

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Rakennustekniikan koulutusohjelma/ korjausrakentaminen ja rakennusrestaurointi

Laura Salo

KYMINLINNAN MAALINNOITUKSEN PÄÄMUURIN KUNTO- JA KORJAUS-  
SELVITYS

Opinnäytetyö 2013

## TIIVISTELMÄ

### KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

#### Korjausrakentaminen ja rakennusrestaurointi

SALO, LAURA

Opinnäytetyö

Työn ohjaaja

Toimeksiantaja

Maaliskuu 2013

Avainsanat

Kyminlinnan maalinnoituksen kunto- ja korjausselvitys

48 sivua + 6 liitesivua

Anu Kuusela, Tarmo Kontro

Museovirasto

Kyminlinnan maalinnoitus, valumuuri, restaurointi

Opinnäytetyön tarkoituksena on tehdä Kyminlinnan maalinnoituksen päämuurin korjaamattoman osan restaurointi- ja kuntoarvio. Tavoitteena on tuottaa käyttökelpoista materiaalia, jota Museovirasto voi hyödyntää korjaustoimenpiteen suunnittelussa.

Opinnäytetyöhön kuuluu myös vuonna 2008 rintamuurin tehdyn muurauksoikeilun tulosten arviointi, jonka tarkoituksena on selvittää, miten eri laasti- ja tiililaadut ovat vaurioituneet. Tiilimuurikokeen tarkastelun perusteella saadaan selville, mitkä materiaalit soveltuvat parhaiten käytettäväksi restaurointikohteeseen.

Työssä käsitellään Kyminlinnan historiaa, luonnonkivimuurin rakennustekniikoita ja materiaaleja, kivrakenteiden vaurioita sekä huolto- ja korjausmenetelmiä. Kohteiden nykytila määritettiin silmämääräisen tarkastelun, mittausten ja valokuvauksen avulla.

Kyminininnan päämuurin restauroimaton osa vaatii välitöntä kunnostusta. Muurissa ilmeni sortumia, pullistumia sekä kasvillisuutta, mikä takia rakenne joudutaan osin purkamaan ja rakentamaan uudelleen. Vesien kertyminen rakenteen juurelle aiheuttaa vakavaa vaaraa rakenteelle, joten maaperän kuivattaminen on ensisijaisen tärkeää rakenteen säilymiselle. Työssä käsitellään veden rakenteelle aiheuttamia vaurioita sekä keinoja niiden poistamiseksi.

## ABSTRACT

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

University of Applied Sciences

Construction Engineering

SALO, LAURA

Condition and repair Statement for the Main Wall in  
Kyminlinna Fortress

Bachelor's Thesis

48 pages + 6 pages of appendices

Supervisor

Anu Kuusela, Senior Lecturer, Tarmo Kontro, Principal  
Lecturer

Commissioned by

Museovirasto (National Board of Antiquities)

March 2013

Keywords

Stone wall, ruins, Kyminlinna fortress

The purpose of this thesis was to perform a restoration and a condition assessment for the main wall of Kyminlinna fortress. The aim was to produce useful material, which the National Board of Antiquities can rely in remedy design. This thesis also includes an evaluation for the masonry experiment which was implemented in 2008. The purpose of the masonry test was to evaluate and determine the damage the wall has sustained during the last five years. The examination of brick wall test enabled to ascertain which materials are best suited for use in restoration.

The work discusses history of Kyminlinna fortress, natural stone wall building, techniques and materials and maintenance and repair methods of stone structures. The current state of the wall was determined by visual inspection, measurements and using photography.

The main wall of Kyminlinna fortress calls for an immediate restoration. The risk of falls and excessive vegetation are the main reasons why certain parts of the structure have to be torn down and rebuilt. Water accumulates at the foot of the structure causing serious damage for the structure, so drying of the soil is essential in order to preserve the structure. The work deals with the structure suffered from water damage and ways to overcome them.

# SISÄLLYS

## TIIVISTELMÄ

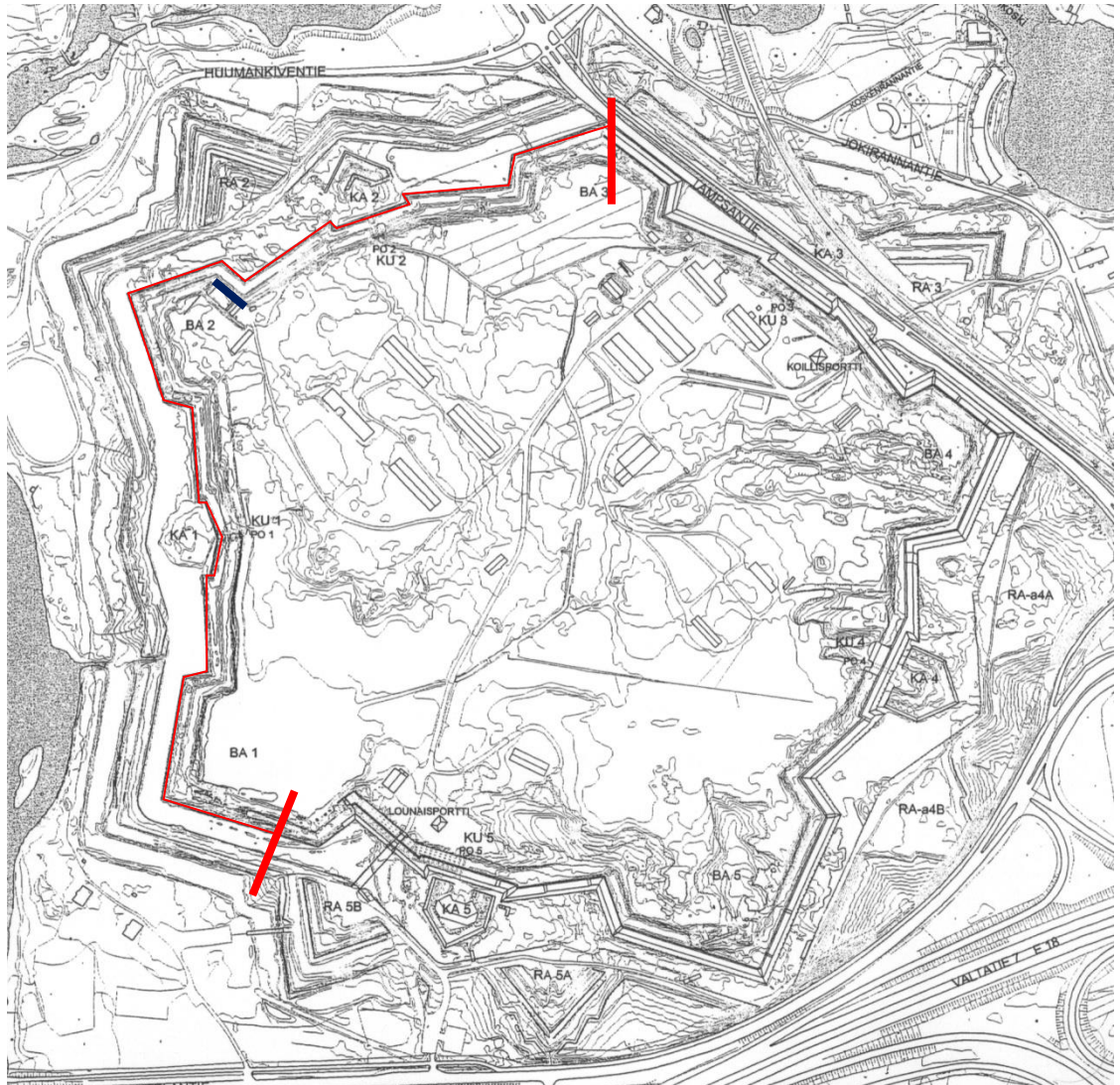
## ABSTRACT

1	JOHDANTO	6
2	KIVILINNOITUSTEN HISTORIA SUOMESSA	7
	2.1 Kivirakentaminen Suomessa	7
	2.2 Kymminlinnan maalinnoitus	8
3	YLEISTÄ VANHOJEN KIVIRAKENTEIDEN RESTAUROINNISTA	11
	3.1 Valumuurin rakennus tekniikka	12
	3.2 Kymminlinnan maalinnoituksen rakennustekniikka	13
	3.3 Materiaalit	14
	3.3.1 Rakennuskivet	14
	3.3.1.1 Luokittelu	14
	3.3.1.2 Graniitti	15
	3.3.1.3 Gneissi	16
	3.3.2 Laasti	17
	3.3.3 Vanhat laastit	17
	3.3.4 Laastien vauriot	18
	3.3.5 Restaurointilaastit	18
	3.4 Valumuurirakenteen vaurioituminen	19
	3.4.1 Perustusten mekaaniset vauriot	19
	3.4.2 Muurin mekaaniset vauriot	20
	3.4.3 Rapautuminen	20
	3.4.4 Vesi	21
	3.4.5 Kasvillisuus	22
	3.5 Vaurioiden kartoitus	24
	3.6 Korjaaminen	25
	3.6.1 Injektointi	26
	3.6.2 Ejektointi	26
4	KYMINLINNAN MAALINNOITUKSEN NYKYTILA	27

4.1	Suoritetut korjaustoimenpiteet	27
4.2	Nykytila	28
5	RESTAUROINTI JA KORJAUSSUUNNITELMA	33
5.1	Ympäristö ja kasvillisuus	33
5.2	Maaperä	34
5.3	Muurirakenne	34
5.3.1	Kivet	35
5.3.2	Laasti	36
5.4	Huolto	36
5.4.1	Vallirakenne	37
5.5	Työturvallisuus	38
5.5.1	Räjähteet	38
5.5.2	Putoavat kivet	39
5.5.3	Putoaminen	39
6	TIILIMUURIKOKOILUN SEURANTA	39
6.1	Tiilimuurauksoe	39
6.1.1	Suorituspaikka ja materiaalit	39
6.1.2	Muuraus	41
6.1.3	Saumat	42
6.1.4	Muurin päällinen ja lopputyöt	42
6.2	Tiilimuurin nykytila	43
7	YHTEENVETO	46
	LÄHTEET	48
	LIITTEET	
	Liite 1. Linnoitussanastoa	

## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tilaajana toimii museovirasto, joka toimii rakennusperinnön ja rakennusrestauroinnin asiantuntijana, yhteistyössä muiden viranomaisten kanssa. Museoviraston tehtävä on huolehtia historiallisesti merkittävistä kohteista ja vastata niiden suojelusta, kunnossapidosta ja säilymisestä. Museovirasto opastaa rakennusperinnön suojeluun, ylläpitoon, kehittämiseen ja restaurointiin liittyvissä kysymyksissä.



Kuva 1. Kymnlinnan linnoitus. Tutkimuskohteena oleva päämuuri ulottuu bastioni 1:sta bastioni 3:een. Punaiset viivat osoittavat korjaamattoman päämuurin laajuuden ja tummansininen viiva osoittaa tiilimuurikokeilun sijainnin. (Museovirasto: Haminan toimipiste.)

Tutkimuskohteena oleva Kymminlinnan maalinnoituksen päämuurin huoltamaton osa on pahoin rapautunut ja osittain sortunut kokonaan. Kohteen vaurioitunutta osaa ei ole dokumentoitu tarkasti, mutta jo korjatusta päämuurin osasta on olemassa selkeä työselustus. Työn tarkoituksena on päivittää vuonna 2005 tehty kuntokartoitus sekä luoda kohteelle korjaussuunnitelma. Opinnäytetyöhön kuuluu myös bastioni kahdessa sijaitsevan vuonna 2008 tehdyn tiilimuuraukokeilun seuranta. Keskeisinä tutkimusmenetelminä käytettiin valokuvausta, piirtämistä, mittauksia sekä aiempien tutkimusten analysointia.

## 2 KIVILINNOITUSTEN HISTORIA SUOMESSA

### 2.1 Kivirakentaminen Suomessa

Graniitti ja gneissi ovat yleisimmät Suomen linnoituksissa tavattavat rakennusmateriaalit. Ominaisuuksiltaan molemmat kivimateriaalit ovat kovia, mikä on vaikeuttanut niiden lohkomista ja työstämistä haluttuun muotoon. Kivityökalujen kehittyessä 1800-luvulla kivien käyttö rakennusmateriaalina yleistyi. (Ahola 2011:7.)

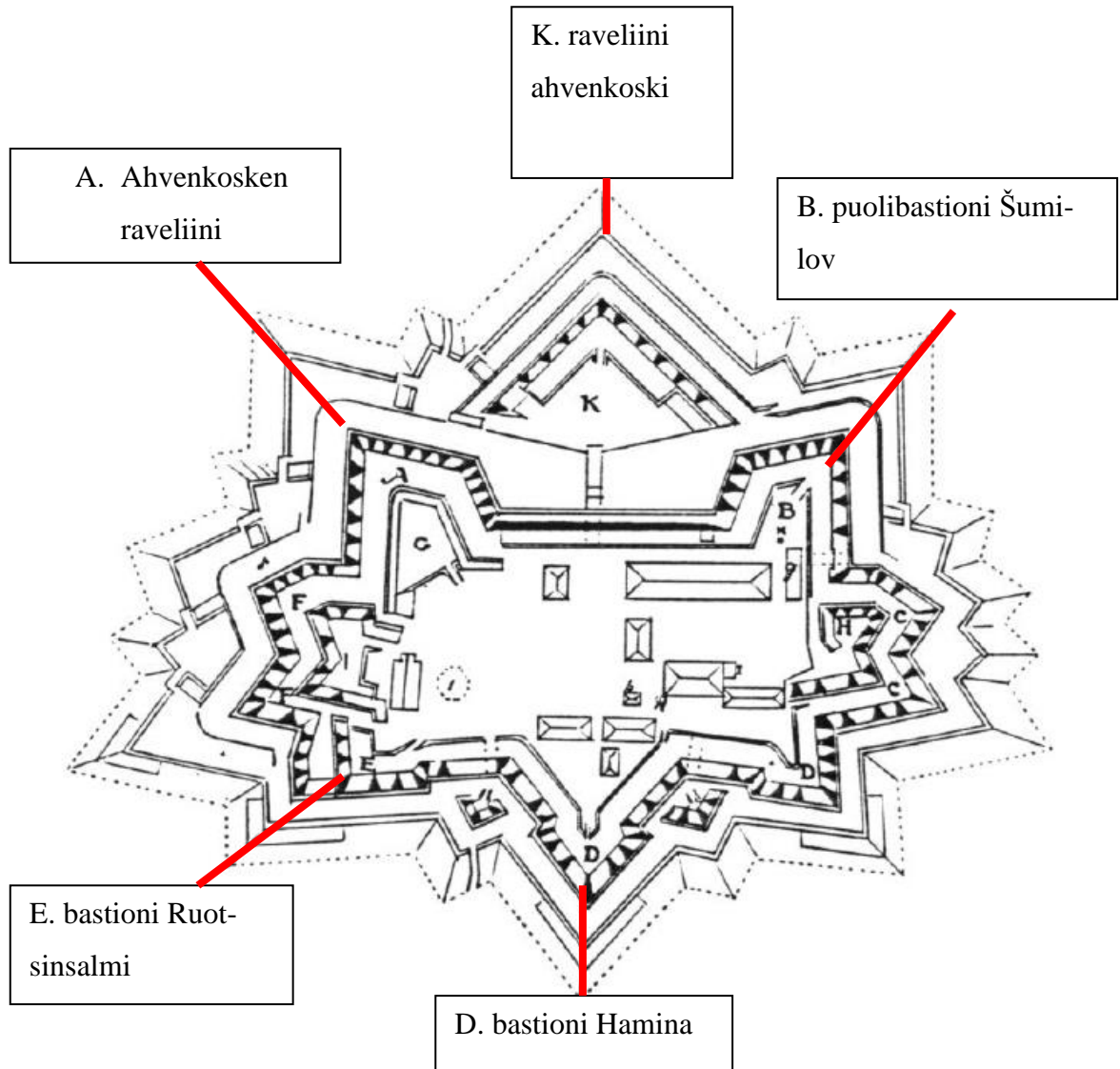
Muuratut rakenteita alettiin valmistaa Skandinaviassa 1000-luvun lopulla, mutta Suomeen valumuurien rakennustekniikka rantautui vasta ennen vuotta 1200 ruotsalaisten ja baltialaisten rakentajien mukana. Vaikka ulkomaalaiset rakentajat toivat tiedon kalkinpoltosta, kalkkilaastin valmistuksesta sekä tiilien polttamisesta Suomeen, muurirakenteiden paikallisten piirteiden muotoutumiseen vaikuttivat, rakennusmateriaalit, kiviaineksen laatu, työstettävyyttä sekä saatavilla oleva työvoima. Valumuurien rakennustekniikka säilyi keskiajalta 1700-luvulle lähes muuttumattomana. (Valumuurien korjausohje 95:1.)

