



STOCKHOLM BETONGKONSULT



Rapport 2018-217-02

Undersökning av garage N tillhörande
Musserongångens Samfällighet, Tyresö



**STOCKHOLM
BETONGKONSULT**

Undersökning av garage N tillhörande Musserongångens Samfällighet

Fredrik Öhlund
2019-02-06

Uppdragsgivare:
Musserongångens Samfällighetsförening

Antal blad:
10 + 1 bilaga

1 Orientering

Musserongångens Samfällighetsförening är ägare av två garage, benämnda L och N. Garaget med beteckningen L har tidigare undersökts av Stockholm Betongkonsult AB se rapport "2018-217-01". Som ett led i att få kontroll över sitt framtida underhållsbehov har styrelsen givit Stockholm Betongkonsult uppgiften att även undersöka det större garaget med benämningen N.

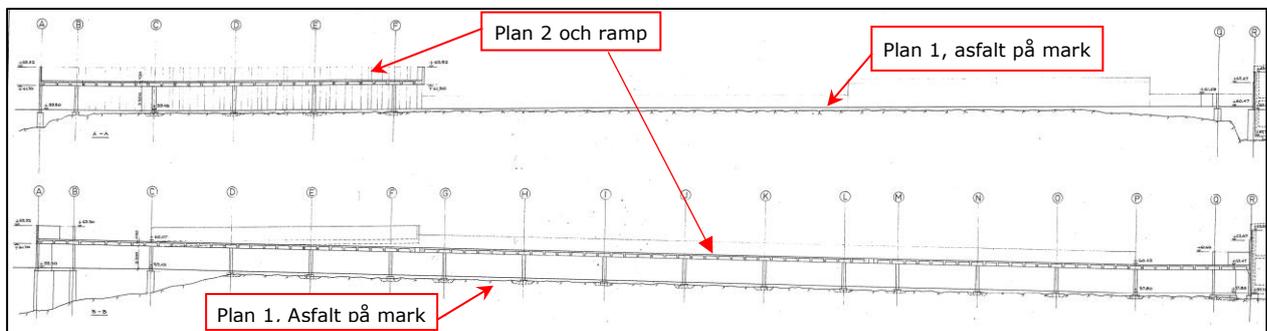
2 Beskrivning av konstruktionen

Ritningar erhållna från föreningen är daterade 1971, vilket innebär att garaget är ca 48 år gammalt. Nedanstående förklaring av garagets uppbyggnad med hänvisningar till stomlinjer som kan ses i bilaga 1.

Garaget är i två plan och dess stomme är till största del av platsgjuten betong. Det förekommer även prefabricerade stomkonstruktioner. Bjälklagen i garaget är platsgjutna kupolbjälklag som bärs upp av väggar i linje 1, 4, 7, A, Q, R och fristående pelare i linje 2, 3, 5, 6.

Garaget grundläggning består av plintar och kontraforer som står på fast rensat berg, vissa plintar är förankrade med bergbultar. Golvet i hela plan 1 utgörs av asfalt på fyllning, totalt ca 3660 m². Av denna ytan är 600 m² under tak men utomhus (stomlinje 1-4, A-G), 1290 m² under bar himmel (stomlinje 1-4, G-R) och 1770 m² i en ouppvärmad inomhusdel (stomlinje 4-7, A-R). Avvattning i markplanet utgörs av några enstaka markbrunnar.

Plan 2 utgörs av ett fribärande bjälklag. I stomlinjerna A-F & 1-7 är parkeringsytan plan medan den i linje F-R & 4-7 lutar och fungerar både som parkering och ramp. I rampen finns det två rännor för avvattning samt ytterligare ca sex brunnar i bjälklaget. Det finns två dilatationsfogar i garaget (Mellan FG, LM 4-7). Hela bjälklagsytan är idag försedd med tätskikt/matta och gjutasfalt troligtvis är detta ett skydd som tillkommit i efterhand. På erhållna ursprungliga ritningar går det inte att hitta någon information om att ovansidan skall beläggas med tät- eller slitskikt. Bilarna har troligen kör direkt på konstruktionsbetongen under flera år och kontaminerat betongen med klorider.



Figur 1. Sektionsritning av garage N, långsida mot nordöst resp. sydväst.

De delar av garaget som är utomhus i båda planen har utmed långsidorna garagelängor med enskilda parkeringsplatser och separata portar. Dessa är av trä och plåt med stålpelare vilka inte har undersökts närmare, se bild 1.

