



Skador på parkeringsdäck av betong

Skadeorsaker och reparationsåtgärder

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet Byggingenjör

EMMA JONES
CECILIA STÅL

Institutionen för bygg- och miljöteknik
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg 2007
Examensarbete 2007:47

Skador på parkeringsdäck av betong

Skadeorsaker och reparationsåtgärder

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet Byggingenjör

EMMA JONES
CECILIA STÅL

Damage on concrete parking houses
Origin of damage and repair measures
EMMA JONES, 850921-4824
CECILIA STÅL, 830205-5580

© EMMA JONES, CECILIA STÅL

Diploma thesis 2007:47
Department of Civil and Environmental Engineering
Chalmers University of Technology
SE-412 96 Göteborg
Sweden
Telephone + 46 (0)31-772 1000

Omslag:

Parkeringsdäck som rasat till följd av bland annat karbonatiserad betong och korroderad armering.
([http://www.tibnor.se/C1256EF1005D76CD/0/BAA478A8384DFA09C1256F1B006C48BC/\\$file/info_rfarmering.pdf](http://www.tibnor.se/C1256EF1005D76CD/0/BAA478A8384DFA09C1256F1B006C48BC/$file/info_rfarmering.pdf))

Chalmers
Göteborg, Sweden 2006

Sammandrag

Detta examensarbete har genomförts på uppdrag av Bostads AB Poseidon i samarbete med Vägverket Produktion AB. Handledaren för examensarbetet har varit Leif Granhage, tekniklektor på Chalmers tekniska högskola, Göteborg.

De första parkeringsdäcken i Sverige uppfördes på 1950-talet som en följd av en allt större biltäthet per familj. Parkeringsdäck blev en lösning för att undvika stora parkeringsytor och motverkade på så sätt att ta stora naturområden i anspråk. Utbyggnaden kulminerade under 60- och 70- talet men de konstruktionerna som byggdes då har idag visat sig vara bristfälliga då det gäller parkeringsdäckens hållbarhet.

Parkeringsdäcken konstruerades på den tiden av betong med en beläggning av asfalt. Vad som dock var okänt var att asfaltsbeläggningar inte håller tätt mot vatten vilket har gett upphov till skador på betongen. Parkeringsdäck från denna tid är således i dagsläget i stort behov av reparation. Dessa reparationer är kostsamma för fastighetsägaren varpå det finns ett behov av att kartlägga och ta fram nya arbetsmetoder och material för att nå en mer hållbar konstruktion i ett längre perspektiv. Examensarbetet tar upp skadeorsaker och åtgärder för dessa på betong i allmänhet. Två fältstudier har gjorts på ett specifikt parkeringsdäck i Göteborg som är under reparation samt ett antal olika parkeringsdäck i Stockholm.

Det finns också ett behov av att undersöka hur valet av stomsystem inverkar på uppkomsten av skadorna. Hur sprickor i betongkonstruktioner uppkommer beror helt och hållet på hur konstruktionen ser ut, alltså vilket stomsystem som valts. Detta kommer visas i examensarbetet i form av ritningar och teknisk information.

Att få lönsamhet i förvaltning av parkeringsdäck är svårt då kostnaderna för drift och underhåll är betydligt större än vad intäkterna är. Att välja ett så hållbart system som möjligt är därför oerhört viktigt för fastighetsförvaltare.

Syftet med examensarbetet är att kartlägga skadeorsaker och typer av skador på parkeringsdäck och se om olika stomsystem och konstruktioner har inverkan på hur skadorna uppkommer. Syftet är också att utifrån dessa studier komma fram till mest lönsamma och hållbara byggnadssätt för att på så vis hålla ner kostnaderna för fastighetsförvaltarna i underhålls- och renoveringsarbeten.

Slutsatsen är att dagens parkeringshus under en lång tid har varit dåligt projekterade och underhållna. Det finns nästan inget parkeringshus idag som är byggt innan 80-talet som är oskadat. Kostnaderna för parkeringshusen är för hyresförvaltarna alldeles för stora och därför ligger det stor vikt i att bygga parkeringshusen med bäst tänkbara byggmetod redan från första början.

Att välja ett så optimalt stomsystem och beläggningstyp som är möjligt från början, i samband med kontinuerliga drift- och underhållskontroller, kommer det resultera i en längre hållbarhet för parkeringshusen. Detta kommer i sin tur leda till minskade underhållskostnader för dagens fastighetsförvaltare.

Nyckelord: Parkeringsdäck, betong, skador, byggmetoder, stomsystem

Abstract

This degree project has been commissioned by Bostads AB Poseidon, in cooperation with the Swedish Road Administration. The instructor for this degree project has been Leif Granhage, senior teacher at Chalmers University of Technology, Göteborg.

The first parking houses in Sweden were built in the 1950's as a result of more and more people using cars. Parking houses were a good solution to avoid big parking areas and this also counteracted taking big nature areas in demand. Today, the parking houses that were built during this time have proved to be of very poor quality when it comes to their durability.

The parking houses that were built during this time were constructed with concrete and with a cover of asphalt. It was not known that covers of asphalt were not water resistant which has caused big problems with damaged concrete. Parking houses from this time have therefore proved to be in need of repairing. This is very expensive for the property administrators and for that reason there is a need to survey damage, new building methods and materials. The degree project treats origin of damage and reparation measures for concrete in public. During the project, two field studies have been done. One on a specific parking house in Gothenburg which is under reparation and one on several different parking houses in Stockholm.

There is also a need to examine how the choice of frame systems affects the origin of the damage. The origin of cracks in concrete constructions depends on how the parking house is constructed and what frame system that has been chosen. This will be shown in this essay in shape of drawings and technical information.

The purpose with this essay is to survey the origin and type of damage on parking houses and to examine if different frame systems and constructions have effects on how the damage is shown. The purpose is also, on the basis of the studies in this essay, to bring out the most profitable and durable building methods to reduce the operation- and maintenance costs for the administrators.

The conclusions from this essay are that parking houses have been planned and maintained badly during a long time. There are hardly any parking houses that are built before the 1980's that are not damaged. Because of the huge costs for the administrators, it is very important to build parking houses in the best conceivable manner already from the beginning. Choosing the best frame system and type of cover from the beginning in relation with continuous operation- and maintenance controls will result in longer durability of the parking houses. This will lead to less cost for the property administrators.

