

## **NIKU-rapport**

### **Middelalderruiner 2006, Delprosjekt 3, Murkroner: Bruk av leire og bentonitt**



Oronsay Priory, Skottland. Foto: Historic Scotland

**Annika Haugen og Ellen Hole, NIKU, Oslo, 30.11.06.**

# BRUK AV LEIRE OG BENTONITT

## INNHOOLD

- 1 **Bakgrunn og mål**
- 2 **Gjennomføring**
- 3 **Murkroner av bentonitt og gresstorv, Danmark**
  - 3.1 **Teknisk utforming**
  - 3.2 **Evaluering av metoden**
- 4 **Murkroner av leire og gresstorv, Skottland**
  - 4.1 **Teknisk utforming**
  - 4.2 **Evaluering av metoden**
- 5 **Murkroner av leire og gresstorv, Finland**
- 6 **Samlet vurdering og sammenligning av de to metodene**

## **1 Bakgrunn og mål**

Bakgrunnen for rapporten er et behov for å innhente kunnskap og evaluere erfaringer med to forskjellige metoder for å etablere toppdekke på murkroner på ruiner. Den ene metoden bygger på bruk av bentonitt og gresstorv og erfaringene er hentet fra Danmark. Den andre metoden bygger på bruk av leire og gresstorv og erfaringene er hentet fra Skottland.

## **2 Gjennomføring**

Arbeidet er gjennomført for det første ved litteratursøk<sup>1</sup> og søk på internett. For det andre har studiereiser med diskusjoner med fagansvarlige i Danmark<sup>2</sup> og Skottland<sup>3</sup> samt en befaring til Skien blitt gjennomført. I forbindelse med et seminar i Finland ble det også observert bruk av leire som toppdekke på Sveaborg, hvilket blir kort omtalt i denne rapporten.

---

<sup>1</sup> Kjeld Borch Vesth, Afdækning af ruinmure med Bentonit, København, 2005

<sup>2</sup> Jørgen Frandsen, Nationalmuseet, Danmark

<sup>3</sup> Michael Burgoyne og Chris McGregor, Historic-Scotland, Skottland

### 3 Murkroner av bentonitt og gresstorv, Danmark

I Danmark har man i noen års tid brukt bentonitt som toppdekke på murkroner på ruiner. I tillegg har man lagt partier med bentonitt i jorden hvor man ønsker å sikre vannavrenning bort fra ruiner eller bygninger. Bentonitt er et leirmineral som dannes gjennom omdanning av vulkansk aske. Kapillærsugingsevnen mellom de myke mineralene i bentonitten er stor og derfor kan bentonitt være absorberende og sveller da ved opptak av vann. Bentonitten kan suge helt opp til 40 x tørrvolum og tørker opp med en meget hard overflate. Normalt absorberer den 10-15 x volum. Når bentonitten opptar vann utvider den seg og lukker for videre vanngjennomtrengning, men når den er tørr er den diffusjonsåpen. Natriumbentonitt er et eksempel på svellende bentonitt. Bentonitt brukes ofte til vann- og fuktetting i bygg- og anleggskonstruksjoner.<sup>4</sup> Bentonitt selges som råstoff blant annet av NCC, Danmark<sup>5</sup>. Eksempel på norsk bentonitt-produsent er Norbar Minerals AS<sup>6</sup>.

#### 3.1 Teknisk utforming

Bentonitten som er blitt brukt på ruiner har vært i form av granulat, ikke i kombinasjon med papp i skiver eller liknende. Tørket granulat (0-2 mm.) er blitt blandet i tvangsblender med vann og grus (0-5 mm.) i forholdet 1:3. Hvis blandingen ikke er blitt helt sammenhengende har noe mer vann blitt satt til blandingen.

