

LYNGBY TAARBÆK KOMMUNE

NOVEMBER 2011

# TILSTANDSRAPPORT OG RENOVERINGSPLAN FORTUNFORTET



Revision **A**  
Dato **2011-11-10**  
Udarbejdet af **Jens Brandt**  
Kontrolleret af **BTA**  
Godkendt af **JBR**  
Beskrivelse **Tilstandsrapport og renoveringsplan Fortunfortet**

Ref. 9680107

# INDHOLDSFORTEGNELSE

1. Formål	s. 4
2. Fortunfortes historie	s. 4
3. Beskrivelse af fortets konstruktion	s. 5
4. Hittidige rapporter, planer og renoveringsarbejder	s. 8
5. Registrering	s. 8
5.1. Udvendige konstruktioner	s. 8
5.1.1. Facaden	s. 8
5.1.2. Forttaget	s. 9
5.1.3. Tagrender	s. 9
5.1.4. Støttemur	s. 10
5.2. Indvendige konstruktioner	s. 10
5.2.1. Bygningskonstruktioner	s. 10
5.2.2. Installationer	s. 11
5.2.3. Skodder, hovedport, døre	s. 11
6. Vurderinger	s. 11
6.1. Udvendige konstruktioner	s. 11
6.1.1. Facaden	s. 11
6.1.2. Forttaget	s. 12
6.1.3. Tagrender	s. 12
6.1.4. Støttemur	s. 12
6.2. Indvendige konstruktioner	s. 12
6.2.1. Bygningskonstruktioner	s. 12
6.2.2. Installationer	s. 12
6.2.3. Skodder, hovedport, døre	s. 13
7. Forslag til sikring af fortets konstruktioner	s. 13
8. Økonomi	s. 16
9. Byggetekniske ordforklaringer	s. 17

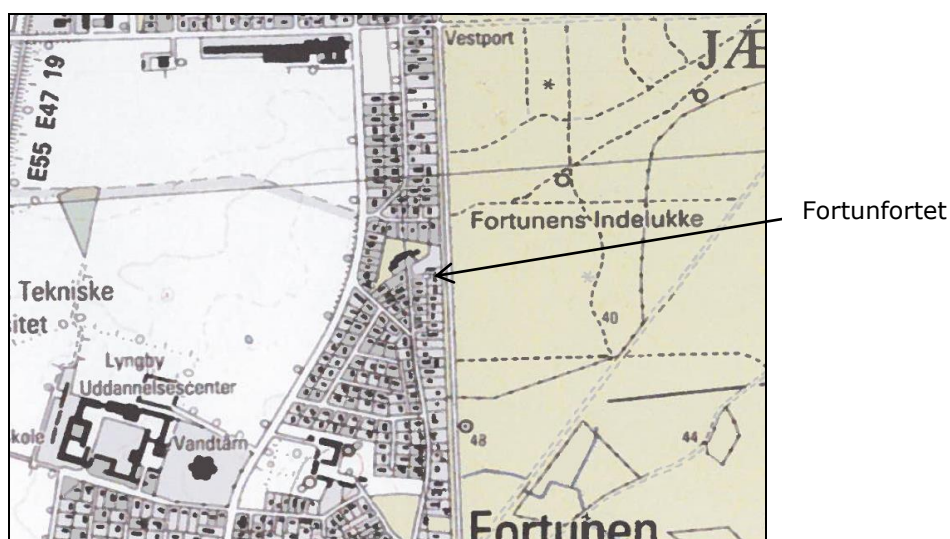
## 1. FORMÅL

Formålet med denne rapport er dels at registrere og beskrive Fortunfortets nuværende tilstand og dels at opstille forslag til vedligeholdelses- og renoveringsarbejder med henblik på at stoppe det nuværende forfald samt at forbedre fortets tilstand.

Forslagene til vedligeholdelses- og renoveringsarbejder indebærer at fortet kommer til at fremstå velvedligeholdt, dvs. ikke som "nyt", men som et bygningsværk der siden opførelsen, "løbende har været vedligeholdt". Alle arbejder forudsættes udført efter forudgående tilladelse fra Kulturarvstyrelsen.

## 2. FORTUNFORTETS HISTORIE

Fortunfortet ligger på Dyrehavegårdsvej 54/Fortunfortvej 16 mellem Hjortekærvej og Fortunens Indelukke i Dyrehaven i Lyngby-Taarbæk kommune. (Billede 1)



Billede 1 - Geografisk placering af Fortet

Fortunfortet er det mindste af landforterne i Københavns nyere Befæstning og blev placeret som det sidste i fortrækken mod Øresund. Fortet blev indviet den 20. december 1892 og blev nedlagt i 1920. Den samlede anlægssum udgjorde ca. 550.000 kr.

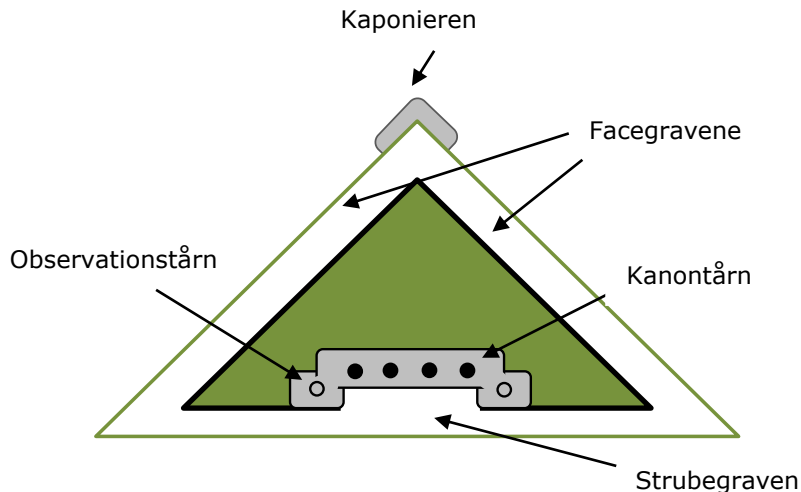
Fortunfortet var et nærkampfort dvs. indrettet til at bekæmpe fjenden på relativt tæt afstand og havde til formål at beskyde Mølleå-passagerne ved Brede og Ørholm, hele Lundtoftesletten, samt den vestlige del af Eremitagesletten.

