

# EF Garnisionsparken

BETONFACADER

Eftersyn og udbedringsforslag



Udarbejdet af: Peter Hugo Volbroek  
Kontrolleret af: Rune Jacobsen  
Godkendt af: JWH  
Dato: 2021.10.20  
Version: 1  
Projekt nr.: 1013363-006

**MOE A/S**  
Buddingevej 272  
DK-2860 Søborg  
+45 4457 6000  
CVR: 64 04 56 28  
[www.moe.dk](http://www.moe.dk)

## Indholdsfortegnelse

<b>1</b>	<b>Formål .....</b>	<b>4</b>
1.1	Eftersyn af betonfacader .....	4
1.2	Metode .....	4
1.3	Karakterskala og trangrækkefølge.....	4
1.4	Trangrækkefølge og vedligeholdelsesomkostninger .....	5
<b>2</b>	<b>Sammenfatning.....</b>	<b>5</b>
2.1	Typiske observerede skader .....	5
<b>3</b>	<b>Observerede svigt, skader og udbedringsforslag.....</b>	<b>6</b>
3.1	Begyndende nedbrydning af beton ”Syreskader” forårsaget af udvaskning af træbeskyttelse. ....	6
3.2	Fuger mellem vinduer og beton der trænger til udskiftning. ....	8
3.3	Huller der skal lukkes i facader .....	10
3.4	Begyndende rustudtrækning fra armering. ....	10
3.5	Afskalning/montageskader (dæklagsafsprængning) på elementer.....	12
3.6	Enkeltrevner observeret på enkeltstående betonelementer. ....	13
3.7	Løst betonelement på udhæng over altan. ....	14
3.8	Sokkelpuds der skaller af. ....	15

## 1 Formål

### 1.1 Eftersyn af betonfacader

I forlængelse af teknisk due diligence, udført på ejendommen i juli 2020, blev der udført facadeafrensning for algevækst i sommeren 2021.

Efter udført facadeafrensning i sommer 2021 blev MOE bedt om, at foretage en gennemgang af samtlige bygninger i bebyggelsen med henblik på, at registrere skader og mangler på betonfacaderne.

Nærværende rapport er et supplement til TDD'en fra juli 2020 og de anvisninger der er i TDD'en bør stadig følges.

### 1.2 Metode

Registreringen er udført som en visuel kontrol med kikkert fra terræn og anvendelse af drone med kamera til at tage billeder af observationer højt på bygningerne.

Registreringen blev foretaget over 2 dage, hhv. 13. og 14. oktober 2021 og udført af Peter Hugo Volbroek og Rune Jacobsen.

Registrerede svigt, skader og generelle bemærkninger er markeret på facadetegninger af de enkelte bygninger og i afsnit 2 er disse beskrevet.

### 1.3 Karakterskala

Der er anvendt følgende karakterskala til kategorisering af skader og øvrige registrerede forhold, skalaen er den samme som benyttes af beskikkede byggesagkyndige ifm. salg af ejendomme:

- **K0 – Kosmetiske skader**  
Karakteren K0 beskriver skader eller forhold, som kan påvirke evt. købers indtryk af ejendommen. Der vil være tale om overfladiske skader eller forhold, hvor der ikke er sket en egentlig molestrering af byggematerialer. Sådanne forhold er normalt uden betydning for bygningsdelens eller komponentens funktion, men kan påvirke indtrykket af bygningen.
- **K1 – Mindre alvorlige skader**  
Karakteren K1 beskriver skader, som ikke har nogen indflydelse på bygningens eller bygningsdelens funktion. Der vil være tale om skader som ikke forværres med tiden, men hvis de ikke omtales, kan det give anledning til usikkerhed med hensyn til bedømmelse af bygningen.
- **K2 – Alvorlige skader**  
Karakteren K2 beskriver skader i udvikling, som medfører, at bygningsdelens funktion svigter inden for overskuelig tid. Dette vil ikke medføre skader på andre bygningsdele.
- **K3 – Kritiske skader**  
Karakteren K3 beskriver skader i udvikling, som vil medføre, at bygningsdelens funktion vurderes vil svigte. I vurderingen indgår det, om der skal sættes ind med særligt omfattende vedligeholdsarbejder eller andet forebyggende arbejde. Vurderingen vil også være afhængig af selve bygningsdelen, dennes konstruktion, materialevalg, alder, beliggenhed, slid og stand.

