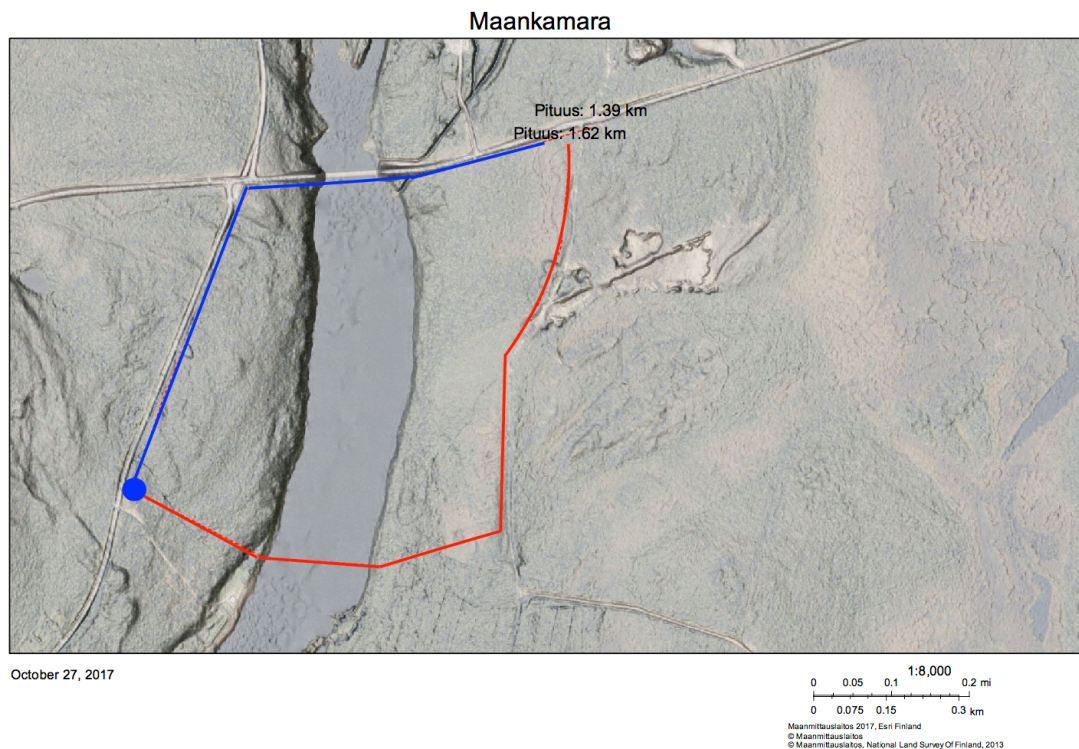
Käyttövesilinjan rakentaminen kunnallisesta verkosta kaivokselle sisältää suunnittelussa huomioitavia tekijöitä: kunnallistekniikka, vesistöt, sähkösyöttökaapelit, punakämmekkäesiintymät sekä olemassa oleva raakavesi- sekä purkuviemäriinlinja. Hanke on suunniteltu toteutettavaksi kesäkaudella, mikä vaikuttaa positiivisesti kaivantojen tehtyyn työmäärään. Talvella maaperä on jäässä, joka vaatisi suuremman työn kaivantojen suorittamiseen. Nykyinen kunnallinen käyttövedenrunkolinja päättyy Petkulan leirintäalueen kohdalle. Liittyminen nostaisi Sodankylän kunnan käyttöveden kulutusmäärää. Käyttöveden kulutusmäärän kasvamisen vuoksi tulisi rakentaa paineenkorotusasema sekä alavesisäiliö Rajalantien risteykseen. Liittyminen vaatisi myös paineenkorotusaseman ja alavesisäiliön rakentamista runkolinjan loppuun, Petkulan leirintäalueelle.



Kuvio 11. Putkilinjan poikkileikkaus, ylempi kuvioa kuvaa eristettyä ja alempi ilman eristystä (Rakennustieto Oy, 2015, 81)

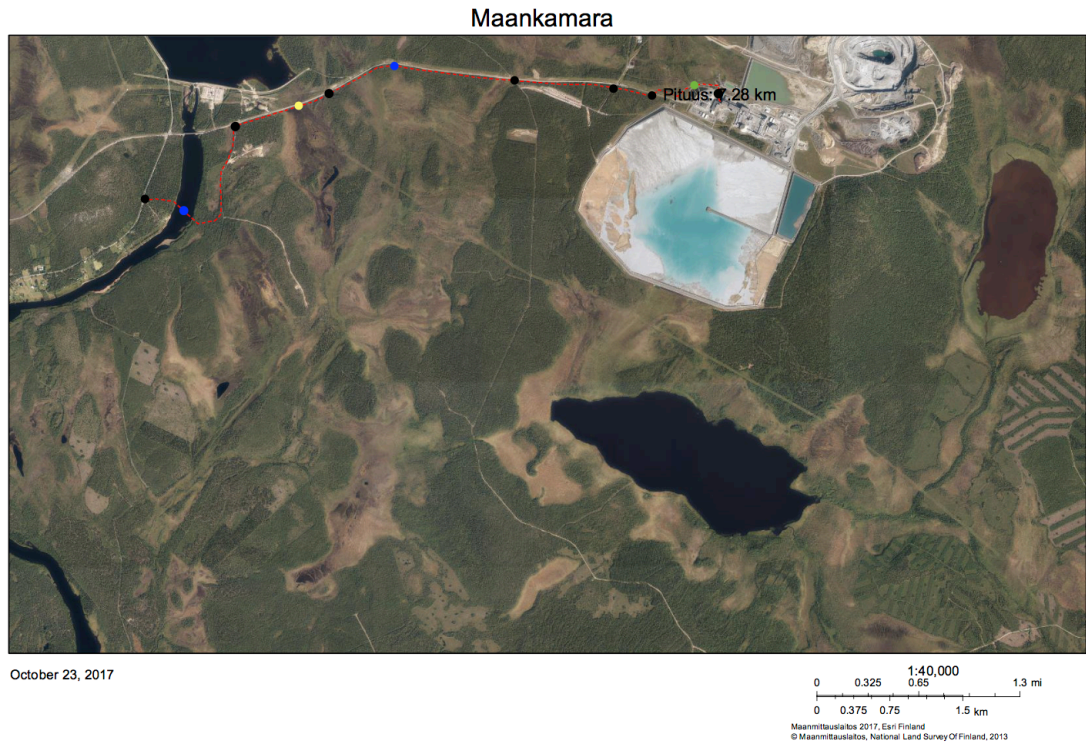
Hankkeessa putkilinja sijoitetaan maanvaraisesti, koska pohjamaan on havaittu olevan riittävän kantavaa (Kuvio 11). Putki sijoitetaan suurimmaksi osaksi routarajan alapuolelle, minkä vuoksi putki ei vaadi eristystä. Eristämistä vaatii kalliin ja maapenkereeseen perustettavat putket sekä putken joiden perustamis- syvyys on routarajan yläpuolella.

Käyttövesilinjan mahdollisesta aloitusijainnista loin kaksi vaihtoehtoa. Ensimmäisessä vaihtoehdossa linja alittaisi Petkulan leirintäalueen kohdalta Kitisen vesistön ja kulkisi Mataraojantietä pitkin Kevitsantielle (Kuvio 12, Punainen). Toisessa vaihtoehdossa linja kulkisi Petkulantietä pitkin Kevitsantielle ja ylittäisi Kitisen vesistön sillan avulla (Kuvio 12, Sininen).