Fortet har aldrig været i krig men var dog i forbindelse med sommerøvelser samt under 1. Verdenskrig bemanded med ca. 110 fæstningsartillerister. Fortet har haft egen vandforsyning, lagre, køkkenfaciliteter, retirader og fra 1. verdenskrig elforsyning fra egen generator i ny tilbygget maskinrum.

Efter fortets nedlæggelse i 1920erne overgik fortet til privat ejendom og var anvendt til forskellige formål, bl.a. som fyrværkerilager. De sidste ca. 50 år har fortet været Lyngby-Taarbæk Kommunes ejendom.

### 3. BESKRIVELSE AF FORTETS KONSTRUKTION

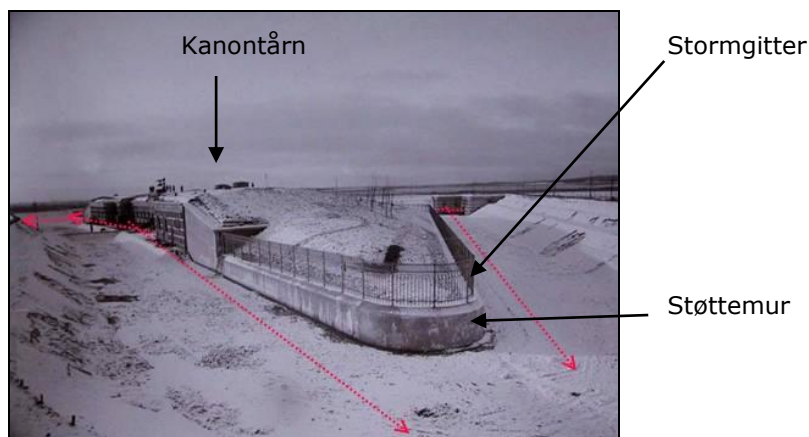
Fortunfortet er placeret strategisk godt. Fortet er ganske højt beliggende (kote 51), hvilket giver ildledelsen et godt overblik over operationsområdet og derudover er fortet bygget ind i bagsiden af en naturlig bakke, hvilket gør det vanskeligt for fjenden at se fortet samtidigt med at bakken også yder beskyttelse mod fjendens artilleri. (Billede 2 og 3)



Billede 2 - Schematisk oversigtstegning af fortlegemet.

Fortlegemet udgør en ligesidet retvinklet trekant med den rette vinkel i spidsen. De to korte sider har en længde på ca. 130 m, mens strubesiden er ca. 160 m, hvoraf ca. 100 m er det egentlige betonfort. (Billede 2)

Fortlegemet er omgivet af en ca. 1 m høj støttemur, som oprindeligt havde et smedjernsgitter (stormgitter) på toppen. (Billede 3) Støttemuren er endeligt omgivet af en såkaldt tør grav bestående af to facegrave samt en strubegrav. (Billede 2 og 3)



Billede 3 - Fortunfortet 1892. Røde pile viser skudretningen fra kanonerne til nærforsvar.

Toppen af fortlegemet er i dag delvist bevokset med træer og tjørn, men selve taget af betonfortet er uden jorddækning. Oprindeligt har panserkuplerne til de fire kanonforsvindstårne og de to observationstårne været synlige på forttaget. I dag er alle kanon- og observationstårne ribbet for

stål og støbejern, og brøndene fra tårnene er dækket af betonplader og markeret med ventilationshætter. På forttaget ses dog stadig 8 opragende støbejernsrør fra de oprindelige kakkelovne. (Billede 4)



