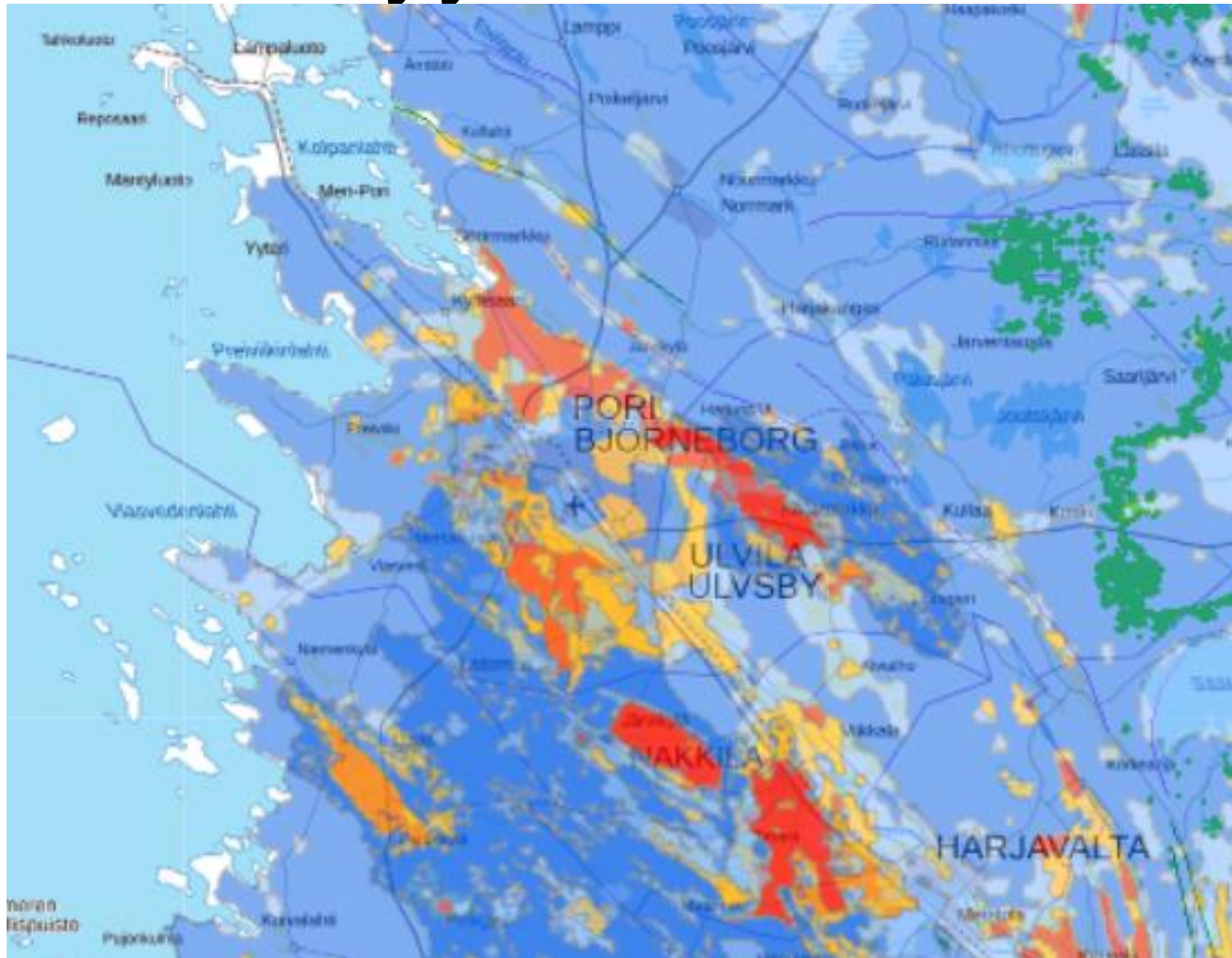




Kokemuksia kaavoitus-  
ja rakennushankkeesta  
happaman  
sulfaattimaan  
esiintymisalueella  
Porissa

27.1.2022

# Happamien sulfaattimaiden esiintymisen todennäköisyys Porin alueella



Esiintymisen todennäköisyys

Suuri

Kohtalainen

Pieni

Hyvin pieni

Lähde: GTK, Geologian tutkimuskeskus

# Pohjois-Porin uusi asemakaava-alue



## Alueen olosuhteet

- Maanviljelyskäytössä, salaojitettu savimaa, kalkittu pintamaa
- Maaperän huono kantavuus
- Maasto erittäin tasainen, pienet korkeuserot
- Hulevedet purkautuvat hitaasti valtaojan kautta pumppaamoon ja sieltä Kokemäenjokeen
- Ennakkoon tieto aggressiivisesta maaperästä, mm. maanalisten putkistorakenteiden syöymistä