Keskiajalla rakennetut kivilinnat ja linnoitukset ovat vaikuttavimpia sotahistoriallisia muinaisjäännöksiä. Suurin osa linnoituksista on peräisin 1700-luvulta, kun Suomi oli vielä Ruotsin hallinnassa. Ruotsinajan linnoitukset sijaitsevat pääosin Kaakkois-Suomessa Uudenkaupungin (1721) ja Turun (1743) rauhojen rajalinjauksia noudattaen. Saaristoon ja rannikolle sijoittuvat kohteet on pääasiassa rakennettu Haminan rauhan (1809) jälkeen. Useimpiin kivilinnoituksien läheisyydessä sijaitsee hautoja, leirintäpaikkoja sekä erilaisia teitä ja kulkuväyliä. (Linnat, linnoitukset ja muu sotahistoria 2013)

## 2.2 Kyminlinnan maalinnoitus

Vuonna 1791 Venäjän keisarinna Katariina II antoi määräyksen, että Vanhan Suomen länsirajalle oli rakennettava valtakunnan pääkaupunkia Pietaria suojaava linnoitusvyöhyke. Tehtävä määrättiin kenraali Aleksandr Suvoroville, joka rakensi vuosina 1791 - 92 Ruotsinvastaiselle rajalle Järvi Taipaleen, Utin, Liikkalan, Taavetin, Kärnäkosken sekä Kyminlinnan maalinnoitukset sekä Ruotsinsalmen merilinnoituksen. Suvorov rakennutti symmetrisen bastionijärjestelmää noudattavan tähdenmuotoisen linnoituksen luonnonkivistä ja tiilistä. Päävarustuksena toimi ahvenkosken raveliini, jota vahvistivat taaempaan Ahvenkosken ja Schumilovin bastionit. Suljetun linnoituskehän ympärillä sijaitsee kuiva vallihauta sekä etuvarustus linnoitusluiskineen. Muurien sisäpuolella sijaitsi pieni varuskunta puurakenteisine kasarmeineen, talleineen ja kivisine ruutikellareineen. (Kotkan linnoitusten korjaus- ja restaurointityöt 1989:6.)





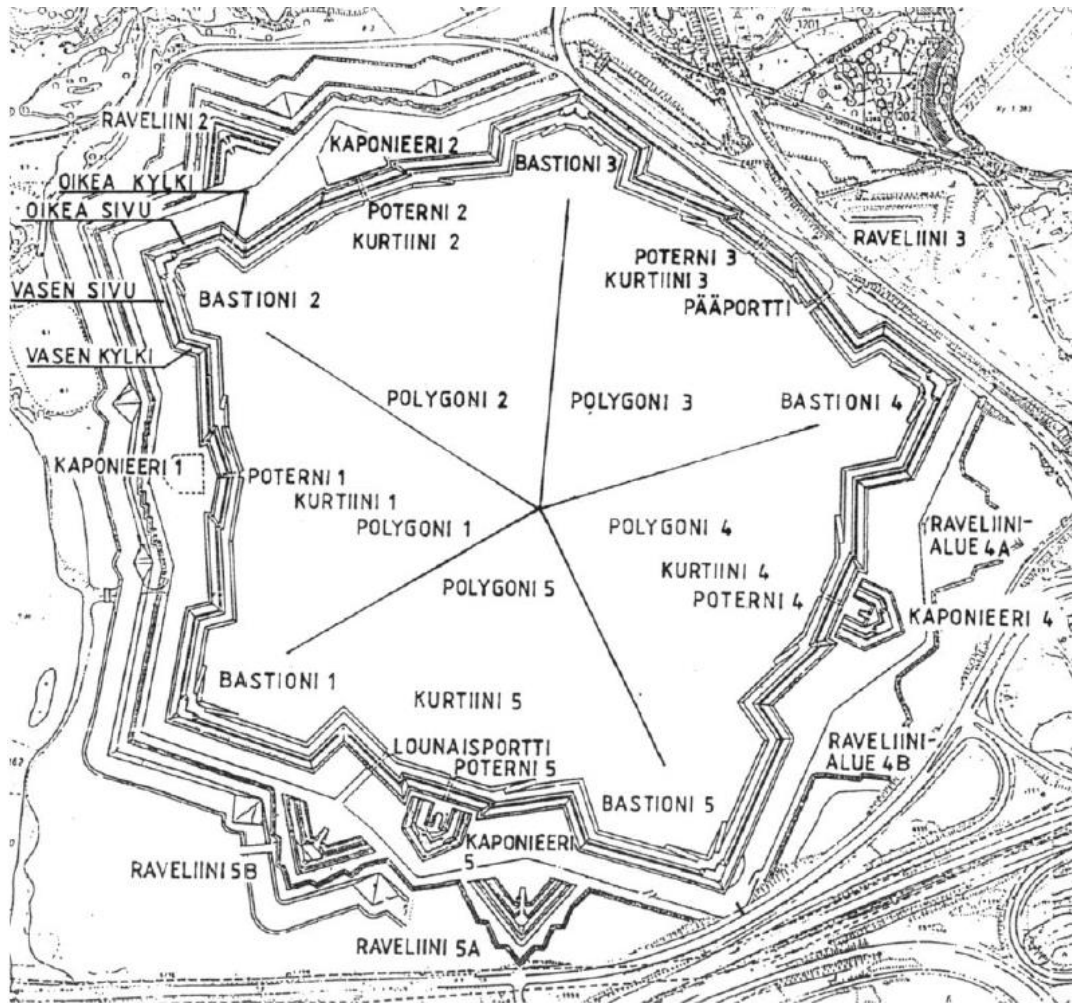
Kuva 2. Kaaviokuva Kymminlinnan ensimmäisen linnoituksen linnoitusrakenteista (Leivo 2011:3)

Kymmenkunta vuotta Kymminlinnan valmistumisen jälkeen kenraali van Suchtelen määräsi linnoituksen uudistettavaksi. Tarkoituksen oli luoda monta kertaa vanhaa linnoitusta suurempi kokonaisuus niin sanotun kaponieerijärjestelmän mukaisesti. Uuden Kymminlinnan rakennustyöt aloitettiin vuonna 1803. Linnoitukseen rakennettiin viisi bastionia sekä kurttiinimuurit. Jokaisen kurttiinin suojaksi rakennettiin itsenäiseen puolustustekniikkaan perustuva kaponieri. Kaksinkertaiseksi rakennettu vallihauta ja etuvarustus ympäröivät linnoitusta. Vanhasta linnoituksesta jäljelle jääneitä puurakennuksia huollettiin tarvittaessa. Varuskunnan kasvaessa 1810-luvulla rakennettiin lu-

kuisia uusia sotilaskäyttöön tarkoitettuja rakennuksia. Keskelle linnoitusta rakennettiin tiilirakenteinen päävartio. Linnoituksessa oli kaksi porttia ja niiden sisäpuolella sijaitsivat tiilirakenteiset vartiorakennukset. (Kotkan linnoitusten korjaus- ja restaurointityöt 1989:6.)

Vuonna 1809, Suomi liitettiin Venäjään autonomisena suurruhtinaskuntana, jolloin koko Vanhan Suomen linnoitusketju menetti merkityksensä Ruotsin Pietarille aiheuttaman uhan kadottua. Pian tämän jälkeen kaikki linnoitukset lakkautettiin. Kymminlinnan lakkautuksen jälkeen, venäläinen varuskunta jäi huolehtimaan alueen rakennuksista. Linnoitusta ympäröivistä linnoitusrakenteista ei huolehdittu, joten 1870-luvulla pohjoispuolen etuvarustuksen yli rakennettiin rautatie. (Kotkan linnoitusten korjaus- ja restaurointityöt 1989:6.)

Vuodesta 1950 lähtien Kymminlinna on ollut suomalaisen sotaväen käytössä. Vanhaa tiilistä rakennuskantaa kunnostettiin Haminan rannikkolinnakkeiston (nyk.kotkan rannikkopatteristo) käyttöön. 1810-luvulta peräisin oleva polygoni kolmen vartiotupa on edelleen alkuperäisessä käyttötarkoituksessaan ja samanikäisiin kaksikerroksisiin upseerisiipiin ja sotilaskasarmiin on nykyisin sijoitettu majoitustiloja, esikunta, juhlasali, ruokasali ja sotilaskoti. Käytössä olevat rakennukset on uusittu sisältä päin täydellisesti. Vanhasta puurakennuskannasta ei valitettavasti ole jäljellä kuin 1870 palaneen paikallismajurin talon tilalle rakennettu Kymminlinnan upseerikerhona toimiva rakennus. (Kotkan linnoitusten korjaus- ja restaurointityöt 1989:7.)



Kuva 3. Kaaviokuva Kyminlinnan maalinnoituksesta (Museovirasto 2012)

### 3 YLEISTÄ VANHOJEN KIVIRAKENTEIDEN RESTAUROINNISTA

Suomessa tavattavat harmaakivimuurit voidaan jakaa kolmeen ryhmään niiden rakennustavan perusteella. Laastittomat muurit, eli kylmät muurit ovat nimensä mukaisesti laastittomia eli niiden rakentamisessa ei ole käytetty laastia lainkaan. Rakenteessa käytettyjen kivien muotoilu oli työlästä, materiaalin kovuuden ja takia. Rakennuskivien tuli sopia yhteen kestävän lopputukoksen aikaan saamiseksi. Harkko eli rustikamuuri yleistyi 1800-luvulla kartano- ja kaupunkirakentamisen myötä. Harkkomuuri muodostui suorakulmion muotoon hakatuista kivistä. Valumuurin rakennustekniikka on tunnettu jo keskiajalta, mutta hallitsevaksi rakennustekniikaksi se muodostui kirkko ja linnoitusrakentamisessa. (Ahola 2011:13.)

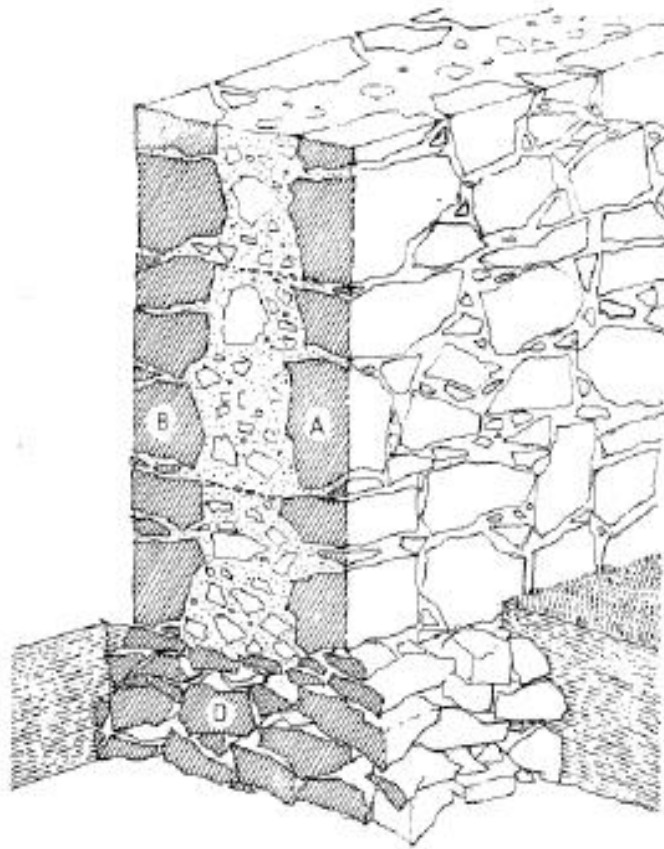
### 3.1 Valumuurin rakennus tekniikka

Luonnonkivistä valmistettu valumuuri eli niin sanottu massiiviseinä perustettiin maahan kaivettuun ojaan, jonka pohja oli vuorattu laastittomalla kiviladelmalla. Perustamistapa ja syvyys vaihtelivat rakennuspaikalla vallitsevien maaperän olosuhteiden mukaisesti. Savisella maalla perustusten tukena käytettiin puista arinarakennetta. (Valumuurien korjausohje 1995:1.)