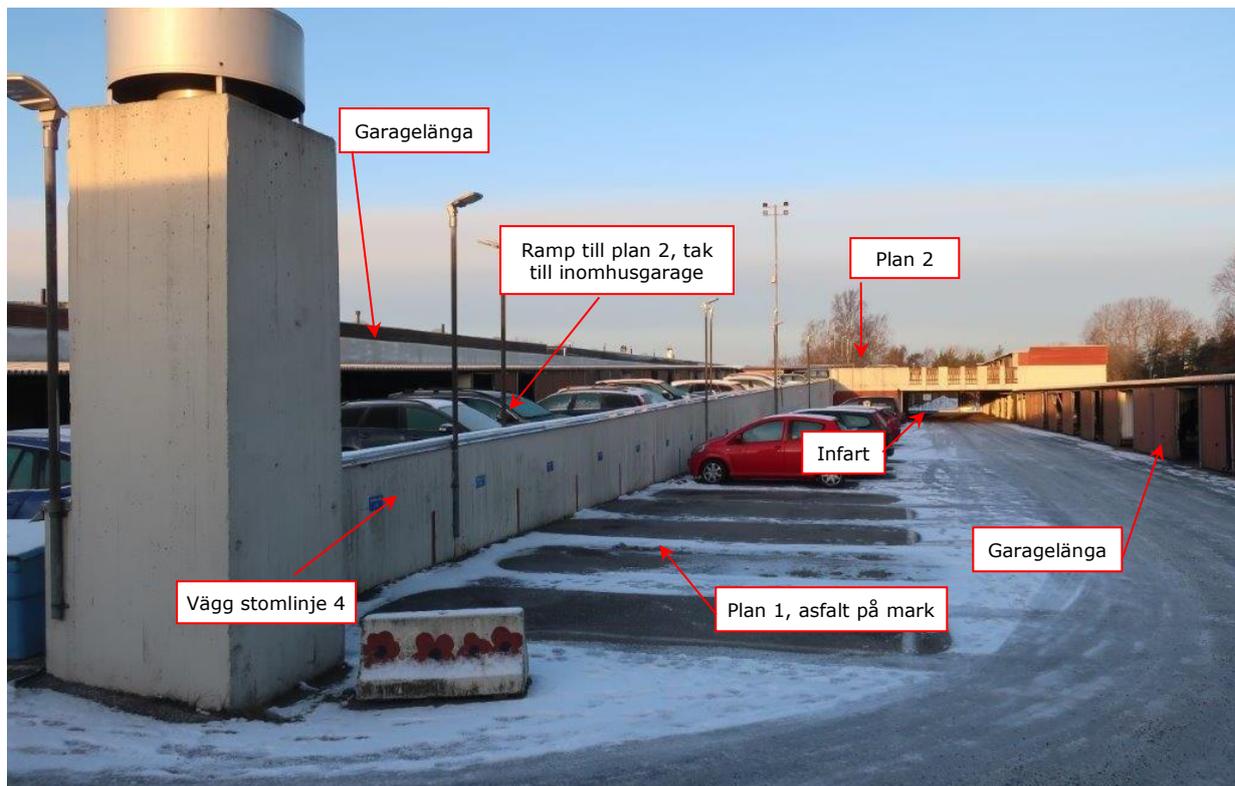


Bild 1. Garagelängor utmed långsidorna på plan 1 och plan 2.

3 Allmänt om skador på betong

Skador på betongkonstruktioner i garage och p-hus är ett mycket vanligt förekommande problem. I de allra flesta fallen orsakas skadorna av klorider från tösalt som bilarna vintertid drar med sig in på parkeringsplanen. Kloriderna tränger in i betongen och förorsakar på sikt att armering och annat ingjutningsgods rostar. Rosten har mycket större volym än det ursprungliga stålet, vilket medför att betongen utanför rostande stål spricker och till slut spjälkas av. Kloridinitierad armeringskorrosion är mycket aggressiv och orsakar skador på betongkonstruktioner i tösaltmiljö för miljardbelopp varje år.

Armeringskorrosion kan i garage och p-hus, liksom för alla konstruktioner i fuktig miljö, också orsakas av karbonatisering. Karbonatisering kan sägas vara ett slags naturligt åldrande hos betongen, vilket medför att betongens ursprungliga rostskyddande förmåga går förlorad. Liksom för kloridinträngning tar det en viss tid innan karbonatiseringsfronten når in till armeringen och denna därmed kan börja rosta vid RF >85 %.

Armeringskorrosion innebär att konstruktionens bärlighet försämras. Armeringens förankring i betongen går förlorad, avrostningen minskar armeringens tvärsnitt, och betongens tvärsnitt respektive effektiva höjd minskar pga. spjälkning av det täckande betongskiktet. Tillåts skadeprocessen fortsätta obehindrat finns slutligen risk för kollaps.

Genom att mäta karbonatiseringsdjup och kloridinhåll i betongen, samt armeringens täckande betongskikt, kan man bedöma risken för armeringskorrosion i nuläget och på sikt.

Betong utomhus kan också skadas av frysning genom inre frostsprängning eller yttlig avskalning. Det senare är ofta ett stort problem där klorider förekommer. Betong görs frostbeständig genom att tillsätta luftporbildande kemikalier vid blandning av den färska betongen. Luftporerna tillåter vattnets expansion vid frysning utan att spänningar uppstår i betongen.

4 Undersökning och provtagning

Den 10 januari 2019 var Stockholm Betongkonsult på plats för undersökning och provtagning av garaget. Provtagningsplatser är namngivna utifrån löpnummer och observerade skador är markerade på ritningarna. Pelare är markerade gröna för oskadade och röda när spjälkskador har konstaterats i "Bilaga 1" tillhörande denna rapport.