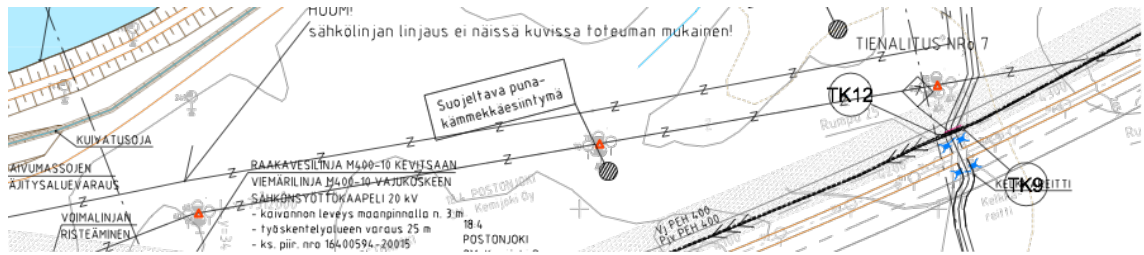
Kuvio 12. Vaihtoehtoinen reitti käyttövesilinjalle Varjostetussa korkeusmallissa, Punainen viiva vaihtoehto yksi, sininen vaihtoehto kaksi (mukailen Geologian tutkimuslaitos 2017)

Linja seuraisi Kevitsantietä, tien eteläpuolella, kaivosalueelle asti. Kevitsantien pohjoispuolella sijaitsee Vajukoskenalta tuleva raakavesi- ja purkuviemäri- linja sekä sähkösyöttökaapelit rajoittavat työskentely aluetta. (Kuvio 13.) Pohjois- puolella on myös havaittu suojeltavia punakämmekkä esiintymiä, joita ei saada häiritä rakennusvaiheessa (Kuvio 14).



Kuvio 13. Hankeen kokonaiskuva, punainen katkoviiva esittää linjan sijainnin, sininen piste kertoo vesistön alituksen, musta piste esittää tienalituksia, keltainen piste kertoo massanvaihdon sijainnin, vihreä piste esittää maapenkereen sijaintia (mukaiillen Geologian tutkimuslaitos 2017)

Vaihtoehdossa molemmat kitisen ylitys- ja alitustyöt ovat luvanvaraisia töitä, joita varten on saatava aluehallintovirastolta päätös (Aluehallintovirasto 2017). Ylityksessä otin huomioon alueen kylmät olosuhteet, jotka vaativat putkelle eristyksen ja saattolämmityksen (Suomen insinöörien Liitto RIL, 2010, 96). Putki olisi siltaan asennettava rakenne, joten se olisi näkyvillä siltarakenteissa. Sillan läheisyydessä ei voida tehdä suuria kaivantoja, jottei se vaikuttaisi sillan maarakenteisiin. Jos putki asennettaisiin siltaan, sen avulla voitaisiin välttää mahdolliset suuret kaivannot Kitisen törmillä. Alituksessa putki sijoitettaisiin Kitisen pohjaan, mikä vaatisi jatkotutkimuksia siitä onko vesistö riittävän syvä vai vaaditaanko Kitisen pohjaan tehtäväksi kaivantoja (Suomen insinöörien Liitto RIL, 2013, 33). Työssäni valitsin kuitenkin Kitisen alituksen, koska arvioin vesistön olevan riittävän syvä suojatakseen putkea jäätymiseltä ja vaurioitumiselta.

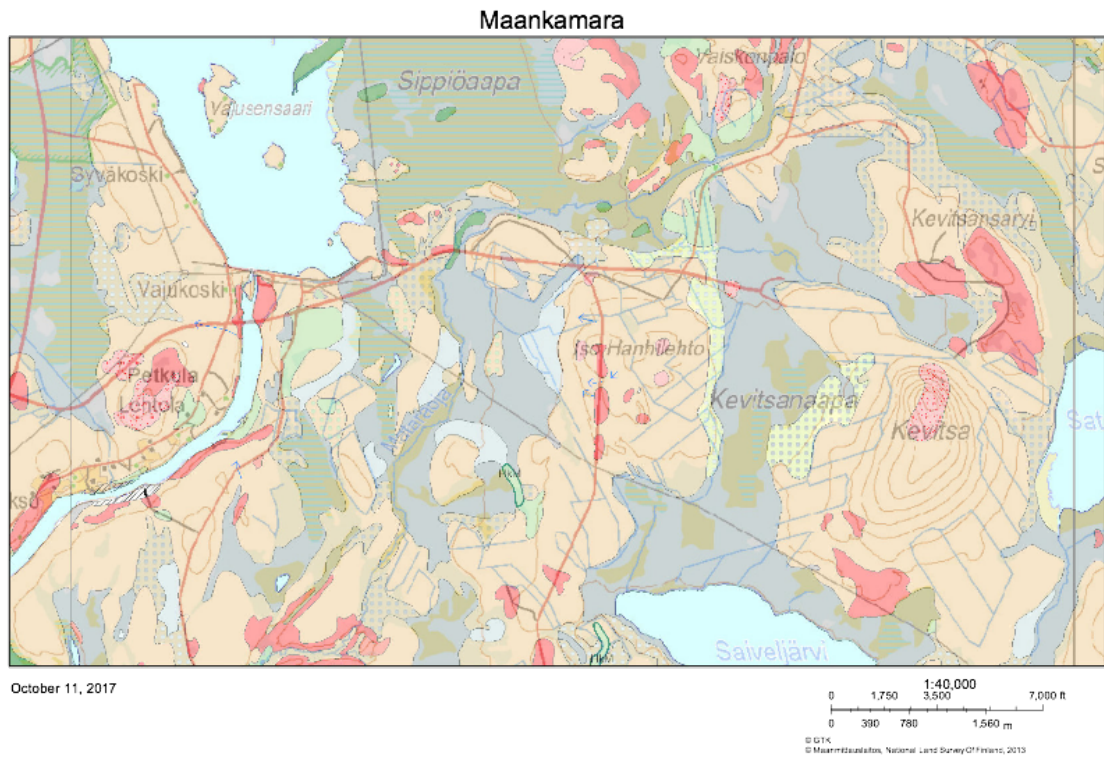


Kuvio 14 Punakämmekäesiintymä, merkattu harmaalla ympyrällä (mukaillen Haatainen 2017)

Valittu vaihtoehto sisältää seitsemän tienalitusta sekä kaksi vesistöalitusta. Alitettavat tiet ovat Mataraojantie, Saivelseläntie, Kevitsantie, kaksi kaivosalueen tietä sekä Siippiöaavalta tuleva kelkkareitti. Tienalitukset ovat merkitty karttaan mustin pistein. Vesistön alitukset ovat merkitty karttaan sinisin pistein. Alitettavat vesistöt sijaitsevat Vajukoskenaltaasta laskeva Kitinen sekä Kevitsantien alittava Mataraoja. Kartan osoittama keltainen piste kertoo mahdollisesta massanvaihto osuudesta, koska kohteessa sijaitseva maaperä on turve. Massanvaihdossa kaivantoa täytyisi tehdä laajemmin kuin muut hankkeessa esitetyt putkikaivannot. Vihreä piste kertoo kaivoksen alueella tehtävästä maapenger osuudesta. (Kuvio 13.)