- UN – Bør undersøges nærmere  
Karakteren UN beskriver forhold, hvis konsekvens ikke kan fastlægges tilstrækkeligt ved den visuelle gennemgang. Det kan være en alvorlig skade, hvorfor art, omfang og konsekvenser altid bør afklares. Det kan dog også være en ubetydelig lille skade, eller slet ikke nogen skade. Der vil i alle tilfælde være tale om forhold, som det kræver særlig specialviden at afkode.

#### 1.4 Trangrækkefølge

Svigt og skader er angivet i prioritet **A/B/C** og vi har anvendt en trafiklys farvekode under "Bemærkning" for hvert punkt i rapporten gående fra **A:0-1 år**, **B:2-5 år**, samt **C:6-10+ år**.

## 2 Sammenfatning

Den visuelle gennemgang af ejendommens facader, har efterladt et indtryk af at der forhold som skal adresseres snarest for at fastholde bygningernes stand og undgå begyndende nedbrydning af enkelte bygningsdele. Der er observeret svigt og skader i karakteren K0, K1 og UN - forhold som bør undersøges nærmere.

### 2.1 Typiske observerede skader

Ved gennemgangen af bebyggelsens facader blev der registreret følgende typiske skader der gik igen på flere bygninger:

1. Begyndende nedbrydning af beton "Syreskader" forårsaget af udvaskning af træbeskyttelse.
2. Fuger mellem vinduer og beton der trænger til udskiftning.
3. Huller der skal lukkes
  - a. I dilatationsfuger mellem elementsamlinger
  - b. Huller efter monterede byggepladshegn ved tag.
4. Begyndende rustudtrækning fra armering.
5. Afskalning/montageskader (dæklagsafsprængning) på elementer.
6. Enkeltrevner observeret på enkeltstående betonelementer.
7. Løst betonelement på udhæng over altan.
8. Sökkelpuds der skaller af.

Bilag:

I bilag til rapporten er vedlagt tegninger over de enkelte bygninger med angivelse af de steder, hvor der er fundet skader.

Endvidere er vedlagt en USB-nøgle med billeder fra de enkelte bygninger.

### 3 Observerede svigt, skader og udbedringsforslag

#### 3.1 Begyndende nedbrydning af beton "Syreskader" forårsaget af udvaskning af træbeskyttelse.

##### Registrering:

På samtlige korte stok bygninger, er der registreret udvaskning af træbeskyttelse som er løbet ned over betonbjælker og derved nedbrudt overfladen på betonfacaden.

Udvasket træbeskyttelse har sat "olie" spor på underliggende beton bjælker.

På ende gavle ses begyndende nedbrydelsen af overfladen på betonen, hvor der i træfacaden er lodrette brædder med endetræ.

**Skaderne karakteriseres som K1 og trangrækkefølge B.**



Figur 1: Begyndende nedbrydning af beton forårsaget af udvasket træbeskyttelse

Beton er stærkt basisk med pH-værdi på 12,5-14 når det udstøbes og når det udsættes for ilt og CO<sub>2</sub> falder pH-værdien til omkring 9. Under udstøbning dannes en beskyttende film omkring armeringsstålet som sikrer at der ikke sker tæring.

Det tyder på, at der fra det bagvedliggende overfladebehandlede træ udsiver saltsyre fra træbeskyttelse især fra endetræ. Denne udsivning er så koncentreret at den skaber udvaskning af den basiske cement på betonelementerne og efterlader en åben overflade med synlige sten.

Med en åben overflade på betonelementer under træfacaderene, er der en risiko for nedbrydning af den armering der er i underliggende betonelement.

