



S:t Eriks markutveckling, Stockholms stad

Översiktlig tillståndsbedömning av byggnadsverk

Kv. Gjutmästaren 6 och 9

Stockholm

Översiktlig tillståndsbedömning av byggnadsverk

Kv. Gjutmästaren 6 och 9

Datum: 2021-02-19

Rev A datum: 2021-10-20

Rev B datum: 2022-01-10

Uppdragsnummer: 1320051168

Utgåva/Status: 3

Tony Janhunen

Teknikansvarig

Ramboll Sweden AB
Box 17009, Krukmakargatan 21
104 62 Stockholm

Telefon 010-615 60 00
Fax 010-615 20 00
www.ramboll.se

Unr 1320051168

Organisationsnummer 556133-0506

Jukka Ikäheimonen
Per Tinglöf
Alexandra Granberg
Specialister

Carl Wiman
Anders Edlund

Granskare

Sammanfattning och slutsatser

Kaj

Slutsatserna avser inte betongpålarnas tillstånd, vilka inte kunde inspekteras pga. påväxt samt bristande underlag. Det är oklart vilka dimensioner, täckskikt eller betongkvaliteter som använts. Likaså om de slagits ända ned till berg eller vilar på morän är oklart. Förmodligen har pålarna inga större sprickor och spjälkningar men sammantaget oklart vad bärighet och förväntad livslängd kan tänkas vara.

Kajplanet uppvisar sprickor som vittnar om armeringskorrosion i påggjutningens överkantsarmering. Armeringen i påggjutningens underkant, om sådan existerar, kan även ha korroderat, vilket då skadat vidhäftning mellan TT-kassetter och påggjutning. Vatten har sannolikt orsakat frostsprängning i övergångszonen mellan TT-kassetter och påggjutning som ytterligare skadat vidhäftning till den grad att samverkan dem emellan är tveksam. Vidhäftningsbristen är mest kritiskt för den konsolande delen ut mot vattnet. Det ses som sannolikt att klorider tagit sig ned i sprickor och därmed bidragit till de omfattande skadorna på TT-kassetterna.

Dykinspektionen visar på omfattande skador på undersidan av kajen, se Bilaga 1. Kraftiga skador på enskilda Isskydd/upplag. Stora sprickor på huvudbärverk, dels på mellan pålar bärande betongbalkar samt på TT-kassetter, vilka även drabbats av korrosion på spännarmeringslinor. Utan åtgärder kommer skadorna att bli värre på sikt med risk för betydande bärighetsnedsättning.

Sammantaget bristande vidhäftning och därmed samverkan mellan påggjutning och TT-kassetter, i vilka det dessutom finns frilagda spännlinor resulterande i bristande förspänning. Det i sin tur leder till en tappad tvärkraftskapacitet till vilket sprickor i förankringszoner gör saken än värre och resulterar i ett tillstånd för kajen som är allvarligt. Lägg till sannolika frostsador samt armeringskorrosion på åtskilliga ställen och det ger att livslängden är uppnådd och förbigången inom ett antal områden.

Kajen är dimensionerad för mindre tunga fordon och skadornas omfattning gör kajen olämplig för tung trafik i nuläget. Den konsolande delen mot vattnet bör inte trafikeras alls. Med undantag av den konsolande delen finns det förmodligen inget som hindrar att kajen fortsättningsvis efter utbyten av konstruktionsdelar och omfattande reparationsarbeten används för gång och cykeltrafik. Vid behov av trafikering av tunga fordon behöver kajen bytas ut i sin helhet.

Med undantag av den konsolande delen ger en inledande bedömning att kajen utan åtgärder kan användas för gång- och cykeltrafik samt personbilar med bruttovikt maximalt 3,5 ton, även gällande underhållsfordon under ca. 5 – 10 år. För trafiklasten från personbilar kan bestämmelser för parkeringshus användas.

Osäkerhet och risk kan hanteras genom att inspektioner med dykinslag utförs ca. vartannat år.

Vid behov av längre livslängd än så rekommenderas utbyten och omfattande reparationsåtgärder i form av:

- Utbyte av TT-kassetter och dess pågjutning
- Applicering av tätskikt och skyddsbeläggning
- Betongreparationer med sprutbetong av spjälkade och bomma partier av huvudbärverk.
- Injektering av sprickor med sprickbredd större än 0,5mm.

För att kunna ta fram noggrannare kostnader för arbeten behövs en mer omfattande skadekartering utföras. Se å-priser nedan för föreslagna arbeten, ytterligare arbeten kan tillkomma beroende på vad fördjupade undersökningar visar (priser hämtade från Trafikverkets Å-prislista, 2020 samt egna erfarenheter från tidigare utförda arbeten):

Byte TT-kassetter		2000 kr/m ²
Applicering av tätskikt		2200 kr/m ²
Byte av pågjutning	>110 mm	5300 kr/m ²
Betongreparation balk	30-70 mm sprutbetong	8300 kr/m ²
Betongreparation platta	30-70 mm sprutbetong	8300 kr/m ²
Injektering av sprickor		4700 kr/m ²

Lämpliga ägarförhållanden

Det anses inte lämpligt att en bostadsrättsförening med oklar omsättning på medlemmarna övertar ansvaret över kajkonstruktionen. Det krävs stor kunskap för effektiv förvaltning av byggnadsverk, vilka ofta planeras och projekteras för en livslängd på ca. 100 år. Erfarenheter visar att samfällighetsföreningar ute på öar som av Trafikverket tvingats ta ansvar över t.ex. en bro, inte förmår förvalta dessa i tillräcklig god utsträckning. I närtid finns exempel på broar som efter inspektion dömts ut, vilket föranlett ett helt brobyte efter endast 50 år, vilket är oacceptabelt ur ett hållbarhetsperspektiv. En kajkonstruktion som denna är än mer komplicerad än en mindre bro eller ett parkeringsgarage och bostadsrättsföreningen skulle behöva ta in en konsult som i praktiken hanterar förvaltningen och frågan är om det är ekonomiskt försvarbart? I en sådan situation vore det föredra att kajen repareras till ett tillstånd med förväntad livslängd 50 år. Ny anläggning (rätt utformad och rätt utförd) kan eventuellt hanteras av stor och kapitalstark Brf. Förvaltningen kan vara relativt passiv om anläggningen utformas och utförs väl.

Ansvar vid driftåtgärder

Ansvar över Byggarbetsmiljösamordning vid nybygge eller åtgärder i driftskedet ligger alltid på byggherren. En Bas-P/Bas-U utses oftast hos projektör och senare hos entreprenör. Vid mindre driftåtgärder ligger arbetsmiljöansvaret hos den anlitade entreprenören. Ifall omfattande åtgärder vid ett senare tillfälle är nödvändigt behövs förmodligen en projektering och lämpligt då för bostadsrättsföreningen är att anlita en projektör som Bas-P och en entreprenör som Bas-U.

Livscykelkostnader

Innan reparationsalternativ eller utbyte av kajen i helhet bör en Livscykelkostnadsanalys utföras för att hitta det, ur hållbarhetssynpunkt mest lämpliga utförandet och materialvalen. Minst två, helst fler alternativ bör jämföras med varandra där miljöpåverkan över konstruktionens förväntade livslängd med deras tillhörande livscykelkostnader.

Belastningar

Kajens bebyggelse bör begränsas för att undvika behov av utrymning vid drift och underhållsåtgärder i framtiden. För att säkerställa att utryckningsfordon kan passera och ställas upp på kajen i händelse av brand eller olycka i planerade bostäder bör en bärighetsutredning enligt Trafikverkets krav utföras. Tillfart till kajen för tyngre fordon bör omgående förhindras genom fysiska hinder i form av portaler eller dylikt.

Kajgatan

Bärighetsberäkning har visat att Kajgatan förmår bära lasterna från ett tungt utryckningsfordon. Vid ett område erhålls ett överskridande på 10 %, se PM Kajgatan, Silo och Mälteri. I det fallet utryckningsfordon endast skulle trafikera ytan i undantagsfall, skulle man kunna betrakta det som ett olyckslastfall och då är kapaciteten tillräcklig. Kajgatan bör bärighetsklassas för fordonslast.

Då tätskikt har saknats är överytan på hela Kajgatan dock förmodligen angripen av klorider, se diskussion under avsnitt 9.5 och 9.6. Beständigheten för körbrons bärande delar förefaller i övrigt god, mindre åtgärder rekommenderas.

Kulverten som löper söder om Silo och Körbron har ej kontrollberäknats på grund av att armeringsritningar ej funnits. Konstruktionen bedöms dock vara dimensionerad för samma laster som övriga Kajgatan och förmår bära lasterna från ett utryckningsfordon. Inga skador eller brister noterades vid inspektionen.

Kajgatans undermarkskonstruktioner omfattar en yta på ca. 1600 m². En kloridsanering där vattenbilning sker till ned under överkantsarmeringen kostar ca. 5000 kr/ m², tillkommer gör iläggning extra armering (5% påslag), applicering tätskikt 2200 kr/ m² och beläggning 350 kr/ m². Dessa antaganden skulle rendera i en kostnad på ca. 12 miljoner kr, i arbets- och materialkostnad. Övriga entreprenadkostnader ej inräknade samt att marknadsläget även kan påverka entreprenadpriset.

Byggnad 7C - Silobyggnad

Stommen är i det skick som förväntas med hänsyn till dess ålder. De äldsta silos är över 50 år och förväntas behöva vidta åtgärder nu för att förhindra eventuell försämring av stommens bärighet. För att vidare kunna bruka byggnaden krävs att yttre påverkan hindras på silos väggar. Detta kan göras på flera olika sätt, t.ex. med membran, sprutbetong eller vattenbildning av skadad betong samt pågjutning.

De punkter som berör urlakning av takbjälklag och väggarnas poröshet i övre delen av silos bör utredas vidare för att bestämma skick, orsak och lämplig åtgärd.

Vid ombyggnad av verksamhet där takplan kommer att användas så kan det komma att krävas förstärkning av takbjälklaget.

Byggnad 7C har inte byggts om i något större utsträckning vilket förenklar vid ev kommande ombyggnad.

Vid en jämförande lastnedräkning på befintliga källarväggar erhöles en linjelast på 270 kN/m (karakteristisk last) för bostadslaster. Vilket är 35 % av totala lasten för den tidigare industrilasten, då byggnaden användes som lagringssilo, vilket ur lastaspekt möjliggör ombyggnad till bostäder.

Byggnad 19 - Mälteriet

Stommen är i det skick som förväntas med hänsyn till dess ålder. Åtgärder krävs för att förlänga byggnadens livslängd. För att vidare kunna bruka byggnaden krävs att yttre påverkan hindras på betongväggarna. Detta kan göras på flera olika sätt, t.ex. med membran, sprutbetong eller vattenbildning av skadad betong samt pågjutning.

De punkter som berör urlakning av olika väggar invändigt och väggarnas poröshet bör utredas vidare för att bestämma skick, orsak och lämplig åtgärd i varje enskilt fall.

En betongbalk med synlig armering i underkant hittades och detta är inte ok om denna balk ska hantera last. Åtgärd bör utsättas snarast i form av primer och gjutning.

Då byggnaden är kraftigt ombyggd så kommer kartläggning av detta behövas inför ytterligare ombyggnad för att säkerställa möjligheter och stommens bärighet som helhet för ny verksamhet. Invändig stålstomme har en konstruktiv funktion för originalstommen så rivning av invändig stålstomme kan ej ske utan ersättning av annan invändig stomme.

Övriga konstruktioner

Skorstenarnas fotplåtar i hus 7 AB, bör skyddas mot ytterligare korrosion.

