

INSINÖÖRITOIMISTO MAATESTI
TYÖ N:O 1504

HELSINGIN KAUPUNKI
VESI- JA VIEMÄRILAITOS

SILVOLAN TEKOALTAAN MAAPATO
PERUSTARKASTUKSEN LOPPULAUSUNTO

SILVOLAN TEKOALTAAN MAAPATO

PERUSTARKASTUKSEN LOPPULAUSUNTO

YLEISTÄ

Silvolan tekoalllas rakennettiin vuosina 1960...62. Se otettiin käyttöön 10.5.1962. Patoturvallisuuslain (vuodelta 1984) mukainen perustarkastus on valmistunut vuonna 1988. Se perustuu padon suunnitelmaan, rakennustyön aikaisiin valvontatietoihin sekä padon kunnon pitkäaikaiseen seurantaan.

PADON SUUNNITELMA

Padon suunnitelmat on koottu toteutuma-asiakirjoihin, joiden luettelo on liitteenä turvallisuuskansion kohdassa 2. Pato on rakennettu niiden mukaisena.

Patosuunnitelman tärkeimmät työselitykset on esitetty kansion kohdassa 4. Samassa kohdassa on jäljennös lehtiartikkelista (Vesitalous 1962), jossa on yleiskuvaus padon suunnitelmasta ja rakentamisesta.

Padon suunnitelmakartat, pituusleikkaus ja rakennepoikkileikkaukset on esitetty kansion kohdassa 5. Pato on kaksiosainen (patolinjat I ja II). Osien yhteispituus on 2,3 km. Niiden välillä on luonnontilaiset kallioharjanteet. Padon suurin rakennekorkeus on 24 metriä.

Pato on rakenteeltaan vyöhykepato. Tiivistävänä osana on suurimmalla osalla savisydän, osalla moreenisydän. Näiden rajakohdat on merkitty pituusleikkauspiirustukseen. Padon harjan suunniteltu routasuojaus kevytsoralla on rakennusvaiheessa korvattu korotetulla sorakerroksella, josta on piirros myös kansion kohdassa 5. Padon harjan taso on +44,60. Tiivistysydämen yläpinnan taso on +43,00 ja altaan HW = +42,00. Täten

padon kuivavara on 2,6 metriä ja turvavara 1 metri. Harjan leveys on 4 metriä. Luiskien kaltevuus on 1 : 2 paitsi harjalla, missä korotetun sorakerroksen takia luiskat ovat 1 : 1,5. Mitat vastaavat patoturvallisuusohjeissa annettuja arvoja.

PADON VAKAVUUS

Padon suunnittelun yhteydessä suoritettut vakavuuslaskelmat on esitetty turvallisuuskansion kohdassa 4. Niistä ilmenee, että varmuuskerroin vastaa patoturvallisuusohjeiden vaatimuksia. Vakavuusongelmia ei padon toiminnan aikana ole ilmennyt.

PADON POHJAN INJEKTOINTI

Padon tiivistyssydän liittyy koko pituudeltaan kallioon. Kallio on injektoitu 4...8 metrin syvyyteen. Injektointiverho on merkitty padon pituusleikkaukseen kansion kohdassa 5. Paaluvälillä noin 10,50...12,00 on kalliossa kalkkikivivyöhyke, jonka pinnalle on valettu betonilaatta ja injektointi tehty kolmessa rivissä. Injektoinnin massamenekkipiirrokset y.m. tiedot ovat toteutuma-asiakirjoissa.

MATERIAALIN LAADUN JA TIIVISTYSTYÖN VALVONTA

Rakennusaikaisen valvonnan yleisohjeet on esitetty kansion kohdassa 4. Yhteenvetoselostus valvontakokeiden tuloksista sisältyy kohtaan 6. Graafiset yhteenvetopiirrokset, joista on esimerkki selostuksen liitteenä, on esitetty toteutuma-asiakirjoissa. Koetulokset ovat osoittaneet materiaalien laadun ja tiivistystyön vastanneen suunnitelman vaatimuksia.