Keywords: Parking houses, concrete, damages, building methods, frame systems

Förord

Detta examensarbete utgör 11 av 120 poäng på Byggingenjörsprogrammet, Chalmers Campus Lindholmen. Arbetet har pågått under perioden 2007-03-19 till 2007-05-30 och gjorts på uppdrag av Bostads AB Poseidon, Göteborg. Vår handledare och examinator på Chalmers har varit Leif Granhage, tekniklektor på institutionen för byggteknik. Vi har även haft en handledare på Vägverket Produktion AB, Patrik Sandström som är arbetsledare på ett renoveringsprojekt av ett parkeringshus på Tunnlandsgatan i Högsbo, Göteborg.

Vi vill tacka vår handledare, Leif Granhage, som hjälpt oss under arbetets gång med att läsa igenom det vi skrivit och gett oss riktlinjer utifrån detta. Vi vill också tacka Patrik Sandström som tagit sig tid till att visa oss runt på byggarbetsplatsen de gånger vi varit där samt för att han försett oss med nyttig information. Vi vill rikta ett stort tack till Bo Lövgren, fastighetschef på Stockholm Parkering AB, för att ha visat oss runt på ett antal olika parkeringshus i Stockholm. Andra som varit till stor hjälp är Johan Nicklasson, teknisk chef på Bostads AB Poseidon och Jonas Nilsson, arkitekt på Göteborgs Stads Parkering AB. Sist men absolut inte minst vill vi tacka Sune Sandqvist, grundare av företaget Spännbalkkonsult, som med stort hjärta tog emot oss och lät oss ta del av hans idéer och arbete som präglat hela hans yrkesliv.

Innehållsförteckning

Förord

Sammandrag	I
Abstract	II
Förord	III

1. Inledning.....	- 1 -
1.1 Bakgrund	- 1 -
1.2 Syfte	- 1 -
1.3 Avgränsning	- 1 -
1.4 Metod	- 2 -
2. Hållfastegenskaper hos betong.....	- 3 -
2.1 Spjälkning.....	- 4 -
2.2 Krympning	- 4 -
2.3 Krypning.....	- 6 -
3. Skador på betong.....	- 7 -
3.1 Frost.....	- 7 -
3.2 Armeringskorrosion	- 8 -
3.3 Svavelväten	- 10 -
3.4 Sprickbildning	- 11 -
4. Åtgärder för betongskador	- 12 -
4.1 Förebyggande åtgärder mot betongskador	- 12 -
4.1.1 Vakuumsugning	- 12 -
4.1.2 Katodiskt skydd.....	- 13 -
4.1.3 Rostfri armering	- 14 -
4.1.4 Avvattning.....	- 14 -
4.1.5. Beläggningsgjutasfalt	- 15 -
4.2 Reparation av redan skadad betong.....	- 16 -
4.2.1 Vattenbilning.....	- 16 -
4.2.2 Elektrokemisk kloridutdrivning	- 17 -
4.2.3 Redurite-metoden	- 18 -
4.2.4 Sprickinjektering	- 18 -
5. Olika stomsystem påverkan på sprickbildning.....	- 20 -
5.1 Ribbjäklag (Längsgående balkar på pelare samt tvärgående balkar på pelare.)	- 21 -
5.2 Korsande balkar.....	- 22 -
5.3 Pelardäck	- 22 -
5.4 NCC-metoden (samverkansbjäklag)	- 23 -
5.5 Spännbalksystem	- 24 -

6. Skador på parkeringsdäck i Göteborg	- 25 -
6.1 Lokalt parkeringshusbestånd i Göteborg.....	- 26 -
6.2 Skadetyper	- 27 -
7. Göteborgs Stads Parkering AB	- 29 -
8. Fältstudie Högsbohöjd.....	- 30 -
8.1 Typer av skador	- 31 -
8.2 Skadeorsaker	- 32 -
8.3 Åtgärder.....	- 33 -
8.4 Ekonomi	- 33 -
9. Ekonomi	- 34 -
9.1 Nybyggnation	- 34 -
9.2 Drift och underhåll	- 34 -
9.3 Stomkostnader	- 35 -
10. Slutsatser	- 36 -
10.1 Eventuella lösningsförslag	- 36 -
10.1.1 Automatiska parkeringshus	- 36 -
10.1.2 Värmeslingor	- 38 -
10.1.3. Påbyggnad av bostadshus.....	- 40 -
Källförteckning.....	- 41 -
Figurförteckning.....	- 43 -

Bilaga 1. Bostads AB Poseidon, (2006): *Ombyggnad av P-däck Tunnlandsgatan projekt 9057*.
Beskrivning för renoveringsarbeten. Förfrågningsunderlag. (2006).

Bilaga 2. Spännbalksystem, principskiss.

1. Inledning

Idag utgör skadade parkeringsdäck ett stort problem för fastighetsförvaltare. Detta gäller främst äldre parkeringsdäck som är byggda innan 80-talet. Användandet av bil expanderade starkt på 60-70-talet varpå de flesta parkeringshus byggdes under denna tid. Att renovera skadorna på parkeringsdäcken utgör en stor del av fastighetsförvaltarnas budget. Att få en lönsamhet i dessa projekt tar många år eftersom intäkterna är små till följd av att det är svårt för fastighetsförvaltarna att öka till exempel hyran per bilplats. De byggmetoder som användes förr har idag visat sig vara ohållbara eftersom att bland annat asfaltsbeläggning lades direkt på betongen ansågs fungera som ett tätskikt. Med stora sprickor i betongen och skadad armering som följd har man idag tagit fram andra byggmetoder med annat material och andra tillvägagångssätt. Examensarbetet tar upp skadeorsaker och åtgärder för dessa skador på betong i allmänhet. Två fältstudier har gjorts på ett specifikt parkeringsdäck i Göteborg som är under reparation samt ett antal olika parkeringsdäck i Stockholm. Det är vida känt att betong förstörs av salt men enligt fältstudierna, kontaktpersoner och litteratur har det framgått att även byggmetoderna spelar en viktig roll för uppkomsten av skador på betongen.