Innehållsförteckning

1.	Inledning och bakgrund.....	1
2.	Omfattning och frågeställningar.....	1
3.	Underlag	3
4.	Kajkonstruktionen	4
4.1	Översiktlig tillståndsbedömning.....	5
4.2	Material	10
4.3	Lastförutsättningar	11
5.	Körbron.....	12
6.	Byggnad 7C (Silos)	13
6.1	Översiktlig tillståndsbedömning.....	16
6.2	Material	20
6.3	Lastförutsättningar	20
7.	Byggnad 19 (Mälteriet).....	23
7.1	Översiktlig tillståndsbedömning.....	24
8.	Inspektion.....	29
8.1	Dykinspektion.....	29
8.2	Inspektion ovan mark	30
8.2.1	Okulärinspektion	30
9.	Betongprovtagning	32
9.1	Karbonatisering.....	32
9.2	Utförda prover av karbonatisering	33
9.3	Klorider	36
9.4	Kloridinitierad armeringskorrosion	36
9.5	Utförda kloridprover.....	37
9.6	Diskussion resultat av provtagning	39
10.	Rekommendationer	40
10.1	Kaj	40
10.2	Körbron	40
10.3	Byggnad 7C.....	41
10.4	Byggnad 19.....	41
10.5	Övriga konstruktioner	41

Bilaga 1	Fotobilaga
Bilaga 2	Dykinspektion
Bilaga 3	Lodprotokoll från dykinspektion
Bilaga 4	Kloridrapport 2021-03-03

- Bilaga 5 Kloridrapport 2021-07-07
- Bilaga 6 Inspektionsrapport av Kajgatan och underliggande utrymme
- Bilaga 7 PM kontrollberäkning av Körbron
- Bilaga 8 PM kontrollberäkning av Kajgatan Silo och Mälteri.

1. Inledning och bakgrund

Fastigheten Gjutmästaren 6 i Bromma ägs och förvaltas av S:t Erik Markutveckling sedan år 2004. Den ligger längs Bällstavikens strand och är bebyggd med ett antal byggnader tillhöriga f.d. Pripps och sedermera Carlsberg bryggerier. Det finns både produktionsbyggnader, kontor, kajanläggning, en gata längs stranden på broanläggning som delvis är underbyggd av lokaler. Byggnader längs stranden är grundlagda på pålar som på vissa ställen skyddas av spont. Hela industrimiljön är blåmarkerad som enligt stadsmuseets värdering av historiskt intressanta byggnadsmiljöer är den högsta klassningen.

Ett planförslag är framtaget och anspråken däri riktar sig tydligt mot kajen och strandlinjen. Här återfinns ett antal betong och stålkonstruktioner vars skick, underhållsbehov och underhållskostnader behöver tydliggöras i ett övergripande perspektiv, konstruktionsdel för konstruktionsdel. Det långsiktiga målet; att konvertera såväl silo som mälteri, byggnaderna 7C och 19 till bostäder kvarstår och förutsätter t.ex. att det är rimligt att överföra underhållsansvar för grundläggningskonstruktioner och kajdelar på enskilda via bostadsrättsförening. Gatan längs strandlinjen är delvis byggd på bro och delvis underbyggd. Samma fråga kan ställas om dessa konstruktionsdelar.

2. Omfattning och frågeställningar

Uppdraget innefattar att via arkivutredning, besiktning i samråd med beställare, intervjuer med driftorganisationen, granskning av gjorda statusbesiktningar och besiktningsprotokoll mm beskriva de olika konstruktionsdelarna och deras inbördes konstruktiva sammanhang, förslagsvis under följande grupperingar/rubriker:

- Kajanläggning som helhet inklusive grundläggning på plintar, och grundläggning på betongpålar, påldäck, spännarmerade prefabelement och dess påggjutningar
- Grundläggning hus 7AB (Brygghuset) inklusive spånt
- Grundläggning och stomme hus 7C (Silon) inklusive spånt och kaj
- Grundläggning och stomme hus 19 (Mälteriet) inklusive spånt och kaj
- Kajgatan på bro inklusive grundläggning och spånt
- Underbyggda delar av Kajgatan
- Skorstensfundament hus 7AB
- Ev tillkommande delar

Typiska frågeställningar (utan anspråk på fullständighet) är statusbedömningar baserat på befintligt material (ritningar, tidigare utförda inspektioner och statusbedömningar, platsbesök o d), framtida användningsområden och laster,






























förväntad livslängd och utan åtgärder, förväntad livslängd vid åtgärder, förslag på åtgärder, omfattning av åtgärder, tidsåtgång och kostnad för åtgärder, lämpliga ägarförhållanden, hantering av BAS-P/U vid åtgärder samt i driftskedet, LCC, LCA, behov av utrymning vid DoU-åtgärder i framtiden m.m. Eventuella låsningseffekter såsom t ex lastrestriktioner och geometrisk utformning vid bibehållandet av olika anläggningar, för möjligheterna för anpassning för framtida behov ska belysas. Vidare ska de enskilda anläggningarnas beständighet vid ny användning (ny miljöbelastning) belysas.

PBL:s krav på kännedom om befintlig anläggning vid ombyggnad bör kommenteras då statusbedömning av spännarmerade konstruktioner ofta är svårt. Då delar av anläggningarna är uppförda av spännarmerad betong, ofta i kombination med påggjutningar med troligtvis tvivelaktig vidhäftning, kan bedömningen av anläggningens bärförmåga vara besvärlig, kostsam och behäftad med osäkerhet. Risken för att skador ska ha uppstått i gjutfogen mellan de prefabricerade elementen och påggjutning bedöms vara överhängande, speciellt på de delar som saknar tätskikt. I kombination med generellt låg systemredundans för elementbyggda anläggningar kan detta sammantaget medföra att det är olämpligt att bevara denna typ av konstruktionselement. Vid modernt kajbyggande används inte denna typ av konstruktion i nämnvärd utsträckning. Om den används, så säkerställs vidhäftningen minutiöst och tätskikt, skyddslager och slitlager appliceras.

Uppdraget ska resultera i en rapport som kan utgöra ett övergripande strategiskt beslutsunderlag för hanteringen av dessa konstruktionsdelar i pågående och kommande detaljplanetapper.

3. Underlag

Ritningsunderlaget är knapphändigt och ritningen med kajens allmänna anvisningar saknas. Följande dokument har använts för att orientera sig om konstruktionerna och dess tillstånd:

-  14850122.TIF
-  14850152.TIF
-  14850252.TIF_Mälteri.tif
-  14850281.TIF
-  14851602.TIF_mälteri_BP_höjder.tif
-  14852822.TIF_mälteri_armering_körbana.tif
-  Grundplan del 32-36.pdf
-  Hus 7 Brygghus och kaj konstruktion i linje y-o-z.pdf
-  Hus 7 Brygghus och kaj konstruktion sektioner i linje s-t-o-u.pdf
-  Hus 7 Brygghus och kaj sektion i linje v-w-o-x.pdf
-  Hus 7 Brygghus silo och kaj konstruktion sektioner i linje p-q r-s.pdf
-  Hus 7 Brygghus silo och kaj shackt ritning sektioner.pdf
-  Hus 7 Detalj takbjälklag förankring mellan 1974 och 1968 byggnad.J...
-  Hus 7 Detaljer sarger tak.JPG
-  Hus 7 Grundplan silos 1968.JPG
-  Hus 7 Grundplan silos 1974.JPG
-  Hus 7 Kaj Kajplan del p-r Armering.pdf
-  Hus 7 Kaj Kajplan del p-r Måtts.pdf
-  Hus 7 kaj rörförläggning för kajbelysning.pdf
-  Hus 7 Plan 1_10.JPG
-  Hus 7 Plan 3_10.JPG
-  Hus 7 Plan 44_00.JPG
-  Hus 19 Pålplan.JPG
-  Plintar i linje 33-36.pdf
-  Plintar uppmätning.pdf
-  Plintar utsättning.pdf
-  Pålplan plintar linje 1-7.pdf
-  Sektion i linje q-r.pdf
-  Sektion i linje W.pdf

K1 -27 Malt Bro

1-24 Malt Bro

1-25 Malt Bro

1-26 Malt bro

K7-260 Malt bro

K7-264 Malt bro
K7-282 Malt bro
1K9:17 Körbana längs linje 31.

Besök gjordes till förvaltarens ritningsarkiv vid de olika besiktningarna. Ytterligare ritningar för kajkonstruktionen gick inte att finna. Ytterligare ritningsunderlag fanns för Kajgatan. Till den sista revideringen har allt ritningsunderlag från Byggnet hämtats.

4. Kajkonstruktionen



Figur 1: Kajen.

Undersökt del av kajen är placerad i söder, till höger i figur 1. Grundläggning av husen; 7AB (Brygghuset), 7C (Silon) och hus 19 (Mälteriet) har inte varit möjlig av tillgänglighetsskäl.

Kajkonstruktionen är en industrikaj byggd år 1968, sannolikt för en livslängd på mellan 30-50 år. De omfattande skadorna som föreligger visar att livslängden är uppnådd.

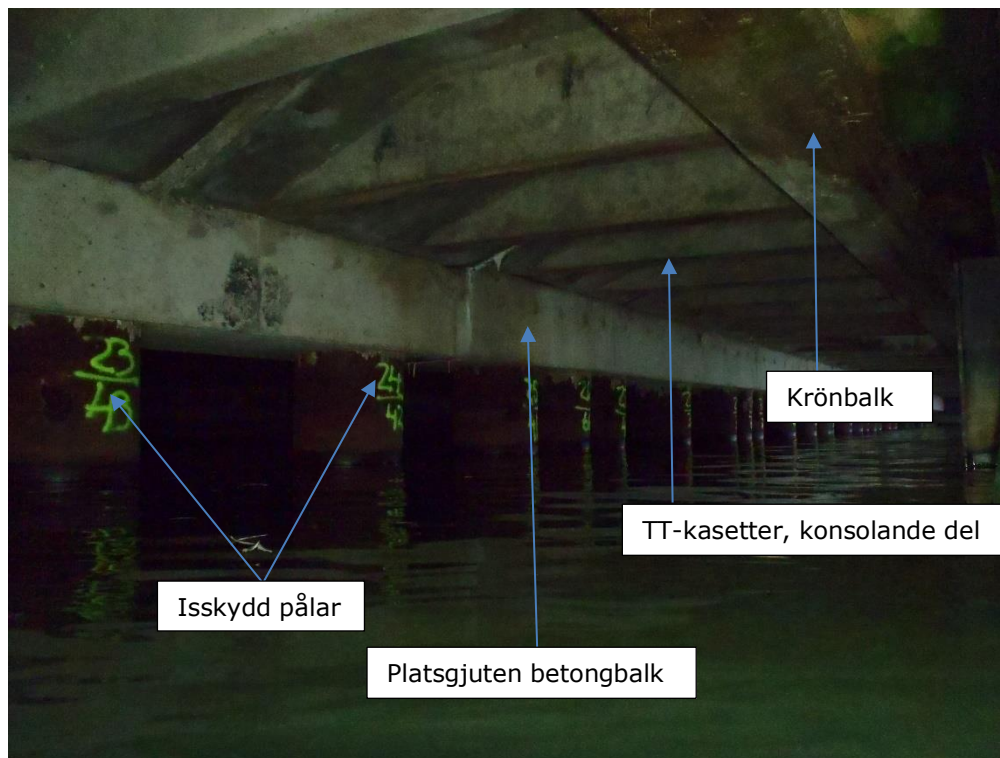
Kajen är byggd i armerad betong enligt konstruktionsritningar. Mot land bär betongplintar gjutna ned till berg upp kajen. På sjösidan bär betongpålar med isskydd vilka även fungerar som pålplatta och upplag för ett ramverk av platsgjutna betongbalkar. På balkarna har TT-kassetter – prefabricerade, förspända betongbalkar – placerats. På kassetterna har sedan en betongplatta gjutits som utgör kajplanet. Framtill, mot sjön, har kajen en krönbalk med spontvägg som endast delvis finns kvar.