Etter at ruinens murverk er blitt reparert og sikret har bentonitt-grus-blanding blitt lagt på eller mellom steiner på murkronene i et lag med tykkelse 10-15 cm. Oppå dette har grov sand, småstein eller teglbiter blitt lagt for å lage feste for jord og gresstorv i midten. Dette laget har også fungert som et "tråkkelag" i de tilfeller gresstorven har blitt slitt bort. Bentonitten kan bli veldig glatt og laget med småstein, tegl og grus har gitt nødvendig friksjon. Jordlaget over tråkkelaget bør gjøres minst 5 cm. tykt. Tyngden av stein, jord og gresstorv danner et mottrykk som trengs når bentonitten blir våt og utvider seg. Mottrykket skal gjøres så stort som mulig for å få materialet til å bli så tett som mulig. Bentonitten sveller hvis det ikke legges tyngde oppå den. Ferdig-gress er altfor tynt og bør unngås. Torven legges i to lag; det underste med gresset nedover og det øverste omvendt. Gress og urter kan gro gjennom toppdekket uten at bentonitten blir skadet av det. Man må dog passe på at ikke større rotsystemer fester seg inn i selve murene. Gresstorv og urter skal være av god kvalitet, ikke altfor tykk og gjerne fra området rundt ruinen slik at det har lett for å gro på ruinens murkroner. Torven kan godt trekkes ut til kanten av murkronene slik at så mye vann som mulig enten blir sugd opp av torven eller har mulighet for å renne utover kanten. Bentonitten og torven bør legges på under oppholdsvær med "passe" relativ luftfuktighet. Med dette menes at det ikke bør være sol og heller ikke ekstremt tørt eller ekstremt fuktig. Det meste av vann under normal nedbør vil trekkes inn i gresstorven. Bentonitten kan egentlig legges på vinterstid, men gresstorven gror da veldig dårlig. Perioden 1. november til 1. april bør derfor unngås.

Toppdekke av bentonitt har blitt brukt på murkroner med alt fra veldig lav helling til forholdsvis bratt uten at man har fått problemer med å feste bentonitt-grus-blanding. Hvis flatene har vært helt vannrette har det blitt bygget opp en svak helling. Det har vist seg at det ikke er nødvendig å dekke hele murkronen. For eksempel kan naturstein stikke opp siden

<sup>4</sup> Det blir også brukt ved deponier for radioaktivt avfall, som bestanddel i støperisand, som filtrerings- og avfærgingsmiddel ved oljeraffinering, til avfetting av tekstiler og rensing av naturstein.

<sup>5</sup> <http://www.raastoffer.dk/ncc/raastoffer.dk>

<sup>6</sup> E-postadresse: [norbar@midf.com](mailto:norbar@midf.com)

bentonitten ekspanderer og tetter inn mot steinen. Eksempler på ruiner og bygninger der bentonitt er blitt brukt er Kalundborg, Antvorskov og Kronborg slott på Sjælland, Danmark, samt på Kapittelberget ruiner i Skien.



**Bilde 1.** Påføring av bentonitt-grus-blanding som toppdekke på murkroner.



**Bilde 2.** Kalundborg, Sjælland, Danmark. Arbeider gjennomføres i 2006. Foto: 2006

### 3.2 Evaluering av metoden

Metoden har blitt brukt siden 1988 i Danmark og man har meget positive erfaringer med den. Den har blitt brukt på mange ruiner og både på naturstein og murstein. Det danske klimaet utsetter den naturlig for et flertall frost-tinesykluser per år og det kan ikke konstateres noen økt nedbryting grunnet dette. Mulighetene for både å la gresstorv og urter vokse på murkronene og la en del stein stikke opp fra murkronene gir disse et meget naturlig utseende. Mulige ulemper kan for det første være at metoden ikke har blitt testet i meget hardt klima med mange kuldegrader i lenger perioder. Det må dog vurderes som usannsynlig at noe skjer med bentonitten siden det er et naturmateriale som har godt med luftporer i og rundt seg. For det andre finnes det ikke noen beskyttelse lengst ut mot kanten av murkronene og heller ikke noe "utstikk" som lar vann falle utenfor murlivet. Vann renner isteden langs murlivet og ned, noe som kan gi skader. Det kan dog være slik at mesteparten av vannet blir sugd opp av bentonitten og gresstorven i murkronene slik at belastningen på murlivet blir liten. En fordel med metoden er at toppdekket blir luftet når det er oppholdsvær og klimaet er forholdsvis tørt.