1.1 Bakgrund

På uppdrag av Bostads AB Poseidon i Göteborg utgör denna rapport en mer ingående studie av orsaker till skador och typer av skador på parkeringsdäck i Göteborg då det idag finns en stor kostnad i renovering och underhåll av dem. Man vet idag att parkeringsdäcken behöver renoveras men orsakerna till skadorna är inte ordenligt kartlagda och därför behövs en studie över detta och vad som behöver göras för att minska kostnaderna i ett längre perspektiv för fastighetsförvaltarna.

1.2 Syfte

Rapportens syfte är att kartlägga skadeorsaker och typer av skador på parkeringsdäcken och se om olika stomsystem och konstruktioner har inverkan på hur skadorna uppkommer. Syftet är också att utifrån dessa studier komma fram till mest lönsamma och hållbara byggnadssätt för att på så vis hålla ner kostnaderna för fastighetsförvaltarna i underhålls- och renoveringsarbeten.

1.3 Avgränsning

För att göra denna rapport hanterbar kommer den enbart inriktas på betongkonstruktioner samt parkeringsdäck som är situerade ovan mark eftersom det är dessa som tar störst skada av väder och vind. I rapportens undersökning av det pågående renoveringsarbetet av ett parkeringsdäck i Högsbo, Göteborg, kommer där enbart renoveringsarbetet av det befintliga parkeringshuset behandlas och alltså inte den tilltänkta påbyggnaden av bostadshus ovanpå. Fältstudien i Stockholm har enbart koncentrerats till nybyggda parkeringshus varpå ingen kartläggning av skador i Stockholm kommer behandlas.

1.4 Metod

Metoden som används består av en inledande del med sökning av fakta via Internet, kontaktpersoner, intervjuer, litteratur samt andra rapporter som gjorts inom området. Ett flertal fältstudier har gjorts på ett pågående renoveringsarbete av ett parkeringsdäck på Tunnlandsgatan i Högsbo, Göteborg, samt på ett flertal parkeringsdäck i Stockholm. Utifrån dessa besök har teknisk information givits och vi har i Högsbo kunnat ta del av byggprocessen från byggstart till dess att trafik släpps på.

2. Hållfastegenskaper hos betong

Betong består av bergmaterial, även kallat ballast, sammanbundet med cementpasta, vilken innehåller cement, vatten, luft och eventuellt tillsatsmedel. (Se Fig. 1). Betong är i Sverige ett av de viktigaste materialet vid utförande av byggnader och anläggningar. Anledningen till det är att betongen har hög tryckhållfasthet, jämn kvalitet och en näst intill obegränsad möjlighet till formgivning.

Betongens hållfasthet bestäms främst av vattencementtalet, vct-talet, vilket anger förhållandet mellan vatten och cement i betongen. Även cementtyp, ballastens egenskaper och sammansättningen är av stor betydelse vid bestämning av hållfasthet. De två vanligaste cementtyperna i Sverige är *byggcement* och *anläggningscement*, där byggcementen är mer finmalen än anläggningscementen. Ballasten består vanligtvis av sten, grus eller sand samt filler av olika typer. Med filler menas material med en partikelstorlek ner mot en tiondels millimeter. Betong tillverkas i huvudsak i stationära betongfabriker och transporteras därefter med bil till arbetsplatsen. Att tillverka betongen direkt på arbetsplatsen är kostsamt och utförs endast vid mycket stora eller små arbetsplatser.

Betong har som tidigare nämnts en god tryckhållfasthet som vida överstiger dess draghållfasthet. För att vidhålla en betong med god drag-, böj- och vridhållfasthet kompletteras därför betongen med ospänd eller spänd armering av stål i de zoner som kommer att utsättas för dragpåkänningar. Det vanligaste armeringsstålet är kamstål med en hållfasthet på 400 MPa samt 600MPa. Vid stora spännvidder, täta konstruktioner eller förtillverkade element tillämpas oftast spännarmering där armeringen består av kalldragna trådar eller linor som har en hållfasthet på upp till 2 000 MPa.



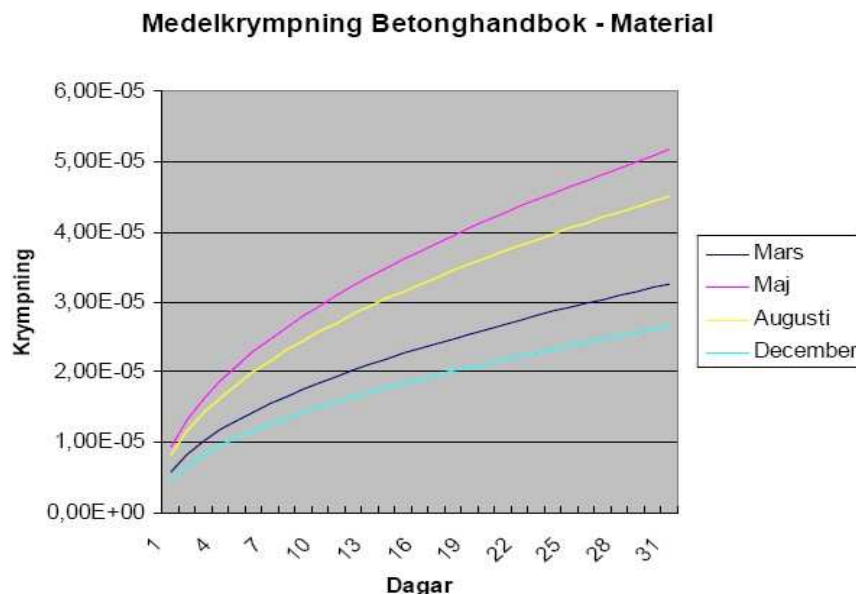
Figur 1. Betongens sammansättning. www.starka.se/index_betong.asp (2007).

2.1 Spjälkning

Då betong har en hög fuktkvot, är tät eller ingår i en tryckbelastad konstruktion blir den lätt skadad vid en brandsituation. Vid brand upphettas nämligen det absorberade vattnet i betongen och då det når kokpunkten kan betongen spricka med oerhörd kraft till följd av att okontrollerade explosioner uppstår. Det kan förklaras med att volymen ökar med en faktor 1700 vid normalt tryck då vattnet i betongen övergår till ånga. Då betongens yta sprängs bort på detta sätt leder det till att betongens tjocklek minskar. Det är detta händelseförlopp som kallas för spjälkning och uppkommer ofta utan förvarning i ett tidigt skede av branden. Detta kan dock undvikas genom att plastfibrer tillsätts i betongen. Dessa smälter då betongen utsätts för värme och lämnar efter sig mikroskopiska gångar ur vilka vattenångan kan ta sig ur.