4.1 Översiktlig tillståndsbedömning

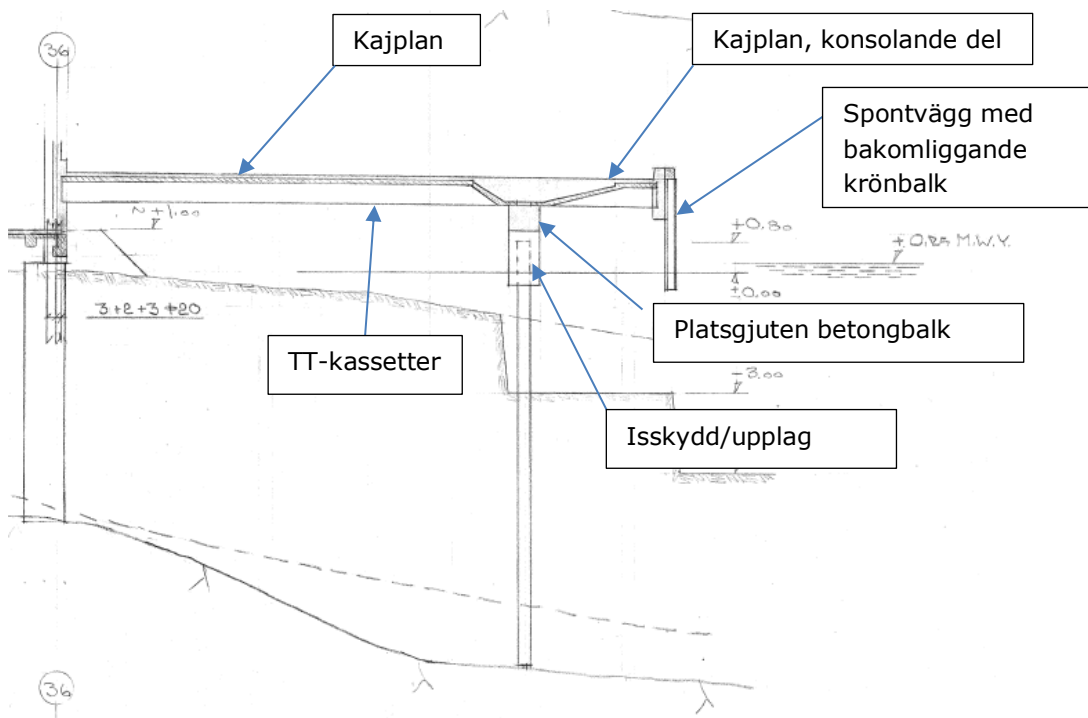
Kajen är utformad med indragen pålad mot sjösidan så att en utkragande konsol bildar förtöjningsplats för båttrafik. På kajplanet, ovan pålarna samt vidare vid konsolen ut mot vattnet finns sprickor i betongen med mellanrum som skvallrar om underliggande armering, se Figur 2, vilket tyder på sprickorna är orsakade av last. Sannolikt har även klorider från tössalter tagit sig ned till armeringen som korroderat. Konstruktionen har eller är på väg att ha mycket bristfällig vidhäftning mellan kajplanets betongplatta och TT-kassetter vilket kraftigt begränsar förmågan att bära last ute på konsolen. Det är en allvarlig brist och åtgärder bör vidtas snarast.



Figur 2: Sprickor i kajplanet.



Figur 3: Undersida kajkonstruktion.



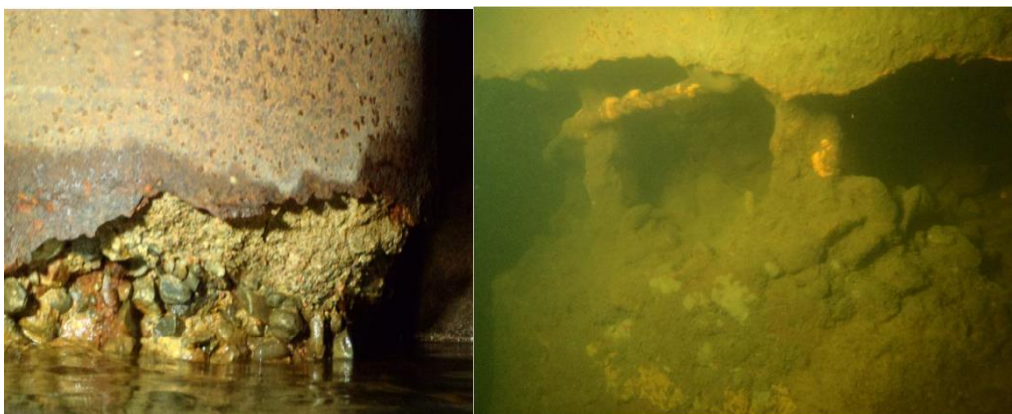
Figur 4: Sektion kajkonstruktion.

Pålar, isskydd/upplag

Betongpålarna är omslutna med påväxt och var således inte möjliga att inspektera i dessas helhet. Dykarna skrapade fram betongen på några ställen, men kunde inte dra några slutsatser om skicket om dem, se Bilaga 1. Förmodligen hade större sprickor noterats trots påväxten.

Inga uppgifter om betongpålarnas slagning finns noterat på undersökt ritningsunderlag. Det är svårt att bedöma pålarnas bärighet och eventuella över- eller underkapacitet då det saknas pålprotokoll om använda dimensioner, pållängder, stoppslagning m.m. Information saknas t.ex. om de är slagna ned till berg eller om de vilar på morän.

Isskydd och tillika upplag för de platsgjutna betongbalkarna är av mycket varierat skick, där de mest skadade förlorat en stor del av sin funktion, se Figur 5. Då de är direkt lastbärande skulle en förlorad bärighet kunna resultera i sättningar och i allra värsta fall delkollaps av kajkonstruktionen.



Figur 5: Foton på isskydd/upplag.

Ramverk av platsgjutna betongbalkar

Betongbalkarna som vilar på pålarnas isskydd visar upp en stor mängd genomgående dragsprickor och ett mindre antal spjälkningar. Tillståndet är i nuläget inte så allvarligt att åtgärder behöver vidtas omedelbart men balkarna bör repareras inom en snar framtid för att skicket inte ska förvärras.



Figur 6: Foton på platsgjutna betongbalkar.

TT-kassetter

Genom sprickorna och andra läckvägar som otäta fogar har sannolikt klorider förts vidare ned till TT-kassetterna som också visar omfattande skador. En stor mängd grova sprickor har upptäckts, likaså en stor mängd spjälkningar och korroderade armeringsjärn samt spännarmeringslinor.



Figur 7: Foton på sprickor och spännlinor i TT-kassetter.

Tillståndet på TT-kassetterna är allvarligt och i många fall mycket svårt, om inte omöjligt att reparera. Det har upptäckts sprickor i spännlinornas förankringszoner vilket är mycket begränsande för kassetternas tvärkraftsförmåga som kan leda till ett sprött brott. Dessa skador tillsammans med den förmodade vidhäftningsförlusten samt korroderade armeringen i kajplanets påggjutning föranleder en rekommendation att lasten på kajen begränsas till endast personbilar med en bruttovikt på maximalt 3,5 ton.

4.2 Material

Betongplintar

Enligt ritning 7K19:19.

Betong II, K250, Std. Dock vid undervattensgjutning K350:

K250

- Tryckhållfasthet, karakteristisk: 18 MPa
- Draghållfasthet, karakteristisk: 1,40 MPa

K350

- Tryckhållfasthet, karakteristisk: 25 MPa
- Draghållfasthet, karakteristisk: 1,80 MPa

Armering Ks 40:

- Hållfasthet, karakteristisk: 390-410 MPa.

Inga uppgifter om använt regelverk finns i ritningsunderlag.

Pålar

Inga uppgifter på pålarnas material finns i underlaget. Enligt ritning 7K19:10 är max. pållast 30 ton vid påldimension $\Phi 280$ mm.

Betongbalkar

Ramverket av platsgjutna balkar antas ha samma hållfasthetsvärden som betongplintarna.

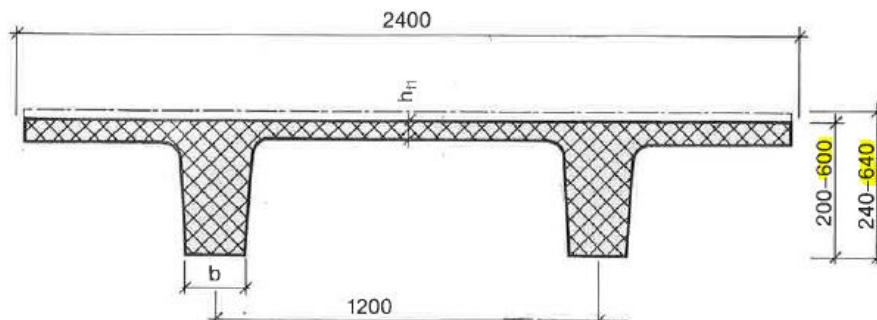
TT-kassetterna

TT-kassetterna är ingjutna på landsidan i betongplintar och på sjösidan i betongpålarna via isskydd/upplag.

Ritning K99:1 saknas där allmänna anvisningar om kajen är föreskrivna.

Information om TT-kassetter saknas. Inga uppgifter har heller återfunnits gällande den prefabricerade spännbetongen. Troligtvis åtminstone K40 men kan innehålla mycket cement samt cement med mycket alkalier.

Förmodligen är TT-kassetterna av typen:

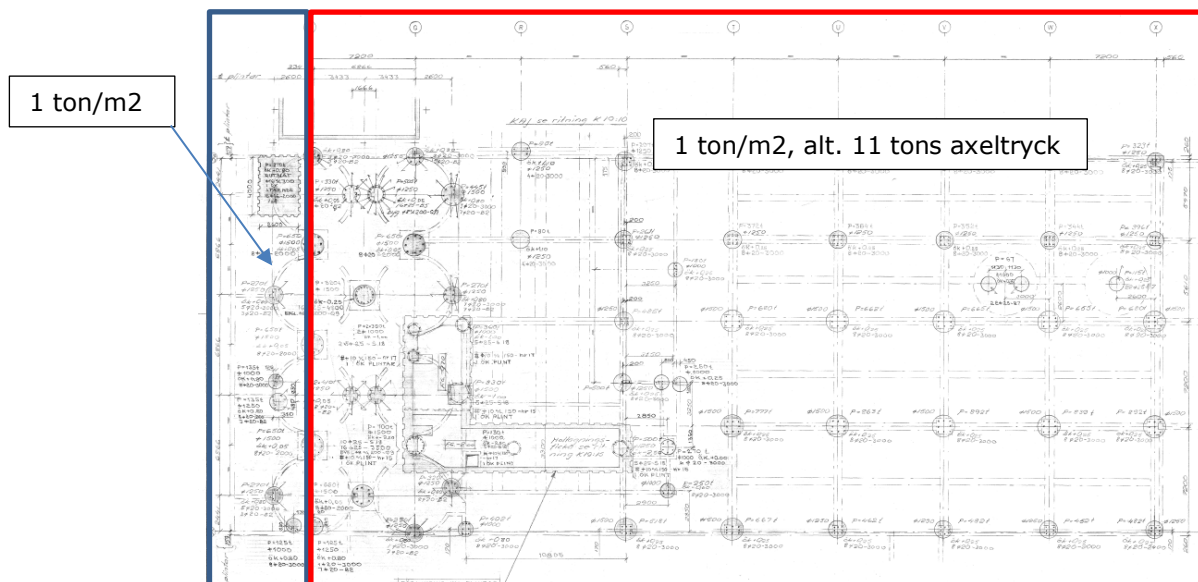


Där de bedöms vara 600 mm, efter jämförelse mot gjutna balkar av brädform. Ca. 5 st avbilder av brädor i betongen, som förmodas vara ca. 95 mm, ryms undertill.