Undersökningen omfattade följande moment:

- Okulärundersökning av åtkomliga betongkonstruktioner för att bedöma kvalitet samt finna eventuella skador och utreda dess orsaker.
- Uttag av prov i form av bormjöl (kax) och betongbitar för kontroll av kloridhalt.
- Kartering av skador såsom bompartier¹⁾ och spjälkskador på pelare, väggar och takytor.
- Provning och mätning av karbonatisering samt täckande betongskikt på ett antal platser i garagets betongkonstruktioner.

¹⁾ Med bom menas att betongen har delaminerat/skiktat sig, vanligtvis pga. armeringskorrosion eller dålig vidhäftning mellan ev. pågjutning och konstruktionsbetong. Detta kan höras genom ett ihåligt ljud som uppstår vid knackning av betongytan med geologhammare (kräver god erfarenhet).

4.1 Observationer plan 1 (markplan)

I garagets markplan finns det fyra rader med fristående pelare (38 st) (linje 2, 3, 5, 6) och ett större antal väggpelare (26st) i linje 1 A till F. De fristående pelarna har vid något tillfälle delvis renoverats. Pelarna är kringgjutna med betong runt pelarfoten, detta gäller dock inte samtliga se bild 1. Troligtvis utfördes renoveringen bara på okulärt skadade pelare. Vid skadekartering konstaterades att 8 av 10 icke renoverade pelare har spjälkskador pga. armeringskorrosion, se bild 2–4.

Trots åtgärderna med kringgjutning har skador uppkommit med rostutfällning, sprickor och bom betong. Det finns inga uppgifter om när och hur man reparerat eller tagit bort kloridförorenad betong vid renoveringen. Provtagning och skador tyder på att kloridförorenad betong lämnats kvar innanför kringgjutningen.



Bild 2–4. Skador på pelare, stomlinje C6, P6 och D6.

Väggarna i garaget har samma typ av skador som pelarna med armeringskorrosion och spjälkning, se bild 5.



Bild 5. Vägparti plan 1 med armeringskorrosion och spjälkningar som följd.

Pelare och väggar saknar hålkäl (en vinklad uppbyggnad som skyddar mot stående vatten vid pelar- eller väggfot).

I taket av inomhusdelen (ouppvärt, stomlinje A-R & 4-7) förekommer stora områden med kondens och fritt vatten på betongytorna. Troligen förekommer det även läckage i bjälklaget då det finns plåtar monterade för att förhindra kalkdropp på bilarna. I princip utmed hela stomlinje 4 konstaterades läckage mellan bjälklag och vägg. Dessa beror till stor del på att bjälklagets tätskiktsmatta här släppt i uppviket, se bild 6-7.



Bild 6-7. Takytor med kondens, fritt vatten, läckage och svartmögel.

Några enstaka ytor med rostande armering har observerats i bjälklagets undersida, se bild 8-9.

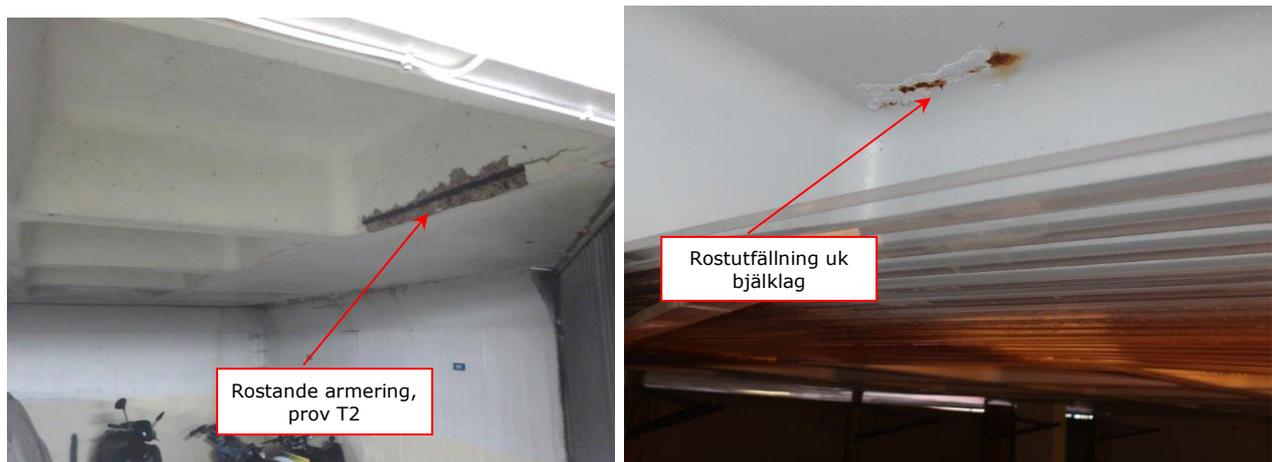


Bild 8-9. Spjälkning och rostutfällning på bjälklagets undersida.