Maaperätiedot

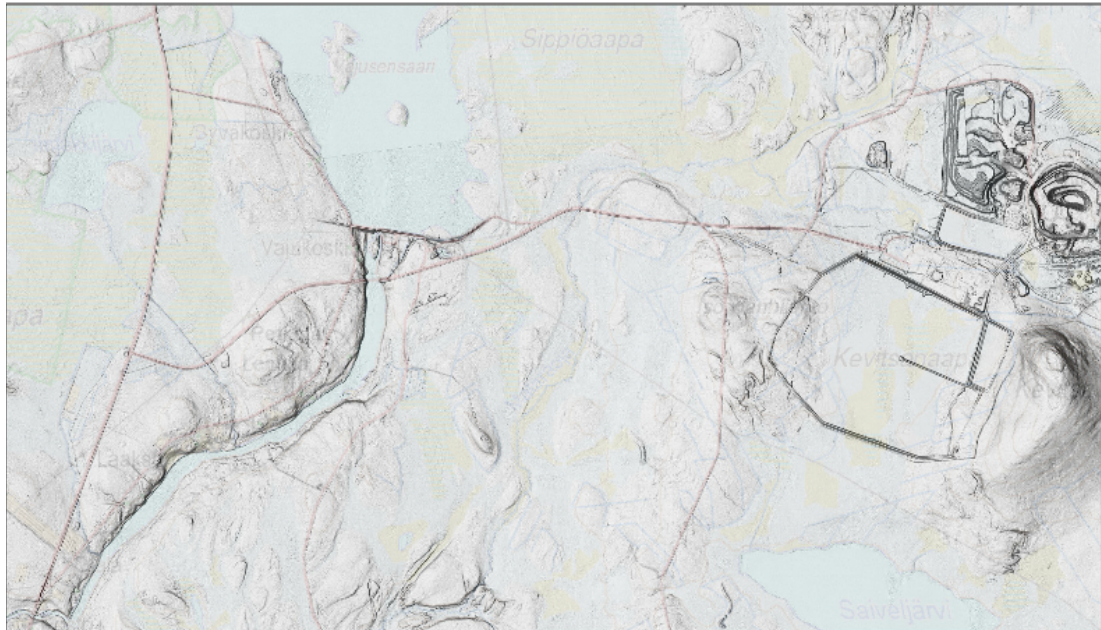
Rakennushankkeen pintamateriaali on pääasiallisesti hiekkamoreeni. Kohde sisältää myös turvetta, Sippiöaapalla ja Kevitsanaapalla. Kohteen kalliomuodostumia on Kitisen törmillä ja Iso Hanhilehdon alueella. (Kuvio 15.)



Kuvio 15. Maaperäkartta (Geologian tutkimuslaitos 2017)

Hankeen varjostetussa korkeusmallissa nähdään että maanpinnan korkeimmat kohdat ovat ylitettävän vesistön, kitisen törmät, sekä isohanhilehdon kohdalla. Maanpinnan taso vaihtelee +200 :stä ylöspäin +220. (Kuvio 16.)

Maankamara



October 12, 2017

1:40,000
0 1,750 3,500 7,000 ft
0 390 780 1,560 m
© Maanmittauslaitos, National Land Survey of Finland, 2013

Kuvio 16. Varjostettu korkeusmalli (Geologian tutkimuslaitos 2017)

Massojen muuntokertoimet

Hankeessa käytettävät tilavuuskäsitteet ja massakertoimet ovat InfraRYL määrittämissä mukaisia arvoja. Kertoimien avulla saadaan muutettua kuutioiden yksiköt haluttuun tilavuuskäsitteeseen. Kertoimia ovat ryöstö, löyhtimis, tiivistymis sekä täyttö. (Rakennustieto Oy 2015, 166-168.)

1110 Poistettava, siirrettävä ja suojattava kasvillisuus

Tekniset vaatimukset ovat infraRyl 11100 mukaiset.

Alueelta poistettavat hyötypuut 1,3 metriä korkeat ja halkaisijaltaan yli 80 millimetriset puut varastoidaan kaivannon läheisyyteen. Hyötypuita pienemmät energiapuut kuljetetaan hakkeeksi. Suojattuja puita täytyy varoa rakennusvaiheessa. Suojattujen puiden juuristoalueella on vältettävä konekaivua. (Rakennustieto Oy 2017a 11100.)

Hankkeen poistettavaa kasvillisuutta sijaitsee mataojantiellä, kitisen ylittävällä osuudella ja Kevitsantiellä (Kuvio 9). Raivauksen leveys vaihtelee kuudesta metristä neljään metriin, koska Kevitsantien ja Mataraojantien varsilta on jo osaksi poistettu kasvillisuutta. Kuuden metrin leveää raivausta tehdään 500 metriä. Neljän metrin raivausta tehdään neljä ja puoli kilometriä, Mataraojantien ja Kevitsantien varsilta. Kokonaispinta-ala raivaukselle tulee olemaan 21 000 m²tr.

1141 Poistettavat pintamaat

Tekniset vaatimukset ovat infraRyl 11100 mukaiset.

Pintamaiden poisto tehdään louhinta-alueelta. Maiden poisto tehdään kallioon asti. Pintamaiden reunat ovat luiskattava poiston aikana, jotta eivät aiheuta sortumia kaivantoon. (Rakennustieto Oy 2017a, 11410.3.1.)

Pintamaiden syvyys on arvioitu ulottuvan noin 0,2 metriin kallioalueilla. Pintamaiden poisto tehdään puoli metriä leveämmältä mitä louhintaraja on. Louhittavaa kanaalia on 1600 metriä, jonka määrä ilmeni raakavesi suunnitelmista (Liite 1). Poistettavaa pintamaata tulee yhteensä 640 m³ktr, joka on todellisinakuutiina $640 \text{ m}^3\text{ktr} * 1,32 \text{ (sora)} = 845 \text{ m}^3\text{itd}$ (Rakennustieto Oy 2015, 167).

1422 Lämmöneristys

Tekniset vaatimukset ovat InfraRYL 14200 mukaiset.

Putkien eristäminen tehdään käyttäen u- mallista eristystä putken yläpuolella ja sivuilla. Putkistossa on jatkuva virtaus, mikä ehkäisee putken jäätymistä. Eristäminen tehdään polystyreeni-solumuovilevyjä käyttäen. Eristämistä on tarvetta tehdä kun rakennetaan putkirakenteita routarajan yläpuolelle. Eristys on tehtävä myös kohteen laitekaivoihin ja paineenkorotusasemille. (Rakennustieto Oy 2017a, 14221.1, 14221.3.3.) Routarajan yläpuolisia rakenteita hankkeessa ovat putkikanaali ja maapenger. Eristystä on yhteensä 1800 metriä.

1621 Putkikaivannon kaivu

Tekniset vaatimukset ovat InfraRYL 16200 mukaiset.

Vesijohto täytyy asentaa routarajan alapuolelle noin kolmeen metriin (Suomenrakennusinsinöörienliitto RIL ry, 2010, 95). Kaivanto luiskaukset tehdään 3:2. Kaltevuuden riittoisuus tarkistetaan kohteessa, ennen kuin kaivannossa aloitetaan työt. Kaivannon pohja tehdään metrin leveyteen. Kaivannon leveys maanpinnalla tulee olemaan viisi metriä.

Kaivannon materiaalit läjitetään noin kolmen metrin päähän putkikaivannosta, jotta ne eivät aiheuta kaivannolle sortumavaaraa. Kaivannosta ylijäävä materiaali käytetään hyväksi lopputäytöissä. Ylimääräiset massat kuljetetaan määrättylle läjitysalueelle. (Suomenrakennusinsinöörien liitto RIL ry 2014, 74-75.)

Hankeen massanvaihtoon tarvittava kaivanto tehdään kaivamalla, Kaivannossa poistetaan kaikki pehmeät materiaalit. Pohjamaa ei varastoida työmaalle vaan ajetaan suoraa läjitysalueelle.

Putkikaivantoa tehdään kohteessa viisi kilometriä, josta on puoli kilometriä massanvaihtoon kuuluvaa kaivantoa. Putkikaivannon määrä on 45 000 m³ktr, joka on todellisissa kuutioissa 45 000 m³ktr *1,32 (sora) = 59 400 m³itd (Rakennustieto Oy, 2015, 167). Massanvaihtoon kuuluva leikkaus on 2 000 m³ktr.