Perustusten valmistuttua muurin sisä- ja ulkopinnoiksi rakennettiin 20 - 60cm:n paksuiset kivilademat. Lademat tasapainotettiin tukemalla rakenne kiilakivien avulla. Kiviladelmien väli täytettiin kalkkilaastilla ja kiviaineksella. Muurin työstö tapahtui 40 - 60cm korkuisina vaakasuuntaisina vyöhykkeinä, jolloin muurin täyttötyö oli helpompaa eivätkä kivilademat päässeet kallistumaan. Muurin mittasuhteet määriteltiin käyttötarkoituksen mukaisesti. Puolustustoimintaan tarkoitettut muurirakenteet ovat voineet olla paksuudeltaan yli neljä metriä, jotta iskunkestävyydelle sekä torjuntavahvuudelle asetetut tavoitteet täyttyisivät. Ohuimmat valumuurirakenteet ovat noin metrin paksuisia. (Valumuurien korjausohje 1995:1.)

Kivimateriaalin valinnalla on ollut suuri merkitys valumuurirakenteen lopulliseen ulkonäköön ja kestävyYTEEN. Keskiakaisissa muureissa esiintyy suuria tasapintaiseksi hiottuja kivenlohkareita, sekä käsittelemättömistä pyöreistä kivistä ladottuja rakenteita. Materiaalin saatavuus ja työstön tehokkuus vaikuttivat materiaalin valintaan. Toisinaan valumuurin julkisivu tehtiin tiilirakenteisena. (Valumuurien korjausohje 1995:2.)

Muurinpintojen saumaus ja pintakäsittely tehtiin vasta varsinaisen valamisen jälkeen. Siderautoja eli niin sanottuja muuriankkureita käytettiin tasapainottamaan muurin sisäisten vaakavoimien aiheuttamia rasituksia. Vaakavoimat aiheutuvat rakenteen viinouden tai tuulen aiheuttamasta rasituksesta. Ankkurit saattoivat olla metallisia tai tiilestä muurattuja. Ulkoisia tukirakenteita käytettiin silloin, kun muuriin kohdistui suuria esimerkiksi holvikaaren aiheuttamia rasituksia. (Valumuurien korjausohje 1995:2.)



Kuva 4. Valumuurin rakenne(Valumuurien korjausohje 1995:5)

Valumuurin rakenteita:

- A. Julkisivu (pintakuori, pintamuuri)
- B. Taustakuori
- C. Sydänosa
- D. Perustus

### 3.2 Kyminlinnan maalinnoituksen rakennustekniikka

Kyminlinnan maalinnoitus on puolustuskäyttöön tarkoitettu valumuurivalmisteinen rakenne kokonaisuus, jonka tarkoituksena oli estää ja pysäyttää vihollisen hyökkäys. Linnoituksen muoto mahdollisti tulituksen useaan suuntaan siten että, jokainen bastioni voi tulituksellaan tukea viereisiä linnoituksen osia. Linnoitusta ympäröivät muurit on suunniteltu kestävämmän pommituksesta aiheutuvia iskuja sekä estämään vihollisen tunkeutuminen muurien läpi. Kyminlinnan linnoituksen koko maa-alue on rakennettu

siten, että vihollisen etenemistä voidaan hankaloittaa. Tämä on toteutettu vallihautojen, vastamuurien sekä erilaisten linnoitusrakenteiden avulla. (Leivo 2011:3.)

### 3.3 Materiaalit

Suomalaiset valumuurirakenteet koostuvat pääosin graniitista, gneissistä ja punatiilestä. Materiaalien valintoihin on vaikuttanut niiden kestävyys, sekä helppo saatavuus. Valumuurirakenteissa on käytetty useita erilaisia laastityyppejä, aikakaudesta ja kalkin saatavuudesta riippuen.

#### 3.3.1 Rakennuskivet

Kivet ovat syntyneet miljoonien vuosien geologisten prosessien seurauksena. Tuloksena on luonnon materiaali, jonka tekniset ominaisuudet, saatavuus ja laatu vaihtelevat alueittain. (Kivien synty 2013)

Rakennuskiville asetetut laatuvaatimukset määräytyvät käyttötarkoituksen mukaan. Kiven ulkonäkö on tärkeä ominaisuus, joka vaikuttaa koko rakenteen esteettisyyteen. Materiaalin valinnassa kiinnitetään huomiota kiven väriin, pinnanmuotoihin, kestävyteen sekä työstettävyyteen. (Virkkunen 1994:116.)

Vanhaa historiallista valumuurikohdetta entisöitäessä tulisi hyödyntää alkuperäisestä rakenteesta irrotettuja luonnonkiviä. Tavoitteena on, ettei kiviä tarvitsisi muokata vaan pyritään käyttämään kiviä alkuperäisessä muodossaan, jotta rakenteen alkuperäinen ilme ei muuttuisi. Käyttämällä alkuperäiset rakennuskivet uudelleen, kunnioitetaan vanhoja työtekniikoita sekä aikaa, jonka rakentajat ovat käyttäneet kivien muotoiluun.

##### 3.3.1.1 Luokittelu

Kivilajien luokittelu helpottaa asiantuntijoita valitsemaan rakennuskohteelle, ulkonäköltään ja teknisiltä ominaisuuksiltaan parhaan materiaalin. Kivilajien esiintymisalueet ovat vaikuttaneet kyseisen alueen historiallisten kivrakenteiden säilyvyyteen ja niiden muokkaamiseen käytettyjen tekniikoiden kehittymiseen.

Kivilajit jaetaan kolmeen ryhmään niiden syntyvän perusteella: magmakivet, sedimenttikivet ja metamorfiset kivet. Kivet ovat syntyneet miljoonien vuosien aikana

maan kuoriosan alla olevasta sulasta kiviaineksesta eli magmasta, kivien rapautumistuotteista tai eloperäisistä jäänteistä. (Luonnonkiven materiaalitieto 2013.)

Magmakivet ovat syntyneet kivilavan jäähtyessä ja kiteytyessä. Rakennuskivilajeista tärkeimmät magmakivilajit ovat hitaasti muodostuneita syväkivilajeja, kuten esimerkiksi graniitti. (Luonnonkiven materiaalitieto 2013.)

Sedimenttikivet ovat syntyneet kallioperän rapautuessa ja eroosiossa muodostuneiden irtainten osien eloperäisten aineiden kovettuessa kiveksi. Sedimenttikivet peittävät noin 60% mantereista ja merenpohjasta, vaikka niiden osuus maankuorella on vain 5%. Kalkkikivi, hiekkakivi ja dolomiitti ovat tärkeimmät rakentamisessa käytettävät sedimenttikivilajit. (Luonnonkiven materiaalitieto 2013.)

Metamorfiset kivet syntyvät magma- ja sedimenttikivistä lämpötilan, paineen kasvun ja maankuoren liikkeiden seurauksena. Olosuhteiden muutokset aiheuttavat kiven mineraaleissa ja rakenteissa muutoksia, jotka antavat metamorfisille kiville niiden tunnusomaisen suuntautuneen, liuskeisen rakenteen. Gneissi, marmori, liuskeet ja vuolukivi ovat rakentamisessa yleisimmin käytettyjä metamorfisia kivilajeja. (Luonnonkiven materiaalitieto 2013.)

### 3.3.1.2 Graniitti

Graniitti on yleisimpiä syväkivilajeja koko maapallolla. Graniitti koostuu pääosin kvartsista, plagioklaasista, biotiitista, mutta toisinaan se sisältää myös sarvivälkettä. Graniitin väri vaihtelee tummanpunaisesta vaaleanharmaaseen riippuen maasälvän määrästä kiviaineksessa. (Jones 2006:184.)

Graniitti kestää hyvin säärasituksia niin sanotun pysyvän silikaattisen koostumuksensa ansiosta. Tämä tarkoittaa sitä, että kiveen ei pääse imeytymään kosteutta eikä näin ollen rapautumista tapahdu. Rakennuskivenä graniitti kestää tuhansia vuosia ja kemiallisen koostumuksensa ansiosta se on vastustuskykyinen useimpia kemikaaleja, kuten happoja vastaan. Kestäväyytensä ja terveellisyytensä ansiosta graniitti on monikäyttöinen ja turvallinen materiaali, jota tavataan niin rakennusten julkisivuissa kuin keittiöissäkin. (Selonen 2006:9.)



Kuva 5. Kotkan alueella tavattava Eagle Red- graniitti.( Eagle Red, Kotkan punainen graniitti 2013.)

### 3.3.1.3 Gneissi

Gneissi on graniitin ohella yksi yleisimmistä Suomen kivilajeista sekä maapallon yleisin metamorfinen kivilaji. Gneissi koostuu pääasiassa kvartsista, maasälvästä sekä biotiitista tai sarvivälkkeestä. Se on yleinen rakennuskivi, jota löytyy harmaana, punertavana, rusehtavana tai vihertävänä. (Gneissi 2013.)



Kuva 6. Gneissi (Amadeus, Sulkavan monivärinen gneissi 2013.)



### 3.3.2 Laasti

Massiivisiin valumuurirakenteisiin tulee valita laasti, joka kestää kylmyyttä sekä kuormitusta rapautumatta tai vahingoittumatta. Laastilla tulee olla hydraulisia ominaisuuksia, jotka mahdollistavat kovettumisen kosteissa olosuhteissa. Nykyinen kalkkilaasti verrattuna keskiajan vastaavaan ei voi saavuttaa rakenteen vaativaa lujuutta useiden metrien paksuisessa valumuurissa.

Puhdas kalkkilaasti kovettuu eli karbonatisoituu hitaasti muihin laasteihin nähden. Karbonatisoitumis prosessi etenee rakenteessa noin 2 - 3cm vuodessa, mutta sisemmälle mentäessä prosessi hidastuu entisestään. Tämä aiheuttaa vakavan uhan rakenteelle, sillä rakenteen huokosissa olevan irtonaisen veden jäätyminen voi aiheuttaa vakavaa tuhoa rakenteelle. (Valumuurien korjausohje 1995:3.)

### 3.3.3 Vanhat laastit

Keskiajalla muurin rakentaminen ja materiaaleineen suunniteltiin kokonaisuutena. Tarvittavat materiaalit hankittiin ja valmistettiin rakenteilla olevaa kohdetta varten. Laastin pääraaka-aineena oli poltettu kalkkikivi, joka sammutettiin rakennusvaiheiden mukaan. Vanhojen rakenteiden alkuperäisten kalkkilaastien hyvän säilyvyyden salaisuus on pysynyt arvoituksena 1800-luvulta lähtien. Tarkkaa tietoa laastin koostumuksesta ei ole saatavilla, mutta kalkinpolttotekniikan ja valmistuksen aikaan vallinneiden ilmaston olosuhteiden tiedetään vaikuttaneen lopputulokseen. Kalkin poltossa käytetty miilu lämmitettiin koivuhaloilla, jolloin kalkki karbonatisoitui hiilidioksidin ansiosta ennen varsinaista muurausprosessia. Vanhat kalkkilaastit säilyvät paremmin, sillä lievät haposateet kuluttivat laastipintaa, jolloin happi pääsi syvemmälle saumaukseen nopeuttaen ja tehostaen karbonatisoitumisprosessia. Nykyään ilmenevät haposateet ovat liian happamia, joten kalkki muuttuu kipsiksi kemiallisen reaktion seurauksena. Vanhojen laastien kopiointi on mahdotonta sillä iän tuomaa vahvuutta ja ilmaston olosuhteita ei voida toistaa. Laastin valmistuksessa käytetyn kalkin alkuperä vaikuttaa lopputulokseen. Nykyään laastin valmistukseen käytetty kalkki tuodaan suurista louhokista toisin kuin ennen vanhaan, jolloin kalkki nostettiin mahdollisimman läheltä rakennuspaikkaa. Muistitiedon ja kemiallisten analyysien pohjalta voidaan luoda alkuperäisen kaltainen materiaali, mutta tähän mennessä ne ovat olleet ominaisuuksiltaan heikkoja, eivätkä ne ole kestäneet kylmissä olosuhteissa. (Sulin 2013.)

### 3.3.4 Laastien vauriot

Laastin rapautumiseen on useita eri syitä, joten rakennustavan ja laastityypin selvittäminen on ensisijaisen tärkeää ongelmaa kartoitettaessa. Helpoimmin voidaan tunnistaa kosteuden ja suolan aiheuttamat vauriot, sillä suola jättää saumoihin suolakiteytymiä, kun taas kosteus aiheuttaa tiilien säilytymistä. Rakennusvirheistä johtuvat ongelmat aiheuttavat vaakasuuntaisia rakoja saumoihin laastin kutistuman takia. Pitkä aikaisen kosteuden aiheuttamat vauriot voidaan tunnistaa muurin pinnalla olevista valumajäljistä sekä runkoaineen erottumisesta hiekkamaiseksi. Rapautuminen voi aiheuttaa vakavia ongelmia syvemmällä muurissa jolloin voi esiintyä pullistumia ja sortumia. Pullistumat johtuvat yleensä vaakaroutimisesta, jolloin muurin pintakuori on irronnut muurin ytimestä tai pullistuman alapuolisen perustus tai muurirakenteen pettämisestä. Pullistunut muuri aiheuttaa vakavan sortumariskin, joten muuriin on suoritettava lisätutkimuksia mahdollisimman nopeasti. (Valumuurien korjausohje 1995:14.)

### 3.3.5 Restaurointilaastit

Restaurointi laasteja valitessa tulee muistaa, että satoja vuosia säilynyt alkuperäinen laasti on ollut laadullisesti ensiluokkaista ja aikojen kuluessa karbonatisoitumis ilmiö on vahvistanut rakennetta entisestään. Vanhoja laasteja on mahdotonta kopioida täydellisesti, sillä uuden ja vanhan laastin ominaisuudet eroavat suuresti toisistaan. (Konow 2006:76.)

Laastin koostumus voidaan analysoida kemiallisten kokeiden avulla. Analyysistä saatujen tietojen avulla voidaan tehdä alkuperäistä jäljittelevä laasti. Vanhaa laastia ei voi luoda täydellisesti uudelleen sillä laasti ja sen ainesosat ovat uusia. Iän tuomaa vahvuutta ei voida luoda tieteellisin keinoin. (Konow 2006:76.)

Korjauslaastin tulee olla helposti poistettavissa siten ettei, alkuperäinen laasti tai rakenne pääse vahingoittumaan. Lisäksi sen tulisi vanheta samaan tahtiin alkuperäisen rakenteen kanssa. Korjauslaastin pääasiallinen tarkoitus on tukea vaurioitunutta rakennetta ja estää vaurion leviäminen, joten pelkkä alkuperäisen laastin jäljittely ei ole asian mukaista. Korjauslaasti ei saa olla liian tiivistä eikä liian kovaa, sillä paikkauksesta voi helposti tulla liian tiivis ja vaikeuttaa näin rakenteen kosteusteknistä toimivuutta. (Konow 2006:76.) Hyvän restaurointitavan mukaisesti rakennetta ei pidä muuttaa, ellei se säilymisen kannalta ole välttämätöntä.