## 4 Murkroner av leire og gresstorv, Skottland

I Skottland har man i ca 10 år brukt leire som toppdekke på murkroner på 5 - 6 ruiner. Når leiren opptar vann utvider den seg og lukker for videre vanngjennomtrengning, men når den er tørr er den diffusjonsåpen.



Bilde 5. Eilean Mor, Skottland. Toppdekke med leire og torv. Foto: Historic Scotland.

### 4.1 Teknisk utforming

Leiren er blitt blandet med uvasket sand og grus omtrent i forholdet 2:1. Blandingsforholdet er blitt tilpasset type leire og tilslag. Hvis mulig har leiren vært fra lokalmiljøet rundt ruinen, men hovedsakelig blir leiren kjøpt inn eksternt. Leiren er av god kvalitet og ofte fra teglprodusenters råmateriale. Leiren har først blitt utsatt for en praktisk krympningstest for å kunne lage en vurdering av mengde tilslag. Mineralogien i tilslaget har ikke blitt tillagt



**Bilde 3.** Kalundborg, Sjælland, Danmark. Arbeider gjennomføres i 2006. Foto:2006



**Bilde 4.** Antvorskov, Sjælland, Danmark. Arbeider gjennomført i 1999-2000. Foto: 2006.

spesiell vekt, men kornformen er angulær for å få god vedheft. I den senere tid har leiren gjerne blitt armert med fibre fra lin-planter, der stilkene blir brukt.



**Bilde 6.** Blanding av leire, Skipness Castle, Skottland. Foto: Historic Scotland.

Etter at ruinens murverk er blitt reparert og sikret har leire - sand – grus - blandingen blitt lagt på eller mellom steiner på murkronene i et lag med tykkelse på ca 10 cm. Oppå dette har man lagt ett lag gresstorv. Torvbitene har blitt lagt med noe overlapp slik at det har lett for å gro tett på ruinens murkroner. Tykkelsen på torvlaget har vært opp til 10 cm. Dette gir et relativt tungt lag med torv, som bidrar til å holde leirelaget under på plass. Merk at det kun er snakk om to lag til sammen, ett med leire og ett med torv - det har ikke blitt lagt noe eget jordlag i mellom disse.

Gresstorven har vært av god kvalitet, med bra rotsystem. Man har prøvd å få tak i lokal torv fra området rundt ruinene, men dette har vist seg vanskelig, og stort sett må også torven kjøpes inn eksternt.

På toppen av torvlaget legger man gjerne en netting, som holder torven på plass. I dag brukes en type netting som er biologisk nedbrytbar. Tidligere ble det benyttet ikke-nedbrytbare nettinger, men de gir et skjæmmende estetisk uttrykk og man har gått bort fra det. Nettingen festes med trepinner til fugene nedenfor toppdekket. Når nettingen er oppløst regner man med at torvlaget har oppnådd god styrke og er stabilt. På denne måten gjør nettingen toppdekket mer robust mot mekaniske påvirkninger.



**Bilde 7.** Doune Mill, Skottland. Langs kantene på toppen skimtes nettingen, her av ikke-nedbrytbar type.  
Foto: Historic Scotland.

Toppdekke av leire har blitt brukt på murkroner med alt fra horisontale flater til middels helling. Hvis flatene har vært helt vannrette har det blitt murt opp en svak helling før leiren ble lagt på. Det har vist seg at det er vanskelig å dekke bratte hellinger med leirblanding. Mørtelen som har blitt brukt i murverkene til selve ruinene er i hovedsak ren kalkmørtel: Hvis det har vært helt nødvendig har man brukt den franske St.Astier-mørtelen, eller i enkelte tilfeller lokal hydraulisk kalkmørtel.

#### **4.2 Evaluering av metoden**

Man har meget positive erfaringer med metoden. Den har blitt brukt på relativt mange ruiner og både på naturstein og murstein. Det skotske klimaet utsetter den naturlig for et flertall frost-tinesykluser per år og det kan ikke konstateres en økt nedbryting grunnet dette. Arbeidet bør utføres i sommerhalvåret, men ved Doune Mill er resultatene gode til tross for at toppdekket ble lagt på i januar.

Det bør nevnes at i de fleste tilfellene der leire har blitt brukt som toppdekke i Skottland, er ruinene høyere enn her, slik at de er mindre utsatt for at folk klatrer på dem.