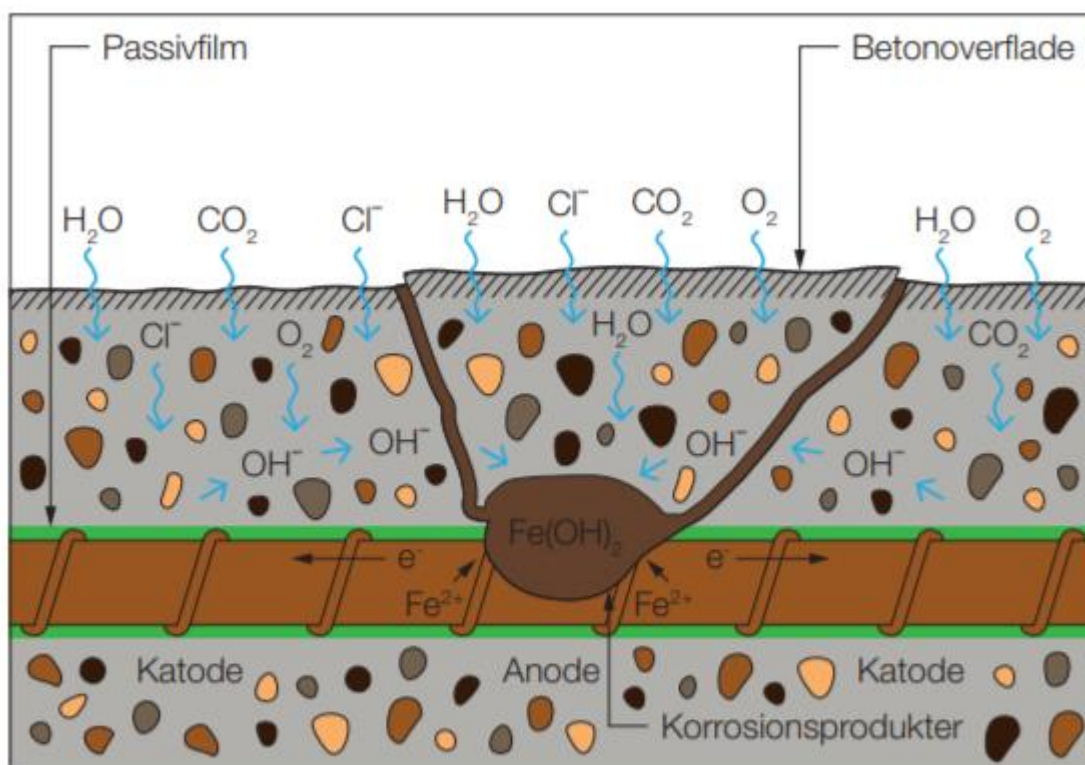
Karbonatisering er en iltning af betonen, som er skadelig for den dybere liggende armering. Karbonatisering nedbryder den basiske passivfilm der dannes omkring armeringen ved udførelse af betonelementerne. Når denne nedbrydes begynder rust at dannes og skabe skader på betonelementerne.



Uddrag fra Byg-erfa blad nr. (29) 20 04 30 og (29) 98 06 25

Når beton udsættes for atmosfærisk luft, vil der ske en vis udtørring. Herefter vil luftens  $\text{CO}_2$  trænge ind i betonens overfladelag, hvor det vil reagere kemisk med  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , hvorved der dannes  $\text{CaCO}_3$  (kalk). Denne karbonatiseringsproces bevirker, at betonens pH-værdi falder til under ca. 9. Karbonatiseringen begynder i betonoverfladen og trænger længere og længere ind i betonen. Når karbonatiseringen når ind til armeringen, vil denne ikke længere være beskyttet. Armeringen vil kunne korrodere, hvis der er tilstrækkeligt fugt og ilt til stede.

Karbonatisering kan normalt ikke undgås i beton, der er placeret i et udendørs klima. Karboniseringshastigheden afhænger blandt andet af betonens sammensætning (lavt vandpulvertal, hvor meget cement er en fordel), af betonens beskyttelse i hærdeperioden (tidlig udtørring er en ulempe), af revneomfanget, af en eventuel beskyttelse i form af en overfladebehandling og af påvirkningerne fra omgivelserne.