1721 Putkikanaali

Tekniset vaatimukset ovat InfraRYL 17200 mukaiset.

Louhitun kanaalin pohja tehdään metrin leveyteen. Kanaalin pohja louhitaan kahden metrin syvyyteen. Kallion päältä poistetaan pintamaat 0,5 metrin päästä louhintalinjasta. (Rakennustieto Oy 2017a, 17210.3.) Louhitun kanaalin seinä- ja pohjapinnat sekä rikkoutumisvyöhyke täytyvät olla laatuluokan yksi mukaiset.

Räjätystyöt tehdään jo olemassa olevan raakavesi- ja purkuviemäriin läheisyydessä, joten louhinta täytyy tehdä erityistä varovaisuutta noudattaen. (Rakennustieto Oy 2017a, 17210.4.) Ennen louhintatyön aloittamista on otettava yhteyttä olemassa olevien linjojen omistajiin ja saatava lupa työskentelyyn. Kohteen louhintatyöt tehdään osissa, koska putkilinjaston varrella on useita kallioesiintymiä. Louhinnan pituus yhteensä on 1600 metriä. Louhittavan kanaalin määrä on kuutioina yhteensä 3200 m³tr, joka on todellisuudessa kuutioina 3200 m³tr * 1,93 (louhe) = 6176 m³itd (Rakennustieto Oy, 2015, 167).

1811 Maapenkereet

Tekniset vaatimukset on InfraRYL 18110 mukaiset

Maapenkereen alustalta ei tarvitse poistaa pintamaita. Maapenkereen rakentamiseen käytettävä materiaali on sora. Penkereen tiivistäminen tehdään koko leveydeltä putken alareunaan asti. Penkerettä ei tarvitse tiivistää putken yläpuolisen täytön osalta. (Rakennustieto Oy 2017a, 18110.1.1.) Putken täyttö olisi suositeltavaa tehdä alkutäytön yhteydessä. Penkereen luiskat tehdään 1:3 kaltevuuteen ja peitesyvyys putken päältä tulee olemaan 0,7 metriä, koska putki routaeristetään. (Suomenrakennusinsinööri liitto RIL ry, 2013, 28.) Penkerettä tehdään 1320 m³tr, johon tarvittavan materiaalin määrä on 1320 m³tr* 1,54(sora) =2032 m³itd (Rakennustieto Oy, 2015, 167).

1831 Asennusalusta murskeesta (tasauskerros) #0-16

Tekniset vaatimukset ovat InfraRYL 18310 mukaiset.

Materiaalina käytetään #0-16 millimetrin kalliomursketta, joka täyttää putkien materiaalivaatimukset. Asennusalustan paksuus on vähintään 150 millimetriä. Kaivannosta poistetaan suuret kivet, jotka voivat vahingoittaa putkia. Alustaan kaivetaan kolot muhvien ja laippojen varalle. (Rakennustieto Oy 2017a, 18310.1.3.) Asennusalustaa rakennetaan 1050 m³tr seitsemän kilometrin mat-

kalle. Siihen tarvitaan materiaalia $1050 \text{ m}^3\text{rtr} * 1,52(\text{murske}) = 1596 \text{ m}^3\text{itd}$ (Rakennustieto Oy, 2015, 167).

1832 Alkutäyttö hiekasta

Tekniset vaatimukset ovat InfraRYL 18320 mukaiset seuraavin tarkennuksin:

Alkutäyttömateriaalina käytetään hiekkaa. Alkutäyttö tehdään osissa, ja ensimmäinen kerros on tiivistettynä enintään puolet putken halkaisijasta. Tiivistäminen tehdään kerroksittain putken sivuista, kunnes saavutetaan 400 millimetriä paksuinen kerros. (Rakennustieto Oy, 2017a, 18320.3.1.) Alkutäyttöä tehdään 400 millimetrin paksuinen kerros, jota rakennetaan kokonaisuudessa 2960 m^3 rtr. Siihen tarvittava hiekan määrä on $2960 \text{ m}^3 \text{ rtr} * 1,52 (\text{hiekk}) = 4500 \text{ m}^3\text{itd}$ (Rakennustieto Oy, 2015, 167).

1833 Lopputäytöt

Tekniset vaatimukset ovat InfraRYL 18330 mukaiset.

Lopputäyttömateriaalina voidaan käyttää kaivunmateriaaleja, koska putkilinja on liikennöitävän alueen ulkopuolella. Materiaalit eivät saa sisältää halkaisijaltaan yli 400 millimetrisiä kiviä. Kalliokaivannoissa ja turvekaivannossa käytettävä lopputäyttömateriaali on sora tai vastaava routimaton murska. (Rakennustieto Oy 2017a, 18330.1.1.) Täyttö täytyy tehdä sellaiseen korkoon, jossa painuminen on otettu huomioon. (Rakennustieto Oy 2017a, 18330.3.1) Arvioitu lopputäytön peitesyvyys vaihtelee kaivannontyyppin mukaan 2,5 metristä 1,5 metriin.

Kalliokaivannon lopputäyttöä tehdään $2500 \text{ m}^3\text{rtr}$, johon tarvitaan soraa $2500 \text{ m}^3\text{rtr} * 1,54(\text{sora}) = 3\ 696 \text{ m}^3\text{itd}$. Turvekainannon lopputäytön määrä on $4250 \text{ m}^3\text{rtr}$, jonka rakentamiseen tarvitaan $4250 \text{ m}^3\text{rtr} * 1,54(\text{sora}) = 6545 \text{ m}^3\text{td}$. Putkikaivantoa johon käytetään kaivannoista saatuja leikkausmateriaaleja on $42\ 500 \text{ m}^3\text{rtr}$, johon tarvitaan kaivuumateriaaleja $42\ 500 \text{ m}^3\text{rtr} * 1,54(\text{sora}) = 65$

450 m³itd. Leikkausmassat eivät riitä lopputäyttöihin, joten täyttöihin on hankittava 6 050 m³itd soraa. (Rakennustieto Oy 2015, 167.)

1836 Massanvaihtoon kuuluvat täytöt

Tekniset vaatimukset ovat InfraRYL 18360 mukaiset.

Massanvaihdossa käytettävä täyttömateriaali on louhe (Rakennustieto Oy 2017a, 18360.1.1). Massanvaihdon täyttö on suuruudeltaan 2500 m³rtr, johon tarvitsee louhetta $2\,500\text{ m}^3\text{rtr} \cdot 1,01(\text{louhe}) = 2525\text{ m}^3\text{itd}$ (Rakennustieto Oy 2015, 167).

3130 Vesijohdot

Tekniset vaatimukset ovat InfraRYL 31300 mukaiset.

Hankkeessa käytettävä vesijohtoputkisto on Uponorin valmistama PE 100 muoviputki, joka on valmistettu polyteenista. Kohteessa on valittu käytettävän 63 millimetriä halkaisijaltaan olevaa muoviputkea. Sen liittäminen tehdään muhviilitoksien avulla. (Suomenrakennusinsinöörien liitto RIL ry 2010, 69-71.) Vesijohtoa asennetaan kohteeseen yhteensä 7500 metriä. Vesijohto toimitetaan kohteeseen 200 metrin kieppeinä, joista asennetaan kaivantoon (Uponor 2017).

3132 Vesijohdon laitteet

Hankkeessa tarvittavat laitteistot ovat luistiventtiilejä joiden avulla voidaan sulkea haluttu osa linjasta tarvittaessa. Venttiilejä tarvitaan molemmissa vesistön alituksessa sekä linjan saapuessa kaivosalueella. (Suomenrakennusinsinöörien liitto RIL ry 2010, 78-79.)