TARKKAILUMITTAUKSET

Patoon ja pohjamaahan on rakennustyön aikana asennettu huokosvedenpaineen mittaussjärjestelmä yhteen poikkileikkaukseen moreenisydänpadon kohdalle. Altaan ympäristöön on asennettu poh-

javeden korkeuden havaintoputkia ja kallioon on porattu havaintoreikiä. Painumia on mitattu rakennustyön aikana tiivistyssydämessä ja painopenkereissä. Suotovesimääriä on mitattu vedennoston jälkeen salaojakaivoissa.

Yhteenvetoselostus rakennustyön ja altaan ensitäytön aikaisista havaintotuloksista on esitetty kansion kohdassa 7. Havaintotulokset on esitetty piirroksin toteutuma-asiakirjoissa. Tulokset ovat osoittaneet padon toimivan suunnitelman mukaisella tavalla.

Myöhemmin tarkkailumittauksia on tehty yleensä vain muutamia kertoja vuodessa. Niiden tulokset ovat osoittaneet, ettei havaittavia muutoksia padon toimintakunnossa ole tapahtunut. Huokosvedenpaineen mittaustulokset ovat viime vuosina olleet virheellisiä mittausaseman putkiston ruostumisen ja tukkeutumisen takia. Perustarkastuksen yhteydessä putkisto on uusittu ja kunnostettu. Tällöin todettiin, että patorakenteessa olevat mittausetkut ja -kärjet olivat edelleen toimintakunnossa. Myös alkuperäiset käytössä olleet pohjavesiputket puhdistettiin ja osittain uusittiin. Havaintokohteiden sijainti on esitetty kartalla kansion kohdassa 7.

Myöhemmin on padon harjalle asennettu tutkimustarkoituksiin roudansyvyyden mittausrakenteita Vesi- ja ympäristöhallituksen toimesta. Näiden sijainti on myös esitetty kartalla.

SALAOJITUS

Padossa on koko pituudelta salaojat tukipenkereen alla kallion tai pohjamaan pinnalla. Ne on johdettu purkukaivoihin, joissa vesimäärät voidaan mitata. Perustarkastuksen yhteydessä salaojaputkien suut kaivoissa korjattiin mittauksen helpottamiseksi.

Mitatuissa salaojavesien määrissä on suurta vaihtelua sääolosuhteista riippuen, koska sadevedet pääsevät tukipengerson kautta salaojiin. Tämän vuoksi padon läpi suotautuvaa vesimäärää osoittavat pienet kuivana aikana mitatut salaojavesimäärät. Näissä ei ole todettu havaittavia muutoksia padon toiminta-aikana.

MAASTOTARKASTUKSET JA KUNNOSTUSTOIMENPITEET

Padon omistaja on seurannut padon kuntoa sen valmistumisesta lähtien m.m. havaintomittausten yhteydessä. Perustarkastukseen kuuluva maastotarkastus suoritettiin 12.6.1986. Sen pöytäkirja on kansion kohdassa 10. Samassa kohdassa on esitetty padon harjan ja tarkastuspoikkileikkausten vaaitustulokset.

Padossa ei ole ilmennyt rakennusajan jälkeisiä painumia tai muita muodonmuutoksia. Luiskat ovat pysyneet yleensä hyvässä kunnossa. Tämä voitiin todeta myös altaan puoleisessa luiskassa, kun allas tyhjennettiin kokonaan kesällä 1982. Samalla kävi ilmi, että altaan pohjalle oli saostunut lietettä noin 70 cm:n kerros.

Paikallinen syöpymä oli kehittynyt altaan puoleiseen luiskaverhoukseen lähelle harjaa paaluvälillä 15,50...15,70. Tämä on korjattu v. -87 levittämällä siihen mursketta. Mikäli syöpymistä edelleen ilmenee, tulee luiskaan levittää kerros louhoskiveä. Toinen syöpymä on todettu padon ulkoluiskassa patolinjan II alkupäässä, missä kallion ja patoluiskan rajakohdassa on syöpinnyt humusverhousta ja sen alla olevaa tukipengersoraa. Tämä on saanut alkunsa ylisyöskykynnyksen yli virranneesta vedestä, joka laskevassa kallion pinnassa suuntautuu patoluiskaa kohti. Verhous tulee korjata sopivana vuodenaikana täyttämällä syöpinnyt kohta alkuperäistä rakennetta vastaavilla materiaaleilla: soralla ja humuskerroksella, joka nurmetetaan. Ylisyöskykynnyksen alapuolelle tulee suunnitella rakenne, joka estää veden virtauksen patoluiskaa kohti.