Inga uppgifter om pågjutningens på TT-kassetterna, tjocklek har påträffats. Det är även svårt att förutsäga grad av samverkan dels i bruksgränstillstånd, dels i brottgränstillstånd mellan kassetter och pågjutning. Sannolikt har det även runnit ner vatten som orsakat frostsprängningar i övergångszonen mellan dem, vilka tillsammans med av tösalter orsakad armeringskorrosion, har gjort vidhäftning och därmed samverkan bristfällig.

4.3 Lastförutsättningar

Enligt bl.a. ritning 7K23:7 är området söder om kajen dimensionerad för 1 ton/m² nyttig last vänster om linje P, se figur 8 nedan, alternativt för 1 ton/m² nyttig last eller 11 tons axeltryck höger om linje P.



Figur 8: Dimensionerande laster. Linje P är där blå och röd linje sammanfaller.

Följande skrivelse hittas i 1960-års belastningsbestämmelser:

§52 Kajkonstruktioner

§521 Rörlig belastnings inverkan i vertikal led

Om ej annat föreskrives, läggas utöver vad som framgår av §51 följande belastningar till grund för beräkning av kajkonstruktion.

a) Del av kajplan avsedd att användas som upplagsplats

Av stycke gods	minst 2 t/m ²
• massgods	minst 4 "
Enstaka punktlast (t. ex. hjultryck)	10 t

b) Del av kajplan avsedd att användas som väg eller gata

Vanliga belastningar:

Jämnt fördelad belastning	1 t/m ²
Enstaka axeltryck	11 t

Där det framgår att kaj för väg eller gata dimensioneras, för vanliga belastningar, med en 1 ton/m² jämnt fördelad belastning alt. 11 tons axeltryck.

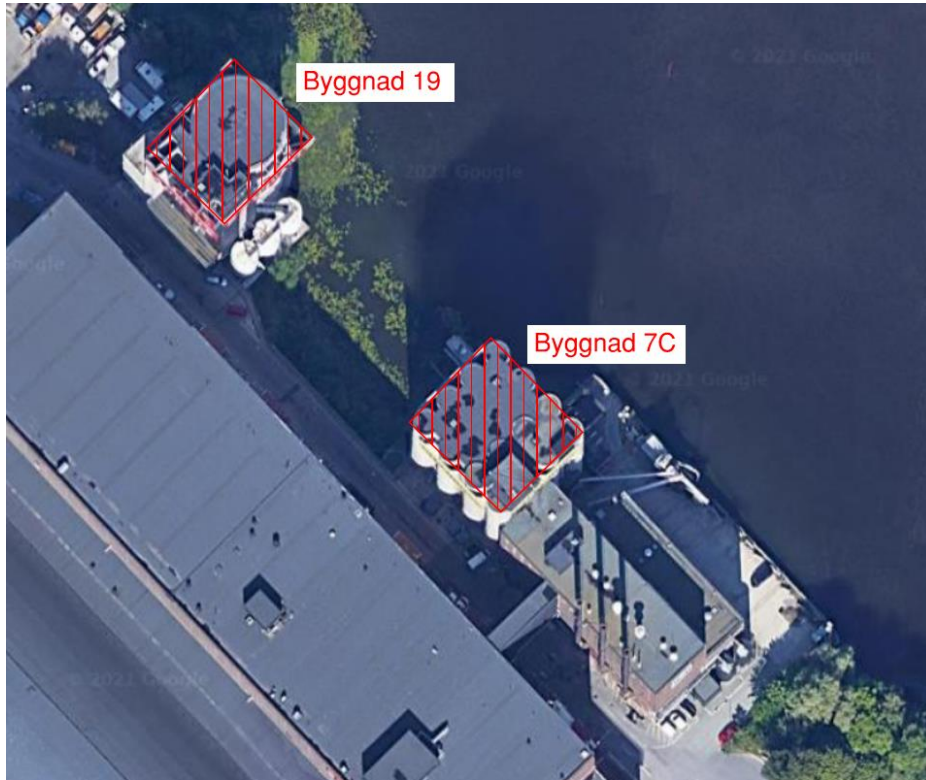
Med dagens bestämmelser kan dimensionerande utbredd last på kaj variera från 2,0 t/m² och upp till mångfaldigt högre värden (bulklaster, containerstaplar). För järnvägs och vägtrafiklaster används värdena i SS-EN 1991-2 Trafiklast på broar. (innefattar även GC-laster). Dessutom kan hjul- och stödfotslaster från mobilkranar och dylikt behöva beaktas. Mindre kajer och bryggor med gång- och cykeltrafik för allmänt ändamål dimensioneras ofta för ca 0,5 ton/m². Trots skillnader i beräkningsprinciper mellan normerna ligger denna kaj bärighetsmässigt någonstans däremellan. Dock i det allra lägsta spannet gällande kajer för tyngre trafik.

5. Kajgatan

Se bilaga 6 för inspektionsrapport.

Se bilaga 7 för bärighetsberäkning.

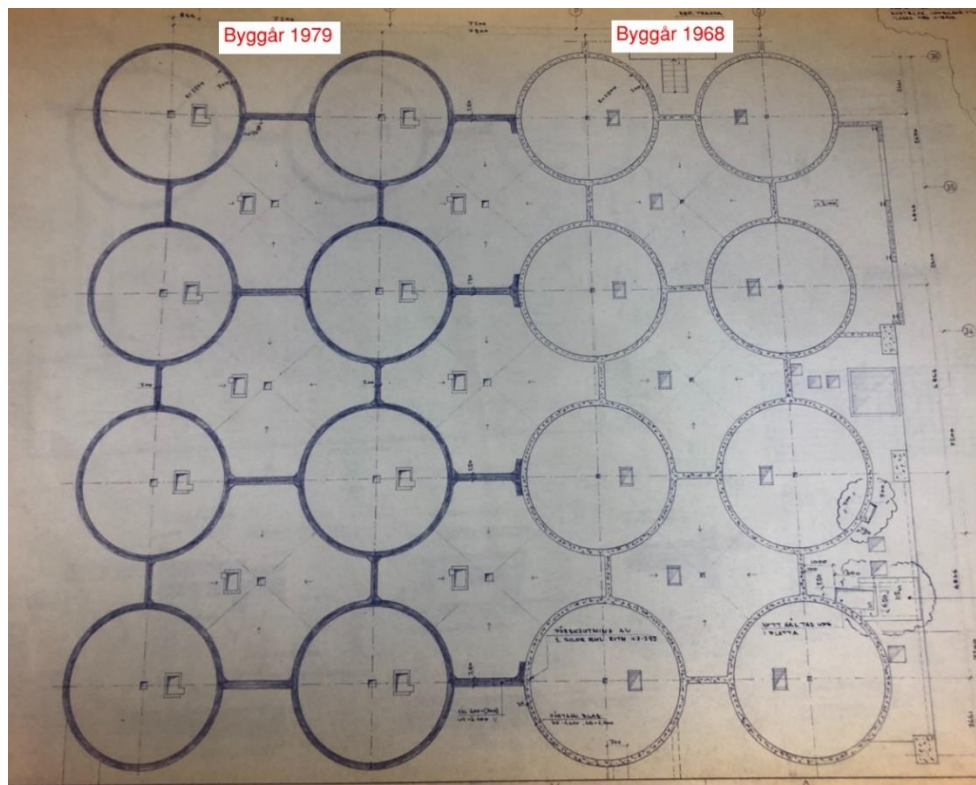
6. Byggnad 7C (Silos)



Figur 9: Översiktspild byggnad 7C och byggnad 19.

Undersökning av grundläggning av byggnad 7C (Silon) har inte varit möjlig av tillgänglighetsskäl.

Byggnad 7C är byggd i två olika etapper. Etapp 1 byggdes år 1968 och etapp 2 år 1979.



Figur 10: Byggnadsetapper av byggnad 7C.

Etapp 1 (1968)

Grundläggning

8 st silos är grundlagt på plintar ner till berg. Plintdimensioner varierar mellan Ø1000 mm till Ø1500 mm.

Bottenbjälklag +1,10

Bottenbjälklaget består av 300 mm betong.

Stomme

Silos består av 200 mm betongväggar med en diameter på 5000 mm.

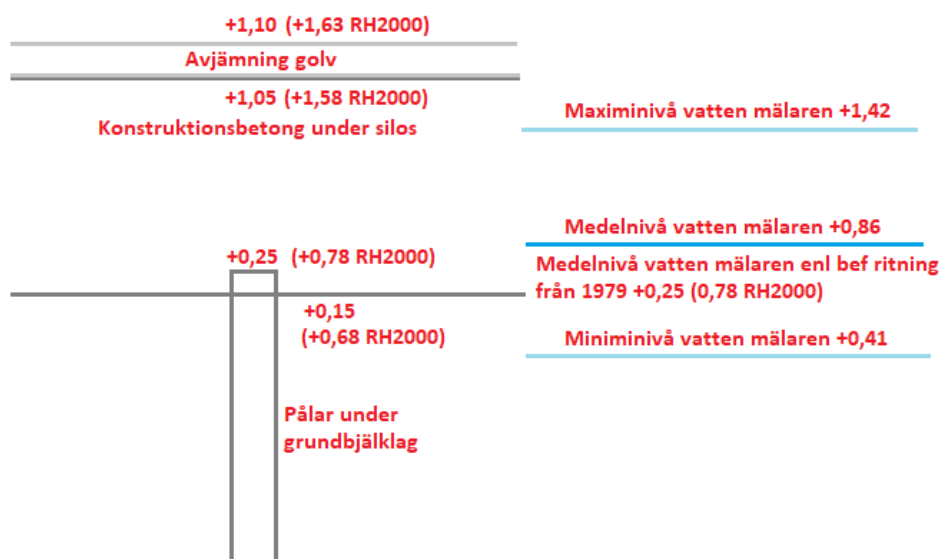
Takbjälklag +48,50

Enligt befintliga ritningar består takuppbyggnad av konstruktionsbetong med ovanpåliggande lättklinkerbetong och papp. Lättklinkerbetongens funktion var troligen endast värmeisolerande och lagt i fall för vattenavrinning, ej bärande. Mått på konstruktionsbetong påfanns ej.

Etapp 2 (1979)

Grundläggning

8 st silos är grundlagt på betongpålar ner till berg. Enligt befintliga föreskrifter är pålar av kvalitet B60. Samtliga pålar ska vara försedda med fast bergspets. Stopp-, kontroll-, och efterslagning av pålar enligt "Pålar Statens planverk godkännanderegler 1975:8". Betongpålarna har varit under vatten mestadels av tiden om jämförelse mellan medelnivå vatten i Mälaren och pålarnas avskärningspunkter. Medelnivåer tagna från SMHI. Även vid upprättande av handlingar 1979 så antogs en medelnivå i höjd med ök pålar. Detta innebär att eventuell risk för karbonatisering anses låg då pålarna befunnit sig under vatten. Se nedanstående skiss.



Figur 11: Jämförelse vattennivå och pålarnas avskärningspunkter.

Bottenbjälklag +1,10

Betongbjälklag, 950 mm tjockt under silos och 350 mm tjockt övriga ytor.

Stomme

Silos består av 200 mm betongväggar med en diameter på 5000 mm.

Mellanbjälklag +44,00

180 mm betong. Ingen påggjutning.

Takbjälklag +48,50

Takbjälklaget består av 180 mm betong och 100 mm lättklinkerbetong i fall med ovanliggande takpapp. Lättklinkerbetongens funktion var troligen endast värmeisolerande och lagt i fall för vattenavrinning, ej bärande. Denna takpapp har under åren uppfyllt sin livsspann och vattengenomträngning har påvisats. Vid besiktning höll ny takpapp att monteras.