# Happamien sulfaattimaiden ja mahdollisten vaikutusten kartoitus

## Esikartoitus

- Olemassa oleva tutkimustieto (GTK – karttapalvelu)
- Valuma-alueiden määrittäminen
- Näytepisteet

## Selvitykset:

- Tuulikylän ja Toejoen sulfidimaaselvitys
- Esiselvitys happamien sulfaattimaiden vaikutuksesta Pohjoisväylän alueen asemakaavoitukseen
- Hulevesiselvitys
- Ohjeistus työmaa-aikaisista ratkaisuista





# Pohjois-Porin alueen sulfidisavitilanne

Piste	Syvyys (m)	Maasto-pH	S <sub>tot</sub>	pH-inkubaatio	NAG-pH	NAG (kg H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> /tonni)
KP1	0...0,5	4,0				
	0,5...1	4,5				
	1...1,5	5,2	0,081	4		
	1,5...2	5,0	0,593	3,5		
	2...2,5	6,4	0,768	3,9	2,8	8,3
	2,5...3	6,5				
KP2	3...3,5	6,9	0,709	5,5	3	
	0...0,5	6,8				
	0,5...1	4,0				
	1...1,5	4,0				
	1,5...2	5,0	0,574	4,1	3	
	2...2,5	7,0	0,819	3,7		
KP3	2,5...3	7,5	0,793	5,8	2,8	9,6
	3...3,5	7,4	0,678	3,7		
	0...0,5	5,6				
	0,5...1	4,5				
	1...1,5	3,8				
	1,5...2	5,5	0,659	3,7		
KP4	2...2,5	6,7	0,885	3,5	2,9	7,4
	2,5...3	7,2	0,682	4,7		
	3...3,5	7,2	1,17	3,4	2,6	12,3
	0...0,5	4,0				
	0,5...1	4,5				
	1...1,5	3,8				
	1,5...2	6,6	0,699	3,8		
	2...2,5	7,0				
	2,5...3	6,6	0,895	4,2	2,8	9
	3...3,5	6,8				
	3,5...4	6,8	0,748	5,2		
	4...4,5	7,2				
KP5	4,5...5	7,0	0,810	6,2	3	6,2
	5...5,5	7,2				
	5,5...6	7,2	0,881	6,4	3,2	4,7
	0...0,5	6,7				
	0,5...1	4,1				
	1...1,5	3,8				
KP6	1,5...2	3,8				
	2...2,5	6,5	0,684	4,4		
	2,5...3	6,9	0,676	4,1	2,9	8
	3...3,5	6,6	0,918	4,4		
	0...0,5	6,3				
	0,5...1	4,3				
KP6	1...1,5	3,9				
	1,5...2	5,0	0,696	3,9	2,8	7,9
	2...2,5	6,7	0,955	4,8		
	2,5...3	6,9	0,846	5,7	2,9	6,8
	3...3,5	7,1	0,704	4,8		







Ojanäytteiden arvot  
ennen rakentamista

## NÄYTTEET

Lab.nro	Näytteen kuvaus
34068	Ojavesi 1 Pohjoisväylän näytteenotto
34069	Ojavesi 2
34070	Ojavesi 3
34071	Ojavesi 4
34072	Ojavesi 5

## MÄÄRITYSTULOKSET / NÄYTTEET

Määrittäminen	Yksikkö	34068	34069	34070	34071
*Kadmium (kokonais) Esikäsitteily ICP-analytiik. Typpihappohajotus vesi	µg/l	0,17 Tehty	1,1 Tehty	1,0 Tehty	1,7 Tehty
*Sinkki (kokonais)	µg/l	32	290	240	350
*Alumiini (kokonais)	µg/l	1400	11000	9000	18000
*Rauta (kokonais)	µg/l	15000	810	1400	600
*Kupari (kokonais)	µg/l	12	<10	13	18
*Nikkeli (kokonais)	µg/l	30	140	100	160
*Sameus	FNU	47	1,8	3,9	1,5
*pH		6,2	4,3	4,6	4,4
*Kokonaisfosfori	µg/l				16
*Kokonaisfosfori(2)	µg/l	750	52	28	
*Alkaliniteetti	mmol/l	0,92	<0,02	<0,02	<0,02
*Kokonaistyyppi	µg/l	2200	1900	3000	8200
*Kiintoaine (GF/C)	mg/l	44	7,3	11	2,2
Määrittäminen	Yksikkö	34072			
*Kadmium (kokonais) Esikäsitteily ICP-analytiik. Typpihappohajotus vesi	µg/l	0,42 Tehty			
*Sinkki (kokonais)	µg/l	130			
*Alumiini (kokonais)	µg/l	1400			
*Rauta (kokonais)	µg/l	2700			
*Kupari (kokonais)	µg/l	<10			
*Nikkeli (kokonais)	µg/l	49			
*Sameus	FNU	10			
*pH		6,3			
*Kokonaisfosfori	µg/l	11			