**Figur 6.** Forholdene i betonen under rustdannelsen.

( $\text{O}_2$  = ilt,  $\text{H}_2\text{O}$  = vand,  $\text{Cl}^-$  = chlorid,  $\text{CO}_2$  = kuldioxid,  $\text{OH}^-$  = hydroxid,  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  = jernhydroxid,  $\text{Fe}^{2+}$  = opløst jern,  $e^-$  = elektroner).

#### Anbefaling:

Det anbefales at holde de udsatte betonelementer under kontinuerligt opsyn for at se om skaderne udvikler sig. Det er vanskeligt at reparere betonelementerne på nuværende tidspunkt, idet der er tale om meget tynde overflade reparationer placeret på særligt udsatte områder.

Der kan foretages en slibning af den udsatte overflade og efterfølgende reparation ved svumning med en reparationsbeton fx Weber Rep 05, som efterfølgende kan malerbehandles for at opnå en hvid overflade.

### 3.2 Fuger mellem vinduer og beton der trænger til udskiftning.

#### Registrering:

Facadepartier bestående af vinduer og skydedøre i endegavle er monteret mod hhv. beton eller træfacade. Mellem facadeparti og øvrig facade er der udført en elastisk fuge for at sikre tætheden af bygningen.

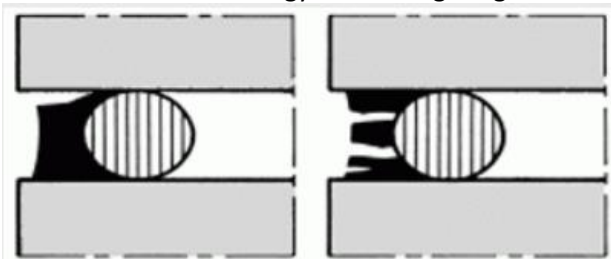
Der er pga. svingende tolerancer i montage af betonelementerne stor forskel på afstande mellem alu-profilerne og den omkringliggende bygningsdel og derved er fugens bredde også varierende. Det vurderes at fugerne kan være udført forkert, da bredden af fugen er meget betydende for valg af fugemateriale og udførelsesmetode.

Det er vanskeligt at registrere fugerne, idet de ligger dybt i facaden og flere steder er tolerancerne mellem facadepartier og omkringliggende bygningsdel meget lille, hvorfor det ikke er muligt at registrere fugerne fra terræn.

Svigt i fuger medfører sjældent skader på tilgrænsende bygningsdele, men kan fx betyde trækgener og varmetab. Fuger i ydervægge har generelt begrænset levetid og skal derfor udskiftes, inden ulemperne bliver for voldsomme.

Det er især vejrlig på syd- og vestvendte facader, der er med til at accelerere nedbrydning af fugerne.

Det kan ses at der er begyndende fugesvigt i form af fugeslip og fugebrist.



Figur 2: Principskitser af to slags fugesvigt - venstre viser fugeslip og højre viser fugebrist.

**Skaderne karakteriseres som K2/UN og trangrækkefølge A.**





Figur 3: Forholdsvis bred fuge ved facadepartier, tilfælde ved sammenbygning mod træfacade og beton.



Figur 4: Facadeelement indbygget ved betonfacade.

**Anbefaling:**

Det anbefales at fugerne undersøges nærmere inden den forestående behandling af træfacaderne, idet der til disse planlagte vedligeholdelsesarbejder skal anvendes lift.

Især fuger på syd- og vestvendte facader bør undersøges og det forventes at disse skal udskiftes snarligt, mens øvrige fuger bør planlægges til udskiftning samtidig med de i TDD-rapporten nævnte dilatationsfuger i betonelementer.

### 3.3 Huller der skal lukkes i facader

#### Registrering:

Der ses en del huller i dilatationsfuger mellem betonelementer.