3133 Liitosrakenteet

Vesijohto liitetään kunnalliseen verkkoon sekä kaivoksella olevaan vesisäiliöön. Kunnallisen verkon päässä liittäminen tapahtuu paineenkorotusaseman yhteydessä. Kaivoksella liittyminen tehdään olemassa olevaan käyttövesisäiliöön josta vesi ohjataan vedenjakelu säiliöihin.

3134 Paineenkorotuspumppaamot

Käyttövesijärjestelmän toimivuuden kannalta hankkeeseen on lisättävä kaksi paineenkorotusasemaa alavesisäiliöllä. Rajalantien risteyksessä oleva asema tulisi olla 40 m³ – 50 m³ ja Petkulan leirintäalueen kohdalla 20m³ - 30m³. (Lakka 2017.) Pumppaamot ja säiliöt sijoitetaan maanpinnan alle. Pumppaamot ovat valmiita laitekaivoja, jotka sisältävät kaikki tarvittavat venttiilit ja automaatiojärjestelmät. Pumppaamoja varten tehdään kaivanto, johon laitteisto sijoitetaan. (Onninen 2017.)

3136.1 Suojarakenteet Liikenneväylä

Hankkeessa on seitsemän liikenneväylän alitusta, joista suurin on kaivosalueelle johtava asfaltoitu tie. Kaivosalueen kulkutien alitus tehdään käyttäen vasaraporausmenetelmää. Kuusi muuta pienempää alitusta tehdään kaivamalla, koska tien katkaisusta hetkellisesti ei aiheudu haittaa liikenteelle. Alituksessa käytetään muovista suojaputkea, jonka sisällä vesiputki kulkee keskitettyjä. Asfaltoidun tienalituksessa käytetään suojaputken lisäksi kaivoa, joka tulee toiseen päähän alituksen suojaputkea. Putken rikkoutuessa vuotovedet poistuvat tierakenteista. Tienalitukset merkataan maastoon. (Kaupunkiliiton julkaisu B63 1979, 181-185.)

3136.2.1 Vesistöalitus, Kitinen

Kitisen alitus tehdään kestävästä polyeteeniputkesta, joka ankkuroidaan pohjaan painottamalla. Painotuksen on oltava 100 - 120 prosenttia tyhjän putken nosteesta. Painottamista jatketaan rannalle, jottei putki nouse kaivannosta vesistön pohjamateriaalien takia. Putken on oltava rannoilta kolmen metrin syvyydessä. Putket merkitään maastoon tietokyltillä ja alitusten molempiin päihin asennetaan venttiilit. Alituksen pituudeksi tulee 250 metriä. (Suomenrakennusinsinöörien liitto RIL ry 2010, 33-38.)

3136.2.2 Vesistöalitus, Mataraoja

Mataraojan alituksessa putki on sijoitettuna kaivantoon kokonaan peitettynä, jottei se häiritse Mataraojan virtauksia. Putken asennussyvyys on vesistön rannoilla kolme metriä. Putki sijoitetaan painotettuna vesistöön ja painotusta jatketaan rannalle asti. Alituksen molempiin päihin asennetaan venttiilit sekä alitus merkitään tietokyltillä maastoon. Alituksen kokonaispituudeksi tulee 40 metriä. (Suomenrakennusinsinöörien liitto RIL ry 2010, 33-38.)

4.2 Resurssit

Hankkeessa käytettävät resurssit ja työtehot määritellään kokemusperäisesti hyödyntäen RATU-kortistoja (Rakennustieto Oy 2017b, 2017c, 2017d, 2017e, 2017f). Työtehoja varten rakenteiden määrät muutetaan todellisiksi kuutioiksi massa- ja tilavuuskertoimien avulla (Rakennustieto Oy 2015, 166-168). Muunnoksia käytetään, kun halutaan määrittää kaivinkoneen leikkaukseen tarvittavia tehoja taulukoiden mukaan. Muunnoksia tarvittiin myös kun haluttiin määrittää materiaaleille painoarvo, joita hyödynnetään kuljettamiseen tarvittavien resurssien määrittämisessä. (Rakennustieto Oy 2017c.)

Hankkeessa käytettävät resurssit ovat harvesteri, kuormatraktori, porari, pansotaja, kaivinkone, 5-akselinen kuorma-auto, apumies sekä putkimies, joiden määrä vaihtelee työvaiheittain. Työvaiheiden työryhmien työtehot ovat RATU-

kortistojen karkeita tehoja, joita on hieman muunneltu työvaiheittain. (Rakennustieto Oy 2017b, 2017c, 2017d, 2017e, 2017f.) Hankkeen erikoistyöt; paineenkorotusasema, vesistöналitus ja liitosrakenteiden resursoiden määrittämisessä tarvitsi perehtyä asianmukaiseen kirjallisuuteen. Paineenkorotusasemille sekä alavesisäiliöille tarvitsi resursoida riittävät perustukset ja eristykset. Resursseissa on huomioitu asemien asentamiseen kuluva aika. Kitisen alituksessa on käytettävä lauttaa, jonka päältä putki pudotetaan painotettuna vesistöön. Alituksissa on tehtävä suurempia kaivantoja, jotta putki asennetaan routarajan alapuolelle. Mataraojan alitus on suunniteltu tehtävän kaivamalla, joten ei vaadi lauttaa käytettävän työvaiheessa. Hankeen resursoidut työvaiheet näkyvät rakennusosien mukaisesti taulukosta 4.

Taulukko 4. Resurssit jaettuna työvaiheisiin

Vesihuolto		Yks.	Määrä	Todellinen määrä	Resurssi	Työteho	Yks.	Alka h
1110	Poistettava, siirrettävä ja suojattava kasvillisuus	m2tr	21000	21000	KT + H + 2 Apumies	0,73	tth/m2tr	153
1141	Poistettava pintamaa	m3ktr	640	845	KKH 25	130	m3itd/h	6
1141.1	+kuljetuksen lisäkustannus, poistettava pintamaa	m3ktr	640	1434	4 * 5- AKS	2	Kuormaa/h	179
1422	Lämpöeristys, levy	mtr	1800	1800	2 Apumies	0,01	tth/mtr	18
1621	Putkikaivannon kaivu	m3ktr	45000	59400	KKH 25 + Apumies	91	m3itd/h	653
1625	Massanvaihto on kuuluvat leikkaukset	m3ktr	2000	2000	KKH 25	130	m3itd/h	15
1625.1	+kuljetuksen lisäkustannus (15-20 km), Massanvaihto on kuuluva leikkaus	m3rtr	2000	110	3 * 5- AKS	2	Kuormaa/h	18
1721	Putki- ja johtokanaaili	m3ktr	3200	6176	Porari + panostaja KKH 25	0,28	tth/m3ktr	896
1721.1	+kuljetuksen lisäkustannus (15-20 km), Putkikanaaili	m3rtr	3200	173	2* 5- AKS	2	Kuormaa/h	43
1811	Maapenger	m3rtr	1320	2033	KKH 25 + Apumies	0,03	tth/m3rtr	40
1811.1	+kuljetuksen lisäkustannus (15-20 km), Maapenger	m3rtr	1320	64	2* 5- AKS	2	Kuormaa/h	16
1831	Asennusalueen murskeesta #0-16 *	m3rtr	1050	1596	KKH 25 + Apumies	0,05	tth/m3rtr	53
1831.1	+kuljetuksen lisäkustannus (15-20 km), asennusalueen	m3rtr	1050	42	2* 5- AKS	2	Kuormaa/h	11
1832	Alkutäyttö hiekasta *	m3rtr	7400	11248	KKH 25 + Apumies	0,06	tth/m3rtr	444
1832.1	+kuljetuksen lisäkustannus (15-20 km), alkutäytöt	m3rtr	7400	377	3 * 5- AKS	2	Kuormaa/h	63
1833	Lopputäyttö	m3rtr	49150	75691	KKH 25 + Apumies	130	m3itd/h	582
1833.1	+kuljetuksen lisäkustannus (15-20 km), lopputäyttö	m3itd	16291	513	3 * 5- AKS	2	Kuormaa/h	86
1836	Massanvaihdon täyttö	m3rtr	2500	2525	KKH 25 + Apumies	130	m3itd/h	19
1836.1	+kuljetuksen lisäkustannus (15-20 km), massanvaihdon täyttö	m3rtr	2500	126	3 * 5- AKS	2	Kuormaa/h	21
3130	Vesijohdot	mtr	7500	7500	KKH 25 + Putkimies + Apumies	0,04	tth/mtr	300
3132	Vesijohdon laitteet	kpl	5	5	Putkimies + Apumies	2	kpl	10
3133	Liitosrakenteet	Kpl	2	2	Putkimies + Apumies	50	tth/kappale	100
3134	Paineenkorotuspumppaamot	kpl	1	1	KKH 25 + Putkimies + Apumies	40	tth/kappale	40
3134	Paineenkorotuspumppaamot	kpl	1	1	KKH 25 + Putkimies + Apumies	40	tth/kappale	40
3136.1	Suojarakenteet, Liikenneväylä auki kaivu	mtd	150	150	KKH 25 + Putkimies + Apumies	0,17	tth/mtr	26
3136.1	Suojarakenteet, Liikenneväylä Vasaraporaus	mtd	25	25	KKH 25 + Putkimies + Apumies	0,1	tth/mtr	3
3136.2.1	Vesistöallitukset, Kitinen	mtd	250	259	KKH 25 + Putkimies + Apumies	0,3	tth/mtr	78
3136.2.2	Vesistöallitukset, Mataraoja	mtd	40	40	KKH 25 + Putkimies + Apumies	0,15	tth/mtr	6