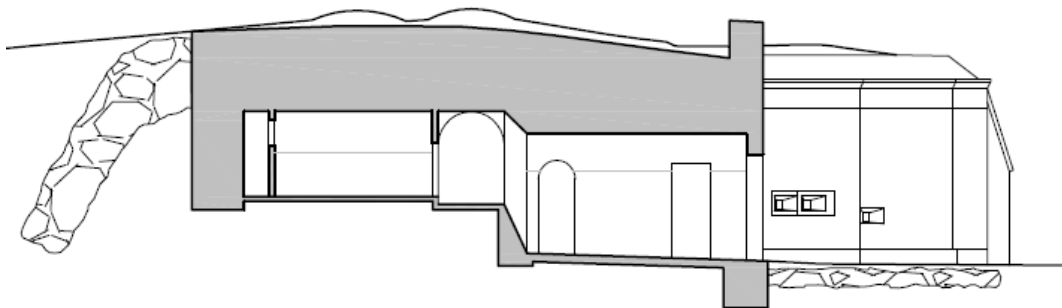
Skorsten fra kakkelovne

Ventilationshætte svarende et kanontårn

**Billede 4 - Forttaget 2010.**

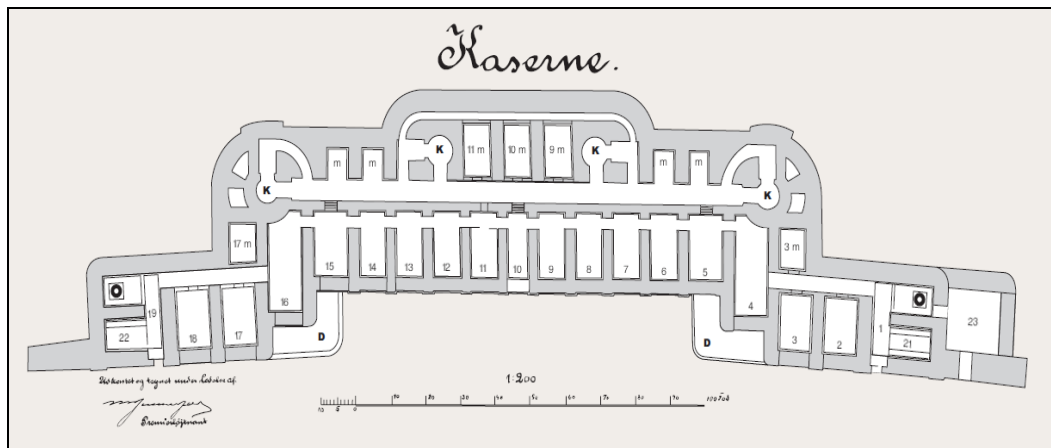
Fra tagkanten er der to indvendige "tagnedløb", hvorfra regnvand fra oversiden ledes ned til bassinerne (diamantgravene) foran skydeskårene. Disse bassiner er i dag fyldt op med grus og øverst et lag skærver. Der har oprindeligt været en opsamlende kloak i den tørre voldgrav, som har ledt spildevand og overfladevand væk fra området. (Billede 5 og 6). Voldanlæggets udvendige side (glaciet) er i dag bebygget med villaer. Haverne støder direkte op til fortets støttemur og de to korte sider(facegravene) af det trekantede voldanlæg fornemmes næsten ikke i dag.

Selve fortet er bygget i 1½ etage. I nederste dæk fandtes mandskabets sove- og opholdsrum, forråd, køkkener, kontor m.v. To rum placeret i de to indhak i fortets strube havde også operationelle formål og husede hver en kanon og to rekylgeværer til fortets nærforsvar. (Billede 3 og 5)



**Billede 5 - Tværsnit af Fortunfortet.**

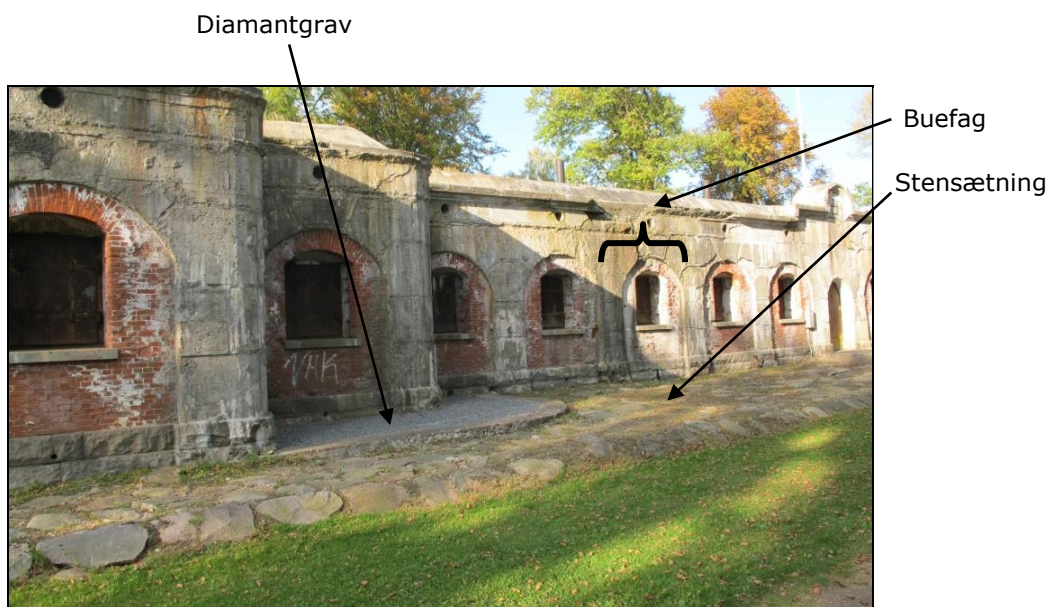
Derudover var der fra nederste dæk adgang til to observationstårne i hver sin side af fortet. Øverste dæk var det egentlige operationelle område, som husede de fire kanoner med tilhørende ammunition og depoter. I fortets spids ligger den såkaldte kaponiere (skytsbunker), som husede to kanoner og fire rekylgeværer til nærforsvar (Billede 2 og 3).



**Billede 6 - Indretning af Fortunfortet. K=kanon, D=Diamantgrave, O=Observationstårne.**

Fortunfortet er bygget af beton, som på daværende tidspunkt var et meget nyt materiale. Der er brugt flere tusind kubikmeter beton i de op til 2 m tykke vægge og hvælv.

Fortet er, bortset fra maskinrummet, som blev tilbygget i forbindelse med 1. Verdenskrig (rum 23), fuldstændig symmetrisk omkring hovedindgangsporten. Facaden af Fortunfortet er opdelt i flere smalle murede buer af ca. 3,6 m bredde, med et enkelt vindue og jernskodder. Bag jernskodderne findes i dag kun få intakte, originale trævinduer. Herudover er der i det lidt smallere midterfag en stor pladejernsport. De yderste sidefag har mindre pladejernsdøre i siderne og 4 små vinduer. I den nordøstlige ende findes et ekstra sidefag, maskinrummet, med en pladejernsdør samt et lille vindue over døren. Alle dørene er som skodderne lavet af tykke jernplader. Foran fortfacaden ses en grov belægning med mindre kampesten. (Billede 6 og 7)



**Billede 7 - Facade af Fortunfortet**

## 4. HİDTİDİGE RAPPORTER, PLANER OG RENOVERİNGSARBEJDER

Der er tidligere udarbejdet følgende rapporter.