2.2 Krympning

Krympning är ett problem för alla sorters betongkonstruktioner och går aldrig att få bort helt. Det innebär en volymminskning av betongen som orsakas av en kemisk reaktion under bindningstiden samt vid vattenavgång under uttorkning. Den kemiska reaktionen leder till en värmeutveckling och uppkommer då cementen reagerar med vatten vid en så kallad hydratisering. Det är med andra ord cementpastan i betongen som krymper medan ballasten vidhåller sin ursprungliga storlek och förhindrar därigenom cementpastan från att krympa. Den krympande cementpastan utövar på så vis ett starkt tryck på stommaterialekornen vilket kan leda till sprickor i betongen. För att minska krympningen är det därför viktigt att ha ett styvt stommaterialekorn och så stora stenar som möjligt bör användas som ballast. Desto mer cementpasta, filler och vatten betongen innehåller desto mer krymper betongen. Vad det är för väderförhållanden när gjutning sker, spelar en stor roll på krympningen. Diagrammet i figur 2 visar utvecklingen av medelkrympningen beroende på i vilken månad gjutningen har skett.



Figur 2. Medelkrympning. <http://documents.vsect.chalmers.se/CPL/exjobb%202005/ex%202005-107.Pdf> (2007)

I Camilla Juthages examensarbete på Chalmers tekniska högskola (2005:107) framgår att betong krymper cirka 0,5-1,0 millimeter per meter. Andra åtgärder för att minimera krympning i betong är att tillämpa bland annat sprickarmering, lämplig storlek på gjutetapperna och vakuumbehandling. Det finns ett antal olika huvudtyper av krympning i betong så som *plastisk*, *autogen* och *uttorkningskrympning*.

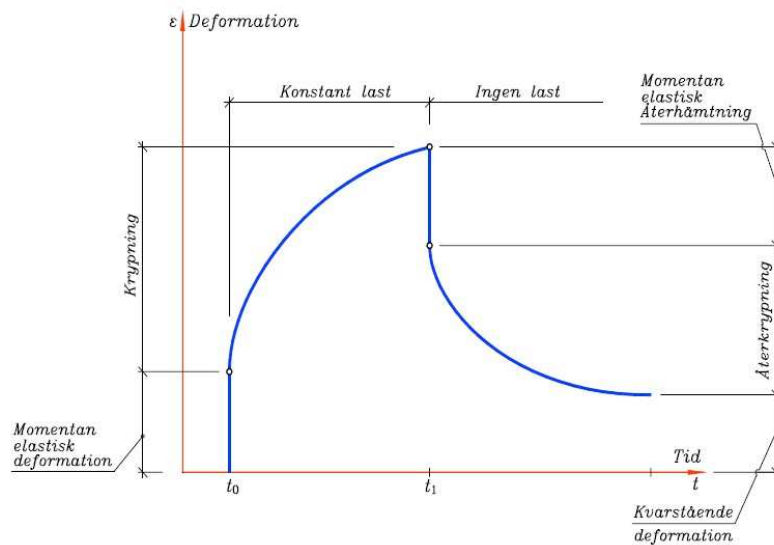
Plastisk krympning äger rum innan betongen har hårdnat då betongmassan fortfarande befinner sig i det så kallade plastiska tillståndet. Denna krympning kan orsaka sprickor med varierande sprickmönster, en spricklängd från några tiotal millimeter upp till 2 meter och ett sprickdjup av omfattande storlek som till och med kan vara genomgående. Dessa typer av sprickor brukar benämnas *krympsprickor* eller *torksprickor*. En avgörande faktor för uppkomsten av dessa sprickor är avdunstningsförhållandena. Risken för sprickbildning på grund av den plastiska krympningen ökar med krympningshastigheten, vilken huvudsakligen beror på avdunstningshastigheten. För att motverka dessa sprickor kan man därför på arbetsplatsen förhindra avdunstningen under de första kritiska timmarna efter gjutningen genom till exempel vattentillförsel eller täckning med plast.

Den *autogena krympningen* anses börja först 24 timmar efter gjutning då betongen fortfarande inte nått full hållfasthet. Denna krympning sker i ett så kallat förseglat system vilket innebär att krympningen huvudsakligen sker utan utbyte av vatten med omgivningen. Denna typ av krympning är dock inte betydelsefull för normalpresterande betong.

Uttorkningskrympning sker efter det att betongen har hårdnat och är den volymminskning som sker på grund av fuktavgång. För att kompensera för denna volymminskning kan till exempel dilatationsfogar konstrueras som möjliggör rörelser mellan betongplattorna. (Se avsnitt 8:1, figur 30). Uttorkningskrympning kan hålla på i flera år eftersom det är en långsam process. Med tiden avtar dock krympningen och når ett slutvärde.

2.3 Krypning

Den temperaturändring som betongen utsätts för då den stelnar ger upphov till att betongen töjer sig vilket i sin tur kan leda till att sprickor uppkommer. Det är detta fenomen som brukar benämnas krypning och är sammanfattningsvis den tidsberoende eller fortlöpande deformationen som sker med konstant last vilket visas i diagrammet i figur 3. Som ett exempel kan nämnas att betong kryper cirka 0,10 mm per meter vid en temperatur på 40° C enligt en artikel som *betongbanken.com* publicerat. Det är krypningen som sker under de tre första dygnen efter gjutning som blir avgörande för framtida sprickbildning, enligt en doktorsavhandling gjord av Gustaf Westman på Luleå tekniska universitet i maj 1999.



Figur 3. Krypning och deformation vid konstant last. <http://www.byv.kth.se/utb/111041/btg060209.pdf> (2007).

3. Skador på betong

En stor anledning till att de tidigare byggda parkeringshusen idag är i stort behov av reparation är på grund av att betongen skadats på ett eller annat sätt. De vanligaste orsakerna till att betong förstörs är enligt *Svenska Kommunförbundet*, Bevara mig väl, (1997):

- o Frost
- o Saltfrost
- o Igensättning av betongens luftporer
- o Armeringskorrosion
- o Alkali-kiselsyrareaktioner, AKR.