### **5 Murkroner av leire og gressstorv, Finland**

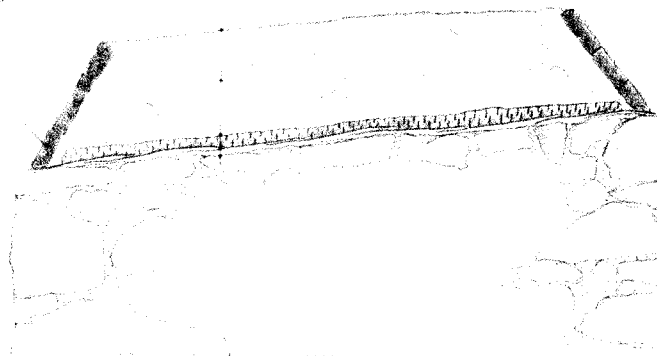
På Sveaborg utenfor Helsinki i Finland, legger de nå leire og torv som toppdekke på murkroner.

På toppen av den reparerte muren legges først et lag never, med innsiden opp. Muren kan ikke ha skarpe kanter noe sted, siden dette kan ødelegge laget med never. Oppå neveren legges et ca 5 cm tykt lag med leire. Det brukes ren blåleire, som ikke blandes ut med sand. Over leiren legges minst 30 cm jord, som så sås til med gressfrø. På hver side/kantene av toppen legges torv i biter, med godt overlapp. Denne torven er skåret ut fra omliggende gress på Sveaborg.



s k. torvtegel, som med spade skurits ut från Sveaborgs gråsmatta "torvtegel" får inte installeras i alltför brant vinkel. Vinkeln får vara högst 60°

- överst på ytan ska gräsfrön
- fyllnadsjord minst 30 cm
- ett lager tätt stampad lerjord högst 5 cm
- björknäver installerad så att näverns innersida är uppåt
- den reparerade murens ovre yta (där får inte finnas vassa ytor eftersom nävern då brister sönder)



Instruktioner gällande reparation av Gustavsvärds bastion Gyllenborgs (Sveaborg) murkrön

22.11.2006 Tuija Lind  
Sveaborgs förvaltningsnämnd

**Bilde 8.** Tegning av hvordan toppdekket bygges opp på Sveaborg i Finland. (Tegning: Tuija Lind, Sveaborgs forvaltningsnämnd).

Metoden er forholdsvis nylig tatt i bruk på Sveaborg, og det er for tidlig å si noe om resultatene av denne metoden sett over tid.

## 6 Samlet vurdering og sammenligning av de to metodene

Det er mange fordeler ved bruk av leire eller bentonitt som toppdekke, og også noen ulemper. Fordelene er:

- Naturlig utseende
- God frostbestandighet
- God lufting av toppdekket ved oppholdsvær og tørt klima
- Bruk av naturmaterialer

Av ulemper kan nevnes:

- Lite kunnskap om hvordan materialene reagerer ved svært lave temperaturer i lengre perioder
- Ingen beskyttelse lengst ut mot kanten av murkronene og ingen dryppnese

De to metodene fra Danmark og Skottland er relativt like og begge virker forholdsvis lett gjennomførbare. Eventuell bruk av lokale forekomster krever krympningstester fra gang til gang for å fastsette blandingsforhold mellom leire, grus og sand, mens bentonitt-metoden kan følge samme oppskrift hver gang. Bruk av bentonitt kan også tenkes å gi et mer stabilt resultat, siden det kan være vanskelig å forutsi for eksempel aldringsegenskapene til en lokal leire.

Som tidligere nevnt kan man ikke vite sikkert hvordan leire/bentonitt vil fungere i et klima med svært lave temperaturer vinterstid, men det er grunn til å anta at dette er uproblematisk siden leire og bentonitt er naturprodukter.

Det som nok kan være den største utfordringen ved bruk av leire eller bentonitt som toppdekke, er hvor robust laget er mot mekanisk slitasje. Metoden virker meget god på ruiner der topplaget ligger relativt beskyttet, men vil muligens være sårbar på ruiner som for eksempel blir mye besøkt.

Oslo, 30.11.06

Annika Haugen og Ellen Hole