- I 1998 udarbejdes af Rambøll en tilstandsrapport for Fortunfortet, foranlediget af Grundejerforeningen for Fortunen og Nærmeste Omegn 1921.
- I 2002 udarbejdes af Landskabsarkitekterne Thing og Wainø en "Renoverings og plejeplan" foranlediget af Københavns Amt.
- I 2005 udarbejdes af Landskabsarkitekterne Thing og Wainø en "Videreførelse af renoveringen" foranlediget af Lyngby-Taarbæk kommune.

Siden 2002 har Lyngby Taarbæk kommune og det tidligere Københavns Amt efter tilladelse fra Kulturarvstyrelsen gennemført følgende renoveringsarbejder.

- I 2002, rydning og beskæring af beplantning på Fortlegemet.
- I 2004, renovering af kasematbygningens tag og tagrender. Opsætning af ventilationshætter placeret ovenpå brøndene fra de tidligere kanontårne og observationstårne.
- I 2005, frilægning af de to diamantgrave ved resalitterne på begge side af hovedporten.
- I 2006, afgravning af jordrampe og reetablering af strubegraven foran kasematbygningen.

Det har desværre efterfølgende vist sig at den betonblanding, som blev anvendt ved renoveringen af forttaget i 2004 ikke var tilstrækkelig holdbar trods en efterfølgende partiel udbedring i 2006, hvorfor det ikke har haft den ønskede forbedrende effekt på de store fugtproblemer i Fortunfortet.

## 5. REGISTRERING

Registreringen er gennemført for den udvendigt synlige overflade og efterfølgende for den indvendige overflade. Registreringen er udført i begyndelsen af september 2009, altså på et tidspunkt, hvor der forventeligt er mest fugtigt inde i fortet. Der er udført visuel registrering uden brug af destruktive indgreb i konstruktionen. Der er udført fotoregistrering af de udvendige overflader og alle rum inden i fortet. Udvalgte fotos fra eftersynet er medtaget i denne rapport.

Kaponieren er ikke medtaget i registreringen, idet denne er i privateje.

### 5.1. Udvendige konstruktioner

#### 5.1.1. Facaden

Facaden af betonfortet er meget medtaget og skæmmet pga. omfattende afskalninger i de pudse overflader samt nedbrudt og afskallet murværk. Nedbruddet af facaden har forskellig intensitet og synes alvorligst hvor overløb fra tagrenden har været størst, dvs. hvor tagkant, tagrender og gesims er ødelagt eller mindre godt fungerende. (Billede 8)





Billede 8 - Gesims/tagrendekant ødelagt og puds alvorligt nedbrud

### 5.1.2. Forttaget

Forttaget består af såvel de tykke betonhvælv, sten og en overfladebelægning af forholdsvis tynde betonplader med fald på tværs af fortet mod nord og mod tagrenden over facaden. Den kun 6 år gamle betonafdækning som er udlagt over hele forttaget fremstår stedvist nedbrudt med betonafskalninger og revner. Herudover er der dårlige støbeskel og fuger, som næppe i dag er i stand til at nedsætte vandpåvirkningen af fortet. De nye fuger er fejlagtigt udført således de ligger i fladernes sammenskæringer, som desværre også er de steder, hvor vand samles for at blive ledt videre ned.

Der er mellem hvælvene og den øverste betonafdækning kun et tyndt lag sten mens der over buefagene mod struben er et tykkere lag af jord og sten. Stenlaget vil opsamle den nedbør som ikke direkte løber ud over kanten. Det opsamlede vand vil påvirke hvælvene med et tilsvarende vandtryk. (Billede 9)



Billede 9 - Fuge/støbeskel er synligt utætte

### 5.1.3. Tagrender

Tagrender og gesimser fremstår med langsgående revner og begroninger, som forhindrer at vandet løber på langs til afløbene. (Billede 10) Der er udført et nivellement i tagrenden for registrering af fald. Det fremgår af nivellementet, at der ikke er fald til nedløbene, som er beliggende i to af de indvendige hjørner over diamantgravene. Kun en mindre del af nedbøren på fortets overside havner i diamantgravene på grund af det manglende fald. Tagrendernes dårlige funktion betyder at vand løber ned i tagkanten og gesimsen eller ud over gesimsen og ned over facaden. Der er til gengæld fald i tagrendernes yderste ender af fortets strube, hvorved vandet ledes ned i samlingen ved støttemuren, hvilket påvirker samlingen uhensigtsmæssigt. (Billede 11)



Billede 10 - Tagrende ved nedløb



Billede 11 - Støttevæg ved sidefag

#### 5.1.4. Støttemur

Støttemuren i begge ender af fortet fremstår med grove revner og betonafskalninger. Støttemuren mod de private boliger kan kun pletvist besigtiges fra fortets side, da de for en stor dels vedkommende er dækket med jord, haveaffald og beplantning fra både ydersider og bagsider.



Billede 12 - Støttevæg ved fortets SV hjørne

## 5.2. Indvendige konstruktioner

### 5.2.1. Bygningskonstruktioner

De indvendige konstruktioner og overflader fremstår generelt nedslidte og bærer præg af, at der ikke er udført reparationer over en længere årrække.