Enligt Sune Sandqvist är de ursprungliga orsakerna till att parkeringshusen förstörs: *felaktiga konstruktionsprinciper som skapar tvångskrafter på grund av krympning, olämplig betongsammansättning samt felaktigt arbetsutförande*. Dessa orsaker leder till att vatten bland annat tränger in i betongen och skadar den enligt ovan nämnda punkter.

Vid en intervju med Sune Sandqvist, grundare av företaget Spännbalkkonsult, fick vi titta på en betongyta genom mikroskop för att se den porositet betongen har. Under tiden som vi tittade drog vi med en knappnål på ytan och såg då hur porös den var genom att cementen som skall fungera som betongens klister lossnade och skapade små hål i ytan. Vi förstod då hur lätt vatten kan tränga in i betongen och förstöra den. Hur denna process går till beskrivs i nedanstående kapitel.

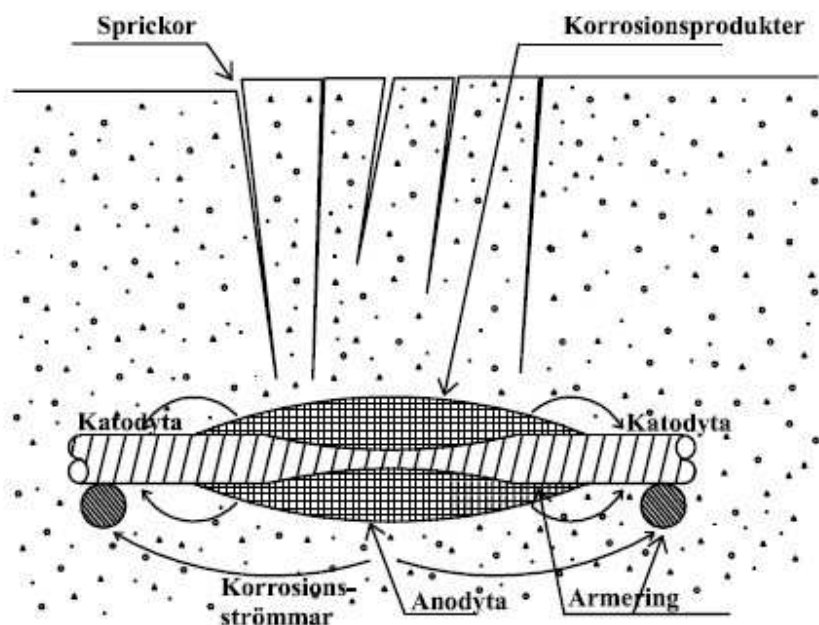
3.1 Frost

Skador på grund av frost uppstår då vatten som kommit in i betongen fryser. Parkeringsdäckens översta plan har allt som oftast inget tak vilket leder till att de är extremt utsatta för nederbörd. Till de övriga planen förs vattnet in i parkeringsdäcken via biltrafiken, särskilt vid snöväder. Vattnet samlas i pölar om avvattningen är bristfällig vilket ofta är fallet i gamla parkeringsdäck. Vattensamlingarna resulterar i att betongytan "skalas av", alltså tätskiktet minskar och vattnet får lättare att tränga in i konstruktionen och det når snabbt ner till armeringen. Dessa avskalade partier kallas för potthål. Frysningen leder till en ökad volym av vattnet, upp till 9 % av dess ursprungliga volym, som i sin tur leder till att betongen spricker. *Skador på parkeringsdäck av betong*, (R35:1984).

Om det inträngda vattnet dessutom innehåller salt ger det än mer allvarigare skador. Betongens ytskikt skalas av successivt för att sedan lossna helt. Saltet kan komma från havsvindar eller saltning av vägar. Då vattnet har trängt in i betongen löses successivt salt ut och de samlas i betongens luftporer som efterhand helt fylls igen. Detta leder till minimala expansionsutrymmen som ökar riskerna för frostskaador.

3.2 Armeringskorrosion

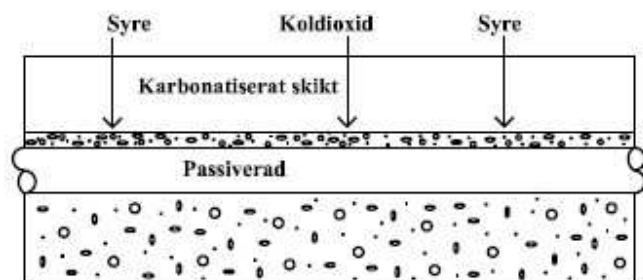
Då betongen skadats tillräckligt angrips till slut armeringen vilket kan leda till att hela konstruktioner rasar. För betongkonstruktioner som är situerade inomhus är det egentligen inget problem om fukthalten är låg, temperaturen är stabil samt om inga kemiska angrepp sker. Då fukthalten överskrider 95 % (t.ex. utomhus) är hastigheten i nedbrytningen som störst eftersom det ökar korrosionsströmmarna i betongen. Om den relativa fukthalten i betongen håller sig under 75 % sker dock inga korrosionsströmmar. Korrosionsprodukter såsom vatten och salt kommer in i betongen via sprickor och når armeringen som då korroderas och så småningom minskar arean av armeringen. (Se Fig. 4).



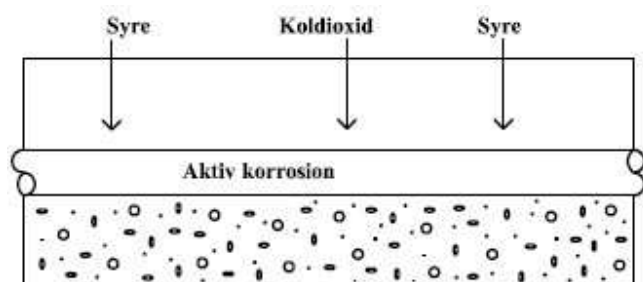
Figur 4. Armeringskorrosion. Ingvar Olofsson, Bengt Eriksson, Leif Berntsson (1994).

Anledningen till att armeringen korroderar beror huvudsakligen på två orsaker; *karbonatisering* och *saltinträngning*.