4.2 Observationer plan 2 (bjälklagets ovansida, utomhus)

Vid undersökningen var bjälklaget delvis täckt med snö vilket innebär att skador kan ha varit dolda. Hela bjälklagsytan (ramp inkl. parkeringsytor) är idag belagda med tätskiktsmatta och gjutasfalt. Inga uppgifter har erhållits när detta gjordes dock har tätskiktsmattans uppvik mot väggar och bröstningar släppt. Detta är orsaken till flertalet av synliga läckage på undersidan av bjälklaget i framförallt stomlinje 4, se bild 10 och bild 7.



Bild 10. Tätskiktssuppvik som släppt utmed vägg och trasigt hålkäl.

I bjälklaget under rännorna (stomlinje G och M) i rampen noterades att färgen flagnar som följd av genomträngande fukt. I bjälklagets plana ytor observerades fem brunnar, de anslutande gjutjärnsrören är rostangripna.

5 Provresultat

Provning för kloridhalt utfördes i både skadade och oskadade pelare, i väggar, tak och i bjälklaget. Svaren på kloridhaltsanalysen anges i viktprocent totalklorid i förhållande till cementhalt. Kloridhalter på upp till ca 0,10 % förekommer naturligt i betongens delmaterial. TABELL 1 kan användas för bedömning av risken för korrosion orsakad av klorider. Enskilda

provningresultat redovisas i tabell 2, bedömd skadegrad och provtagningsplatser i bilaga 1 skadekartering.

TABELL 1. Bedömning av kloridinhåll i icke karbonatiserad betong.

Cl-/ cement vikts-%	Sannolikhet för korrosion
< 0,4	kan negligeras
0,4 - 1,0	möjlig
1,0 - 2,0	sannolik
> 2,0	säker

Browne, R. D. Marine durability survey. Cement & Concrete Association. 1980 London

Karbonatiseringsdjup och täcksikt kontrollerades i samband med provtagning för kloridhaltsanalys. Mätning av täcksikt, dvs. minsta avstånd mellan betongyta och armering, utfördes med elektromagnetisk täcksiktsmätare. Karbonatiseringsdjupen fastställdes med hjälp av en pH-indikator.

TABELL 2. Resultat från kloridanalys, karbonatisering och täckande betongskikt.

Provnamn	Kloridanalys			Täcksikt (mm)	Karbonatiserings- djup (mm)
	provhöjd (mm fr golv)	provdjup (mm)	kloridjoner/cement (vikt-%)		
P1 prov i pelare			0,60	35-39	26
P1 prov i pågjut.			0,21	19-21	16
P2 prov i pelare			0,06	33, 38, 40	40
P2 prov i pågjut.			ej provat	27-30	15
P3			0,59		
P4			1,82	34-37	23
P5			2,20		
P6			0,45	28, 36	14
P7			0,87		
P8			0,15	15-22	17
P9			0,31		
P10			1,17		
V1 Insida			2,61		
V2			0,47	39-40	24
V2 Utsida			0,04	9	16
V3			0,96	26, 41, 42	15
T1 Insida			0,02		
T2			<0,02		
T3 Vid ränna			0,09		
T4			0,04		
V4 utsida			1,21		

Förklaring, provnamn: P=pelare, T=tak, V=vägg,

Kloridanalysen visar på förhöjda till höga kloridhalter i pelare och väggprover. Provtagningen i pelarna har i samtliga P1 till P10 provats i konstruktionsbetongen innanför ev. pågjutningen. Resultaten från detta visar att pelare med pågjutning (P1, P2, P3, P4) har i 3 av 4 prover

förhöjda till mycket höga kloridhalt i konstruktionsbetongen, 0,06 till 1,82 vikt-% klorid. Samtliga undersökta pelare som saknar pågjutning har förhöjda till mycket höga kloridhalter, 0,15 till 2,20 vikt-% klorid.

Väggprover från insida av garaget har höga till mycket höga kloridhalter, 0,47 till 2,61 vikt-% klorid. Väggsprov från garagedelar utomhus visar att kloriderna inte är ingjutna då prov "V2 utsida" inte innehåller några klorider på höjden ca 1,5m över mark.

Samtliga prover tagna i taket har så låga halter att de inte innebär någon risk för armeringskorrosion pga. klorider.

Pelarnas täcksikt in till armeringen ligger mellan 15 till 40 mm och i väggarna 9 till 42 mm, detta är undertramp med avseende på dagens norm som föreskriver 45 mm (basmått inkl. 10 mm utförandetolerans) av högkvalitativ betong.

Karbonatiseringsdjupen är i pelare 14–40 mm och väggar 15–24 mm. Karbonatiseringsfronten börjar närma sig armeringsnivåerna och har i vissa fall redan nått fram och passerat denna nivå. Detta innebär att armeringen kan rosta även utan närvaro av klorider dock behöver RF vara >85%.