- Mange revner i hvælvene med våde gennemsvivninger og stalaktitter
- Gennemsvivninger i loftet med brune udfældninger
- På gulvene er der flere områder med stalagmitter
- Profiljern i tårnafdekningerne er svækket af korrosion



Billede13 - Tegn på fugt i facade



Billede 14 - Grov revne



**Billede 15 - Blotlagte stålprofiler/armering på underside dæk i kanontårnets nyere overdækning**

### **5.2.2. Installationer**

Der er installeret nyere belysning til brug i forbindelse med udstillinger. I de øvrige rum og gangarealer er der opsat orienteringslys.

Der er enkelte gulvafløb, og enkelte steder er der rester af vandrørsinstallation. Afløbene er sandsynligvis tilsluttet ledningen gennem det grønne område syd for fortet. Det er ikke undersøgt i hvilket omfang afløbene fungerer.

Der er ingen opvarmning af fortet. Der ses rester af kakkelovne i 8 af rummene i nederste dæk.

### **5.2.3. Skodder, hovedport og døre**

Skodder, hovedport og døre bærer alle præg af nedbrud og korrosion. Kun få af vinduesskodderne kan åbnes. Hovedport og døre kan alle åbnes.

## **6. VURDERINGER**

Fortets generelle vedligeholdsstand vurderes at være ringe.

Der er kun udført mindre opretnings - eller vedligeholdsarbejder over en længere årrække. De utilstrækkelige vedligeholdsarbejder betyder, at udvendige og indvendige konstruktioner og overflader fremstår meget nedslidte.

Den nye betonbelægning fra 2006 på fortets overside har kun i meget begrænset omfang forbedret fortets evne til at holde nedbør ude og forhindre fortsat nedbrydning af strubefacadens tagrende, gesims, pudsede betonflader og murværket i buefagene. De meget massive konstruktioner betyder naturligvis at der kan ske en betydelig nedbrydning af de udvendige overflader før fortets konstruktion som sådan er truet.

Selv om fortets umiddelbare fremtoning forekommer nedbrudt, betyder det dog ikke, at det er så misligholdt, at der ikke kan udføres opretningsarbejder, så fortet igen kan bestå og måske endog anvendes til nye formål.

### **6.1. Udvendige konstruktioner**

#### **6.1.1. Facaden**

Den direkte årsag til de skader og udfældninger, der ses på fortets facade er den konstante vandbelastning af facaden, hvilket skyldes at tagrender og afløb er tilstoppede og flere steder gået i stykket således at vandet ikke som tilsigtet ledes bort fra taget til de beregnede afløb men i stedet fosser ned over facaden. Afskalninger på den murede og pudsede facade skyldes frostafsprængninger. Når murstenene og pudsemørtel bliver tilstrækkeligt opfugtet af vand, og der

kommer frost, vil der ske afskalninger som følge af, at vand der fryser og udvider sig (frostska-der).

### **6.1.2. Forttaget**

Betonhvælvene er kraftigt gennemfugtet som følge af mange års vandpåvirkning. For betonkonstruktionerne i de tykke hvælv gælder de samme forhold som for facaden, nemlig at de nedbrydes ved udludning og udfældning af kalk. Heldigvis er konstruktionerne så tykke, at der ikke kan ske frostska-der i bygværkets indre.

### **6.1.3. Tagrender**

Det for ringe fald/bagfald i tagrenden, manglende oprensning af renderne og partielt ødelagte tagrender er en medvirkende årsag til, at vandet opsamles i tagrenden og visse steder løber ned over facaderne i stedet for som planlagt at løbe ned i de to tagnedløb til diamantgravene, hvor det kunne ledes bort uden at beskadige facaden. Den voldsomme vandpåvirkning har tillige medført at gesimsen under tagrende flere steder er faldet ned, med endnu voldsommere vandpåvirkning af facaden til følge.

### **6.1.4. Støttemur**

Støttemuren på strubesiden af fortet er meget nedbrudt som følge af påvirkning af koncentreret vandnedstrømning, der kommer fra terrænet over fortet. Rødder fra bevoksningen har beskadiget støttemuren på facegravene mod nord gennem længere tids påvirkning. Som ved de øvrige konstruktioner er muren også her påvirket af samtidigt højt fugtindhold og frost, hvorfor støttemuren på sigt vil nedbrydes af frostsprængninger som giver sig udslag i overflade parallelle revner, netrevner med udfældninger på overfladen og afskalninger.

## **6.2. Indvendige konstruktioner**

### **6.2.1. Bygningskonstruktioner**

Indvendigt er der meget fugtigt på hvælv, vægge og gulv som følge af det vand, der trænger ned i gennem hvælvenes revner. Det vurderes, at den største mængde vand, som trænger ind i fortets indre kommer ind gennem de svindrevner, som har været der siden fortet blev opført.

Svindrevnerne vurderes at være vokset på grund af temperaturudvidelser og sammentrækninger som ikke er fuldstændigt reversible bevægelser. Også mindre differenssætninger i sammenbygning mellem forskellige støbeafsniit har medført, at revnernes størrelse er vokset til nuværende størrelse. Revnerne forekommer naturligt, hvor konstruktionens tværsnit er mindst, i nærheden af toppen af bueløfterne og hvor der er tværsnitsændringer. Disse revner vil åbne og lukke sig en smule fra vinter til sommer.

Vandet fra oversiden vil trænge ned gennem konstruktionen og ind i rummene. Det vurderes, at hele konstruktionen er fuldstændigt opfugtet gennem mange års fugtpåvirkning og manglen på opvarmning af det indre i fortet. Selv en beskeden opvarmning vil formindske den generelle fugtighed.

Kanontårnene er afdækket af nyere, plane jernbetonplader. Dæklaget på undersiden af armeringen er faldet af, og dækket har mistet en del af bæreevnen. Det vurderes, at skaderne er opstået som følge af fugtpåvirkninger og sandsynligvis også frostpåvirkninger.