Karbonatiseringen startar direkt efter rivning av gjutformen då betongen är ny och arbetar sig inåt under hela dess livslängd. Processen går olika fort beroende på betongkvalitet. Kalken i betongens cement reagerar med koldioxid och ombildas till kalciumkarbonat. pH-värdet sjunker och armeringen blir då mer sårbar. I det första skedet i karbonatiseringen, då den inte nått fram till armeringen, benämns armeringen som passiv. (Se Fig. 5). I steg 2 har karbonatiseringen nått fram till armeringen och den betraktas nu som aktiv och korrosionen har startat. (Se Fig. 6).



Figur 5. Karbonatisering steg 1. Svenska Kommunförbundet (1997).



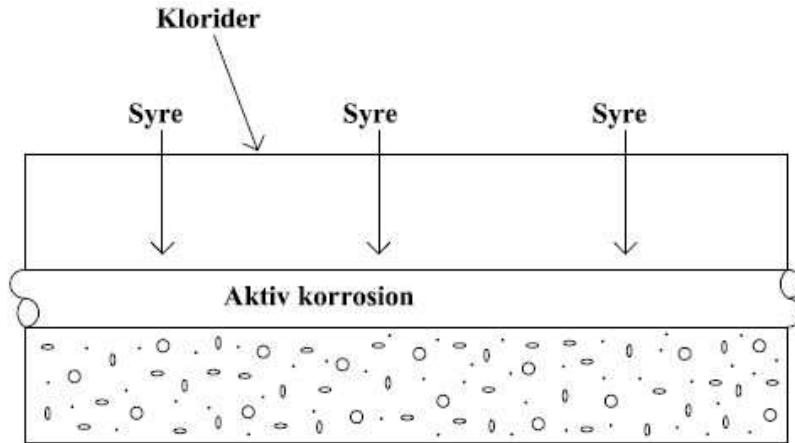
Figur 6. Karbonatisering steg 2. Svenska Kommunförbundet (1997).

Saltinträngning i betong sker då kloridjoner från salt som används vid vägsaltning eller från havsvatten tränger in i betongen. Vägsalter läggs ut på Sveriges vägar i tusentals ton varje år för ökad trafiksäkerhet och kan orsaka upp till 10 gånger högre koncentration av dessa kloridjoner än havssalt. Med andra ord är vägsaltet en av de största bovarna vid saltinträngning.

Kloriderna gör den alkaliska betongen sur och då nivån är tillräckligt hög startar korrosionsangreppen av armeringsjärnen. Syre och fukt skyndar på angreppen och gör snabbt armeringen sårbar. Då ett parkeringsdäck i Göteborg som var byggt 1967 renoverades kontrollmättes skadorna på armeringen i överkant. Stängerna var ursprungligen $\Phi 16$ mm men efter mätning noterades att de korroderat ner till $\Phi 7$ mm vilket anges i rapporten *Teknik och ekonomi vid reparation av betongskador på parkeringsdäck* skriven av bland annat Ingvar Olofsson 1994.

Enligt samma rapport visar resultat av borrhöjningar att de områden med störst saltkoncentration återfinns vid bilarnas hjuluppställning, bjälklagsdelar närmast infarten samt i lågpunkter där vatten kvarstår.

Kloridhalterna är som störst i betongplattans överkant (Se Fig. 7) och då kloridhalter uppmäts på andra ställen än i överkant kommer detta troligtvis från klorider som tillsatts betongen vid blandningen.



Figur 7. Saltinträngning. Svenska Kommunförbundet (1997).

3.3 Svavelväten

Nedbrytning av betong kan också ske i samband med svavelväten. All betong innehåller kalk i form av bland annat kalciumhydroxid och kalciumaluminat inne i alla porer och kapillärer. Då betong utsätts för svavelväten reagerar dessa med kalken i betongen. Svavelväten finns bland annat naturligt förekommande i grundvatten och bildas då organiska ämnen genomgår en mikrobiologisk nedbrytning i fuktig miljö i samarbete med andra bakterier, svampar och mögel. Då svavelväten reagerar med kalken bildas nya mineral bland annat *ettringiter* och *thaumasiter*. På grund av att dessa mineral har större volym än betong uppstår svagare partier med ökande tryck vilket i sin tur resulterar i sprickbildning och söndervittring. Så småningom frigörs ballast och armering då betongens täcksikt minskar. Då detta skett startar oxidering, det vill säga rostbildning, av armeringsjärnen. Denna process är oerhört kraftfull och ökar armeringsstålets volym med upp till två gånger dess ursprungliga volym, vilket är ytterligare en anledning till att betongen spricker. Enligt en rapport av Mats Jonsson, *Chalmers Tekniska Högskola*, kan även svavel finnas naturligt i asfalt vilket i sådana fall skulle vara den största orsaken till att betongen i parkeringsdäcken förstörs.

3.4 Sprickbildning

Betongen skadas snabbast och med större omfattning då sprickor har uppkommit, men vilka sprickor är det som är farliga? Över lag gäller att de sprickor som uppkommer parallellt med kraftarmeringen eller sådana sprickor som bildar en spetsig vinkel innebär risker för säkerheten. Sprickor som går rakt över denna armering är vanligtvis krympsprickor och utgör ingen säkerhetsrisk. Faktorer som kan påverka sprickbildningen är: (Uno Gunnarsson, (R35:1984), sid. 15).

- o Ihoppgjutning av parkeringsdäcket med bredvidliggande byggnad.
- o I balkbjälklag får längdändringar i platta och balk olika förlopp vid snabba temperaturförändringar.
- o Armeringen är otillräcklig för att jämt fördela krympsprickorna.
- o Alltför högt vct-tal hos betongen ger stora krympanspänningar.
- o Bristfällig efterbehandling vid gjutning, vilket orsakar ytsprickor.



Figur 8. Söndervittrad betong med frigjord armering.

Sprickor i betong brukar delas in i två grupper; *döda* och *levande* sprickor. De döda sprickorna har en konstant sprickbredd efter uppkomsten medan de levande sprickornas bredd förändras under sin livstid.

4. Åtgärder för betongskador

För att åtgärda betongskador kan man i projekteringsstadiet göra vissa ingrepp för att i möjligaste mån motverka uppkomsten av skadorna. Det finns också möjligheter att åtgärda skadorna då de redan skett. Nedan beskrivs både förebyggande åtgärder samt reparationsåtgärder för redan skadad betong.