4.3 Kustannukset

Hankkeen työvaiheiden kustannukset koostuvat työtehtäviin käytettävien tarvikkeiden investoinnista ja rakentamisen muista kuluista, kuten resursseista. Työryhmien tuntihinnat lasketaan konekohtaisten tuntihintojen avulla, jotka näkyvät taulukossa 5.

Taulukko 5. Resurssien tuntihinnat (Poikajärvi 2017)

Resurssi	€/tunti
Kkh 25	75
H	85
KT	70
Panostaja	45
Porari	45
Putkimies	45
5 Aks	75
Apumies	35

Hankkeessa käytettävien materiaalien (kiviainekset, putket, sähköhitsausmuhvit, venttiilit, ja eristelevyt) kokonaiskustannukset, määrät sekä hinnat ovat nähtävillä taulukossa 6. Näiden kustannuksien hinnat ovat saatu jälleenmyyjien nettisivustoilla ilmoittamista hinnoista. (Tampereen rahtilinja 2017; Upnor Oy 2017, Lining Oy 2017, K- Rauta Oy 2017.) Kiviaineksen kuljetuskustannukset ovat laskettu erikseen taulukossa 4. Hankkeessa rakennettavien paineenkorotus- asemien kustannukset ovat arvioitu jo toteutuneiden asemien mukaan (Lakkala 2017).

Taulukko 6. Hankintojen määrä ja kokonaishinta

Hankinnat	Yksikkö	Määrä	A. Hinta	Kokonaishinta
Putki 63mm	mtr	7000	699,15	24470
Suojaputki	mtr	150	180,2	2253
Sähköhitsausmuhvi	kpl	35	10,35	362
Luistinentiili	kpl	5	232	1160
Tarkastuskaivo	Kpl	1	340	340
Sora (maapenger)	t	1281	4	5123
Sora (Lopputäyttö)	t	10263	4	41053
Louhe (Massanvaihdon täyttö)	t	1414	6	8484
Hiekka (Alkutäyttö)	t	7536	4	30145
Murske (Asennusalusta)	t	846	8	6767
Eristelevy	mtr	3600	6,46	9302

Hankkeessa on lisäksi hanketehtäviä, joihin kuuluvat rakentamisen johtotehtävät, urakoitsijan yritystehtävät, rakentamisen työmaatehtävät, työmaapalvelut sekä työmaan kalusto. Rakentamisen johtotehtävistä muodostuvat kustannukset käsittävät hankkeessa käytettävien työnjohtajien kulut. Urakoitsijoiden yritystehtävät muodostuvat koko hankkeen henkilöstön kuluista, joita ovat koulutus, terveydenhuolto, matkat, majoitus sekä työntekijöiden muut palvelut. Rakentamisen työmaatehtävät sisältävät mittaus-, tutkimus- sekä laadunvarmistuskulut. Työmaapalvelut sisältävät hankkeessa käytettävien henkilöstöpalveluiden hankinta- ja ylläpitokustannukset, joita ovat sosiaalililat ja toimistot sekä työmaan teiden ylläpitokulut. Työmaan kalustoon kuuluvat kulut ovat töiden käsityökalut sekä työmaan sisäiset siirrot. (Rakennustieto Oy 2015, 157- 161.) Hanketehtävien kustannukset on laskettu rakennusosien yhteissummasta Rapal Oy:n ilmoittamien prosenttiosuuksien mukaan. Urakoitsijan yritystehtävien laskutoimituksessa on laskettava prosenttiosuus rakennusosien sekä muiden hanketehtävien yhteissummasta. (Rapal Oy 2011.)

Taulukko 7. Hankkeen rakentamisen kustannukset

Vesihuolto		Yks.	Määrä	Yhteensä
1110	Poistettava, siirettävä ja suojattava kasvillisuus	m2tr	21000	34493 €
1141	Poistettava pintamaa	m3ktr	640	487 €
1141.1	+kuljetuksen lisäkustannus, poistettava pintamaa	m3ktr	640	53760 €
1422	Lämpöeristys, levy	mtr	1800	10562 €
1621	Putkikaivannon kaivu	m3ktr	45000	71802 €
1625	Massanvaihtoon kuuluvat leikkaukset	m3ktr	5000	1154 €
1625.1	+kuljetuksen lisäkustannus (15-20 km), Massanvaihtoon kuuluva leikkaus	m3rtr	5000	4125 €
1721	Putki- ja johtokanaali	m3ktr	3200	147840 €
1721.1	+kuljetuksen lisäkustannus (15-20 km), Putkikanaali	m3rtr	3200	6485 €
1811	Maapenger	m3rtr	1320	4356 €
1811.1	+kuljetuksen lisäkustannus (15-20 km), Maapenger	m3rtr	1320	7524 €
1831	Asennusalusta murskeesta #0-16 *	m3rtr	1050	5775 €
1831.1	+kuljetuksen lisäkustannus (15-20 km), asennusalustat	m3rtr	1050	8353 €
1832	Alkutäyttö hiekasta *	m3rtr	7400	48840 €
1832.1	+kuljetuksen lisäkustannus (15-20 km), alkutäytöt	m3rtr	7400	44275 €
1833	Lopputäyttö	m3rtr	49150	64046 €
1833.1	+kuljetuksen lisäkustannus (15-20 km), lopputäyttö	m3itd	16291	60297 €
1836	Massanvaihdon täyttö	m3rtr	5000	2137 €
1836.1	+kuljetuksen lisäkustannus (15-20 km), massanvaihdon täyttö	m3rtr	5000	13218 €
3130	Vesijohdot	mtr	7500	71333 €
3132	Vesijohdon laitteet	kpl	5	1960 €
3133	Liitosrakenteet	kpl	2	8000 €
3134	Paineenkorotuspumppaamot (RAJALA)	kpl	1	120 000 €
3134	Paineenkorotuspumppaamot (PETKULA)	kpl	1	85 000 €
3136.1	Suojarakenteet, Liikenneväylä auki kaivu	mtd	150	6205 €
3136.1	Suojarakenteet, Liikenneväylä Vasaraporaus	mtd	25	728 €
3136.2.1	Vesistöalitukset, Kitinen	mtd	250	12044 €
3136.2.2	Vesistöalitukset, Mataraoja	mtd	40	930 €
Hanketehtävät				
5100	Rakentamisen johtotehtävät			35829 €
5200	Urakoitsijan yritystehtävät			67090 €
5300	Rakentamisen työmaatehtävät			17915 €
5400	Työmaapalvelut			8957 €
5500	Työmaan kalusto			8957 €
Kokonaiskustannukset				
Kustannukset	Alv 0%			1034476 €
	Alv 24%			1282750 €