# Kaavamääräykset kaavoitettavalle alueelle esiselvityksen ja jatkotutkimusten perusteella.

- Happamien valumia minimoitava
- Varauduttava vesien neutralointiin jos pH alle 5,5
- Orsivesitason ylläpito nykyisellä tasolla
- Suositeltu alin kuivatustaso
- Happamien kaivuumassojen neutralointi
- Rakennusmateriaalien happamuuden kestävyys
- Kellarirakennuskielto

Rakennustoimenpiteissä ja niiden suunnittelussa tulee huomioida koko kaava-alueella maaperässä esiintyvää sulfaatti- ja sulfidimaita niiden happamoittavan vaikutuksen vuoksi. Alueelle rakennettaessa tulee minimoida sulfidipitoisen maa-aineksen hapettuminen. On varauduttava sekä työaikaisiin että pysyviin toimenpiteisiin kaivantojen kuivatuksista tulevan happaman valuman syntymisen ja sen haittavaikutusten ehkäisemiseksi. Rakentamisessa on varauduttava vesien neutralointiin, jotta rakennustoiminnasta ei aiheudu valuntaa, jonka pH on alle 5,5. Rakentamistoimenpiteitä suunniteltaessa on vältettävä aiheuttamasta pohja-/orsiveden tason pysyvää alenemista. Suositeltava alin kuivatustaso on 1,5 m nykyisestä maanpinnasta. Suunniteltaessa happamien sulfidimaiden kuivatustoimia tai niiden läjittämistä alueelle hankkeeseen ryhtyvän on varauduttava lisäselvityksien teettämiseen toimenpiteiden vaikutuksista. Hapanta valumaa aiheuttavien kaivuumassojen hyödyntämistä niitä neutraloimatta ei sallita käyttää alueen rakentamisessa, vaan ne on sijoitettava keskitetysti ympäristöviranomaisen hyväksymälle alueelle. Rakenteiden ulottuessa sulfidimaakerroksiin tulee ottaa huomioon maaperän happamuus maanalaisten rakennusmateriaalien valinnassa.

Alueelle ei sallita rakentaa maanpinnan alapuolisia tiloja.