4.1 Förebyggande åtgärder mot betongskador

För att motverka de tidigare nämnda skadorna på betongen kan ett antal åtgärder vidtagas. Enligt Uno Gunnarsson, (R35:1984) är dessa åtgärder följande:

- o *Luftinblandning.* För att undkomma sprickbildning är det fördelaktigt om betongen har många små hålrum som ger det frysande vattnet mer yta att expandera på.
- o *Täthet.* En högre täthet av betongen minskar risken för vattnet att tränga in i konstruktionen. Betong har ett vattencement-tal, vct-tal, vilket förenklat beskriver förhållandet mellan vatten och cement i betongen (se avsnitt 2). Ju lägre vct-tal desto högre blir tätheten vilket är önskvärt då vatteninträngning skall undvikas.
- o *Vakuumsugning vid gjutning.* Genom att vakuumsuga den nygjutna betongen tas vattnet bort och sprickrisken minskar. Betongen krymper mindre och i kombination med ett sänkt vct-tal blir nötningshållfastheten bättre.
- o *Dränering av överytan samt väl placerade ytavlopp (brunnar).* Vid dimensionering av parkeringsdäcket är lutningen till ytavloppen viktig att beakta för att få en så optimal avrinning av vattnet som möjligt.
- o *Tätskikt.* Ett mellanliggande tätskikt mellan betong och asfalt är viktigt eftersom asfalt släpper igenom mycket av vattnet som då snabbare når betongen.
- o *Impregnering.* Om betongytan impregneras med ett vattenavvisande material undviks genomträngningen av vattnet.

4.1.1 Vakuumsugning

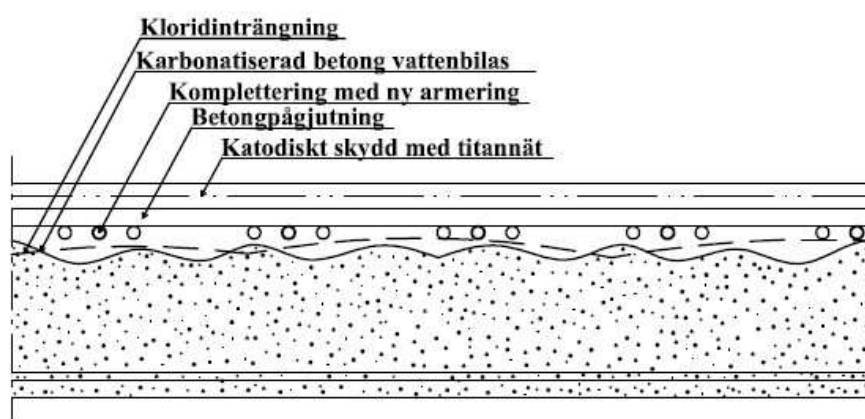


Vakuumsugning innebär, som nämnt, att vatten tas bort ur den nygjutna betongen. Metoden används enligt Betonghandboken med störst fördel på betonggolv, beläggningar och andra konstruktioner där det finns stora krav på ytans kvalitet. Då en betongyta utsätts under vakuum överförs en tryckminskning till betongens vätskefas och sprids längre och längre in i betongmassan. Under denna process ändras inte de yttre krafterna, lufttrycket och inte heller betongens egenvikt. Genom detta utsätts de fasta partiklarna för krafter som för dem närmre varandra varpå vatten pressas ut ur betongen. Figur 9 illustrerar hur en vakuumsugning principiellt går till.

Figur 9. Vakuumsugning. <http://www.tremix.com/web-content////broschyter/Vakuum%20sv%200501.pdf>. (2007)

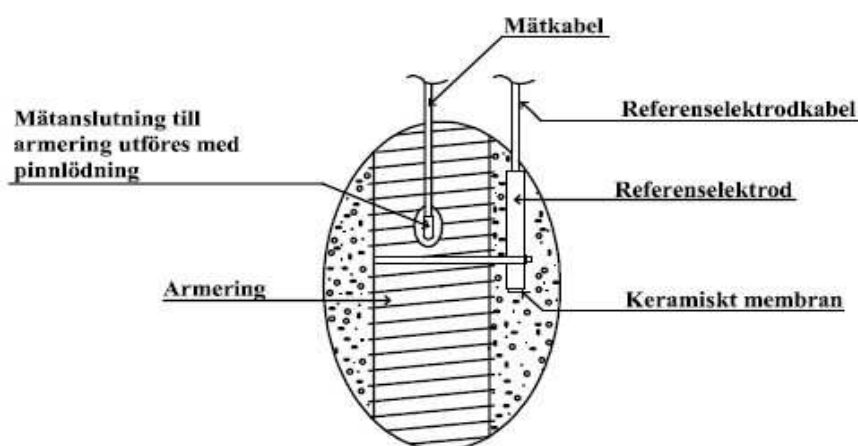
4.1.2 Katodiskt skydd

Många stora betongkonstruktioner är idag korrosionsskyddade med så kallat katodiskt skydd. Denna metod började redan användas i USA i början på 1970-talet och kom till Europa först i mitten av 1980-talet. I betong ligger anoderna (de delar som avger elektroner) väldigt nära de objekt som ska skyddas, alltså armeringsstängerna. (Se Fig. 10). Betongen fungerar som elektrolyt och är således strömledande, vilket innebär att ytan där korrosionen sker är starkt begränsad. (Jämfört med katodiskt skydd i jord eller vatten där ytan är betydligt mycket större.)



Figur 10. Katodiskt skydd av betong. *Ingvar Olofsson, Bengt Eriksson, Leif Berntsson (1994).*

Det mest vedertagna anodsystemet i Europa fungerar på så sätt att betongen målas med ett tunt, elledande färgskikt. I färgskiktet finns det tunna, platinerade titantrådar som fungerar som strömtilldelare. Idag har det utvecklats ett system som möjliggör mättekniska övervakningar av det katodiska skyddet, där referenselektroder och speciella mätsonder gjuts in permanent i betongen. (Se Fig. 11).