Rakennetta restauroidessa tulisi pitäytyä alkuperäisen kaltaisissa materiaaleissa, sillä nykyaikaiset materiaalit eivät välttämättä toimi vaan aiheuttavat haittaa restaurointikohteelle. Hydraulinen kalkkilaasti ja kalkki-sementtilaasti ovat turvallisia restaurointilaasti vaihtoehtoja. ( Lehtola, Perälä 2012:17.)

### 3.4 Valumuurirakenteen vaurioituminen

Valumuurirakenteissa esiintyy, joko mekaanisen rasituksen tai rapautumisen aiheuttamia vaurioita. Mekaanista rasitetta aiheutuu rakenteessa olevan veden liikkeistä, jäätymis-, sulamisilmiöstä, kasvillisuuden sekä epätasaisen maanpaineen aiheuttamasta rasituksesta. Rapautumista ilmenee pää-asiansa saumoissa, joka on valumuurirakenteen haurain osa. Rapautumisen syy voi olla huonosti tehdyssä laastissa tai kosteuden ja kasvillisuuden aiheuttamasta rasitteesta. (Valumuurien korjausohje 1995:14.)

Valumuurirakenteessa esiintyy pieniä sää- ja rasitusvaurioita sekä koko rakennetta uhkaavia vaurioita. Vakavinta vaaraa rakenteelle aiheutuu muurin perustusten heikkenemisestä tai sydänosan rapautumisesta, jolloin sydänosa ei enää tue ulkokuorta eikä sido sitä itseensä. Vaarana on rakenteen romahtaminen tai sortuminen. (Valumuurien korjausohje 1995:14.)

Ihmiset ovat omalta osaltaan aiheuttaneet vaurioita rakenteelle. Vanha valumuurirakenne on voinut kärsiä pommituksista, tulipaloista tai rakentamisen aiheuttamasta tärinästä ja pohjaveden vaihteluista. Hylätyt rakenteet ovat aikojen saatossa rapautuneet lämpötilojen vaihtelun, veden ja kasvillisuuden aiheuttamien vaurioiden seurauksena (Valumuurien korjausohje 1995:14.)

#### 3.4.1 Perustusten mekaaniset vauriot

Muurissa esiintyvät suuret pystysuuntaiset halkeamat ja kallistuminen aiheutuvat useimmiten maakerroksen painumisesta tai perusmuuria tukevien puurakenteiden lahoamisesta. Perusmaan kosteus vaikuttaa molemmissa tapauksissa merkittävästi perustusten kestävyYTEEN ja kuntoon. Erityisesti rakenteille aiheuttavat rasitusta paksut savikerrokset, joiden yläpinnasta puuttuu vettä läpäisemätön kerros. Tällaisessa tilanteessa vesi lammikoituu muurin juurelle aiheuttaen merkittävää kosteusrasitetta erityisesti puurakenteille. Perustusten vaurioituminen etenee hyvin nopeasti olosuhteiden muuttuessa epäsuotuisiksi, esimerkiksi pohjavedenpinnan äkillinen lasku tuhoaa va-

lumuurin hirsiarinan muutamassa vuodessa. Vaurioiden etenemisen arvioiminen on kuitenkin äärimmäisen vaikeaa arvioida ilman vuosia kestävää seurantaa. (Valumuuri- en korjausohje 1995:14.)

### 3.4.2 Muurin mekaaniset vauriot

Muureihin rasiuksia aiheuttavat pääasiassa kaivantojen, täyttöjen ja sortumien aiheuttama epätasainen maanpaine. Nämä rasitteet aiheuttavat muureihin kallistumia ja suuria halkeamia. Vaurioitunut kate- tai vesieristyskerros päästää sadeveden lävitseen muurin sisään, mikä aiheuttaa puurakenteiden lahoa sekä sulamis- ja jäätymisilmiöstä johtuvaa vaurioitumista. (Valumuurien korjausohje 1995:14.)

### 3.4.3 Rapautuminen

Rapautuminen on prosessi, jossa fysikaaliset voimat ja/ tai kemialliset reaktiot murentavat kiviainesta. Lämpötilanvaihtelut, vesi ja siihen liuenneet aineet, ovat merkittävimmät rapautumiseen vaikuttavat tekijät, mutta myös kasvit ja eläimet edistävät prosessia. Rapautumismuotoja ovat fysikaalinen, kemiallinen ja organogeeninen rapautuminen. (Mitä on rapautuminen 2013.)

Fysikaalinen rapautuminen jataan edelleen lämpö- ja pakkasrapautumiseen, jotka yhdessä aiheuttavat suurta rasitetta muurirakenteelle. Lämpörapautumisessa lämpötilojen vaihtelut aiheuttavat rakenteen pintaan jännitystiloja, jotka johtavat ajan myötä pintakerroksen lohkeiluun ja hilseilyyn. Pakkasrapautumisessa rakenteen halkeamiin jäänyt vesi laajenee ja aiheuttaa huokosten laajenemista sekä ajan myötä murtumia. Veden mukana rakenteeseen päätyneet suolakiteet aiheuttavat samankaltaisia vaurioita kuin jäätyvä vesi. (Mitä on rapautuminen 2013.)

Kemiallisessa rapautumisessa vesi, johon on liennut erilaisia aineita, tunkeutuu rakenteeseen. Kemialliset reaktiot muuttavat kiven tai laastin kemiallista koostumusta, jolloin rakenne haurastuu. (Mitä on rapautuminen 2013.)

Organogeeninen rapautuminen on yhdistelmä fysikaalista- ja kemiallista rapautumista. Kasvien juuret rapauttavat rakennetta fysikaalisesti ja juurihapot kemiallisesti. (Mitä on rapautuminen 2013.)

Rapautuminen uhkaa pääasiassa valumuurien laasti- tiili ja kalkkirakenteita. Teknisesti huonosti poltetut tiilet ja huonosti valmistettu laasti voivat rapautua suotuisissakin

olosuhteissa hyvin nopeasti. Ympäristön kosteus ja lämpötila vaikuttavat aina rakenteen säilyvyyteen, sillä kuivassa ja tasalämpöisessä ilmastossa ei ole kosteudesta, jäätymisestä ja sulamisesta aiheutuvia rasitteita. Graniitti on kestävä ja kova materiaali, joten se ei rapaudu, ellei se altistu poikkeuksellisen kovalle kuumuudelle esimerkiksi tulipalon yhteydessä. Rapautumista kiihdyttävät rakenteeseen kulkeutuvat suolat, levät, sammalkasvusto sekä ympäristön aiheuttama rasitus. (Valumuurien korjausohje 1995:14 -15.)

#### 3.4.4 Vesi

Vesi voi aiheuttaa suurta tuhoa valumuurirakenteelle, joten kosteuden aiheuttamien vaurioiden hallinta, ehkäiseminen, seuraaminen ja korjaaminen ovat tärkeä osa muurin kunnossapitoa. Vesi imeytyy valumuuriin sen pinnan kautta tai kapilaarisesti maaperästä Vanhat valumuurirakenteet ovat tässä mielessä riskialttiita, sillä vaurioitunut saumarakenne sitoo moninkertaisen määrän kosteutta ehjään rakenteeseen nähden. Tämä aiheuttaa sen, ettei rakenne pääse kuivumaan. Kosteassa rakenteessa ilmenee rapautumista, lohkeilua sekä kasvillisuuden lisääntymistä. Kosteus ei kuitenkaan aiheuta suurta haittaa rakenteelle mikäli sillä on edellytykset kuivua ojien, rakenteeseen sijoitettujen avonaisten saumojen tai ytimeen ulottuvien ilmankiertoaukkojen kautta. (Valumuurien korjausohje 1995:16.)

Muuriin tunkeutunut vesi on aina haitallista rakenteelle ja vaurioittaa sitä, siksi veden tulisi pystyä haihtumaan pois rakenteesta. Eroosiota aiheutuu virtaavan veden kuluttaessa saumojen laastin sideaineen pois jättäen jälkeensä hiekkaa ja onkaloita. (Valumuurien korjausohje 1995:16.)

Erityisen suurta vahinkoa aiheutuu, kun muuriin jääneen kosteuden jäätyessä. Rakenteen koloihin ja rakoihin kerääntynyt kosteus laajenee suurentaen samalla koloa tai railoa entisestään. Pystysuuntainen jään laajeneminen ei aiheuta niin vakavaa vahinkoa kuin vaakasuuntainen, sillä usein laajeneminen pääsee tapahtumaan vapaasti. Vaakasuuntainen laajeneminen aiheuttaa painetta suoraan ympäröivään rakennusaineeseen työntäen aineosia irti toisistaan. Ajan myötä syntynyt kolo suurenee sulamisjäätymisilmiön seurauksena, kunnes rakenne rikkoutuu. Rikkoutuminen saattaa aiheuttaa rakenteeseen ylimääräisen vedenpoisto aukon, mikä saattaa hetkellisesti hidastaa rakenteen vaurioitumista. Ajan kuluessa vedenpoistoaukko umpeutuu irtonaisen aineksen kertymisen tai aukon romahtamisen takia, jolloin syntyy entistä vakavampi vaakaroutimisen kehitysvaihe. Valumuurissa tapahtuva vaakaroutuminen tapahtuu

yleensä kuori- ja sydänosan välisessä saumassa. Läpilimitetyssä rakenteessa routavaurio alkaa ulomman kiven takaa ja etenee kohti muurin sydän osaa. Vaakaroutimisen aiheuttamat vahingot ilmenevät yleensä keväisin, kun jäätynyt vesi ei enää tue rakennetta. Routimisen aiheuttamat vahingot ilmenevät yleensä kuoriosasta irronneina kiviinä tai joissain tapauksissa kokonainen muurin osa saattaa sortua. (Valumuurien korjausohje 1995:16.)

Maaperän kosteustasapainon järkkäminen voi aiheuttaa valumuurirakenteen painumista. Painuminen on usein epätasaista, jolloin muurin pintaan ilmestyy pitkiä pystysuuntaisia ja vinoja halkeamia. Yksittäiset murtuneet rakennuskivet voivat myös kertoa epätasaisesta kuormituksesta, sillä ne voivat katketa suuren kuormituksen alla. Veden rakenteelle aiheuttamat vauriot voivat aiheuttaa valumuurin kallistumista. Valumuurin kallistumisen aiheuttaa yleisimmin maaperän painuminen tai perustusrakenteiden vaurioituminen. Varsinkin puurakenteiset perustukset ovat herkkiä kosteudelle, sillä lahoaminen voi tapahtua hyvin nopeasti. Toispuoleinen maanpaine voi kiihdyttää kallistumisprosessia. Kallistumisesta aiheutuneet vauriot voidaan tunnistaa halkeamista ja muodonmuutoksista, jossa halkeamat laajenevat kallistumissuuntaan kohti mentäessä. Kallistuman etenemisen tarkkailu on pitkä-aikainen prosessi, mikä toteutetaan tarkkailemalla muuriin sijoitettuja kiitopisteitä. (Valumuurien korjausohje 1995:16.)

### 3.4.5 Kasvillisuus

Kasvit viihtyvät usein virheellisesti korjatuissa tai vaurioituneissa saumoissa, missä ne saavat riittävästi kosteutta, valoa ja mahdollisuuden kiinnittyä juurillaan rakenteeseen. Kivimuurissa viihtyvät erityisesti puut, pensaat ja ruohovartistet kasvit, jotka työntävät juurensa rakenteeseen kovertaen samalla onkaloita, missä kosteus pääsee tunkeutumaan muurin pintakivetyksen taakse ja rapauttamaan muuria sisältäpäin. Sammalet edesauttavat rapautumista liuottamalla laastin kalkkia juurihapoillaan. (Valumuurien korjausohje 1995:16.)

Puiden ja kasvien juuret aiheuttavat kasvaessaan vakavia mekaanisia vaurioita niin perustuksille kuin muuripinnoillekin. Hajajuuristen puiden juuret leviävät samalle etäisyydelle puun lehvästön kanssa. Juuret voivat siirtää kiviä, kammata rakenteita irti toisistaan sekä aiheuttaa sortumia. Lehvästö voi puolestaan vaikuttaa huomattavasti ympäristön kosteustasapainoon varjostamalla muuria ja haitaten näin kosteuden haihtumista. Muurin ympäristön rehevöityminen kiihtyy ajamittaan, kun maatuvista lehdistä

syntyvä humuskerros vaikeuttaa rakenteen kuivumista ja tarjoaa kasvupaikan uusille kasveille. (Valumuurien korjausohje 1995:16.)

Muurissa esiintyvä sammal tai leväkasvusto kertoo muuriin normaalia suuremmasta kapilaarisesta kosteudesta. Kasvillisuuden esiintymisen perusteella voidaan päätellä mistä vesi pääsee muuriin sisälle. Vaakasauman sammaloituminen osoittaa tason, jolla muurin sisäinen kosteus tunkeutuu ulkopintaan. (Valumuurien korjausohje 1995:17.)



Kuva 7. Muurin rakosesta tunkeutunutta koivua ei voida poistaa, sillä se tukee rakennuskiviä.



Kuva 8. Muuri ja sen ympäristö on rehevöitynyt.(Retkipaikka 2013)

### 3.5 Vaurioiden kartoitus

Ennen restauroitavan rakenteen korjaustoimenpiteiden suunnittelua, tulee selvittää vaurioitumisen syyt ja niiden etenemisnopeus. Restaurointi toimenpiteiden suunnittelua varten on äärimmäisen tärkeää erotella suuret ja pienet riskitekijät toisistaan, jotta rakenteelle pystyttäisiin räätälöimään oikeanlainen restaurointi suunnitelma. Erityisen uhan valumuuri rakenteelle aiheuttavat muurin perustusten tai sen sydänosan heikkeneminen, jolloin koko rakenne on vaarassa sortua tai luhistua. Pieniä muotovirheitä ei todennäköisesti tarvitse korjata, mutta niiden etenemistä tulee seurata. Vanhojen valumuurien tilan kartoituksessa tulee ottaa huomioon myös ihmisten aiheuttamat rasitteet. (Valumuurien korjausohje 1995:18.)

Turvallisin tapa tutkia vanhoja valumuuri rakenteita on tehdä kuntoarvio, jolloin rakenteita ei tarvitse purkaa eikä rikkoa tulosten saamiseksi. Kuntoarvio tehdään tarkastelemalla pintapuolisia muutoksia rakenteessa kuten murtumia, halkeamia sekä kallistumia.