6 Bedömning och förslag på åtgärder

Garage N tillhörande Musserongångens Samfällighet är behäftade med följande problem:

- Spjälkskador och rostande armering i pelare och väggar.
- Kloridhalterna är förhöjda eller höga i många av de undersökta pelarna.
- Vid den tidigare renoveringen med kringgjutning av pelare lämnades kloridkontaminerad betong kvar i konstruktionen. Detta blir ett problem då samtliga pelare står i mark och kan suga fukt/vatten kapillärt.
- Otät asfalt på plan 1 samt avsaknad av hålkäl innebär att tölsalter obehindrat kan rinna ner och orsaka skador på pelardelar och grundläggning i mark.
- Nuvarande tätskikt på bjälklagets ovansida har släppt utmed angränsande konstruktioner med läckage som följd.
- På ritningar framgår nyttigt last om 300 kg/m²/1,5 ton axeltryck. Asfaltsbeläggnings (tätskikt + gjutasfalt) är sannolikt inte medräknad då det inte finns med på ursprungliga handlingar. Konstruktionens bärighet bör kontrolleras av en statiker med avseende på den tillkommande tyngden som detta innebär.
- Risken är stor att den finns dolda betongskador under tätskiktet.
- Avvattningen är undermålig med endast enstaka brunnar. Synliga gjutjärnsrör ovan mark är rostangripna vilket troligen gäller de i mark också.
- Läckage genom bjälklaget förekommer, plåtar finns monterad mot takdropp.
- Pga. felaktiga och eller undermåliga fall på bjälklagsytor uppkommer stora vattenansamlingar i förrådsutrymmen och på parkeringsplatser (stor halkrisk vintertid).

Av de observerade skadorna i garaget är pelarspjälkningarna mest allvarliga. Av icke renoverade pelare har 80 % armeringskorrosion med spjälkning som följd. Med stor sannolikhet är även pelardelar och fundament under mark skadade pga. armeringskorrosion. I garage av den här typen är vanligtvis skadorna under mark kraftigare än ovan golvytan. Tidigare kringgjutna pelare har kvarvarande kloridkontaminerad betong bakom kringgjutningar. Troligtvis pågår korrosion bakom flertalet av dessa pelare fortfarande. Då pelarna står i mark kommer de att suga fukt kapillärt vilket gör att korrosionsprocessen kan fortsätta då den kräver fukt. Det rekommenderas att åtgärder för att reparera pelarna vidtas inom snar framtid.

Övriga skador med spjälkning i väggar, läckage och mögelangrepp är i dagsläget inte av akut karaktär, men skadeutvecklingen kommer accelerera och därmed ökar reparationskostnaden med tiden.

Att reparera kloridskadad betong tillfredställande kräver avancerad teknik, kunskap och erfarenhet. För att säkerställa en förlängd livslängd av 50 år enligt dagens norm bör ett reparationsarbete i grova drag genomföras enligt följande:

- Kloridbemängd och skadad betong i pelare och väggar (spjälkskadad mm) avlägsnas via vattenbilning. Även konstruktionsdelar under mark friläggs för att kunna kontrolleras och eventuellt åtgärdas. Även tidigare renoverade pelare bör åtgärdas.
- Pelare- och vägghel delar som är oskadade ytskyddas.
- Tätskiktet på bjälklaget ovasida bör rivas då det förekommer läckage. Bjälklaget förses med nytt tätskikt. Bjälklag bör efter ev. reparation beläggas med nytt tätskikt av bitumenmatta, samt slityta av gjutasfalt. Mattan viks upp mot angränsade konstruktioner. Alternativt används någon typ av hårdplastbeläggning, förslagsvis polyuretansystem med slitskikt. Lastberäkningar från statiker avgör val av tätskikt.
- Avvattningsrör i mark bör kontrolleras och ersättas vid behov. Läckage vid rännor i bjälklaget kontrolleras och repareras vid läggningen av nytt tätskikt. Fler brunnar alternativrännor installeras på bjälklagsytan för att komma tillrätta med vattenansamlingar (svårt att åtgärda fall på befintliga bjälklag).
- Befintlig asfalt kring pelare på plan 1 rivs, fundament och pelarfötter under mark kontrolleras, renoveras vid behov och ytskyddas, med befintliga och ev. nya schaktmassor ordnas fall från pelare och väggar och mot nya brunnar/rännor.
- Nya flexibla hålkäl monteras mot pelare och väggar för att förhindra att kloridhaltigt vatten blir stående mot betongkonstruktionerna i framtiden.
- Ventilation bör ses över för att undvika framtida problem med kondens och mögeltillväxt på betonytor.
- Estetisk uppfräschning med målning av samtliga ytor och ny LED-belysning rekommenderas.

Inför en framtida garagerenovering bör man ta fram ett förfrågningsunderlag innehållande minst en teknisk beskrivning med tillhörande ritningar samt en AF-del (administrativa föreskrifter som beskriver upphandlingsförfarandet, parter och dess ombud, regler för genomförandet avseende tider, betalning, etablering mm.). Underlaget skickas till ett antal entreprenörer som får lämna pris utifrån de förutsättningar som gäller i förfrågan.

Under arbetenas gång är det av största vikt att utförande och material kontrolleras av byggnadstekniskt kunnig person för att säkerställa ett fullgott slutresultat. För ovan beskrivet arbete krävs minst en byggnämnan till Stadsbyggnadskontoret enligt Plan- och bygglagen.