Käyttökustannukset

Hankkeen käyttökustannukset koostuvat energia- ja kunnossapitokustannuksista sekä kunnalta ostetun veden määrästä. Energiakustannukset muodostuvat kahden paineenkorotusaseman sekä niiden alavesisäiliöiden käytöstä. Asemissa olevat pumput muodostavat kulut energiakustannuksille. Kunnossapitokulut ovat pienet, koska laitokset ovat uusia. Kunnossapidolla pidetään laitosten pumput sekä automaatio kunnossa. Kaivoksen käyttämän veden arvioitu päivä-

kulutus on 15 m³. Se ostetaan Sodankylän Vesi ja Lämpö Oy:ltä, jotka ovat osa vuosittaisia käyttökustannuksia. Laskin veden kuutiohinnan Suomessa käytettyjen veden hintojen avulla. Sain veden kuutiohinnan keskiarvoksi 4,48 euroa/kuutio, jonka avulla laskin vuosittaiset kustannukset Kevitsan ostamalle vedelle (Vercon Oy 2018, Taulukko 8).

Taulukko 8. Käyttökustannukset eriteltynä (Lakkala 2018)

Suunniteltu järjestelmä	Kustannukset vuodessa
Energiakustannukset	3500 €
Kunnossapito	1000 €
Käyttövesi noin 15m ³ /vuorokaudessa	24528 €

Takaisinmaksuaika

Hankkeen tuotto on nykyisen ja suunnitellun järjestelmän käyttökustannuksien erotus. Nykyisen järjestelmän käyttökustannukset ovat laitteiston kunnossapito sekä järjestelmän energiakustannukset. Nykyistä järjestelmää on myös paranneltu, jotta se voisi tuottaa riittävän määrän toivotunlaista vettä. Nykyisen järjestelmän kustannukset ovat keskiarvo toteutuneista kustannuksista (Taulukko 9).

Taulukko 9. Tuotto.

Nykyinen järjestelmä	179666 €
Suunniteltu järjestelmä	29028 €
Tuotto	150638 €

Hankkeen investoinnin takaisinmaksuaika koostuu investoinnista, tuotosta sekä käyttöiästä. Investoinnilla katetaan hankkeen rakentamisen kustannukset. Hankkeessa käytettävien pumppujen ja laitteistojen käyttöikä on 15 vuotta. Putkistoiden ja maarakenteiden käyttöikä on 50 vuotta. Takaisinmaksuajaksi saadaan näiden arvojen avulla laskien 7 vuotta, joka ei ylitä laitteistojen käyttöikää. Hankkeen arvioitu takaisinmaksuaika ei ylitä laitteistojen käyttöikää, minkä vuoksi voidaan todeta hankkeen olevan kannattava ainakin näiltä osin. Edellä mainittu hankkeen takaisinmaksuaika sulkee pois mahdollisen uusininvestoinnin

tarpeen ennen investoinnin takaisinmaksamista (Suomenrakennusinsinöörien liitto RIL ry, 2010,138-139).

Taulukko 10. Takaisinmaksuaika

Investointi	1034476 €
Tuotto vuodessa	150638 €
Käyttöikä	15
Takaisinmaksuaika	7

5 POHDINTA

Opinnäytetyöni tarkoituksena oli luoda suunnitelma, jonka avulla tarkastellaan mahdollista Kevitsan kaivoksen liittymistä kunnalliseen vesi- ja viemäriverkostoon. Opinnäytetyössäni laskin myös hankkeesta muodostuvat kulut sekä selvitin, kuinka liittyminen olisi mahdollista tehdä. Opinnäytetyössäni sain luotua liittymisen kustannukset sekä työsuunnitelman veden osalta. Työssäni selvisi, että liittyminen viemäriverkostoon ei olisi tämänhetkisessä tilanteessa kannattavaa. Viemäröinnin osalta suunnitelman tekeminen tähän opinnäytetyöhön ei ole ajankohtaista.

Työssä luotu suunnitelma on luotu ilman tarkempia tutkimuksia, jotka voisivat vaikuttaa työssä mainittuihin työvaiheiden määriin negatiivisesti tai positiivisesti. Tämän vuoksi opinnäytetyön luotettavuus ei ole tältä osin korkea. Liittymisen suunnittelu vaatisi maaperän tutkimuksia sekä käyttöveden erikoissuunnittelua. Suunnitelma vaatisi myös tarkempaa perehtymistä työssä esitetyn järjestelmän liittämistä Kevitsan verkostoon. Opinnäytetyössä mainitut vesistöjen alitustyöt ovat luvanvaraisia, joiden hakuprosessi vaikuttaa työn suorittamiseen ja siihen, mistä kohdin putkilinjasto saadaan rakentaa.

Opinnäytetyön avulla saadaan karkea summa liittymisestä sekä nähdään, millälaisia töitä olisi tehtävä, jotta liittyminen kunnan verkostoon olisi mahdollista. Opinnäytetyötäni voidaan käyttää uuden suunnitelman pohjana. Työstäni nähdään myös kahden eri järjestelmän kustannusten erot. Nykyisen järjestelmän käyttökustannukset ovat suuremmat kuin suunnitellun, koska siihen on jouduttu tekemään muutoksia vedenlaadun vuoksi.

Opinnäytetyössä esitetyn suunnitelman tekeminen vaatisi suuren investoinnin jo olemassa olevan järjestelmän lisäksi. Investoinnin kannattavuutta tulisi tutkia enemmän ja mielenkiintoisena jatkotutkimuksena olisi suunnitella Kevitsan liittäminen kunnalliseen viemäriverkostoon. Opinnäytetyössä käytettävä aineisto oli ammatillista kirjallisuutta sekä useiden alan ammattilaisen haastatteluita, jotka lisäävät työn luotettavuutta.

Opinnäytetyön aikana sain paljon uutta tietoa kunnallistekniikasta, sekä opin hyödyntämään siitä saatua tietoa käytännössä. Olin myös paljon yhteydessä alan ammattilaisiin, joiden osaamista hyödynsin opinnäytetyössäni. Opinnäytetyöni aikana sain itselleni varmuutta suunnittelun tekemiseen. Opinnäytetyön vuoksi koen kasvaneeni kohti tulevaa alaani.

LÄHTEET

Aluehallintovirasto 2017. Aiheet. Ympäristöluvat. Vesiluvat. Viitattu 12.12.2017
<https://www.avi.fi/web/avi/vesiluvat#.WjfovyNDz-Y>.

Boliden 2017. Boliden Kevitsa. Viitattu 12.12.2017
<https://www.boliden.com/fi/operations/mines/boliden-kevitsa/>.

Boliden Kevitsa Mining Oy 2017a. Saniteettipuhdistamon käyttöohje. Ei julkaistu.

Boliden Kevitsa Mining Oy 2017b. Vesipuhdistamon käyttöohje. Ei julkaistu.