6.1 Översiktlig tillståndsbedömning

Utsida silos är generellt i gott skick visuellt. Det är inte några nämnvärda sprickor och det syns inga ytliga tecken på generell armeringskorrosion. Lokalt finns armering som korroderat. Detta påverkar dock inte silons bärighet i sin helhet. Se nedanstående bild.

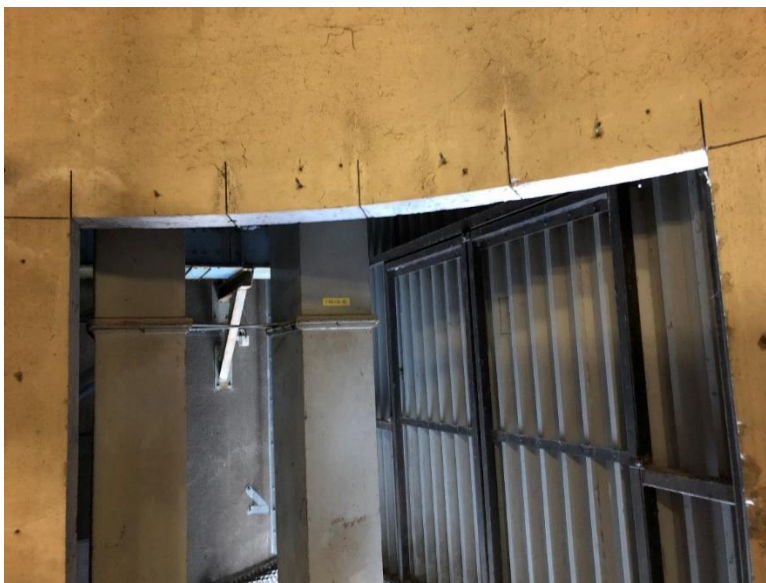


Figur 12: Ytligt placerad armering som korroderat.

Ombyggnation inklusive tidigare rivning i stommen sågs. Översågning vid tidigare håltagningar syntes och detta skapar ett större ingrepp i stommen än vad håltagningen i sig var avsedd. Varken ritningar eller beräkningar för dessa håltagningar kunde hittas vid sökning i arkivet



Figur 13: Håltagning i stomme vid tidigare ombyggnation.



Figur 14: Översågning vid håltagningar.

Då den äldre takpappen överskridit sin livslängd har större vattengenomträngningar i gjutskarvar påvisats. De vita utfällningarna på nedanstående bilder är kalkutfällning orsakade av vattengenomträngning.



Figur 15: Vattengenomträngningar takbjälklag.



Figur 16: Vattengenomträngningar takbjälklag.

Vid besiktning skedde montage av ny takpapp samt inklädnad av sargkrön. Vid diskussion med montörer så beskrev de betongen som väldigt porös och svår att fästa i.



Figur 17: Sargkrön på tak.

6.2 Material

Betongplintar (1968)

Enligt ritning 7K19:8.

Betong II, K300, Std.

Armering Ks 40:

- | - Hållfasthet, karakteristisk: 390-410 MPa.

Inga uppgifter om använt regelverk finns i ritningsunderlag.

Betongpålar (1979)

Samtliga pålar ska vara försedda med bergspets. Stopp-, kontroll- och efterslagning enligt "Pålar – Statens planverk godkännanderegler 1975:8".

Påltyp: B 60.

Betongstomme (1968)

Har inga uppgifter om betongkvalité på stomme.

Betongstomme (1979)

Grundplatta: Betong II, K300, Std.

Väggskivor och pelare: Betong I, K300, Std.

Takbjälklag och balkar: Betong I, K350, Std.

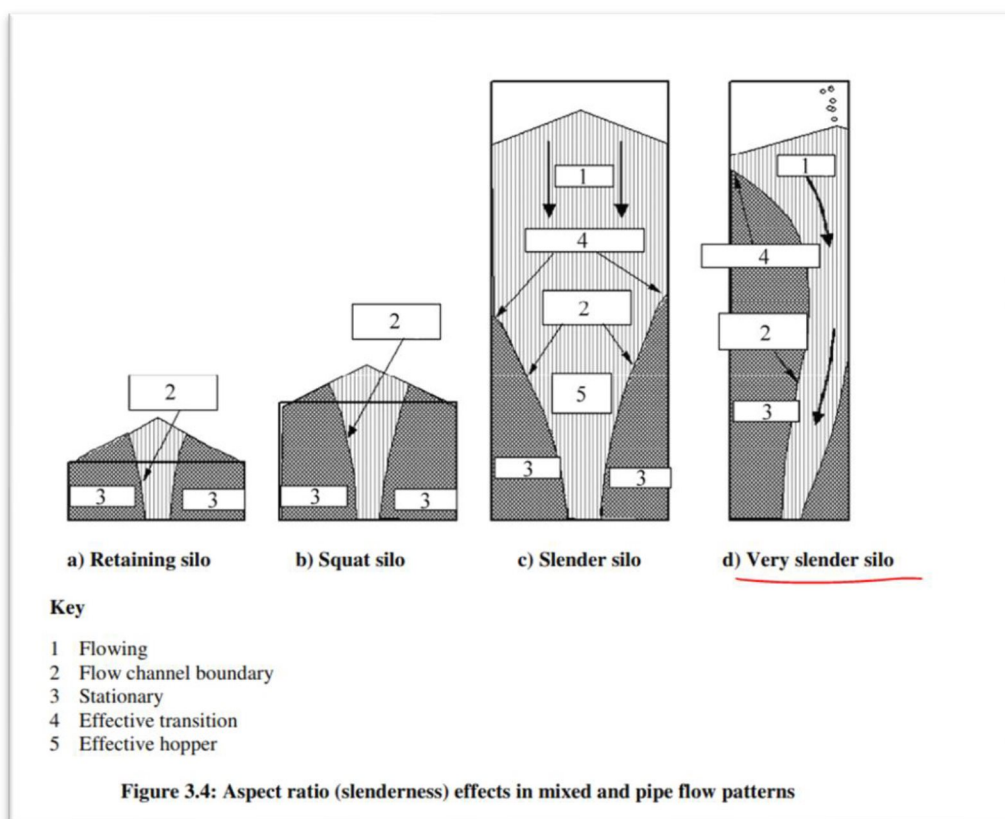
6.3 Lastförutsättningar

Enligt befintliga handlingars föreskrifter varierar nyttig last för hus 7 AB:

Plan 3	+9,30	1,2 kN/m ²
Plan 5	+15,30	1,0 kN/m ²
Plan 6	+18,20	1,0 kN/m ²
Plan 7	+21,40	1,0 kN/m ²
Plan 8	+26,40	1,0 kN/m ²
Plan 9	+30,90	1,0 kN/m ²

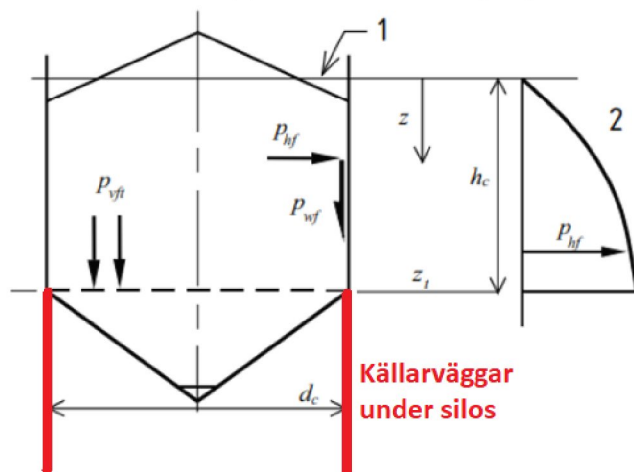
Vissa av dessa plan ansluter mot silos och kan troligen även där appliceras.

Laster på vertikala väggar i silos har bestämts enligt SS-EN1991-4:2006. Silos har betraktats som en slank silo enligt definition 5.1(2). Tömningslaster på vertikala väggar har beräknats enligt 5.2.2. Vid framtagande av laster har det antagits att godsets flöde liknats enligt figur för slank silo.



Figur 18: Lastfördelning slank silo.

Last har sedan räknats ner på underliggande källarväggar för varje silo. Tidigare last för industrilast uppskattas till 780 kN/m (karaktäristisk last).

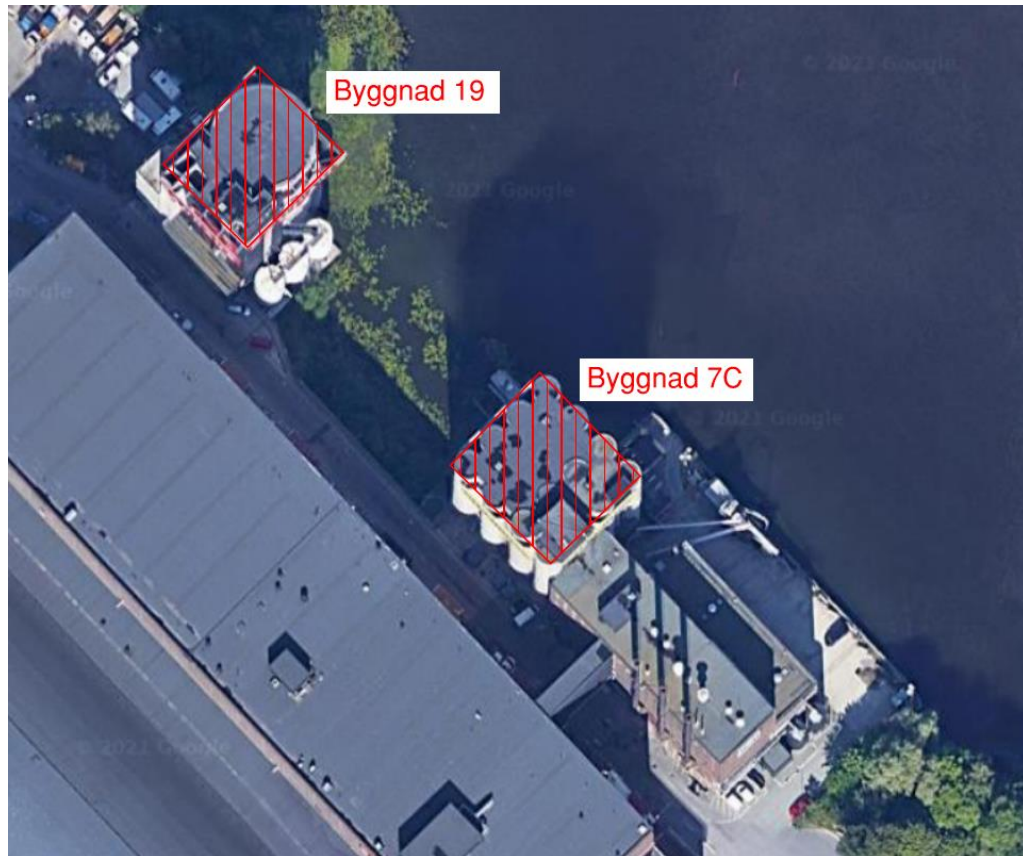


Figur 19: Lastnedräkning till källarväggar under silos.

En jämförelse med eventuell framtida bostadslast har även gjorts. Nyttig ytlast på 2 kN/m² per våningsplan har medräknats. En uppskattad våningshöjd på 2,5 m har antagits. Ett betongbjälklag på 250 mm per våningsplan har även inkluderats i lastnedräkningen. Silons höjd är ca 37 m och har en på radie 5 m. Detta uppskattar vi kan skapa 13 våningar för denna lastjämförelse.

Med dessa förutsättningar och antagningar så fås en linjelast på befintliga källarväggar på 270 kN/m (karakteristisk last). Vilket är 35 % av totala lasten för den tidigare industrilasten, vilket ur lastaspekt möjliggör ombyggnad till bostäder.