### **6.2.1. Installationer**

Det vurderes, at de eksisterende el- installationer på nuværende tidspunkt er funktionsdygtige, men hvis der skal anvendes vand og kloak i fortet, så skal der etableres nye installationer. De eksisterende gulv afløb vil eventuelt kunne anvendes.

## **Skodder, hovedport og døre**

Skodderne og dørenes ringe tilstand skyldes mange års fugtpåvirkning og manglende vedligeholdelse, men det vurderes at de kan renoveres ved afrensning, maling og smøring af hængsler. De få tilbageværende trævinduer vil kunne renoveres og genopsættes.

### **6.3. Samlet vurdering**

Samlet vurderes det, at hovedårsagen til nedbrydningerne er store fugtpåvirkninger og manglende ventilation.

## **7. FORSLAG TIL SIKRING AF FORTETS KONSTRUKTIONER**

Det primære sigte med renovering og fremtidige vedligeholdelsesarbejder er at reducere fugten i fortet hvilket skal ske ved at reducere vandindtrængningerne i fortet og vandpåvirkningen af facaden samtidigt med at der gøres noget for at tørre det indre ud ved en væsentlig forbedring af ventilationen.

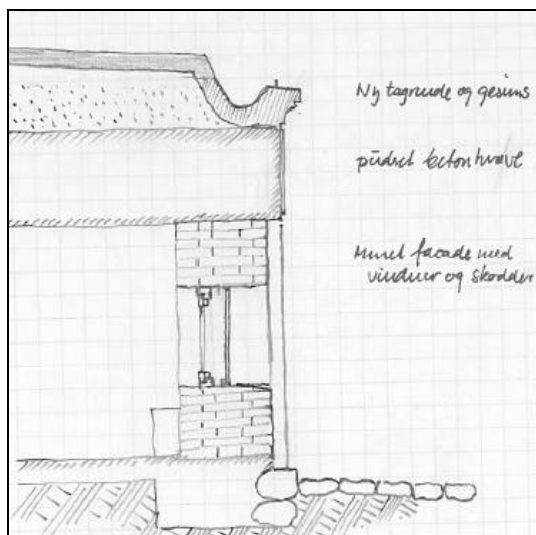
En renovering af tagrender og gesimserne og endelig betonbelægningen på oversiden er nødvendig for at sikre fortet. Vand fra nedbør skal ledes væk fra belægningerne på oversiden, ligesom tagrenden langs facaden og tagedløbene skal fungere. Regnvand, som falder på fortets top, skal enten ledes til skotrenden eller til render, som leder vandet ned ad bakken mod nord, eventuelt med forbindelse til sandlagene under fortet.

Man kan ikke bringe fortet i god stand, uden at fortet af og til bruges, sådan at der kan komme frisk og tør luft ind i fortet. Hvis der overhovedet er mulighed herfor, vil både god ventilering og en opvarmning (i blot beskedent omfang) kunne sikre fortets indre mod forfald. Ventileringen skal ske, når luften udenfor er så tør, at fugt fra det indre kan "bæres" ud med ventilationsluften. Ventilering uden bedre tæthed og vandafledning vil kun i meget begrænset omfang løse holdbarhedsproblemet. Der bør derfor sikres en optimal og løbende ventilering af fortet.

Træbevoksning med rødder, som vil kunne trænge ind under støttemurene, skal fortsat holdes nede. Det vil på samme måde forbedre vandafledningen, hvis bevoksningen klippes så langt ned som muligt som det bl.a. ses efter sommeren 2010.

### **I prioriteret rækkefølge:**

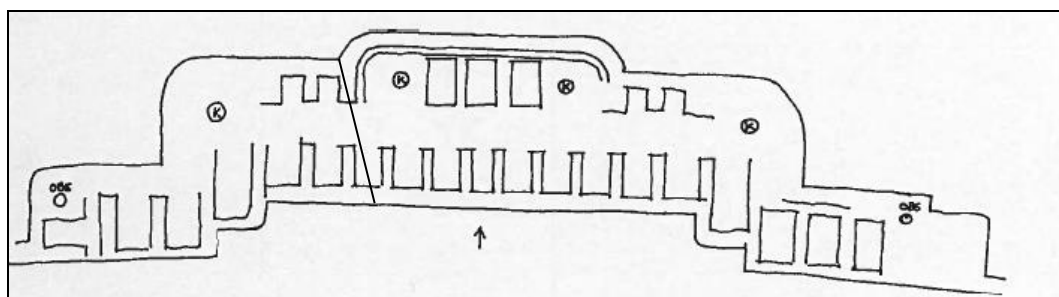
1. Det anbefales, at især tagrenden over sydfacaden og gesimsen repareres/nedhugges og nystøbes, sådan at vand fra belægningens overside ledes til de to tagedløb og forhindres i at løbe ned over facaden eller ned i facaden.  
Tagrenden og gesimsen skal have en vandtæt belægning, som afsluttes med en metalløs kant, som forhindrer, at vand løber ud over kanten og ned ad facaden. Endelig skal de to nedløb bringes til at virke, så vand kan løbe direkte i diamantgravene og videre til afløbsledningen.



**Billede 16 - Snit strubefacaden**

Tagrenden skal støbes i vandtæt beton, B35 Aggressiv miljøklasse som et sammenhængende hele med gesimsen. Ved samlingen i betonbelægningen skæres vandret ind i denne sådan at der dannes et vandret støbeskel hvorfra den vandtætte belægning i tagrende føres ud til gesimsen og afsluttes med den gennemgående løskant. Det skal overvejes om den ny tagrende og gesims udføres med fiberbeton eller traditionelt armeret beton. Mellem hvælvet oprindelige beton og tagrenden udføres en tæt sammenstøbning med svellende fugebånd.