Pitkäaikaisissa havainnoissa on todettu kallion pinnan märkyyttä padon ulkopuolisissa kalliojaljastumissa paalujen noin 1,50 ja 10,00 kohdilla. Nämä ovat ilmenneet koko padon toiminnan ajan eikä niissä ole tapahtunut havaittavia muutoksia.

PUUSTO

Puusto on perustarkastuksen yhteydessä poistettu padon harjalta ja luiskasta suurimmaksi osaksi ja se poistetaan edelleen

patoturvallisuusohjeita vastaavasti.

MYÖHEMMIN TEHDYT RAKENTEET

Padon yhteyteen ja läheisyyteen on sen käyttöönoton jälkeen tehty uusia rakenteita:

- Päijänne-tunneli ja sen yhteydessä altaan ylisyöksykynnys
- lappojohto padon yli altaan pohjan vedenvaihtoa varten.

Päijänne-tunneli ja sen yhdystunneli järveen kulkevat kalliossa patolinjan II läheisyydessä. Sijainti ilmenee kartasta kansion kohdassa 3. Ne muuttavat vedenpainetta padon kalliopohjassa. Tunnelin rakennetiedot on liitetty toteutuma-asiakirjoihin.

Päijänne-tunnelin rakentamisen jälkeen altaan käyttötapa on muuttunut. Nykyinen tilanne on selostettu kansion kohdassa 3. Sulkukeskuksen laitteiden mennessä epäkuntoon voi Päijänne-tunneli poikkeustilanteessa jonkin aikaa purkautua järveen. Vesimäärä on noin $9 \text{ m}^3/\text{s}$.

Tunnelista purkautuvan veden aiheuttaman ylivirtausvaaran takia on louhittu ylisyöksykynnys kallioon patolinjan II alkupään lähelle. Sen paikka on merkitty karttaan kansion kohdassa 3. Samassa kohdassa on kynnyksen rakennepiirustus sekä kynnyksen purkautumiskäyrä, jonka mukaan altaan vedenpinta voi nousta tasolle +42,80. Tämä on edelleen tiivistyssydämen harjan alapuolella. Ylisyöksykynnyksen alapuolella kallio viettää siten, että virtaus suuntautuu padon ulkoluiskaa kohti. Virtauksen suunnan muuttamiseksi tulee laatia korjaussuunnitelma.

Lappojohto padon yli on tehty paalun 8,00 kohdalle. Sen muodostaa kolme rinnakkaista 160 mm:n muoviputkea, jotka kulkevat altaan pohjalta padon luiskien pinnalla padon ulkopuoliseen avo-ojaan. Harjalla ne on upotettu 0,5 metriä harjan sorakerokseen. Virtaama on yhteensä 200 l/s. Niillä ei ole merkittävää vaikutusta patoon tai altaan tyhjennykseen.

VAHINGONVAARASELVITYS

Silvolan altaan padolle on tehty vahingonvaaraselvitys ja sen perusteella pato on luokiteltu patoturvallisuusohjeiden tar-koittamaksi P-padoksi.

TOIMENPIDESUUNNITELMA

Toimenpidesuunnitelma patovahinkotapauksia varten on laadittu padon omistajan ja palo- ja pelastusviranomaisten yhteistyönä. Suunnitelma on esitetty turvallisuuskansion kohdassa 12. Suunnitelman edellyttämät materiaalivaraukset on osittain tehty ja niitä täydennetään edelleen.

PADON KUNTO JA TURVALLISUUDEN SEURANTA

Suoritetun perustarkastuksen perusteella Silvolan tekoaltaan padolla ei ole todettavissa sen turvallisuutta vaarantavia ongelmia. Padon turvallisuujärjestelyt vastaavat Vesi- ja ympäristöhallituksen patoturvallisuusohjeiden vaatimuksia. Padon kuntoa tulee seurata turvallisuuskansion kohdassa 9. esitetyn turvallisuustarkkailuohjelman mukaisesti.

Espoo 9.12.1988

INSINÖÖRITOIMISTO MAATESTI

Lm. Peltänen