7. Byggnad 19 (Mälteriet)



Figur 20: Översiktssbild byggnad 7C och byggnad 19.

Grundläggning

Betongpålar B60.

Bottenbjälklag

Betongbjälklag, har ingen uppgift om tjocklek.

Stomme

Betongstomme. Invändig stålstomme från ombyggnation 2015.

Takbjälklag

Betongbjälklag, har ingen uppgift om tjocklek.

7.1 Översiktlig tillståndsbedömning

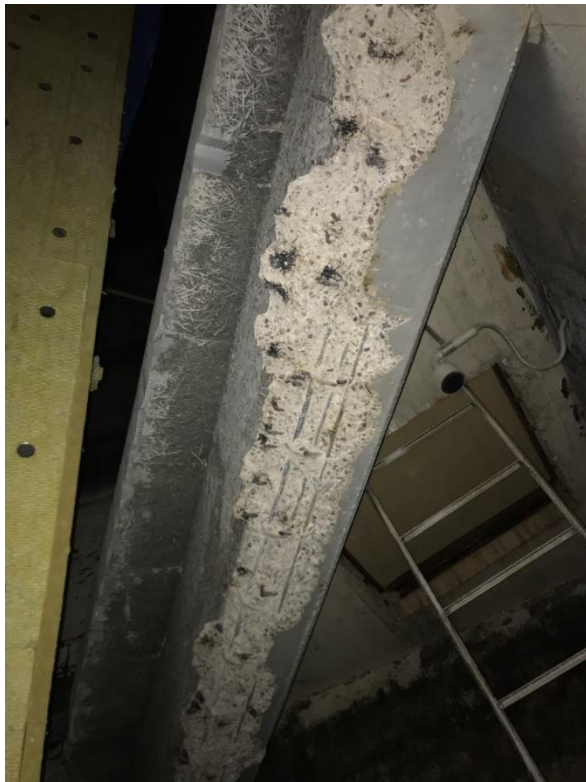
Byggnad 19 har genomgått en stor ombyggnad 2015 för verksamhet som fortfarande bedrivs i byggnaden idag och därmed blir ytterligare en större ombyggnad mer komplicerad och utredningar bör göras ur denna aspekt. Tidigare ombyggnation innebar att befintlig invändig betongstomme i stor del revs och ersattes med en invändig stålstomme som anpassades till ny verksamhet. I och med att stor del av befintlig invändig betongstomme revs så behövdes yttre betongväggarna på byggnad 19 stegas. Detta måste tas hänsyn till även vid framtida ombyggnation. Ett inre stomsystem kommer krävas som stöder ytterväggarna. Ev kompletteringar av pålar vid en ombyggnation kan även komma att behövas beroende på verksamhetstyp samt lastnedtagningspunkter.

Vid inspektion kunde flertalet vattengenomträngningar ses i stommen invändigt. Kalkutfällningar från betongen syns som vita fläckar.



Figur 21: Vattengenomträngningar och kalkutfällning.

En betongbalk där armeringen är exponerad i underkant hittades och denna skada på betongbalken behöver åtgärdas.



Figur 22: Betongbalk med skada i underkant balk så att armering är synlig.

Urlakning av betongen där den blivit porös påvisades i bottenplan. Figur 20 är tagen i nederkant av en bärande betongvägg inomhus. Orsak till urlakning vid denna punkt okänd. Möjlig åtgärd är att lokalt vattenbila bort skadad betong och ersätta med ny betong.



Figur 23: Porös betong på grund av urlakning.

Längsgående spricka i trapphus hittades. Kanske uppkommit på grund av tvång vid gjutning/härdning av betongväggarna. En del sprickor förekom på olika platser i byggnaden.



Figur 24: Längsgående spricka i trapphus.

Kapning av betongväggshörn mot ovanliggande betongbjälklag hittades. Detta är normalt sett inte en ok sågning av en bärande stomme. Bör utredas vid eventuell ombyggnation.



Figur 25: Kapning överkant betongväggshörn.

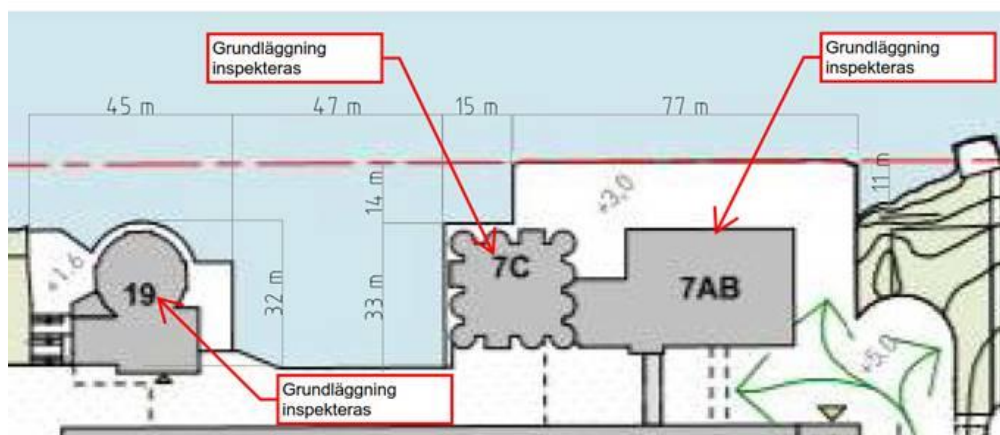
8. Inspektion

Inspektionen delades in i två delar; dykinspektion samt inspektion ovan mark.

8.1 Dykinspektion

För dykinspektionen anlätades dykare Mikael Holmgren, MH-dyk AB. Inspektionen utfördes i december 2020. Se bilaga 1-3 för detaljer.

Målsättningen var att från vattnet inspektera:



Figur 26: Målsättning dykinspektion.

- Kajanläggning som helhet inklusive grundläggning på plintar, och grundläggning på betongpålar, påldäck, spännarmerade prefabelement och dess påggjutningar
- Grundläggning hus 7AB (Bryggghuset) inklusive spont
- Grundläggning hus 7C (Silon) inklusive spånt och kaj
- Grundläggning hus 19 (Mälteriet) inklusive spont och kaj.

Påggjutningar kunde inte inspekteras från undersidan. Fogen mellan TT-kassetternas överytor och påggjutning var inte synlig eller åtkomstbar.

Inspektion av grundläggningar var inte möjlig att genomföra, dels av igensatta utrymmen under kajen i vissa fall, i andra fall innebar trånga passager innebar en arbetsmiljörisk.

8.2 Inspektion ovan mark

En okulär inspektion och provtagning ovan mark för kaj och grundläggning utfördes av Jukka Ikäheimonen och Per Tinglöv i mitten på januari, år 2020. Syftet med inspektionen var att få en aktuell uppfattning om tillståndet på konstruktionerna ovan mark, samt de kulvertar med åtkomst. De konstruktionsdelar som inspekterades vid detta tillfälle var:

- Kajplan
- Underbyggda delar av Kajgatan
- Skorstensfundament hus 7AB.

En andra okulär inspektion och provtagning ovan mark utfördes av Anders Edlund och Alexandra Granberg i mitten på juni, år 2021. Syftet med inspektionen var att få en aktuell uppfattning om tillståndet på konstruktionerna ovan mark, samt kulvertar med åtkomst. De konstruktionsdelar som inspekterades vid detta tillfälle var:

- Utsida och insida byggnad 7C
- Utsida och insida byggnad 19

8.2.1

Okulärinspektion

Kajen inspekterades okulärt från ovansidan, kajens konstruktion är uppbyggt av bärande prefabricerade betongbjälklag som är pågjutna med betong. Denna pågjutning är till viss del uppsprucken.

Kajgatans undermarkskonstruktioner har visuellt inspekterats, samtliga betongytor ser oskadade ut, inga betongspjälkningar, inga korrosionsgenomslag, dvs inga korrosionsprodukter på betongytorna kunde skönjas och inga sprickor på undersida bjälklag, överlag var väggarna sprickfria dock fanns det vertikala sprickor med avståndet c:a 4-5m på väggen mot vattnet mellan silosbyggnaderna (byggnad 7C) och mälteriet, sprickorna torde ha uppkommit av tvångskrafter i samband med gjutning. Gjutfogen mellan gammal och ny del på Körbron visade vid inspektionen inga tecken på skador, dock är det en känslig utformning och bör undersökas noggrant vid en eventuell kloridsanering, i synnerhet Perfobultarna som är inborrade mitt i tvärsnittet. De har med största sannolikhet inte provdragits och bör kontrolleras. Bomknackning utfördes på delar av Körbron, inga betydande bompartier upptäcktes.

Skorstenarna i hus 7 AB står på fotplåtar av stål som är upplagda på betongkonsoler. Fotplåtarna är korroderade men korrosionen på dessa nedsätter inte bärigheten, dessa bör dock skyddas mot ytterligare korrosion. Inga tecken på skador på betongkonsolerna kunde observeras.

Byggnad 7C (silos) inspekterades okulärt från utsidan i markplan från väg och längs med kaj.

Samtliga betongytor ser oskadade ut förutom vid några lokala punkter där enstaka armeringsjärn troligen hamnat för ytligt vid gjutning och därmed varit utsatt för

korrosion under längre tid. Detta har dock ingen påverkan på silos bärighet i sin helhet.

Byggnad 7C (silos) inspekterades även invändigt på plan 0 (+1.10), högsta planet samt takplan.

Invändigt så är stommen generellt i gott skick med inga synliga sprickor.

Dock kunde undersida takbjälklag och längs med väggar från tak påvisa vattengenomträngning med kalkutfällningar under längre tid som kan göra att PH-värdet sjunker och armering kan korrodera. Vattengenomträngning av detta slag kan med tiden medföra urlakning av betongen vilket innebär att bindemedlet försvagas och betongens bärighet försvagas. Till vilken grad denna urlakning skett för takbjälklaget bör utredas innan ombyggnad.

Då sargerna på tak och till viss del ner längs med utsida silosväggar var porösa så bör översta planet utredas som helhet. Poröshet i betongen kan även påskyndas av surt regn som lakar ur betongen och orsakar tillslut försvagad bärighet. Detta är något som ej går att se från markplan eller av säkerhetsskäl ej kunde inspekteras från takbjälklaget.

Takplanet var vid inspektion under ombyggnad då ny takpapp höll på att installeras. Detta är nödvändigt för att i dagsläget förhindra fortsatt vattengenomträngning av stommen.

Viss ombyggnad och håltagningar har utförts efter stommens originalutförande. Detta kommer behöva tas hänsyn till och kartläggas vid en större ombyggnad till bostäder.

Byggnad 19 (mälteriet) inspekterades okulärt från utsidan i markplan från väg och längs med kaj.

Betongytorna utvändigt i markplan ser vid inspektion ut att vara i bra skick. Vid inspektion invändigt finns flertalet påvisningar om försvagningar i bärande stomme.

Då stora ombyggnationer skett i byggnad 19 bör dessa kartläggas inför kommande ombyggnation för att säkerställa möjligheterna ur konstruktiv aspekt. Bland annat så hade ett vägghörn i stor utsträckning kapats. Detta medför att väggen som håller upp bjälklaget ovanför försvunnit och bör påverka bjälklaget ovanför negativt ur bärighetssynpunkt.

Invändig ny stålstomme, anpassad för nuvarande verksamhet, har en stagande och bärande funktion för ursprungsbyggnad. Så ev rivning och ytterligare ombyggnation ska ta detta i beaktande.

Vattengenomträngningar och medförande kalkurlakningar kunde påvisas på flertalet platser invändigt i byggnaden. Detta är en risk för försvagad bärighet och bör utredas i varje enskilt läge kring orsak och vilka åtgärder som behövs sättas in.