2. Det skal overvejes at rømme oversiden ned til den meget grove revne i fortets bukonstruktion for at etablere en membrantætning over revnen. Membranen af fx bitumenplader skal have et forløb fra strubefacaden til konstruktionens nordlige begrænsning. Bitumenmembranen skal have god vedhæftning til konstruktionen på begge sider af revnen og være uden vedhæftning på ca. 15 cm over revnen.



**Billede 17 - Oversigtsplan af Fortunefortet. Den grove revne gennemskærer konstruktionen som vist ovenfor**

3. Betonbelægningerne på fortets overside skal på sigt holde fortet tørt ved at lede vand til henholdsvis tagrenden og bort fra fortet mod nord til render og nedsvivning til de dybere sandforekomster under fortet. På nordsiden af fortet bør der udføres nedsvivning af nedbør til et niveau under fortets bund, fra en afskærende stenfyldt rende der opsamler nedbøren fra forsiden mod nord. Betonbelægningen udskiftes med en 120 mm tyk armeret betonbelægning opdelt med fuger i højdepunkterne, hvor vandbelastningen er mindst. Feltopdelingen skal være begrænset, sådan at felterne bliver forholdsvis store (>100 m<sup>2</sup>). Belægningsoversiden trækkes af med pudsebræt. Der anvendes en armeret holdbar beton som B35 A. Alle fuger skal være forskallede sådan at der kan udføres vandtætte elastiske fuger med f.eks. Colpor 200PF.

4. Sikring af optimal ventilering af fortets indre med frisk og hovedsagelig tør luft gennem de oprindelige ventilationsåbninger i strubefacaden og tårnene. I hvert fag er der i dag en ventilationsåbning under strubefacadens gesims. Disse runde ca. Ø 15 cm huller udrenses for eventuelt snavs og forsynes med en klap på indersiden og et net i facadens yderside så hullerne ikke tiltrækker duer o. lign. Det foreslås at disse huller holdes lukkede for ventilation i den varme og fugtige sommertid, hvor ventilationen vil tilføre fortet kondensfugt. Om vinteren vil fortets, en smule højere indvendige temperatur sikre, at den naturlige ventilering vil bidrage til at holde fortet tørt. Ventilationsåbningerne over de 4 kanonstillinger og 2 observationstårne foreslås bevarede og holdt åbne hele året.
5. Betonoverdækningerne over tårne til kanoner og observation skal sikres mod sammenstyrtning, ved en alternativ udformning med en kuppel af jernplader eller alternativt fiberbeton, som bedst leder tankerne hen mod de gamle kanonstillinger. Når der udføres nye kupler over tårnene skal man være opmærksom på at det fortsat er hensigtsmæssigt at løfte dem op sådan at ventilationen af fortet sikres. Der skal når man løfter kuplerne op være net som forhindrer dyr, børn og vand i at komme ind gennem spalten. Man kunne foreslå felter med elefantriste som sikring af ventilationen.
6. Reparation af sydfacaden pudsede og murede felter bør først igangsættes, når tagrenden er sikret rette funktion og facaden fugtindhold er faldet som tegn på at der ikke tilføres skadelige mængder fugt. Umiddelbart foreslås det at reparere murværket i vinduesbuerne først og de pudsede felter til sidst. Det foreslås at udhugge og udskifte ødelagte mursten med tilsvarende genbrugssten. Der mures med holdbar KC-mørtel, (50/50).

Oppudsningen af de pudsede felter skal ligeledes ske med holdbar C-mørtel som det oprindelige sprøjtepuds. I forbindelse med pudsarbejdet skal hæftefladen til oprindelig beton renses helt i bund ved f.eks. en højtryksrensning.

Efter opmuring og pudsearbejdet foreslås det at give murværket en antigraffiti imprægnering, sådan at overfladen lettere kan holdes fri for graffiti.

7. Istandsættelse af jernskodder og vinduer, så de kan give lys og luft til fortets indre i forbindelse med arrangementer. Jernskodderne skal renses med stålbørste før malerbehandling med rustbeskyttende maling. Der skal anvendes et sammenhængende malingsystem baseret på f.eks. zinkstøvsmaling. Efter behov kan der isættes nye trævinduer, sådan at der kan trænge lys ind i fortet i dagtimerne. Det foreslås at lukke skodderne, når fortet ikke anvendes af hensyn til hærværk.
8. Retablering af skydeskår. Skydeskårene renses ud, overfladerne pudses op og der monteres indvendig lukke af stålplade.
9. Indvendig istandsættelse af hvælv, vægge og gulv. Indvendig istandsættelse bør kun foretages når vandindtrængningen er bragt til ophør eller kraftigt formindsket.

Hvælv og vægge må inden behandling renses i bund ved afskrabning og børstning med stiv kost. Kun diffusionsåbne behandlinger, herunder kalkning og cementpulvermaling, er anvendelige inde i fortet, da overfladerne hvis der ikke sker opvarmning, fortsat vil være fyldt med fugt.

10. På flere af gulvene i fortet er der rester af træbaserede gulvbelægninger som bør skovles ud. Herefter renses gulvene af ved højtryksrensning. Hvis der er brug for gulvbelægninger anbefales det at anvendes f.eks. belægning med klinker eller betonbelægningssten.
11. Injicering af revner i hvælv og vægge kan udføres for at holde visse områder mindre fugtige.
12. Det anbefales, at der udføres et jordvarmeanlæg med nedgravede slager i det grønne område. Der nedgraves 600 meter jordvarmeslager, som forbindes til anlæg i fortet. Anlægget vil medføre en beskeden opvarmning af fortet, der vil være med til at sikre et mere tørt indeklima. Det mere tørre indeklima vil medføre, at nedbrydningsmekanismer

stoppes, og døre, vinduer, inventar og elektriske forbindelser vil have en betydeligt længere levetid. Jordvarmeanlægget er en grøn og billig måde at hente energi til opvarmningen på.