Huller kan med tiden gøre at vand trænger ind i facaden og skaber dæklagsafsprængninger endvidere skaber hullerne bo for fugle og insekter, der er generende for beboere.

I gavlen ved nr. 3 er der observeret en musvit rede med megen aktivitet.

Huller er generelt observeret disse steder:

- a. I dilatationsfuger mellem elementsamlinger
- b. Huller efter monterede byggepladshegn ved tag.

Huller i dilatationsfuger mellem elementsamlinger er hovedsageligt observeret i de lige numre på havsiden og i den sidste del af byggeriet, mens huller efter monterede byggepladshegn hovedsageligt er observeret ved de første bygninger.

**Skaderne karakteriseres som K1 og trangrækkefølge C.**



Figur 5: Huller i dilatationsfuger mellem elementsamlinger ved tag – efter montering af byggepladshegn under opførelsen af bebyggelsen.

#### Anbefaling:

Det anbefales at hullerne i fugerne lukkes når disse trænger til repareres indenfor de næste 10 år.

### 3.4 Begyndende rustudtrækning fra armering.

#### Registrering:

Der er observeret flere steder i bebyggelsen, hvor der er rustudtræk på facadeelementerne. Rustudtrækning er synlige tegn på begyndende karbonatisering af betonen og at denne proces er nået ind til den underliggende armering. I de tilfælde der ses skyldes rustudtrækningen, at der er tale om at karbonatiseringen har nået yderligt liggende armering.

Der er en standardiseret skala til denne type skader [Byg-erfa (29) 20 04 30] og det vurderes at der er tale om rustgrad 1-2 for de observerede skader.

Rustgrad	Bemærkninger
0	Helt uskadt armering med matgrå hinde
1	Første små spor af rust
2	Tydelig overfladerust, men ingen afskalning eller tværsnitsreduktion
3	Kraftig, afskallende overfladerust. Begyndende tværsnitsreduktion

Grubetæring	Angiv tværsnitsreduktion efter afrensning af jernet og angiv om den er skønnet eller opmålt
-------------	---

Figur 6: Skala til at angive rustgrader på betonfacader.

Når armeringsjern rustner, udvider det sig, hvorved betonen kan revne og afsprænges, så armeringen blotlægges. Hvis rustdannelsen ikke stoppes, kan der i uheldige tilfælde opstå fare for nedstyrtning.



Figur 7: Typisk afskalning som følge af rustdannelse på armering.

**Skaderne karakteriseres som K1 og trangrækkefølge B.**

#### Anbefaling:

Det anbefales at udbedre de allerede synlige skader der er observeret ved afhugning af beton og blotlægning af rustangrebet armering som afrenses for rust og svømmes med reparationsbeton Weber Rep 05 og efterfølgende udstøbning af det afhuggede område med fx Weber Rep 25.

Det vil ikke være muligt at få skabt en hvid overflade på betonreparationen, hvorfor det reparerede område skal malerbehandles for at fremstå med hvid overflade.

Alternativt anbefales det at holde de udsatte områder under observation for at holde øje med om de udvikler sig til rustgrad 3 og skaber "tværsnitsreduktion"- eller afskalninger af betonoverfladen på det enkelte betonelement.

### **3.5 Afskalning/montageskader (dæklagsafsprængning) på elementer.**

#### Registrering:

Der er registreret en hel del afhuggede hjørner på betonelementerne. Der ses også en del allerede reparerede afhugninger af hjørner og kanter på betonelementerne, som er repareret under opførelsen af bebyggelsen.

Ved afhuggede områder er der øget risiko for at der sker skader på bagvedliggende armering ved indtrængning af vand og ilt.

**Skaderne karakteriseres som K1 og trangrækkefølge B.**



Figur 8: Afhugget hjørne på betonelement

#### Anbefaling:

Det anbefales at der foretages reparation af de afhuggede områder på betonelementerne. Der kan anvendes samme reparationsanvisning som ved punkt 3.4.