### 3.6 Korjaaminen

Valumuurirakenteiden korjaustoimenpiteitä suunniteltaessa tulee aina muistaa, että suurin osa niistä on suojeltu muinaismuistolain nojalla. Tämän takia korjaustoimenpiteet vaativat erityistä suunnitelmallisuutta, huolellisuutta ja asiantuntemusta, jotta arvokas rakenne pystyttäisiin säilyttämään mahdollisimman vähäisin muutoksin. Pahoin vaurioituneen rakenteen korjausta suunniteltaessa, joudutaan arvioimaan korjaustoimenpiteen kannattavuus ja eettisyys. Rakenne voi olla niin huonossa kunnossa, että korjaaminen heikentäisi sen historiallista arvoa, jolloin tulee toimenpiteen tarpeellisuus miettiä tarkkaan. Lähdetessä pohtimaan sopivia korjausvaihtoehtoja tulee muistaa, että päällepäin hyväkuntoinen muuri voi osoittautua hyvin huonokuntoiseksi ja epävakaaksi. Korjaustoimiin tulee ryhtyä ennen sortumien ilmenemistä. (Valumuurien korjausohje 1995:19.)

Valumuurirakenteen tai sen osan uudelleen rakentaminen tai siihen rinnastettavat toimenpiteet voidaan luokitella osaksi restauroivaa toimenpidettä, mikäli säilytettävän kohteen kulttuurihistoriallinen arvo sitä vaatii. Hanke tulee räätälöidä suunnittelun ja toteutuksen osalta kohteen asettamien vaatimusten mukaiseksi, siten ettei sen alkuperäinen luonne tai tarkoitus muutu. (Restaurointi 2013)

Syvätäytössä muurin pinnasta irrotetaan kiilakiviä ja niiden paikalle muodostuneista aukoista irtonainen laasti poistetaan ilmapuhalluksella. Erittäin huonokuntoisen muurin, pintakivilademat tuetaan puu- tai metallikiiloilla ennen puhallusta. Muurin sisäinen ilmankierto varmistetaan jättämällä täytön yhteydessä reikiä noin yksi kappale neliometriä kohden. Ilmankierto toteutetaan sijoittamalla halkaisijaltaan 35 - 50mm pähviputkia muurin ytimestä ulkopintaan ennen laastitäyttöä tai jättämällä pystysaumoja avonaisiksi. Putkia käytettäessä tulee varmistaa, että ne kallistuvat 20 astetta alas ja ulos rakenteesta. Tämä varmistaa sen, etteivät ilmankieroon tarkoitettut onkalot täyty vedellä ja aiheuta näin kosteushaittoja. Laastitäyttö suoritetaan isommissa kohteissa laastipumpulla, mutta pienemmissä kohteissa voidaan käyttää sullomistekniikkaa tai käsikäyttöistä puristinta. Kiilakivet asetellaan saumoihin muuripinnan suuntaisesti laastin ollessa vielä tuoretta. Käytettävien kiilakivien asettelun ja tiheyden on täytettävä muurin asettamat ulkonäölliset vaatimukset. (Valumuurien korjausohje 95:29.)

Muurin tyylistä ja vaatimuksista riippuen on laastin pumppaus lopetettava ennen, kuin laasti tulee saumojen kautta näkyviin. Mikäli muurin pintaan halutaan saumaus, pumppausta jatketaan siten että, laasti pursuu kivien välistä. Ylipursuneelle massalle

suoritetaan välittömästi saumaus, jotta lopputuloksesta saataisiin siisti. Laastin näkyessä muuripinnassa, sen tulee olla värjättyä kauniin lopputuloksen saamiseksi. (Valumuurien korjausohje 95:29.)

Mikäli muuria tulee pullistumien takia purkaa, purettavien osien reunat vahvistetaan syvätäyttämällä sortumien välttämiseksi. Puretun muurin uudelleen rakentamisessa tulee kiinnittää huomiota muurin kokonais-ilmeen säilyttämiseen. Muuri tulee valokuvata, mikäli siinä esiintyy erikokoisia muotoon leikattuja – tai tekstillä varustettuja kiviä. Erityiset kivet tulee numeroida ja niiden aseman määrittämiseksi tulee niihin merkitä pysty- ja vaakasuorat linjat. (Valumuurien korjausohje 95:29.)

Korjaustoimenpiteiden yhteydessä varmistetaan salaojitusten toimivuus ja niitä lisätään tarvittaviin kohtiin. Rakenteen hallittu kuivuminen ja veden liikkuminen rakenteessa ja sen läheisyydessä on tärkeää rakenteen kunnan ja tulevaisuuden kannalta. (Valumuurien korjausohje 1995:29.)

### 3.6.1 Injektointi

Injektoinnista käytetään nimitystä halkeama- tai saumakorjaus ja se soveltuu käytettäväksi pienille alueille. Oikeanlaisen laastin valinta on äärimmäisen tärkeää, sillä rakenteen kannalta on turvallisempaa valita heikko, mutta säänkestävä laasti jotta lopputuloksesta tulisi hengittävä. Lopputuloksena tulisi syntyä hengittävä ja kestävä saumarakenne. Injektoinnin riskinä on liian tiiviin sauman muodostuminen, jolloin kosteuden haihtuminen rakenteesta estyy. Rakenteeseen saattaa myös syntyä onteloita, joihin kosteus ja vesi kerääntyvät. Injektointi ei ole kestävin mahdollinen ratkaisu, joten on syytä varautua sauman uusimiseen ennen muuta rakennetta. (Valumuurien korjausohje 1995:34.)

### 3.6.2 Ejektointi

Ejektointi tarkoittaa rakenteen väliaikaista, pintaverhousta, joka voidaan poistaa tarpeen vaatiessa. Ejektoinnin tarkoitus on suojata rakennetta sään aiheuttamilta lisävaurioilta. Suunnitteluvaiheessa tulee kuitenkin ottaa huomioon, että suojavaippa tarjoaa vain nimellisen suojan eikä sitä voi käyttää vesieristeenä tai lopullisena korjausmenetelmänä. Ejektoinnissa käytettävän laastin tulee olla kosteuden ja säänkestävyydeltään tulee olla riittävä, jotta se kestäisi paikoillaan myös pidempiaikaisissa suojauskohteissa. Muurin suojauksen kannalta tärkeää on myös varmistaa, että pintavedet on johdettu pois päin rakenteesta. (Valumuurien korjausohje 1995:34.)

## 4 KYMINLINNAN MAALINNOITUKSEN NYKYTILA

### 4.1 Suoritetut korjaustoimenpiteet

1800-luvun lopun ja 1900-luvun alun välisenä aikana Kymnlinna pääsi vaurioitumaan pahoin huollon puutteen vuoksi. Vuonna 1936 silloinen Muinaistieteellinen Toimikunta, eli nykyinen Museovirasto aloitti linnoituksen kunnostamisen. Hanke aloitettiin romahtaneesta koillisportista, mutta 1950- ja 1960 luvuilla Kymninnan maalinnoituksen korjaushanke jäi pysähdyksiin. (Leivo 2011:6.)



Kuva 10. Linnoituksen lounaisportti vuonna 1951 (Leivo 2011:7.)

1970- luvulla korjaushanketta laajennettiin koskemaan varsinaisia vallirakenteita, sillä niiden huono kunto aiheutti sivullisille vakavan turvallisuus uhan. Keskeisimmät linnoitusosat peruskorjattiin vuosina 1982 - 93, jolloin linnoituksen päämuurista korjattiin noin kolme viidesosaa ja etuvarustusten vastamuureista noin yksi neljäsosa. (Leivo 2011:7.)

Museovirasto käynnisti restaurointityöt uudelleen vuonna 2002, mikä jälkeen linnoituksen lounais- ja koillisportit sekä osa linnoituksen koillisesta ulkovarustuksesta on entisöity ja kunnostettu vastaamaan alkuperäistä rakennetta. Tämän lisäksi linnoitusalueen ja sen vallien kasvillisuutta on harvennettu muiden maisemointitöiden lisäksi. Viimeisimpänä aloitettu kunnostushanke on linnoituksen luoteispuolen päämuurin kunnostus. Linnoituksen ylläpidon ja maisemoinnin helpottamiseksi käytetään kesäisin lehmien ja lampaiden apua, mikä on luontainen tapa estää liiallista rehevöitymistä alueella. (Leivo 2011:7.)

## 4.2 Nykytila



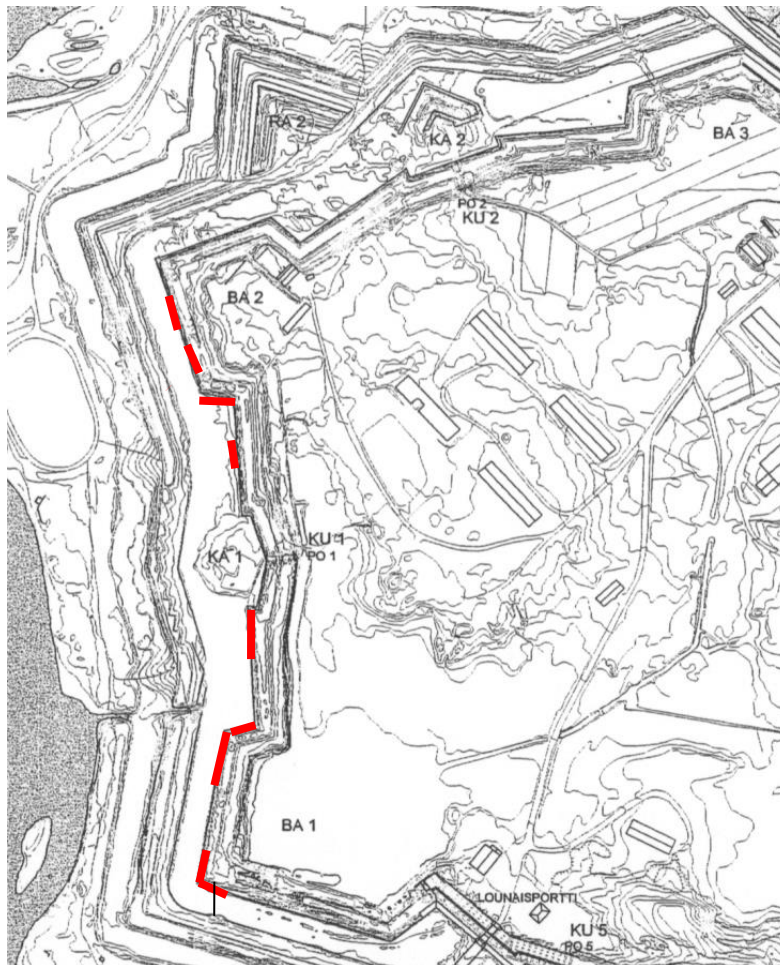
Kuva 9. Ilmakuva Kyminlinnan maalinnoituksesta. (Museoviraston Haminan toimipiste 2012.)

Kyminlinnan maalinnoituksen päämuurin nykytilan tarkastelu on tehty neljässä vaiheessa. Ensimmäiseksi tarkastellaan rakennetta silmämääräisesti, minkä jälkeen rakenteesta otetaan valokuvia. Valokuvien perusteella arvioidaan rakenteen tämänhetkinen kunto.

Kyminlinnan maalinnoituksen päämuurin noin 1000 m pitkä korjaamaton osa on huonossa kunnossa. Routa, vesi, kasvillisuus sekä vuosikymmeniä laiminlyödyt huolto- ja huoltomenpiteet ovat aiheuttaneet muuriin vakavia vaurioita. Vaurioiden syiden selvittä-

minen ei ole helppoa, sillä vanhassa rakenteessa vauriotekijät kiihdyttävät toistensa tuhoavia ominaisuuksia. Muurin tilan kartoittamisessa on tärkeää arvioida rakennetta kokonaisuutena, jolloin rakenteelle voidaan luoda paras mahdollinen entisöinti suunnitelma.

Sortumat ovat suurin päämuurissa esiintyvistä vaurioista. Sortumia tapahtuu, kun muurissa olevat vauriot ovat laajentuneet niin, ettei rakenne enää pysty kannattamaan ulkokuoren painoa. Yksi vauriotekijä voi romahduttaa rakenteen, mutta vuosisatoja vanhassa kunnostamattomassa rakenteessa vauriotekijöitä on enemmän. Vesi kasvillisuus ja routiminen ovat vahingoittavat rakennetta nopeasti. Korjaustoimenpiteisiin on ryhdyttävä välittömästi ja vaurioiden aiheuttaja tulee poistaa, sillä sortumat laajenevat nopeasti, koska rakenne ei enää toimi tarkoituksen mukaisesti. Päämuurissa suurimmat sortumat sijaitsevat bastionien yksi ja kaksi välillä.



Kuva 11. Karttaan on merkitty suurimmat päämuurissa sijaitsevat sortumakohdat.



Kuva 12. Päämuurissa on useissa kohdin pahoja sortumia. Tämä sortuma sijaitsee bastioni yhdessä.

Muurin juurelle lammikoitunut vesi on yksi suurimmista rakennetta uhkaavista tekijöistä. Vesi on patoutunut vallirakenteen ja päämuurin väliin koko korjaamattoman päämuurin osan matkalta. Keväällä tehdyn kartoituksen aikaan muurin ympäristö oli muuttunut lammeksi. Vesi virtaa voimakkaasti bastioni yhden suuntaan, mikä saattaa aiheuttaa sortumien keskittymisen bastionien yksi ja kaksi välille. Bastioni kolmessa vesi seisoo paikallaan tai liikkuu hitaasti, joten veden aiheuttama kulutus ei ole niin voimakasta. Päämuurin osat, jotka on rakennettu savi- kolle tai pehmeikölle kärsivät, kosteuden aiheutuneista vaurioista kalliolle rakennettu- ja osia enemmän. Savikerrostumat eivät läpäise vettä, joten sadevedet lammikoituvat muurin juurelle aiheuttaen laaja alaisia vaurioita kuten routimista, painumia ja kallistumia. Ongelmaa pahentavat alkuperäisten kuivatusjärjestelmien tukkeumat ja vauriot. Maankuivatus on tärkeää rakenteen ja alueen säilyttämisen kannalta.



Kuva 13. Bastioni kolmessa otetussa kuvassa näkyy lammikoitumisongelman laajuus.



Kuva 14. Bastioni yhdessä sijaitsevan muurin kyljessä on selvä pullistuma, joka voi olla seurausta routimisesta, veden aiheuttamista vaurioista tai tai muurin ytimen pettämisestä.