## 8. ØKONOMI

Priserne er overslagspriser angivet i prisniveau januar 2010 og er ekskl. moms.

Overslagspriser for arbejderne skal tillægges en usikkerhed på mindst 25 %. Priserne er rene håndværkeromkostninger uden sædvanlige tillæg for byggeplads og styring. Disse omkostninger kan være ca. 20 % af håndværkerpriserne. Rådgiverhonoraret udgør normalt 10 – 15 % af håndværkerudgifterne, afhængigt af opgavens kompleksitet. Det anbefales endvidere at afsætte ca. 15 % af håndværkerudgifterne til diverse uforudseelige udgifter.

	Aktivitet	Pris i DKK ekskl. moms
1	Pletvis genopstøbning af tagrenden og gesimsen over strubefacaden. Retablering af tagrendens overflade og gesims, 60 lbm, ved behugning og pudsning. Tagrenden frilægges og rengøres og påføres en cementsvumme med plastemulsion (som en vådrumsmembran) og afsluttes med en fiberarmeret tyndpuds og en løskant.	150.000
2	Membrantætning over grov revne inkl. belægning. 15 m. Der graves ned, sådan at der over de groveste revner i konstruktionen kan påsvejses bitumenmembraner på betonkonstruktionens overside. Efterfølgende tilbagefyldes og belægningen retableres.	120.000
3	Reparation/udskiftning af betonbelægningen, 900 m <sup>2</sup> . Betonbelægningerne, som i dag er nedbrudte, skal omlægges med nye betonbelægninger med fuger i højdelinjerne og tætte betonbelægninger i dybdelinjerne, som effektivt kan lede nedbør udenom konstruktionen	900.000
4	Etablering af ventilation	30.000
5	Reparation/udskiftning af tårnoverdækning 4 stk. Der er behov for helt nye tårnoverdækninger. Disse foreslås udført af stålplader eller tynde skaller af hvælvet fiberbeton med en tykkelse på ca. 80 mm.	250.000
6a	Reparation af murfacader i sydfacaden 125 m <sup>2</sup> . Facademurværket skal, når vandafledningen er synligt forbedret, ommures med hårdt brændte håndstrøgne mursten, som giver et troværdigt udseende. Der mures med KC-mørtel 50/50.	125.000
6b	Reparation af pudsede overflader. De pudsede felter retableres i takt med, at der bliver økonomiske midler hertil. Der pudses feltvist, fx ved at pudse over hovedindgangen først.	100.000
7	Istandsættelse af vinduer/skodder/døre. Efterhånden som murfacaden retableres, bør vinduer og skodder også reoveres ved reparation og maling og fremstilling af vinduer og ved maling af jernskodderne. Der males med rustbeskyttende og træbeskyttende malingsystemer. (overslag indeholder kun materialer)	125.000
8	Retablering af skydeskår sker ved, at skydeskårene åbnes og forsynes med indvendige lemme. Retableringen medfører, at facaden omkring skårene retableres med puds. I	25.000



	Aktivitet	Pris i DKK ekskl. moms
	skydeskårene etableres låger, så fortet ikke bruges som skralddepot.(materialeomkostning)	
9	Indvendige overflader (hvælv og vægge)afrenses og males med cementpulvermalinger eller ved kalkning med undtagelse af lokale områder med gamle tegninger.	200.000
10	Betonbelægningssten lagt i grus for at etablere tørre gulve i det indre. Der bores huller gennem bunden for at bortlede indtrængende vand.	300.000
11	Injicering af særlige revner kan ske indefra med polyurethan i flere trin, så der først lægges en barriere og derefter som en egentlig tætning. (Afsat)	100.000
12	Jord til luft varmepumpeanlæg	75.000

## 9. BYGGETEKNISKE ORDFORKLARINGER

*Polyurethan:* Hærdeplast. Hærdeplast er hærdet ved en kemisk reaktion med vand, som gør materialet særdeles bestandigt mod blandt andet slid, slag og kemikalier.

*Injicering med cementmørtel:* Udfyldning med cementmørtel. Injicering med cementmørtel kan ske uden hensyn til konstruktionens alder og vil være fint foreneligt med den gamle beton. Grove revner er egnet til injicering, som bl.a. anvendes ved ældre bygværker i massekonstruktioner. Porøse bygningsdele kan ikke injiceres med cementmørtel, her er injicering med polyurethan det bedste bud.

*Beton A30:* A30 er en type beton. A refererer til, at betonen skal kunne bruges i aggressivt miljø, dvs. et miljø hvor der er risiko for at betonen udsættes for fugt, frost og salte. 30 refererer til trykstyrken af betonen, der i dette tilfælde kan klare tryk på 300 kg/cm<sup>2</sup>.

*KC-mørtel 50/50:* Dette er en mørteltypebetegnelse (KC 50/50 angiver blandingsforholdet mellem kalk og cement).

*Bitumenpap:* Bitumenpap er ikke en egentlig pap, men en uorganisk kerne med bitumenasfalt på begge sider. Når pappens lægges ud, opvarmes dens underside, hvilket smelter bitumen sammen i en tæt forbindelse med betonkonstruktion. En korrekt udført membran sikrer konstruktionen mod vandindtrængen. Membraner udføres med to lag bitumenpap og beskyttelsespap, alt svejst til betonkonstruktionens yderside. Støttemure behandles derimod med en smøremembran på bagsiderne og med drænhuller i bunden, for at nedsætte fugtpåvirkningen. Denne påføres med spartel eller lignende.