### 3.6 Enkeltrevner observeret på enkeltstående betonelementer.

#### Registrering:

Der er registreret enkelte steder med revnede betonelementer. Revnerne ses i elementer på gavlen nr. 8 mod vejen, på havesiden ved nr. 9, på havesiden af nr. 21 og på havesiden ved nr. 45.

Revnerne er i størrelsesorden 1-2 mm og vurderes kun at være i det yderste element af sandwichelementerne. Revnerne kan være opstået under opførelsen eller som svindrevner. Der vurderes ikke at være tale om sætninger i fundamenter.

Der vil med tiden trænge vand ind i betonen og ske yderligere udvidelse af revnerne og ske skade på betonelementerne.

**Skaderne karakteriseres som K1 og trangrækkefølge B.**



Figur 9: Revne i betonelement ved nr. 8.



Figur 10: Revne i betonelement ved nr. 9.



Figur 11: Revne i betonelement



Anbefaling:

Det anbefales at revnerne holdes under opsyn og derved sikre at der ikke sker yderligere skade på de revnede betonelementer.

Revner kan hugges op og repareres efter anvisningen i punkt 3.4.

**3.7 Løst betonelement på udhæng over altan.**

Registrering:

Der er registreret et løst betonelement i nr. 11 på 3. sal. Betonelementet er en del af det udhæng der er over altanerne i penthouse lejlighederne.

Betonelementerne er båret af galvaniserede ståludhæng monteret på facaden.

Det løse element har sat sig, men er ikke umiddelbart i fare for at falde ned, da det stadig er fastholdt af en af to bolte i den ene ende og hænger på den anden bolt (se foto).

**Skaden karakteriseres som K3 og trangrækkefølge A.**

Der er set andre elementer der bør undersøges nærmere ved en besigtigelse på nedenstående altaner:

- Nr. 6 (mod nr. 4)
- Nr. 17 (mod nr. 15)
- Nr. 21 (mod nr. 19)

Det vurderes, at den "bolt-insert" der sidder i betonelementet er løs, hvorfor møtrikken på boltten ikke kan spændes.



Figur 12: Løst betonelement - udhæng nr. 11.



Figur 13: Løst betonelement - udhæng nr. 11.



Anbefaling:

Det løse betonelement skal nedtages med kran og der indbygges en ny insert, således at elementet kan monteres korrekt når det løftes på plads igen.

### **3.8 Sokkelpuds der skaller af.**

Registrering:

Bygningsdel: Sokkelpuds på letklinkerbeton.

På flere af bygningerne er der registreret afskalning af puds på soklerne på havesiden og gavle ved parkeringspladser.

Enkelte steder er sokkelpudsen udført i meget tyndt lag eller mangler helt og det er spørgsmålet om det nogensinde har været udført?

Sokkelpudsen skal sikre soklen mod vandpåvirkning og heraf følgende opfugtning af øvrige bygningsdele – terrændæk, døre og ovenstående facade.

Afskalninger ses mest på sokler ved indgangspartier, hvor der ikke er udvendige sokkelaffugtere (afløbsrender). Højden på soklerne er meget begrænset, hvilket er medvirkende årsag til at det er vanskeligt at udføre en ordentlig puds på selve soklen og der er ikke den anbefalede højde på min. 150 mm til den vandrette fugtspærre i bunden af facaden.

Der er foran indgangsdøre i facaderne på havesiderne udlagt en stenbelægning i en bitumenblanding som også er smurt på soklen under terræn. Afskalningerne ses i sokkeloverfladen over denne stenbelægning.

Skaderne vil forværres, hvis der sikres mod glat overflader om vinteren med stryging af tøsalt.



Figur 14: Skade på sokkelpuds under døre mod haveside.

**Skaderne karakteriseres som K2 og trangrækkefølge B.**

**Anbefaling:**

Det anbefales at den løse og afskallede puds på soklerne afhugges og der foretages en ny pudsning i min. 10 mm tykkelse. Der skal pudses med cementholdig sokkelpuds C 100/400. Der kan indlejres armeringsnet af kraftig glasfiber i sokkelpudsen for at minimere risikoen for revne