Kasvillisuudesta on aiheuttanut haittaa päämuurille juurien tunkeutuessa kivien väliin saumoihin irrottaen laastia ja kiilakiviä. Muurirakenteessa kasvaa pääasiassa sammalia, heiniä ja koivuja, jotka rasittavat rakennetta. Linnoitus aluetta on raivattu kasvillisuudesta, joten ympäristön tila on hyvä. Muurissa kasvavia koivuja on leikattu, mutta ne poistetaan kokonaan vasta restauroinnin yhteydessä. Rikkonaisessa muurirakenteessa olevat puunjuuret sekä hajottavat että tukevat rakennetta, joten niiden poisto voi aiheuttaa rakenteelle lisävaurioita.



Kuva 15. Muurin kyljessä kasvaa koivuja ja heiniä.

Päämuurin kuorimuurin laasti ja kiilakivet ovat pudonneet pois, jolloin rakennuskivien väleihin on syntynyt syviä railoja. Rakenne ei kestä kauaa pystyssä, koska mikään ei rakennuskiviä. Muurista irtoavat kivet aiheuttavaa vaaraa muurin lähistöllä liikkujille.





Kuva 16. Eroosio ja routiminen ovat irrottaneet kiilakivet ja laastin ainakin 20 - 50cm syvyyteen asti. Työmenetelmänä käytettiin fotogrammistia dokumentointia.

## 5 RESTAUROINTI JA KORJAUSSUUNNITELMA

### 5.1 Ympäristö ja kasvillisuus

Alueella vallitsevat ympäristön olosuhteet vaikuttavat merkittävästi valumuurin säilyvyyteen ja vaurioitumisprosesseihin. Restaurointi, huolto ja suojelutoimenpiteissä arvioidaan muuria ympäröivän alueen vaikutus muurin kunnossapitoon ja säilymiseen. Linnoitusalueen restauroinnin tarkoituksena on palauttaa alue alkuperäisen kaltaiseksi, kuitenkin ylikorjaamatta aluetta, sillä liiallinen ympäristön entisöinti voi pahimmillaan tuhota alueen identiteetin.

Kyminlinnan linnoituksen päämuuri on kärsinyt vakavista kasvillisuuden aiheuttamista vaurioista. Restauroinnin yhteydessä, muurirakenteessa ja sen ympäristössä kasvavat kasvit poistetaan, ellei niillä ole erityistä maisemallista, biologista tai antikvaarista arvoa. Kaikki ylimääräinen kasvusto kitketään ja toimenpide toistetaan säännöllisin väliajoin, jolloin uusien kasvien ilmeneminen hidastuu ja kasvupaikkojen muodostuminen loppuu. Toistuvat raivaukset estävät kasvien juurtumisen ja vaikeuttavat näin

lisääntymisprosessia. Restauroinnin jälkeen tehtävissä huolloissa, muurin pinnassa esiintyvä kasvillisuus voidaan poistaa käsin kitkemällä, harjaamalla tai ilmapuhalluksella. Puhdistamalla muuri säännöllisesti voidaan lykätä korjaustarvetta huomattavasti, sillä juurien ja humuksen poisto ehkäisee ongelmien syntymistä.

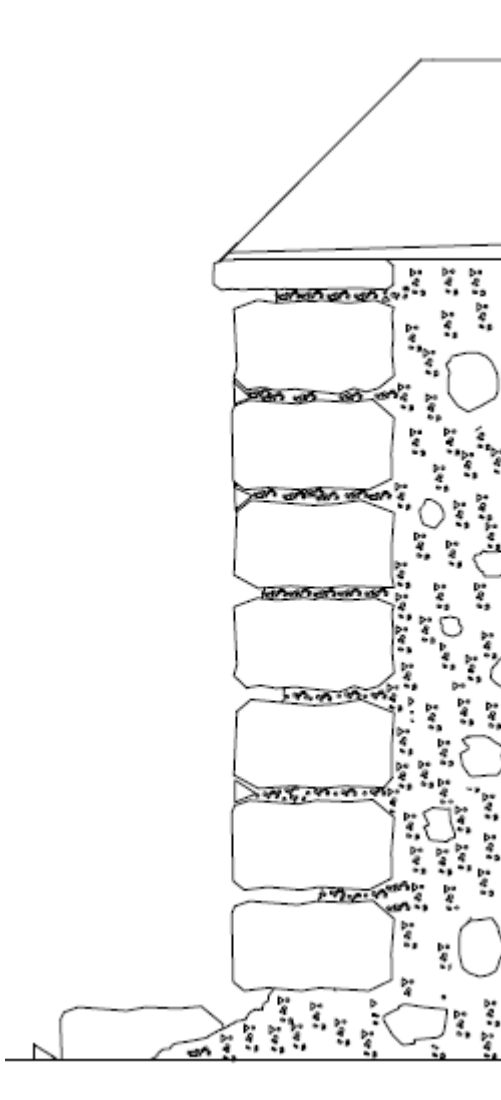
## 5.2 Maaperä

Kyminlinnan maalinnoituksen päämuurin on rakennettu avokalliolle, savikolle ja pehmeikölle. Maaperän vaihtelevien olosuhteiden ja sijainti Kymijoen suistoalueella tekevät alueen erittäin herkäksi maaperässä tapahtuville kosteuden muutoksille. Useissa kohdin päämuurin juurella, varsinkin bastioni kahden ja kolmen välillä vesi lammitoituu muurin juurelle, mikä aiheuttaa vakavan uhan koko rakenteelle. Muurissa näkyi halkeamia, jotka saattavat johtua maaperän vettymisestä aiheutuneesta painumisesta tai perustusten pettämisestä.

Ennen itse päämuurin korjaustoimenpiteisiin ryhtymistä maaperän olosuhteet tutkitaan ja tehdään tarvittavat toimenpiteet asianmukaisen perustan luomiseksi. Maaperän kosteudesta johtuvat ongelmat on hoidettava ympäristöä muokkaamalla, siten etteivät tehdyt muutokset vaikuta muurin toimintaan tai säilyvyyteen. Savinen maaperä ei läpäise vettä, joten valumuurin korjaustoimenpiteen yhteydessä varmistetaan veden pois pääsy rakenteen juurelta. Kuivatus voidaan toteuttaa maanpinnan kaatojen uudelleen muokkauksella, salaojituksella, maanvaihdolla tai ojituksilla. Kuivatustoimenpide valitaan maaperän koostumuksen ja kosteudesta aiheutuneiden haittojen mukaan, siten että lopputuloksesta tulee toimiva ja taloudellisesti kannattava. Maanpinta muotoutuu jatkuvasti luonnollisen maanpinnan kasvun ja rakennustoiminnan seurauksena, jolloin pintavesien valumasuunta muuttuu. Muurin korjaustoimenpiteen jälkeen jatkuva tarkkailu ja huolto säilyttää rakenteen ympäristöineen toimivana ja mahdollisiin ongelmiin pystytään puuttamaan ajoissa.

## 5.3 Muurirakenne

Kyminlinnan maalinnoituksen päämuuriin restauroimaton osa on hyvin huonossa kunnossa ja osia rakenteesta on sortunut. Sortumien ja pullistumien takin rakennetta pitää purkaa suuriltaosin. Korjatun muurirakenteen tulee erottua alkuperäisestä rakenteesta alkuperäisen muurin tunnistamiseksi.



Kuva 17. Muurin leikkauspiirustuksessa näkyy, miten laasti ja kiilakivet ovat irronneet rakenteesta.

### 5.3.1 Kivet

Valumuuria korjattaessa tulee pyrkiä käyttämään alkuperäisestä rakenteesta irronneita kiviä, jolloin rakenteen historiallinen arvo säilyy ja muurista saadaan alkuperäisen kaltaisen. Rakennus- ja kiilakivet tulee sijoitella rakenteeseen, siten, että kokonaisuudesta tulee tasalaatuinen ja alkuperäisen mukainen. Latomisvaiheessa muuripintaan ei saa jäädä kosteutta tai humusta kerääviä kielekkeitä tai harjanteita.

### 5.3.2 Laasti

Kyminlinnan maalinnoituksen päämuurin korjauksessa voidaan käyttää muuraussementtiä, joka on ominaisuuksiltaan valumuurirakenteelle sopiva. Korjauksessa käytetyn laastin tulee olla säänkestävää ja vahvaa, jotta se kestäisi ympäristön aiheuttamat rasitukset. Laastivaihtoehtoista valitaan pehmeä vaihtoehto, joka täyttää asetetut vaatimukset. Muurein eläessä kova laasti vaurioituu ja halkeilee nopeammin kuin pehmeä vaihtoehto.

Paras lopputulos saavutetaan käyttämällä muuraussementtiä, jonka sementin ja runkoaineen suhde on 1:2. Muuraussementti on hienoksi jauhetun sementin ja polttamattoman kalkkikiven seos, johon on lisätty erilaisia lisä aineita haluttujen ominaisuuksien aikaan saamiseksi. Kiviaineksen läpäisyprosentin 0,125 mm seulussa tulee olla 15 - 20 %. Tämä hienous saavutetaan lisäämällä 4mm muuraushiekkaan noin 30 % luonnonfilleriä. 2-komponenttinen laasti on helppo valmistaa paikan päällä ja näin virheiden mahdollisuus saadaan minimoitua. Laastin lujuutta on myös tarvittaessa helppo muuttaa, mutta seossuhteen tulee säilyä samana säänkestävyyden takaamiseksi. Veden annostelu katsotaan tapauskohtaisesti massan helpon työstettävyyden takaamiseksi. Laasti sekoitetaan betonimyllyssä, minkä jälkeen aktivointi tapahtuu lautasekoittajalla. Optimaaliseksi ilmamääräksi on ilmoitettu 5 - 8 %, mutta yli 10 % ilmamäärä vaikuttaa heikentävästi laastin ominaisuuksiin eikä sitä tule käyttää. Työstettävyyden takaamiseksi laastia on aika-ajoin sekoitettava ja lämpimällä ilmalla se tulee käyttää tunnin kuluessa valmistuksesta. (Valumuurien korjausohje 95: 28.)

### 5.4 Huolto

Kyminlinnan maalinnoituksen päämuurin säännöllinen huolto varmistaa korjatun rakenteen säilymisen ehjänä ja hyväkuntoisena. Varsinkin vanhat, korjatut valumuurirakenteet ovat alttiita vaurioiden uusiutumiselle, sillä korjatut osat eivät kestä aikaa ja ilmaston aiheuttamia rasituksia yhtä hyvin kuin alkuperäinen rakenne. Päämuurin korjaustyön ohella tulisi myös suunnitella huoltotoimenpiteiden toteutus, sillä huollon osalta laiminlyöty rakenne saattaa rapautua korjausta edeltävään tilaan hyvin nopeasti. Korjatun muurin heikkous johtuu happamiensateiden rakenteelle aiheuttamasta rasituksesta, mikä estää laastin karbonatisoitumisen yhtä kovaksi kuin alkuperäisessä rakenteessa.

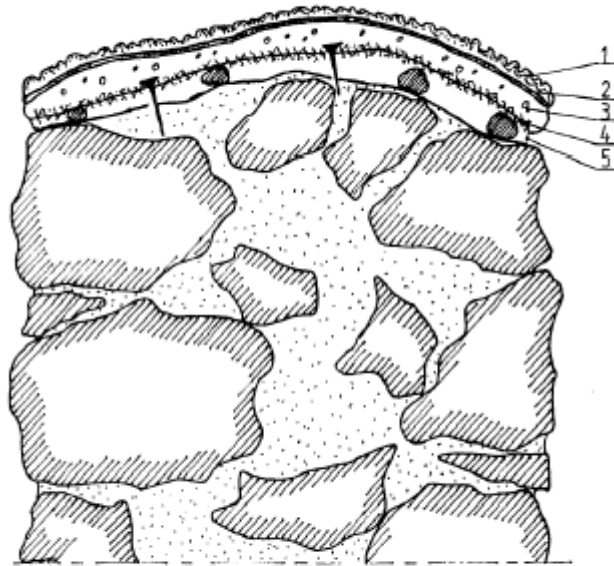
Kyminlinnan maalinnoituksen päämuurin huoltoa suunniteltaessa rakenne tulee ottaa huomioon kokonaisuutena, mikä käsittää vallirakenteen, muuri rakenteen sekä ympäristön huollon. Muurirakenne ympäristöineen on kokonaisuus, joten yhdenkin huollon osa alueen laiminlyönti aiheuttaa vakavaa haittaa rakenteen muille osa-alueille. Päämuuri on osa historiaa ja ainutlaatuisena rakenteena sille määritellään yksilölliset huoltoratkaisut, jotka määräytyvät muurin luonteen, säilyttämistavoitteiden sekä ympäristön olosuhteiden mukaan. Muurin huoltaminen on suhteellisen vaivatonta, kunhan tarpeelliset toimenpiteet suoritetaan säännöllisin väliajoin. Huollon säännöllisyys vähentää korjaustarvetta ja ehkäisee uusien ongelmien syntymistä.

#### 5.4.1 Vallirakenne

Kyminlinnan maalinnoituksen päämuuria suojaavan rakenne eli valli tulee korjata tai huoltaa korjauksen yhteydessä. Vallirakenne toimii muurin harjan vesierityksenä estäen kosteuden imeytymisen rakenteeseen. Vesieristys koostuu laastista, savesta, maavallista tai nykyaikaisista materiaaleista. Päämuurin korjaustoimenpiteiden yhteydessä vallirakenteen vesieristys tulee tarkastaa halkeamien, aukkojen ja repeämien varalta. Eristeen tehtävä on ohjata vesi pois päin muurista, joten eristeen lisäksi on tarkistettava maaperän kallistusten suunta. Mikäli muurin päällä käytetty eriste on laastia tai savea, tulee kiinnittää huomiota eristyksen eheyteen ja toimivuuteen. Pinnan tulee olla tasainen ja kaatojen tulee olla riittävät ja oikeaan suuntaan. (Valumuurien korjausohje 95:20.)

Vallirakenne voidaan korjata käyttämällä ristikkoa ja siirtonurmea. Alun perin käytettyä turveladontaa käytetään pääasiassa vallin reuna-alueilla. Siirtonurmen käyttö vaatii varovaisuutta, sillä se rikkoutuu helposti. Rikkoutuessaan vesi pääsee tihkumaan vallista muurin sisäosiin aiheuttaen vakavaa tuhoa koko rakenteelle. (Valumuurien korjausohje 95:20.)