Geologian tutkimuskeskus 2017. Karttapalvelut. Maankamara. Viitattu 12.12.2017
<http://gtkdata.gtk.fi/Maankamara/index.html>.

Haatainen, K. 2017. Opinnäytetyö. Sähköposti andrei.dianoff@gmail.com. Tulostettu 12.12.2017.

Kaupunkiliiton julkaisu B63 1979. Vesijohtojen ja viemäreiden suunnittelu.

K-Rauta Oy 2017. Finnfoam. Viitattu 12.12.2017 <https://www.k-rauta.fi/rautakauppa/finnfoam-1>.

Lakkala, A. 2017. Opinnäytetyö. Sähköposti andrei.dianoff@gmail.com. Tulostettu 12.12.2017.

Lakkala, A. 2018. Opinnäytetyö. Sähköposti andrei.dianoff@gmail.com. Tulostettu 22.1.2018.

Lining Oy 2017. Verkostotekniikka. Viitattu 12.12.2017
<http://www.lining.fi/verkostotekniikka/talojohto/muoviset-talosulkuventtiilit/288/talosulkuventtiili-2630-iso-pistoliittimin-pe-putkille-pom>.

Maanmittauslaitos 2017. Karttapaikka. Viitattu 12.12.2017
<https://asiointi.maanmittauslaitos.fi/karttapaikka/>.

Moberg, S. 2017. Opinnäytetyö. Sähköposti andrei.dianoff@gmail.com. Tulostettu 12.12.2017.

Onninen 2017. Tuotteet. Infratuotteet. Paineenkorotusasemat ja toimilaitteikavot. Viitattu 12.12.2017
<http://www.onninen.com/finland/Tuotteet/Infratuotteet/Infra2/Pages/Default.asp>.

Tampereen rahtilinja Oy. Maa-ainekset. Viitattu 12.12.2017
<http://www.pohjatyöt.fi/maa-ainekset>.

Poikajärvi, J. 2017. Opinnäytetyö. Sähköposti andrei.dianoff@gmail.com. Tulostettu 21.12.2017.

Prokaivos 2013. Kaivosseminaari 2013. Kevitsan kaivos. Viitattu 12.12.2017
http://www.prokaivos.fi/wp-content/uploads/2013/06/06062013_brusila.pdf.

Rakennustieto Oy 2017a. Lapinamk käyttöliittymä. Infra RYL. Tekniset Vaatimukset. Viitattu 12.12.2017
<https://ez.lapinamk.fi:2076/infraryl/extra/teknisetvaatimukset.html.stx>.

Rakennustieto Oy 2015. Lapinamk käyttöliittymä. Infra Ryl. Nimikkeistöt. Infra 2015 Rakennusosa- ja hankenimikkeistö määrämittausohje. Viitattu 12.12.2017
https://ez.lapinamk.fi:2076/material/attachments/infra_net/infra_nimikkeistot/sl4aGGJPv/Infra_2015_Maaramittausohje.pdf.

Rakennustieto Oy 2017b. Lapinamk käyttöliittymä. Ratu. Kone-ratu. Louhinta. Viitattu 12.12.2017
<https://ez.lapinamk.fi:2076/kortistot/tuotteet/113100.html.stx>.

Rakennustieto Oy 2017c. Lapinamk käyttöliittymä. Ratu. Kone-ratu. Maankaivu. Viitattu 12.12.2017
<https://ez.lapinamk.fi:2076/kortistot/tuotteet/RTU8616.html.stx>.

Rakennustieto Oy 2017d. Lapinamk käyttöliittymä. Ratu. Kone-ratu. Putkiasennus. Viitattu 12.12.2017

<https://ez.lapinamk.fi:2076/kortistot/tuotteet/RTU8621.html.stx>.

Rakennustieto Oy 2017e. Lapinamk käyttöliittymä. Ratu. Kone-ratu. Raivaus.

Viitattu 12.12.2017 <https://ez.lapinamk.fi:2076/kortistot/tuotteet/113098.html.stx>.

Rakennustieto Oy 2017f. Lapinamk käyttöliittymä. Ratu. Kone-ratu. Täyttö. Viitattu 12.12.2017

<https://ez.lapinamk.fi:2076/kortistot/tuotteet/113103.html.stx>.

Rapal Oy 2011. Infrarakentamisen kustannushallinnan ohje Helsingin kaupungille. Viitattu 12.1.2018

https://www.hel.fi/hel2/hkr/julkaisut/ohjeet/aluesuunnitelman_lahtoaaineisto/raportti_%20kustannushallintaohje_tiivis%20.pdf.

Sodankylän Kunta 2017. Sodankylän Lämpö ja Vesi Oy. Viitattu 12.12.2017

[http://www.sodankyla.fi/asuminen/Pages/Vesihuolto---](http://www.sodankyla.fi/asuminen/Pages/Vesihuolto---Sodankylän%20Lämpö%20ja%20Vesi%20Oy.aspx)

[Sodankylän%20Lämpö%20ja%20Vesi%20Oy.aspx](http://www.sodankyla.fi/asuminen/Pages/Vesihuolto---Sodankylän%20Lämpö%20ja%20Vesi%20Oy.aspx).

Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. 2010 Vesihuoltoverkkojen suunnittelu. Mitoitus ja suunnittelu. 237-2-2010.

Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. 2014 Kaivanto-ohje. 263-2014.

Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. 2013. Maahan ja veteen asennettavat kestopuoviputket. Asennusohjeet, 77--2013.

Sodankylän Kunta 2017. Sodankylän Lämpö ja Vesi Oy. Viitattu 12.12.2017

[http://www.sodankyla.fi/asuminen/Pages/Vesihuolto---](http://www.sodankyla.fi/asuminen/Pages/Vesihuolto---Sodankylän%20Lämpö%20ja%20Vesi%20Oy.aspx)

[Sodankylän%20Lämpö%20ja%20Vesi%20Oy.aspx](http://www.sodankyla.fi/asuminen/Pages/Vesihuolto---Sodankylän%20Lämpö%20ja%20Vesi%20Oy.aspx).

Sosiaali- ja terveysministeriön asetus talousveden laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista. 1352/2015.

Upnor Oy. 2017. Paineputket. Vesijohdot. Viitattu 12.12.2017

<https://www.uponor.fi/tuotejarjestelmat/paineputkistot/vesijohdot>.

Upnor Oy. 2017. Paineputket. Vesijohdot. Sähköinen tuoteluettelo. Viitattu

12.12.2017 [http://info.uponor.fi/poc-](http://info.uponor.fi/poc-catalogue.aspx?catId=5DBC019F283E4651B7388752F46F1406&jsondata=[1051910,1072614])

[catalo-](http://info.uponor.fi/poc-catalogue.aspx?catId=5DBC019F283E4651B7388752F46F1406&jsondata=[1051910,1072614])

[gue.aspx?catId=5DBC019F283E4651B7388752F46F1406&jsondata=\[1051910,1072614\]](http://info.uponor.fi/poc-catalogue.aspx?catId=5DBC019F283E4651B7388752F46F1406&jsondata=[1051910,1072614])].

Vercon Oy 2018. Veden hinta. Viitattu. [https://www.verto.fi/fi/palvelut-ja-](https://www.verto.fi/fi/palvelut-ja-tuotteet/tietoa-vedenkulutuksesta/veden-hinta/)

[tuotteet/tietoa-vedenkulutuksesta/veden-hinta/](https://www.verto.fi/fi/palvelut-ja-tuotteet/tietoa-vedenkulutuksesta/veden-hinta/).

WatMan Ab Vedenkäsittely 2017. Yksityistaloudet. Vesianalyyseistä. Viitattu

12.12.2017 <http://www.watman.fi/yksityistaloudet/vesianalyyseista.asp>.