Stockholm Betongkonsult AB

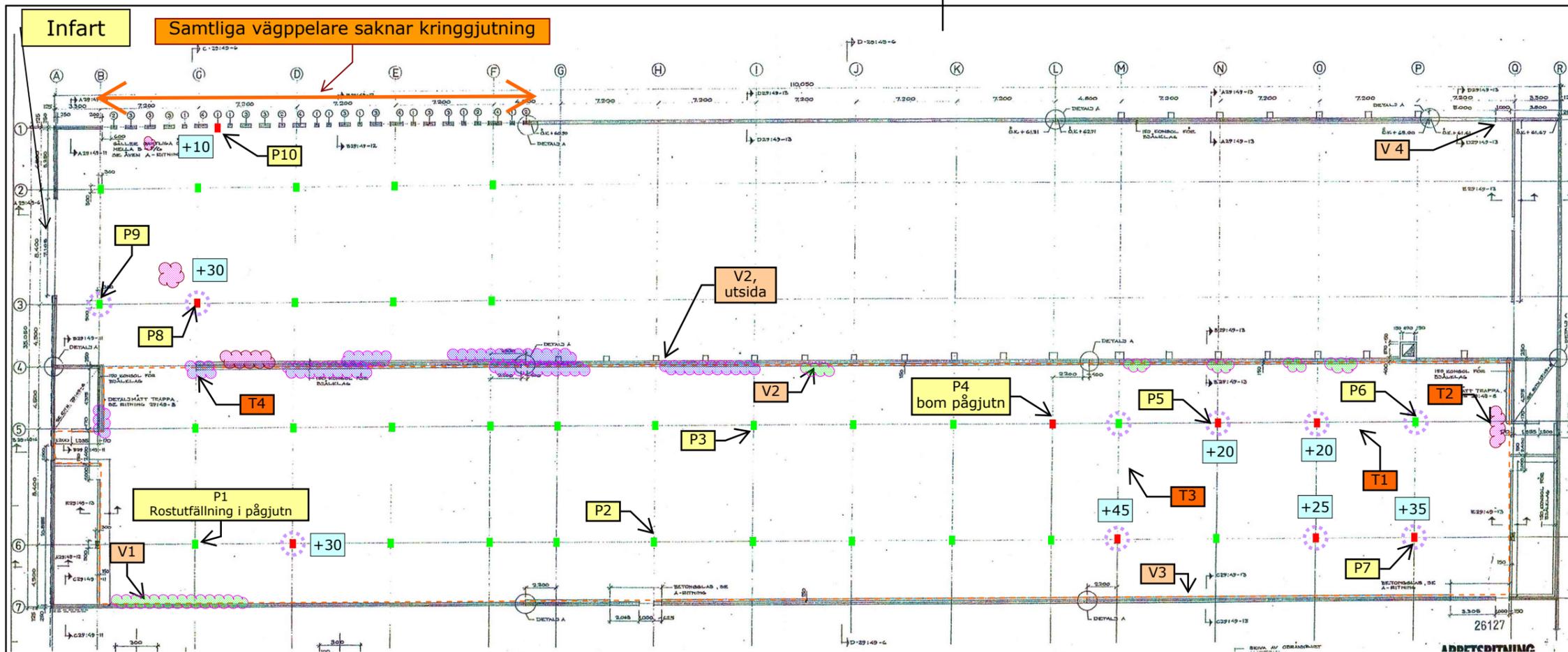
Solna den 6 februari 2019



Fredrik Öhlund

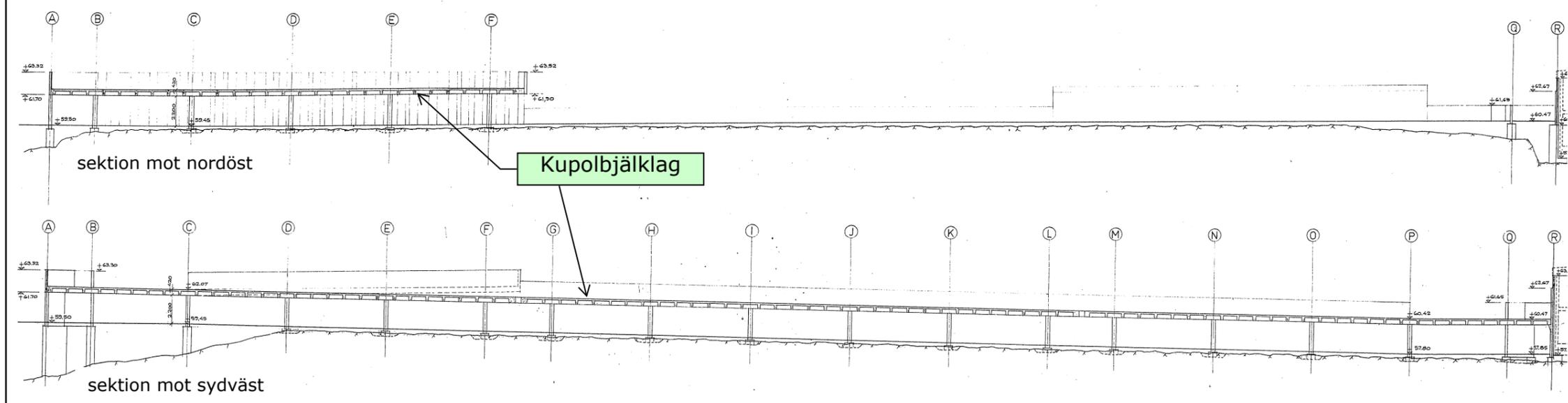


Granskad av: Niklas Hammerfeldt



Förklaring

- Oskadad pelare
- Spjälkad pelare med skadehöjd över golv (cm)
- +35 Pelare saknar kringgjutning
- Spjälkad i nederkant vägg
- Läckage i vinkel mellan vägg och uk bjälklag
- Spjälkning i vinkel mellan vägg och uk bjälklag
- V2 Provpplats vägg
- P3 Provpplats pelare
- T2 Provpplats tak



BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN

Skadekartering



A		
K		
E		
V		
S		

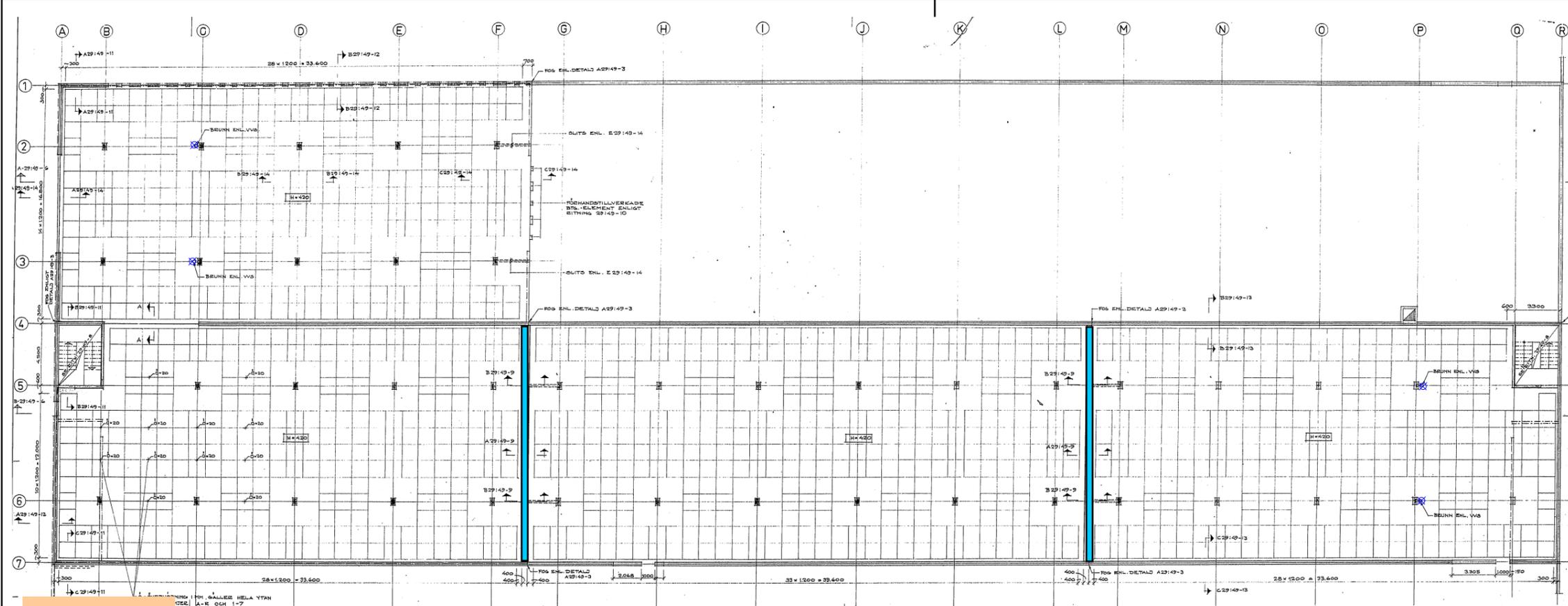
UPPDRAG NR 2018-217	RITAD/KONSTR AV FÖ	HANDLAGGARE
DATUM 2019-01-25	ANSVARIG FÖ	

Garage N
Musserongångens Samfällighet
Plan 1

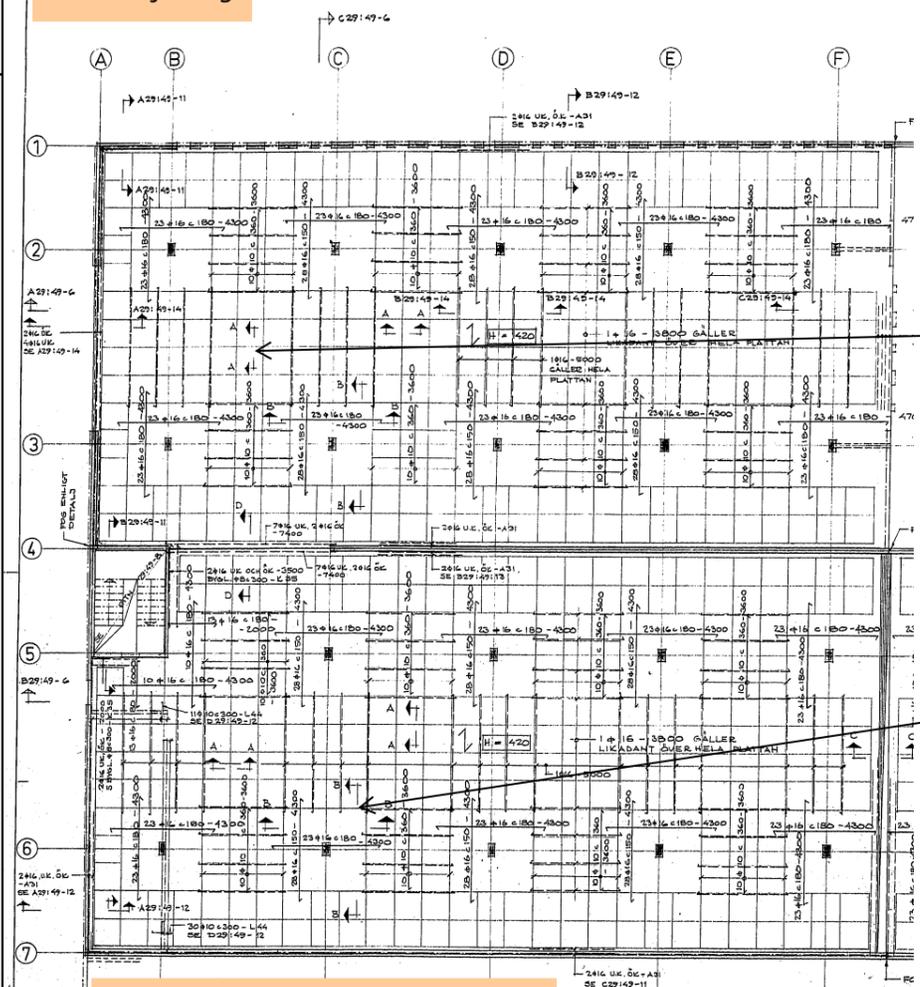
SKALA	NUMMER	BET
	Bilaga 1 sid 1(2)	

Förklaring

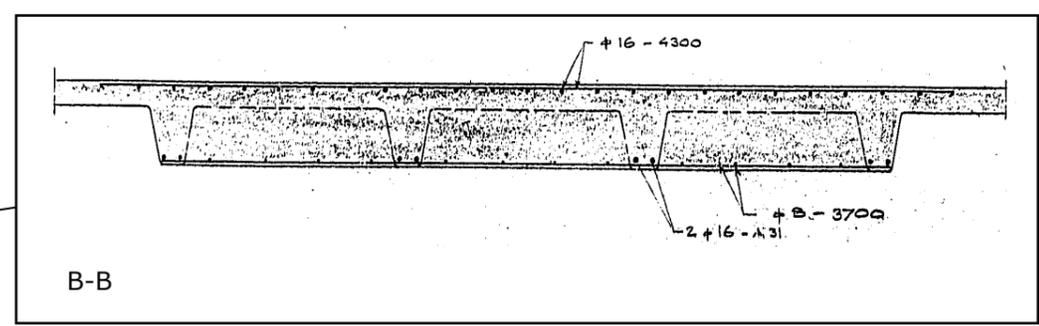
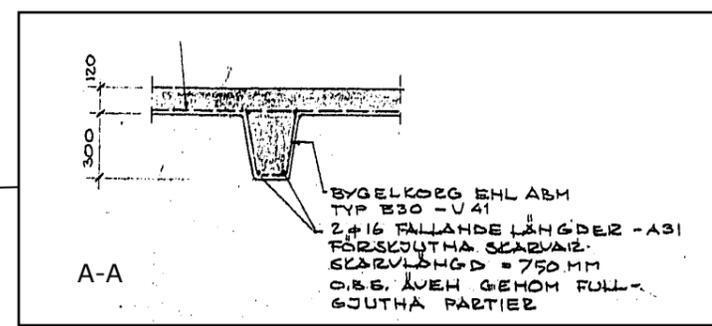
Rännor och brunnar i bjälklaget



Plan 2 bjälklag



Plan 2 armering (ej hela bjälklaget)



Detaljer bjälklagsuppbyggnad inkl. armering, sektion A & B

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN

Skadekartering



A		
K		
E		
V		
S		

UPPDRAG NR 2018-217	RITAD/KONSTR AV FÖ	HANDLAGGARE
DATUM 2019-01-25	ANSVARIG FÖ	

Garage N
Musserongångens Samfällighet
Plan 2 och ramper

SKALA	NUMMER	BET
		Bilaga 1 sid 2(2)