Vallin eristyskerros vaatii säännöllistä huoltoa, etteivät kasvien juuret pääse rikkoamaan muurin vallirakennetta. Korjaustyön ohessa tehdyssä huoltosuunnitelmassa tulee varmistaa tarkkailun ja huollon säännöllisyys. Säännöllinen huolto varmistaa, ettei vallin muoto pääse pientä pyöristymistä lukuun ottamatta muuttumaan vuosien saatossa. Huollon tarkoituksena on varmistaa vallin säilyminen muodossaan, jolloin muurin vallirakenteen alkuperäinen ilme ja tarkoitus säilyvät. Suojarakenteiden kunto tulee tarkastaa aina huoltojen yhteydessä. (Valumuurien korjausohje 95:20.)



Kuva 18. Muurinharjan eristys. 1. Sirotekerros, 2. vesieristys, 3. Säänkestävä betoni, 4. Muottiverkko, 5. Tuuletusrako (Valumuurien korjausohje 19 95:5)

## 5.5 Työturvallisuus

Työturvallisuus on olennainen osa hyvän rakennustavan mukaista käytäntöä, jolla taataan, niin sivullisten kuin työntekijöidenkin turvallisuus. Työturvavälineistä Kymminlinnan maalinnoituksen restaurointityömaalla pakollisia ovat työturvakengät, kypärät, kuulosuojaimet, huomioliivit sekä turvalasit. Ammattilaisen tulee valvoa suojainten asianmukaista käyttöä ja laatia työtehtävään soveltuva työturvallisuusohje.

### 5.5.1 Räjähteet

Kymminlinnan maalinnoituksen alueella saattaa olla räjähtämättömiä ammuksia, sotien tai vuoden 1978 ammusvaraston räjähdyksestä. Ennen maanmuokkaustöihin ryhtymistä tulee riskitekijöistä keskustella asiantuntijoiden kanssa, jotka voivat suorittaa tutkin-  
taa alueella ja tarvittaessa eliminoida löydetyt räjähteet.

### 5.5.2 Putoavat kivet

Monessa kohdassa päämuuria tulee kiinnittää huomiota rakenteessa oleviin irtonaisiin kiviin. Osa kivistä on liukunut pitkälle ulos rakenteesta, jolloin putoavat kivet aiheuttavat todellisen vaaran. Lähdetessä restauroimaan rakennetta jokaisella tulee olla asianmukaiset suojavälineet ja rakenteen aiheuttamista riskitekijöistä tulee tiedottaa ennen työhön ryhtymistä.

### 5.5.3 Putoaminen

Kyminlinnan maalinnoitus on noin 4 m korkea rakenne, joten putoaminen voi aiheuttaa vakavia vammoja. Työtehtävästä riippuen valjaiden ja kaiteiden käyttäminen on pakollista. Purkutoimenpiteitä suoritettaessa kaluston tulee olla tarkoitukseen sopivaa, ja työntekijöillä tulee olla selkeät ammattilaisen laatimat työ-ohjeet. Asiaan kuuluvien turvavälineiden käyttö on aina pakollista.

## 6 TIILIMUURIKOEILUN SEURANTA

### 6.1 Tiilimuurauksoe

Tiilimuurauksoeilu suoritettiin 1.7.–29.8.2008. Työn suoritti Marja Valtonen Seinäjoen ammattikorkeakoulusta ja työn ohjaajana toimi Eija Naakka Museoviraston Hamminan toimipisteestä. Tarkoitukseni on arvioida millaisia vaurioita Valtosen restauroimaan tiilimuriin on tapahtunut viidessä vuodessa.

#### 6.1.1 Suorituspaikka ja materiaalit

Muuraus laastien ja -tiilien kenttäkoe tehtiin Kyminlinnan maalinnoituksen bastioni kahdessa sijaitsevaa rintamuurin osaan. Koerakenteessa käytettiin kolmea tiililaatua ja neljää laastilaatua, joita on käytetty aiemmissa Kyminlinnan restaurointi- ja korjaustöissä. Eri koemateriaaleilla tehdyt osuudet ovat noin 1,5 metriä pitkiä. Kenttäkokeen toteuttamiseksi olemassa olevaa muuria purettiin ja purettujen varvien tilalle muurattiin koerakenteet. (Valtonen 2008:3.)



Kuva 19. Tiilimuurauskokeen paikka on pahoin rehevöitynyt (Valtonen 2008:3)

Rintamuurin yhdestätoista varvista viisi alinta varvia olivat ehjät. Kuusi ylintä vaurioitunutta varvia purettiin ja niiden tilalle muurattiin koerakenteet. Rintamuurin paksuus oli  $2\frac{1}{2}$  kiveä ja perustana toimi 20 cm ulkoreunasta ulkoneva luonnonkiviperustus. Perustussyvyyttä ei tiedetä. Muurin pohjan oikaisemiseksi osa tiilistä oli muurattu syrjälleen. Limitystyyppi oli vendiläinen, minkä tunnistaa julkisivuun muodostuneesta ristikuviosta. Kuvio ei kuitenkaan ollut säännöllinen, sillä, limitystä oli siirretty esimerkiksi sidetiiltä kapeammilla paloilla. (Valtonen 2008: 4 - 6.)





Kuva 20. Puhdistetun rintamuurin yläosa on pahoin vaurioitunut. (Valtonen 2008:9.)

### 6.1.2 Muuraus

Muurattavan alueen reunoille asennettiin nurkkalaudat, jotka lyötiin maahan. Koemuurauksessa käytettyjen tiilien kokoeroista johtuen saumat suunniteltiin eripaksuisiksi. Ruukin tiilistä tehty osio muurattiin 12 mm:n saumalla ja hormitiiliosio 15 mm:n saumalla. Nurkkalaudan merkit tehtiin 12 mm sauman mukaan, hormitiiliosio muurattiin jättämällä tiilen yläpinnan ja linjalangan väliin 3mm tyhjää tilaa. (Valtonen 2008:17.)

Muuraaminen tehtiin koerakennekerroksittain, joten kenttäkoe muodostui neljästä eri osiosta. Jokainen osio muurattiin määrättyllä laastilla ja tiilellä, siten että osiot olisivat kiinni toisissaan pystysauman avulla. Osiot eivät limity keskenään, joten jokainen saumakohta vahvistettiin 7 mm:n harjaterässitein. Harjateräspareja on lähes joka toisessa varvissa eli 2 - 3 harjateräsparia kuutta varvia kohden. Tiililimitys pysyi samana, kuin alkuperäisessä rakenteessa. (Valtonen 2008:17.)

Muuraaminen suoritettiin neljässä osiossa alkaen puretun alueen pohjoispäästä. Ensimmäinen osio muurattiin käyttämällä bastioni 2 rintamuurin puhdistettuja purkutiiliä ja KS 70/30 -laastia. Osion pituus on noin 1,85 m ja toteutukseen kului 13 säkkiä laastia ja tiiliä noin 210 kappaletta. (Valtonen 2008:17.)

Toinen osio tehtiin käyttämällä M100/600-laastia ja ruukin tiiliä. Koemuuraukokeen osiot erottava pystysauma tehtiin M100/600-laastilla. Osion pituus on noin 2,4m ja toteutukseen kului noin 17 sakkia laastia ja 260 tiiltä. (Valtonen 2008:18.)

Kolmas osio tehtiin käyttämällä KS50/50-laastia ja hormitiiliä. Osiot erottava pystysauma tehtiin KS50/50-laastilla. Osion pituus on noin 1,65 m ja toteutukseen kului noin 11 sakkia laastia, tiilienmäärää ei tiedetä. (Valtonen 2008:18.)

Viimeinen osio tehtiin käyttämällä KS90/10(K100)-laastia, sekä poterni 2:n ja koillisportin purkutiiliä. Osion julkisivu on muurattu poterni 2:n tiilillä, muurin sisä- ja takaosa koillisportin purkutiilillä; koillisportin purkutiilet olivat huomattavasti paksumpia. Tämän ja edellisen osion välinen pystysauma tehtiin KS 90/10-laastilla. Osion pituus on noin 1,80 m ja toteutukseen kului laastia 12 sakkia laastia sekä 205 kappaletta tiiliä. (Valtonen 2008:18.)

### 6.1.3 Saumat

Saumoja avattiin vaihtelevasti yksi tai kuusi senttiä siten, että keskimääräiseksi avaus-syvyudeksi tuli noin neljä senttimetriä. Sauma avattiin niin syvälle, että vastaan tuli kova pinta, joka oli kiinni rakenteessa. Saumaus tehtiin varveittain ylhäältä alas. Saumaamiseen käytettiin KS 70/30-laastia, jota käytettiin noin 1½ sakkia. Puhdistetut saumat kostutettiin kastelusudilla ja kuivatettiin siten, että sauma ja tiili olivat imeneet kosteuden itseensä. Saumaus tehtiin käsin käyttäen apuna vaakasaumarautaa ja rikkalapiota. Saumoja kostutettiin työn edetessä varmistaen samalla, etteivät valmiit saumaukset kuivuneet liian nopeasti. Rintamuurin alimpiin varveihin jäi näkymään osia alkuperäisistä saumoista. (Valtonen 2008: 21–22.)

### 6.1.4 Muurin päällinen ja lopputyöt

Muurin päällinen tasoitettiin KS 50/50 – laastilla, jonka jälkeen päällisen takareunaan tehtiin samasta laastista noin 2 cm:n korkuinen reunus. Reunuksen päälle tehtiin vesikaadot, jotta vesi valuisi muurin etuosaan. Päällisen kaatoihin käytettiin KS 50/50 – laastia. Päällinen vesieristettiin Bentoniitilla, jonka jälkeen muuri päällystettiin maakerroksella. (Valtonen 2008:24.)



Kuva 21. Valmis muuri.

## 6.2 Tiilimuurin nykytila



Kuva 22. Kuvassa näkyy tiilimuurikokeen kunto vuonna 2013.

Ensimmäinen muuruskokeen osio, joka oli valmistettu bastioni 2 rintamuurin puhdistetuista purkutiilistä ja KS 70/30-laastista oli säilynyt hyväkuntoisena. Vertaamalla vastavalmistuneesta muurista otettuja kuvia muurin nykytilaan en havainnut muutoksia muurauksen tai saumauksen kunnossa. Vanhojen purkutiilien käyttö rintamuurin entisöinnissä on kannattavaa niin historialliselta kuin tekniseltäkin kannalta, sillä vanhat ehjät tiilet ovat kestäviä ja taidokkaasti valmistettuja.



Kuva 23. Muurauskokeen ensimmäinen osio on hyvässä kunnossa.

Toinen osio, johon käytettiin M100/600-laastia ja ruukin tiiliä, on hyvässä kunnossa. Saumaus on ehjä, mutta osasta tiiliä on lohjennut palasia. Tietoa siitä, ovatko käytetyt tiilet olleet alun perin virheettömiä, ei ole saatavilla. Tiilet ovat voineet lohkeilla sulamis-jäätymisilmiön tai tiilen valmistuksessa tapahtuneen virheen seurauksena.



Kuva 24. Ruukintiilistä valmistettu muuri

Kolmas osio tehtiin käyttämällä KS50/50 laastia ja hormitiiliä. Tiilimuuri on säilynyt erittäin hyväkuntoisena. Laasti on säilynyt moitteettomana, mutta tiilien pinnalla näkyvät valkoiset jäljet voivat olla merkkejä kosteudesta tai suoloista. Kolmas osio on säilynyt ensimmäisen osion ohella parhaiten, joten tämä tiili-laastiyhdistelmä on hyvä vaihtoehto, mikäli muuria päätetään entisöidä suuremmalta alueelta.



Kuva 25. KS50/50- laastilla tehty koemuuraus on säilynyt uuden veroisena lukuun ottamatta tiilien pinnalla olevaa valkoista kerrostumaa.

Viimeisessä osiossa käytettiin KS90/10(K100)-laastia, sekä poterni 2 :n ja koillisportin purkutiiliä. Osion julkisivu on muurattu poterni 2:n tiilillä, muurin sisä- ja takaosa koillisportin purkutiilillä. Kalkkilaasti ei ole säilynyt hyvin. Halkeamat ja lohkeamat viittaavat siihen, ettei kyseinen laasti kestä sulamisen ja jäätyksen aiheuttamaa rapautumista. Virheet laastin valmistusmenetelmässä tai seossuhteessa ovat voineet vaikuttaa lopputulokseen, mutta varmaa tietoa asiasta ei ole saatavilla. Osiossa käytetyt purkutiilet ovat säilyneet muuttumattomina, mikä kertoo tiilien korkeasta laadusta.



Kuva 26. KS90/10(K100)-kalkkilaasti vaurioitui pahoin viiden vuoden aikana.

Bastioni kahdessa sijaitseva rintamuuri on peittynyt kasvillisuuteen ja vaurioitunut pahoin. Restaurointi toimenpiteet tulisi aloittaa välittömästi, sillä tiilet rapautuvat joutuessaan maan alle eikä niitä voida enää käyttää uudelleen rakennuksessa. Kymminlinna tulee kunnostaa ja huoltaa kokonaisuutena, eikä keskittyä ainoastaan suurimpiin ja näyttävimpiin rakenteisiin.



Kuva 27. Kunnostamaton rintamuurin osa on vaurioitunut pahoin.

## 7 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää Kymminlinnan maalinnoituksen päämuurin nykyinen kunto sekä laatia restaurointisuunnitelma. Työn tuloksena saatiin tietoa muurirakenteen kunnosta ja korjausmenetelmistä, jota Museovirasto voi käyttää muurirakenteen korjaushankkeen suunnittelussa. Tulokset osoittavat päämuurin korjaamattoman osan olevan huonossa kunnossa, joten korjaustoimenpiteisiin on ryhdyttävä välittömästi. Ilman korjaustoimenpiteitä vaurioituminen jatkuu vaarantaen päämuurin korjaamattoman osan ja rintamuurin säilymisen. Rintamuriin tehdyssä tiilimuuriko-keilun seurannassa selvitettiin muurin restaurointiin parhaiten soveltuvat tiili- ja laasti-laadut. Ilman restaurointia alkuperäinen rintamuuri hautautuu kasvillisuuteen ja tuhoutuu.