En betongbalk med synlig armering i underkant hittades och detta är inte ok om denna balk ska hantera last. Åtgärd bör utsättas snarast.

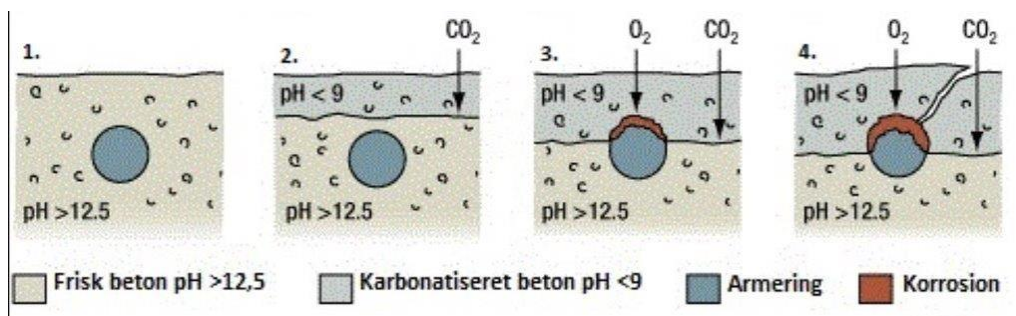
En längsgående spricka i trapphus mellan bottenplan och takbjälklag kunde ses.

9. Betongprovtagning

9.1 Karbonatisering

Karbonatiseringsinitierad armeringskorrosion

Den kemiska reaktion som sker när cement blandas med vatten, leder till att en alkalisk miljö (høgt pH-värde) bildas som skyddar stål från korrosion i betong. Med karbonatisering menas att den kalciumhydroxid som bildats vid cementets reaktion med vatten vid gjutningen och som ger det høga pH-värdet reagerar med koldioxid från luften. Reaktionen med koldioxid resulterar i en sänkning av pH-värdet till en nivå som innebär att stålet inte längre är skyddat mot korrosion. Processen utgår från ytan och tränger allt djupare in i betongen. Hur lång tid det tar innan betongens skydd mot korrosion är upphävt vid armeringsstålet beror på hur fort koldioxiden förmår att tränga in samt hur långt in i konstruktionen som armeringsstålen är placerade.



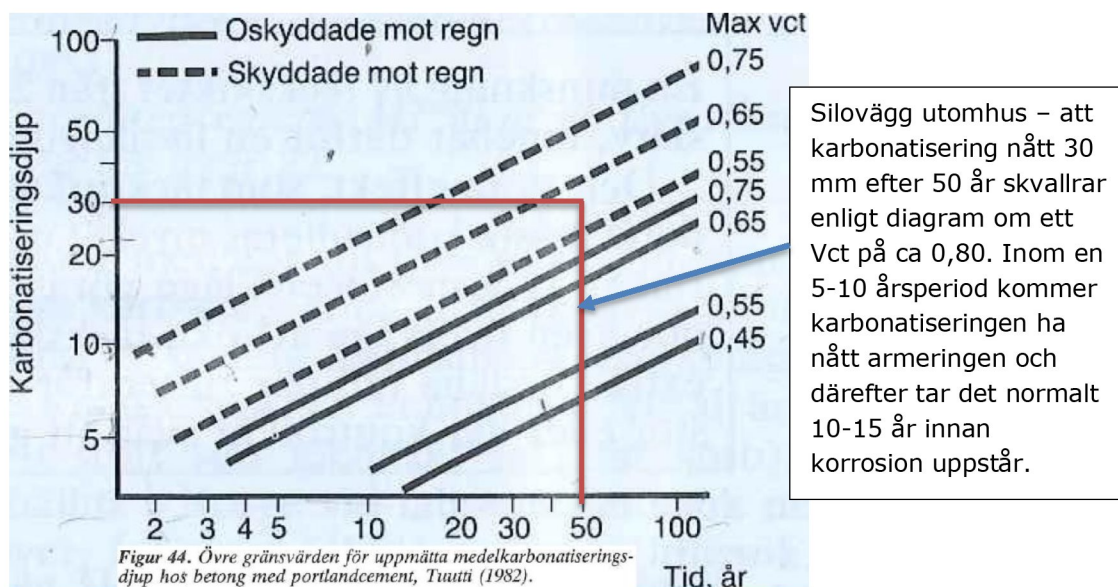
Figur 27: Förklarande bild av karbonatisering.

Karbonatisering sker snabbare i torr betong jämfört med våt, vilket förklaras av att vätan hindrar koldioxiden att tränga in i betongen. I vattenmättad betong sker ingen karbonatisering. En annan viktig faktor är hur stort cementinnehåll det finns i betongen. Högre mängd cement ger en långsammare inträngningshastighet eftersom det finns större mängd karbonatiserbart kalk som koldioxiden ska reagera med.

När armeringen har förlorat detta skydd räcker det med fukt och syre för att korrosion ska kunna initieras, så kallad karbonatiseringsinitierad armeringskorrosion.

För att skydda betongen mot karbonatisering kan man måla betongen med en karbonatiseringsbromsande färg.

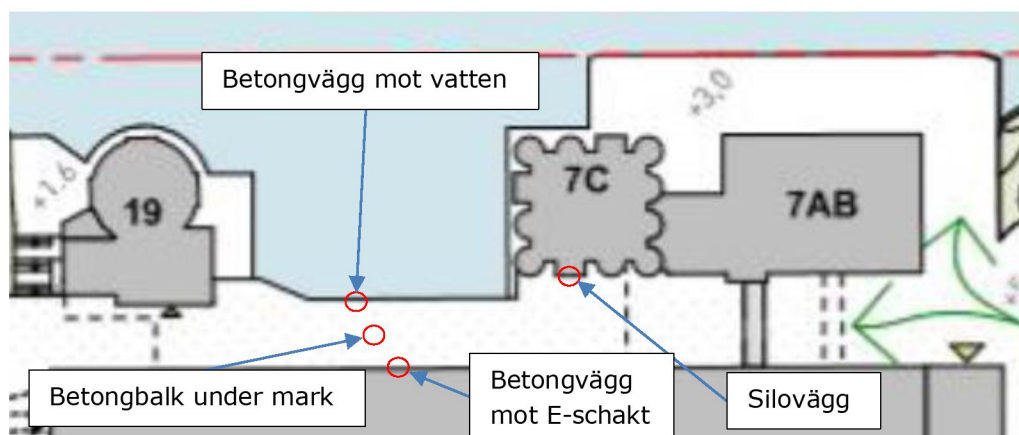
I nedanstående diagram från "Betongkonstruktioners Beständighet, Göran Fagerlund, 1990", redovisas hur långt karbonatiseringsfronten har nått i betongen efter ett antal år. Djupet beror på om konstruktionen är skyddad eller oskyddad mot regn samt av betongens vct.



Figur 28: Utdrag ur Betongkonstruktioners Beständighet, Göran Fagerlund.

9.2 Utförda prover av karbonatisering

I samband med inspektion av kaj i februari 2020 togs ett antal karbonatiseringsprover. De konstruktionsdelar som provtagning utfördes på var:



Figur 29: Läge för karbonatiseringsprover.



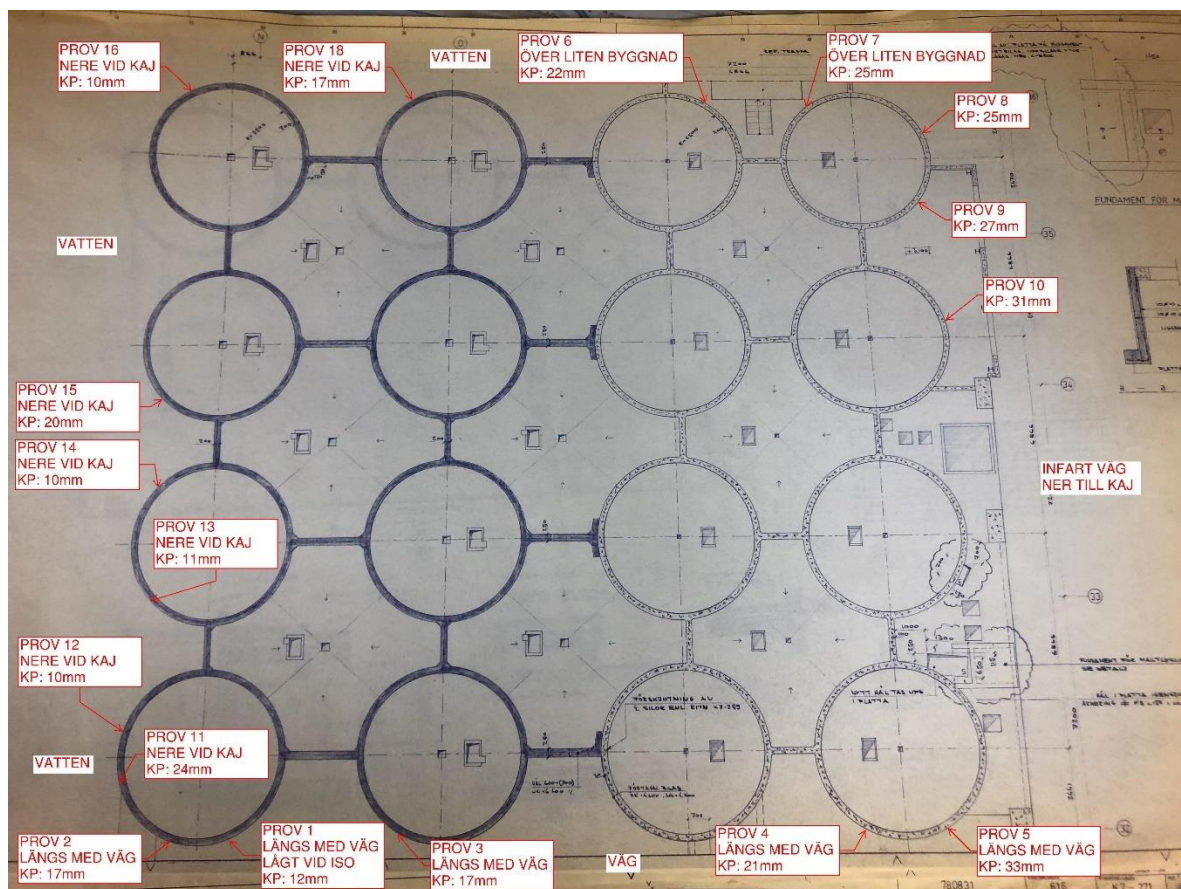
Figur 30: Läge för karbonatiseringsprover, betongvägg mot vatten samt balk.

Tabell 1: Karbonatiseringsdjup, täckande betongskikt samt förmodad årtal armeringskorrosion.

Byggnadsdel	Karbonatiseringsdjup [mm]	Täckande betongskikt [mm]	Armeringskorrosion (år)
Silosvägg utomhus	30	35	2030-2040
Silosvägg inomhus	45	Svårtolkat resultat	
Betongväggar mot vattnet	35	20 - 25	2021
Betongväggar under fasad mot E-schakt	20	30 - 35	2040-2050
Betongbalk	20	25 - 30	2030-2040

Troligtvis utbredd armeringskorrosion om 20-30 år. Karbonatisering frigör även bundna klorider i betongen som kan trycka de frigjorda kloriderna djupare i betongen och accelerera korrosionsförloppet.

Vid besiktningen av stommen av byggnad 7C och 19 i juni 2021 provtogs utsidan av silos väggar runt om hela byggnaden. Flertalet prover togs från både konstruktionen från 1968 och från 1974.



Figur 31: Läge för karbonatiseringsprover samt resultat.