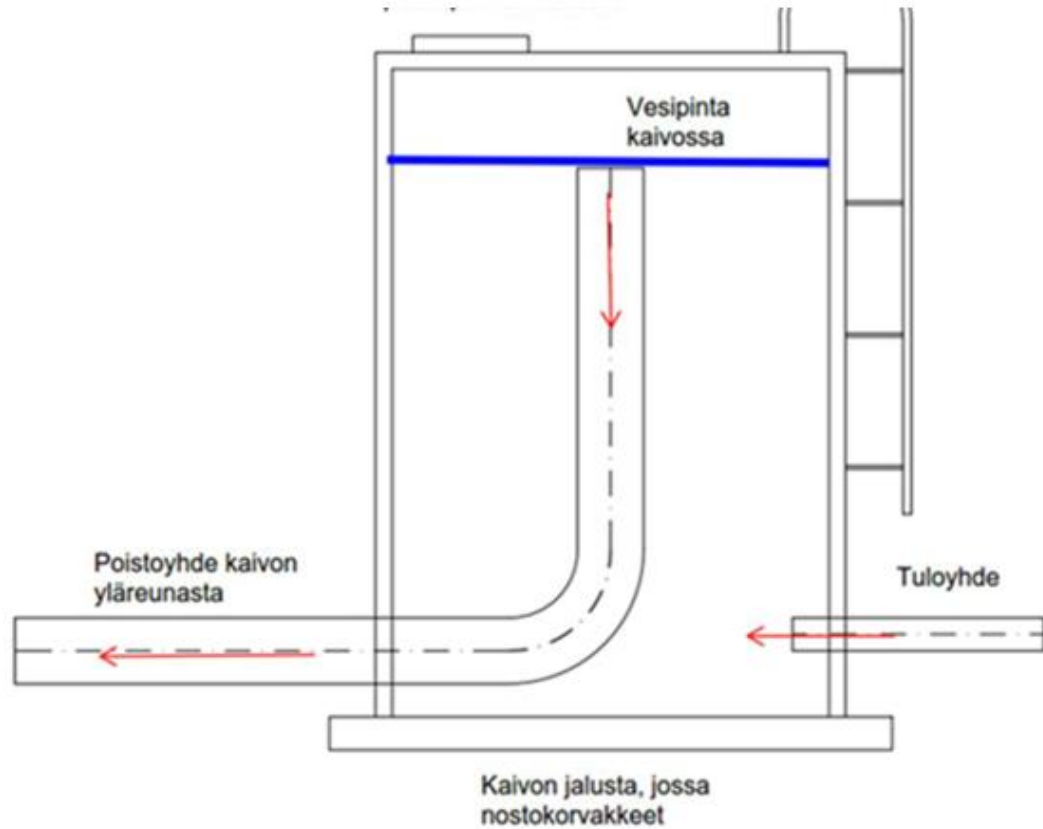


# HAPPAMUUSHAITTOJEN EHKÄISY- JA HALLINTAKEINOT POHJOIS-PORIN ALUEELLA

## Happaman valunnan hallinta

- Pohjaveden pinnan alin taso
  - Alin suositeltava kuivatustaso
  - Alikulun rakentaminen kaukiorakenteella, (Bentoniittimatto) jonka alapuolelta pumpataan vedet neutralointikaivoon josta ne johdetaan laskeutusaltaaseen
  - Tie- ja katurakenteiden korottaminen, mahdollisimman vähän maan leikkausta, ->tien salaojat korkealla jolloin orsivesitasot säilyvät
  - Rakennuksien salaojat riittävän korkealle tasolle
  - Putkikaivantojen savisulut (jotta eivät toimi salaojina)
  - Kellarikielto
- Työnaikaiset hallintamenetelmät
  - Työmaavesien happamuuden seuranta, maastoon asennettavat kiinteät pH-mittalaitteet ja käsimitari pH:n mittaamiseen.
  - Työmaavesien ohjaaminen neutralointikaivoon, työaikainen käsittely (=kalkin lisäys kaivoon, sekoittuminen)
  - kaivuumassojen neutralointi kalkitseamalla läjityksen yhteydessä
  - Kaivuumassojen läjitys kaivuualueiden läheisyyteen
- Pysyvät hallintamenetelmät
  - Happamien salaojavesien käsittely ennen johtamista hulevesiverkoston, neutralointikaivo johon lipeän syöttö.

Työnaikaisten vesien neutralointikaivon rakenne.  
Pyritään modifioimaan myös pysyvään käyttöön  
sopivaksi.





# Maan kaivamista ja läjitystä

Jäinen, kokkareinen savimaa (talvi 2022)  
käsittelyaltaan kaivaminen käynnissä)



Kalkitut, läjitetyt ja muotoillut kaivuumaat  
(kesän 2021 kaivuumassojen läjitys)



# Rakentamisen aikaisia haasteita

- Kiire, suunnittelu osittain rakentamisen aikana
- Talvirakentaminen - jäisen, kokkareisen maan kalkitus, lopullinen läjitys vaatii maa-aineksen sulamisen.
- Työmaavesien johtaminen altaaseen, pumppausmatkat
- Käsiteltäviä vesiä ei ole (kuiva kausi tai maa ja vedet jäässä)
- Seuranta, -lähinnä pH:n mittausta
  - käsimittari, kuka käyttää, kuinka usein mitataan, kuinka paljon kalkkia kaivoon?
  - Kiinteät mittalaitteet, mihin sijoitetaan, vettä on/ei ole, vesi jäässä, laitteet jäässä?
- Alikulun rakentaminen kahdella eri pumppaamalla, kerrosten väliin bentoniittimatto
- Pysyvän neutralointiaseman rakentaminen hankkeen loppuvaiheessa, voidaanko hyödyntää työnaikaista neutralointikaivoa?
- Asenteet, ”mitä pelleilyä”, ->tietoisuuden lisääminen



Kiitos!

Alexi Siirtola  
Rakennuttajainsinööri  
Porin kaupunki