Kyminlinnan päämuurin kunnosta ja korjaustekniikoista oli saatavilla runsaasti tietoa ja dokumentteja, koska linnoitukseen on aiemmin tehty korjaus- ja entisöintitoimenpiteitä. Olemassa olevat dokumentit eivät kuitenkaan tarjonneet yksityiskohtaista tietoa rakenteiden nykyisestä kunnosta ja tarvittavista korjausmenetelmistä, joten syvensin olemassa olevia tietoja havaintojeni pohjalta. Päämuurissa esiintyvät vauriot eivät johdu vain yhdestä tekijästä. Aikojen saatossa kaikki rakennetta vaurioittavat tekijät ovat vahvistaneet toistensa tuhoavia ominaisuuksia, joten kaikki työssäni käsittelemät riskitekijät tulisi ottaa huomioon korjaustöiden suunnittelussa. Työn ohella otettujen valokuvien avulla voidaan seurata rakenteessa tapahtuvien muutosten etenemistä, vertailemalla niitä aiemmin otettuihin valokuviin. Valokuvia voidaan hyödyntää myös päämuuriin tehdyn korjaustoimenpiteen jälkeen, mikä mahdollistaa vanhan ja uuden rakenteen vertailun.

Historiaselvityksen tarkoituksena on muistuttaa, miksi linnoitus on alun perin rakennettu. 1700-luvulla rakennettu linnoitus on osa Suomen ja Kymenlaakson historiaa ja se kertoo ajasta jota, ei saada enää takaisin.

Kyminlinna on muinaismuistolain nojalla suojeltu kohde, joka säilyttäminen vaatii välittömiä restaurointi- ja kunnostustoimenpiteitä. Raunioita restauroidessa tulee muistaa, että historiallisia linnoituksia ole mahdollista rakentaa nykyaikaisin keinoin. Ikä ja historia tuovat linnoitukselle sen arvon. Kunnostettu kohde vaatii jatkuvaa huoltoa ja seurantaa, jotta ilmenevät vauriot voidaan korjata heti niiden ilmettyä. Hyvin hoidettuna linnoitusalueita voidaan käyttää virkistys- ja matkailualueena.

## LÄHTEET

Ahola, A. 2011. Ruotsinsalmen linnoituksen ruutikellarien nro 82 ja 83 raunioiden historia- ja kunnostusselvitys. Saatavissa: <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201105066438>. [Viitattu 16.3.2013]

Amadeus, Sulkavan monivärinen gneissi 2013. Saatavissa: [http://finstone.fi/kivet/amadeus\\_palin\\_granit](http://finstone.fi/kivet/amadeus_palin_granit). [Viitattu 29.3.2013]

Eagle Red, Kotkan punainen graniitti 2013. Saatavissa: [http://finstone.fi/kivet/eagle\\_red\\_palin\\_granit](http://finstone.fi/kivet/eagle_red_palin_granit). [Viitattu 19.3.2013]

Graniitit 2013. Saatavissa: <http://finstone.fi/geologia/graniitit.php>. [Viitattu 20.3.2013]

Jones, A 2006. Kivet. Helsinki: WSOY

Kivien synty 2013 Saatavissa: <http://www.graniittikeskus.fi/fi/kivitetoa/42-kivien-synty>

Kotkan linnoitusten korjaus- ja restaurointityöt 1989. Rakennushistorian osastoraportti 1/1989. Helsinki: Museovirasto.

Leivo, T. 2011. Kyminlinnan historiaa. Suomen Sotahistoriallinen Seura. Saatavissa: <http://www.sshs.fi/sshs+arkisto/esitelmat/> [Viitattu 10.4.2013]

Linnat, linnoitukset ja muu sotahistoria 2013. Saatavissa: [http://www.nba.fi/fi/kulttuuriymparisto/arkeologinen\\_perinto/historiallisen\\_ajan\\_perinto/linnat\\_ja\\_linnoitukset](http://www.nba.fi/fi/kulttuuriymparisto/arkeologinen_perinto/historiallisen_ajan_perinto/linnat_ja_linnoitukset). [Viitattu 1.3.2013]

Luonnonkiven materiaalitieto 2013. Saatavissa: [http://www.finstone.fi/suunnittelu/luonnonkiven\\_materiaalitieto.php](http://www.finstone.fi/suunnittelu/luonnonkiven_materiaalitieto.php). [Viitattu 20.3.2013]

Mitä on rapautuminen 2013. Saatavissa: <http://www.kookas.fi/articles/read/7356>. [Viitattu 30.3.2013]

Naakka, N. Linnoitussanastoa. Hamina: Museovirasto.



Perälä, S. & Lehtola, J. 2012 Historialliset kivirakenteet Saatavissa:  
<http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201205107459>. [Viitattu 28.3.2013]

Restaurointi 2013. Saatavissa:  
<http://www.nba.fi/fi/kulttuuriymparisto/rakennusperinto/restaurointi>. [Viitattu 28.3.2013]

Selonen, O. 2006. Tekninen tiedote nro 2 Suomalaiset luonnonkivimateriaalit. Helsinki: Kiviteollisuusliitto ry.

Sulin, D. Insinööritoimisto Sulin. Puhelinhaastattelu 11.4.2013 klo12.50. Kotka.

Työkohteita. Kyminlinna ja Ruotsinsalmen merilinnoitus 2011. Hamina: Museovirasto.

Valtonen, M. 2008. muurauslaastin ja -tiilien kenttäkokeen koerakenteiden toteuttaminen, bastioni 2 rintamuuri, Kyminlinna. Hamina: Museovirasto.

Valumuurien korjausohje 1995. Helsinki: Museovirasto. Rakennushistorian osasto.

Virkkunen, M. Partanen, S. 1994. Suomen kivet. Helsinki: Suomen matkailuliitto.

**Ampuma-ala**

Maastoalue, jota asemassa oleva osasto tai yksittäinen ampuja voi tulellaan hallita

**Ampuma-aukko**

Puolustus muurissa oleva aukko, josta voi ampua tykillä tai kiväärillä.

**Ampumalovi (tykkilovi)**

Maavallin poikki leikattu kattamaton syvennys, joka avulla vallin päällä oleva tykkiasema saatiin alemmaksi ja tykin miehistö siten paremmin suojatuksi.

**Ampumarako**

Muurissa oleva, alle 10cm leveä ja 20-200cm korkea aukko kiväärimiehille, joiden tehtävä oli vastata vallihautojen yms. lähipuolustuksesta.

**Ampumataso**

Rintasuojan takana sijaitseva , vallikäytävästä tavallisesti maarakenteisena korotettu taso kiväärimiehiä varten. Rintamuurin tai maavallin suojaama tykkitaso. Ampumataso voi olla joko kokonaan maarakenteinen tai sijaita kasemattoidun varustuksen päällä. Toisinaan rintavarustuksen taakse rakennettiin myös korotusosa ns. jalkamiehen taso kiväärimiehiä varten.

**Bastioni**

Bastioni on bastionilinnoituksen rakenteellinen perusyksikkö. Säännön mukainen bastioni on takaa avoin viisikulmio, joka työntyy vallihautaan. Bastionin pitkiä kärjessä eli bastionikulmassa yhtyviä sivuja kutsutaan siiviksi ja lyhyempiä, kurtiinivallin puoleisia sivuja kyljiksi. Bastionin sisälle jäävällä alueella, bastionipihalla sijaitsee tavallisesti ruutikellari. Bastionin muoto mahdollisti tulituksen useaan suuntaan, myös pitkän vallihautaa, siten että jokainen bastioni voi tulituksellaan tukea viereisiä linnoituksen osia. Kaponeeri järjestelmään perustuvissa linnoituksissa bastionin merkitys sivusta tulen antajana väheni ja niiden kyljet rakennettiin melko lyhyiksi.

**Bastioni kulma**

Bastionikulma, bastionin kärkikulma eli bastioni siipien keskenään muodostama kulma, jonka suuruudesta riippuu bastionin kyky kestää tulitusta.

**Bastioni: kylki**

Bastionin lyhyet sivut, jotka yhdistävät bastionin sivut kurtiinivalliin.

**Bastioni: olkakulma**

Bastionin siiven ja kyljen välinen kulma

**Bastioni: selkä**

Viisisivuisen bastionin taain sisäsivu, joka tavallisesti on avoin.

**Bastioni: siipi**

Bastionin kaksi pitkää sivua, jotka yhtyvät bastionin kärjessä.

**Bastionilinja**

Useiden bastionirintamien sarja

**Bastionipiha**

Bastionin sisälle jäävä kenttä, joka voi olla avoin tai rakennettu.

**Bastionirintama**

Puolustuslinja, joka on rakennettu siten, että sen eri osat pystyvät tukemaan toisiaan tulituksella. Bastionirintamaan kuuluu bastionin oikea puolikas, kurtiini ja viereisen bastionin vasen puolikas. Jokainen bastioni sisältyy siis kahteen bastioni rintamaan. Molemmat bastionin puolikkaat voivat pitää edessä olevaa maastoa ristitulessa.

**Embrassyri**

Ampuma- aukko

**Eskarppi**

Päävallin puolustusmuuri, eskarppimuuri, vallihaudan sisempi seinämä. Myös pystysuora kallioleikkaus, joka aikaan saatiin vallihaudan louhinnan yhteydessä bastionirintaman muurien perustajaksi.

**Esplanadi**

Linnoituksen ympärillä oleva esteetön ampuma-alue

**Galleria**

Puolustusgalleria, kiväärigalleria. Varustuksen pituussuuntaan sijoitettu kasematti, jonka toisessa pitkässä seinässä on ampumarakoja vallihautaan tai bastionin pihaan tunkeutuneen vihollisen tulittamiseksi.

**Kaponieeri (kaponnieeri)**

Pieni umpeen rakennettu varustus, joka on tarkoitettu vallihaudan tai puolustuslinjan lähipuolustukseen. Kaponieeri on joko erillinen tai yhdistetty suurempaan varustukseen. Se on tavallisesti kasematoitu ja siinä voi olla ampumataso. Kaponieeri oli itsenäinen puolustusyksikkö.

**Kasematti**

Holvattu pommin kestävä bastionin tai kaponieerin tila, joka on tarkoitettu lähipuolustusta palvelevan tykin sijoituspaikaksi.

**Kontreskarppi**

Muuri, joka on ulkovarustusten rajana linnoituksen suuntaan ja samalla vallihaudan ulkoreuna.

**Korvake**

Bastioniin osa, jonka suojaan asetettiin syrjätulta pitkin vallihautaan ampuva ase.

**Kruunulinna**

Eteen työnnetty varustus, johon kuuluu kurttiinien yhdistäminä keskellä bastioni ja sen kummallakin puolella puolibastioni.

**Kurtiini**

Välivalli tai muuri, joka yhdistää kaksi bastionia. Kurtiini voi olla joko yksinkertainen muuri tai kasematoitu rakennus. Linnoitusportti on tavallisesti kurttiinissa. Taitettu kurttiini koostuu kahdesta keskenään kulman muodostavasta osasta. Kurtiini voi olla myös taitettu sisäänvedolla kaponierin kohdalta.

**Linnake**

Itsenäinen linnoitus tai erillinen linnoituksen osa

**Linnoitus**

Linnoitus on puolustusta varten erityisin laittein ja rakentein varustettu maa-alue.

**Linnoitusalue**

Linnoitusalue on osa ympäröivää maastoa, jolla omistus ja etenkin rakentamisoikeudet ovat erikoisten lakien ja rajoitusten alaiset. Lakien avulla varmistettiin, että hyvät taistelu ja tulitus mahdollisuudet.

**Linnoitusluiska**

Kivistä ja maasta rakennettu keinotekoinen luiska, joka muodostaa ulkovarustuksen vihollisen suuntaan käännetyn puolen.

**Lunetti**

Tavallisesta linnoituksen uloin tuliasema, joka rakennettiin suojaamaan raveliin ja bastionin välistä aukkoa.

**Muurilista**

Lista, joka sijaitsee muurin yläreunassa.

**Polygoni**

Tarkoittaa samaa, kuin bastioni rintama.

**Poterni**

Poterni on puolustusmuurissa sijaitseva pieni kulkuaukko.

**Puolibastioni**

Puolikas bastioni, johon kuuluu yksi siipi ja kulma sekä kärjestä alkava sivusta.

**Ramppi**

Rinne tai viettävä ajotie

**Raveliini**

Bastionijärjestelmässä käytetty takaa avoin ulkovarustus, jossa on kaksi teräväkulmaisesti toisiaan vastaan olevaa vallin kylkeä. Yhteistoiminnassa päävallin kanssa se antaa mahdollisuuden ristitulen keskittämiseen etumaastoon tai suojaa taaempaan olevaa päävallia tulella. Raveliini on sijoitettu kurtiinien eteen suojelemaan linnoitusporttia.

**Redutti**

5-6-kulmainen erillinen linnake, josta pystytään tulittamaan joka suuntaan. Redutissa on yleensä tilaa jalkaväelle, tykistölle sekä miehistön suojalaitteille.

**Rintavarustus**

Matala muuri, joka on päällystetty maavallilla tai pelkkä suorasärmiöksi muotoiltu maavalli. Rintavarustuksen tehtävänä on suojata ampumatason tykkimiehistöä suoralta tulitukselta. Ampumahaudan eteen sijoitettuna se oli yleensä matala ja suojasi ampujan yläruumista edestäpäin ammutuilta laukauksilta ja kranaatin sirpaleilta.

**Sarvilinna**

Ulkoneva varustus, joka koostuu kahdesta kurtiinien yhdistämästä puolibastionista.

**Siipi**

Bastionin siiviksi kutsutaan kahta pitkää sivua, jotka yhtyvät bastionin kärjessä.

**Ulkovarustus**

Linnoituksen päävallin edessä oleva rintama, johon toisinaan laskettiin kuuluvaksi myös vallihauta. Ulkovarustukseen kuuluu kontereskarppi eli vastavallin tukimuuri ja sen päällä oleva ampumataso sekä linnoitusluiska. Etuvarustukseen luetaan myös päävarustuksen ja vallihaudan etupuolella olevat erilliset raveliinit ja lunetit, joiden tehtävänä oli suojata päävallin heikoimpia osia sekä tuoda puolustukseen syvyyttä.

**Valli**

Linnoituslaitteen osa, joka tarkoituksena on antaa taisteluvälineille suojaa hyökkääjän tulta vastaan.

**Vallihauta**

Basionin edessä sijaitseva vaakasuora taso, joka on saatu aikaan louhimalla, kaivamalla ja täyttämällä. Sen tuli mieluiten olla luonnollista maanpintaa alempana. Vallihauta mahdollisesti tehokkaan lähipuolustuksen ulkovarustusten läpi murtautunutta vihollista vastaan.

**Vallikäytävä**

Puolustuslinjan rintasuojan takana sijaitseva tasanne, jolla sijaitisivat muun muassa tykistöasemat ja kiväärimiesten ampumatasanne. Vastaa ulkovarustusten katvietiä.

**Vartiorakennukset**

Vartiomiesten oleskelutilaksi varattu rakennus tai sen osa.

**Vartiokäytävä**

Kapea käytävä vallihaudan ulkopuolella.