Tabell 2: Karbonatiseringsdjup, täckande betongskikt samt förmodad årtal armeringskorrosion

Byggnadsdel	Karbonatiseringsdjup [mm]	Täckande betongskikt [mm]	Armerings-Korrosion (år)
Silovägg 1968 utomhus	20-35	35	2021
Silovägg 1974 utomhus	10-25	35	2035-2040

Det finns troligen idag en påbörjad armeringskorrosion på delar av silos som tillhör den äldsta delarna. Detta behöver hanteras med en försegling av utsida silosväggar inom snar framtid för att förlänga livslängden av byggnaden.

9.3 Klorider

9.4 Kloridinitierad armeringskorrosion

Korrosionsskyddet kan även brytas om andelen klorider, Cl^- i cementen överstiger en kritisk nivå, kloridtröskelvärde. Tröskelvärdet varierar med betongkvaliteten och den omgivande miljön. Ju torrare betongen är desto högre kloridhalt kan tolereras innan korrosion startar. Kloridinitierad korrosion kan inledas i icke karbonatiserad betong.

Klorider på betongkonstruktioner kommer oftast från de tölsalter som bilarna drar med sig under vinterhalvåret. Kloriderna följer med vattnet in i otätheter i betongen och stannar sedan kvar i betongen när vattnet avdunstar. På så vis får man en ackumulering av klorider i betongen.

I tabellen nedan redovisas riktvärden för olika kloridinhåll i betongen på armeringsnivå med en tillhörande sannolikhet för skador orsakad av korrosion på armeringen som vanligen brukar användas för utvärdering.

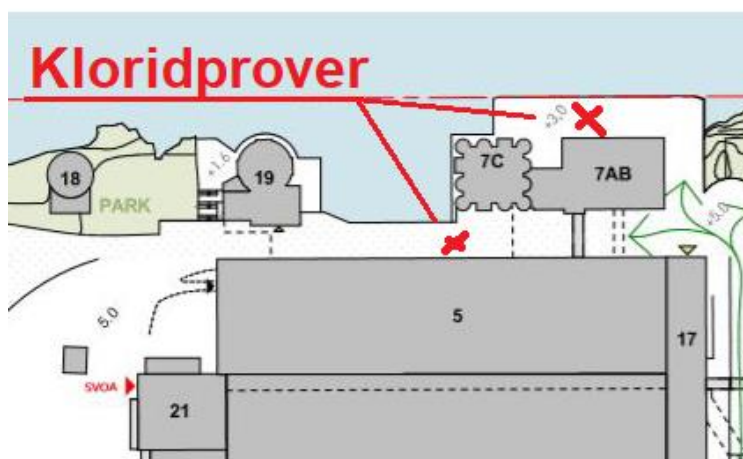
Tabell 3: Gränsvärden m.a.p. risk för korrosion baserat på kloridinhåll i torr miljö.

Cl^- / cement vikts-%	Sannolikhet för korrosion
<0,4	Kan negligeras
0,4-1,0	Möjlig
1,0-2,0	Sannolik
>2,0	Säker

I fuktig miljö flyttar graden av allvar ett steg uppåt i tabell 2, så att ett kloridinhåll på mellan 0,4-1,0 Cl^- /cementsvikts-% ger en sannolik korrosion osv.

9.5 Utförda kloridprover

Kloridprover togs på kajplanet i februari 2020, på påggjutningen överyta samt på vägen mellan byggnad 7C och byggnad 19, se figur 13 nedan. Borrkax borrades ut och skickades på labb för analys.



Figur 32: Läge för kloridprover, ÖK påggjutning.

Tabell 4: Kloridinnehåll

Märkning	Kloriddjup (mm)	Kloridjoner/cement (vikt-%)	Cementhalt (vikt-%)	Resultat
Kajen	0-30	0,92	18,0	Korrosion
	30-60	0,67	15,4	Gränsfall
Vägen	0-30	1,62	20,0	Korrosion
	30-60	1,25	18,2	Korrosion

Kloridprover togs även i juni 2021 på byggnad 7C genom borrhax som skickades till labb för analys. Prover togs vid läge 3, 5 och 16 på ungefär 1 m ovan markplan. Borrhax från djup 0-30 mm och 30-60 mm analyserades.

Tabell 5: Kloridinnehåll

Märkning	Kloriddjup (mm)	Kloridjoner/cement (vikt-%)	Cementhalt (vikt-%)
3	0-30	0,05	11,2
	30-60	0,03	12,4
5	0-30	0,10	15,1
	30-60	0,06	7,7 ¹⁾
16	0-30	0,04	13,5
	30-60	< 0,01	13,3

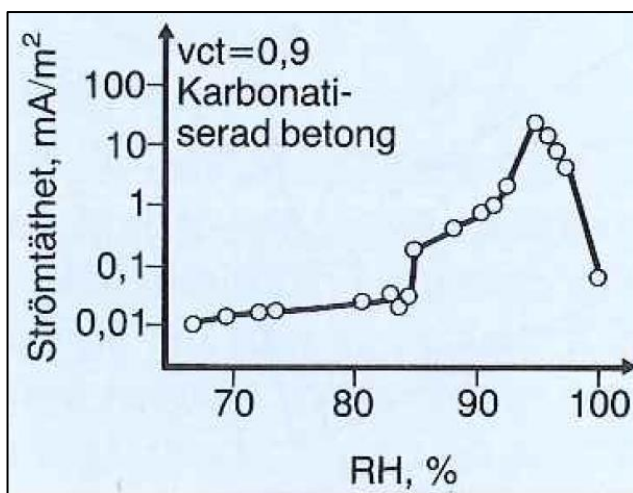
¹⁾Observera den låga cementhalten.

Möjlig anledning till låg cementhalt vid provtagning 5 är att prov togs genom stor ballast (sten).

9.6 Diskussion resultat av provtagning

Resultatet från karbonatiseringsproverna visar på att karbonatiseringsfronten närmar sig armeringen eller till och med har nått denna, det innebär att betongens förmåga att skydda mot armeringskorrosion är på väg att upphöra och på vissa delar upphört. För att armeringen ska korrodera krävs det att betongen är fuktig, den relativa fuktigheten i betongen ska då vara mellan drygt 80 - 90%. Om betongen är torrare så minskar risken för armeringskorrosion. Se figur nedan.

Trafikverket ställer kravet vid broreparationer att kloridhalten ej får överstiga 0,3 i nivå med slakarmering och 0,1 i anslutning till spännarmering. Proverna som är tagna för kajen och vägen vid pågjutningens slakarmering och överskrider dessa värden med råge.



Figur 33: Uppmätt korrosionshastighet som funktion av täcksiktets relativa fuktighet, (Tuutti 1982).

Utomhuskonstruktionerna har en RH på mellan 85-100 % vilket enligt Figur 14 ger mycket gynnsamma förutsättningar för armeringskorrosion. Karbonatiseringen frigör och driver klorider än djupare in konstruktionerna vilket renderar i en överhängande risk för armeringskorrosion initierad av klorider.

Resultaten från kloridprovtagningen visar på höga halter av klorider på kajen och i synnerhet på vägen. Om armeringsjärnen i överkant av betongplattorna inte redan har påbörjat en korrosionsreaktion, är det nog endast en tidsfråga innan de gör det. Beaktat hur skadat de bärande delarna av kajen är ses det som troligt att klorider på sina håll letat sig igenom sprickor i kajplanet och bidragit till skadorna. En ytterligare farhåga som växer - beaktat de än högre kloridhalterna på vägen mellan byggnader 7C och 19 - är att dess bärande delar inte var inspekterbara för dykarna och kan vara i än sämre skick än kajen.

Provtagningarna på stommen för byggnad 7C visar att kloridhalterna är under rekommenderade gränsvärden och bidrar därmed inte nämnvärt till en ökad armeringskorrosionshastighet.

10. Rekommendationer

10.1 Kaj

Konsolande del ut mot vattnet bör stängas av för all form av trafik, även fotgängare, med fysiska hinder.

Förväntad livslängd 5-10 år.

Lastbegränsning bruttovikt 3,5 ton.

Inspektioner vartannat år.

Förväntad livslängd > 10-50 år

Utbyte, reparationsarbeten och ytterligare undersökningar enligt avsnitt 7.

Lastbegränsning bruttovikt 3,5 ton.

Inspektioner var 6:e år

Förväntad livslängd > 50 år

Utbyte av kajkonstruktionen i dess helhet, vilket även gäller om tung trafik ska tillåtas trafikera på kajen.

10.2 Kajgatan

Bärighetsberäkning har visat att Kajgatan förmår bära lasterna från ett tungt utryckningsfordon med undantaget av ett område där ett 10 % överskridande finns. Se PM Kontrollberäkning Kajgatan Silo och mälteri.

Då tätskikt har saknats är överytan på Kajgatan förmodligen angripen av klorider, se diskussion under avsnitt 9.6. För att kunna säkerställa en livslängd på 50-år bör en åtgärd utföras för att minska risken för kloridinducerad armeringskorrosion, innan ett eventuellt nytt tätskikt appliceras. Hela överytan bör kloridsaneras ned till ett djup på ca 20 mm under överkantsarmering. I samband med detta kan armering över stödjepunkter/-linjer kompletteras för att klara ökade laster ifall behov finns. På undersidan skulle kolfiber kunna appliceras, det finns många exempel på broar där detta utförts.

Beständigheten för Kajgatans bärande delar förefaller i övrigt god. För att säkerställa en livslängd på 50 år bör dock sprickor med bredd 0,5 mm och större injekteras.

Gjutfogen mellan gammal och ny del på Körbron visade vid inspektionen inga tecken på skador, dock är det en känslig utformning och bör undersökas noggrant

vid en eventuell kloridsanering, i synnerhet Perfobultarna som är inborrade mitt i tvärsnittet. De har med största sannolikhet inte provdragits och bör kontrolleras.

10.3 Byggnad 7C

Stommen är i det skick som förväntas med hänsyn till dess ålder. De äldsta silos är över 50 år och förväntas behöva vidta åtgärder nu för att förhindra eventuell försämring av stommens bärighet. För att vidare kunna bruka byggnaden krävs att yttre påverkan hindras på silos väggar. Detta kan göras på flera olika sätt, t.ex. med membran, sprutbetong eller vattenbilning av skadad betong samt pågjutning.

De punkter som invändigt berör urlakning av takbjälklag och väggarnas poröshet bör utredas vidare för att bestämma skick, orsak och lämplig åtgärd i varje enskilt fall.

En viktig punkt att beakta är att grundläggningen av byggnaden ej har kunnat inspekteras och att status därmed inte har kunnat fastställts för denna del.

För att ombyggnad av silos till annan verksamhet ska vara möjlig så ska beskrivna fynd från besiktningen hanteras och en mer detaljerad genomgång göras för att säkerställa att livslängden på byggnaden ska kunna förlängas som helhet.

10.4 Byggnad 19

Stommen är i det skick som förväntas med hänsyn till dess ålder. Åtgärder krävs för att förlänga byggnadens livslängd. För att vidare kunna bruka byggnaden krävs att yttre påverkan hindras på betongväggarna. Detta kan göras på flera olika sätt, t.ex. med membran eller sprutbetong.

De punkter som invändigt berör urlakning av olika väggar invändigt och väggarnas poröshet bör utredas vidare för att bestämma skick, orsak och lämplig åtgärd i varje enskilt läge.

Då byggnaden är kraftigt ombyggd så kommer kartläggning av detta behövas inför ytterligare ombyggnad för att säkerställa möjligheter och stommens bärighet som helhet.

En viktig punkt att beakta är att grundläggningen av byggnaden ej har kunnat inspekteras och att status därmed inte har kunnat fastställts för denna del.

10.5 Övriga konstruktioner

Förväntad livslängd ca. 50 år om åtgärder utförs för att begränsa fortsatt karbonatisering. Ombyggnad eller uppföljning av relativ fuktighet i de konstruktionsdelar där karbonatiseringen nått armeringsnivå rekommenderas. I övrigt inspektion med bomknackning var 6:e år.