Figur 11. Ingjuten referenselektrod i betong samt mätkabel i armering. *Ingvar Olofsson, Bengt Eriksson, Leif Berntsson (1994).*

Det katodiska skyddet kan påverka betongen på olika sätt så som:

- o Inverkan på vidhäftningshållfastheten mellan armeringen och betongen
- o Gasutveckling på anodens yta
- o Syrabildning i anodens omgivning

4.1.3 Rostfri armering

Korrosionsproblem kan också motverkas genom användning av rostfri armering. Det kan tillämpas vid såväl nybyggnation som vid renovering. Denna lösning är billigast i längden då antalet renoveringar minskar avsevärt. Denna metod tillämpas i allt större utsträckning då det har visat sig att man utan problem kan ersätta kolstålsarmering med armering i rostfritt stål.

Kostnaden för rostfri armering är flera gånger högre än för vanlig kolstålsarmering men det bör tilläggas att det finns en hel del olika rostfria material att tillgå. Valet av material måste således ske med kunskap om framtida miljöpåkänningar och mekaniska påkänningar. Rostfri armering bör framförallt tillämpas i aggressiv miljö som till exempel marin miljö eller miljöer som är utsatta för tösalter. Anledningen till det är att rostfri armering till skillnad från vanlig kolstålsarmering är mer ädel, det vill säga att den reagerar mindre med omgivningen jämfört med oädla metaller, samt att den har en högre smältpunkt än andra metaller. Dessutom skiljer sig den rostfria armeringens längdutvidgningskoefficient i förhållande till betong och vanligt kolstålsarmering.

I dagsläget är det dock svårt att använda rostfri armering eftersom det saknas regler som beskriver och tar hänsyn till skillnader med den traditionella kolstålsarmeringen.

4.1.4 Avvattning

De problem som nämnts ovan med vatten som tränger in i betongen härrör från dålig avvattning med dåligt placerade brunnar och för otillräcklig lutning av körytan. I de flesta intervjuer och studiebesök har det berättats att avvattningen varit alldeles för dålig och därför lett till de skador som finns på parkeringsdäcken.



Under fältstudien i Stockholm berättade Bo Lövgren, fastighetschef på Stockholm Parkering AB, att på P-hus S:t Eriksplan i Stockholm har en lutning av körytan på 1:100 meter anlagts och där fungerar enligt honom avvattningen bra. På P-hus Råcksta har man fräst ur betongen till små kanaler och lett dessa till brunnar. (Se Fig. 12).

Figur 12. Avvattning.

4.1.5. Beläggningsgjutasfalt

Idag har man insett att framtagande av nya konstruktionsmetoder är viktigt för att uppbringa hållbara parkeringsdäck. Det har tagit många år att komma fram till vilka metoder som är mest tillförlitliga. Problemet med de nya metoderna är att de inte använts tillräckligt länge för att kunna fastställa hur hållbara de är i ett längre tidsperspektiv.

Beläggningsgjutasfalt är en asfaltstyp som innehåller olika sorters bitumen, med tillsatser av bland annat *polymerer* och *naturasfalt* blandat med stenmaterial som består av *filler*, *sand* och i vissa fall även *finmakadam*.

Gjutasfalten läggs på betongkonstruktionen ofta i kombination med en underliggande isoleringsmatta. Då en isoleringsmatta läggs ut sker det genom uppvärmning med gasolbrännare eller med en specialkonstruerad svetsvagn vid större ytor. Då mattan är utlagd vältas den lätt mot betongen och därefter kan beläggningen av gjutasfalt läggas ut. (Se Fig. 13).

Gjutasfalten transporteras till arbetsplatsen under omröring i bilburna uppvärmda transportbehållare och har en temperatur på 200-220° C vid utläggning. Denna utläggning kan ske antingen för hand eller maskinellt och behöver inte komprimeras. Gjutasfalten tillsätts med *kvartsit* eller *porfyr* vilket ger asfalten en mycket hög slitstyrka. Beläggningen består till cirka 90 % av stenmaterial vilket resulterar i att den varken kan brinna eller underhålla eld. Denna typ av asfalt uppfyller även kraven på säkerhet mot fukt- och saltskador. Asfalten bör enligt NCC ha en tjocklek på 25-40 mm och en densitet på 2200-2400 kg/m³. Tack vare dess höga densitet, det vill säga täthet, blir beläggningen mindre känslig mot stående vattensamlingar och oljespill än andra asfaltsbeläggningar.



Figur 13. Vältmaskin. www.ncc.se/templates/printPage.aspx?id=1982 (2007).

De positiva aspekterna med denna beläggningsmetod är enligt en artikel på adressen www.binab.ncc.se/old/html/golv.htm följande:

- o Slitstarkt och vattentätt utan komprimering
- o Kan trafikerats redan några timmar efter utläggning
- o Underhållsfritt och dammar inte
- o Kan utläggas även under mindre gynnsamma väderförhållanden
- o Kan användas som enlayersbeläggning utan speciellt tätskikt i mellanbjälklag
- o Bra i ekonomisk synpunkt till följd av ovanstående punkter

4.2 Reparation av redan skadad betong

Då betongen redan blivit skadad finns det ett antal åtaganden för att åtgärda dessa skador. Det första som görs är att all skadad betong tas bort, till exempel genom vattenbilning, se kap 4.2.1. Vilken metod som används för detta beror på hur mycket av betongen som skall tas bort samt med vilka arbetsmetoder som kan tillämpas i den rådande lokalen. Behandlingen skall resultera i en skrovlig och ren yta som är fri från sprickor. Detta för att skapa fäste för det material som betongen skall lagas med. Då lagning av betong sker, måste oftast ny armering placeras in i konstruktionen då den skadats, förstörts vid bilningen, varit otillräcklig från början eller varit felplacerad. Figur 14 visar hur ny armering placeras i den bortbilade ytan.



Figur 14. Bortbilad betong med ny armering.

4.2.1 Vattenbilning



Då betongen innehåller halter av klorid bilas dessa partier bort med så kallad *vattenbilning*, en metod som använts sedan mitten på 1980-talet. För att få rätt bildjup, görs noga mätningar innan för att se hur stora kloridhalterna är och hur långt in de går. Vattenbilning innebär att skadad betong skiljs från frisk. Bilningen skall ske tills det är minst 2 cm fritt utrymme runt om armeringen. (Se Fig. 15). På de områden där inte vattenbilningsriggen når fram, tillämpas handbilning.

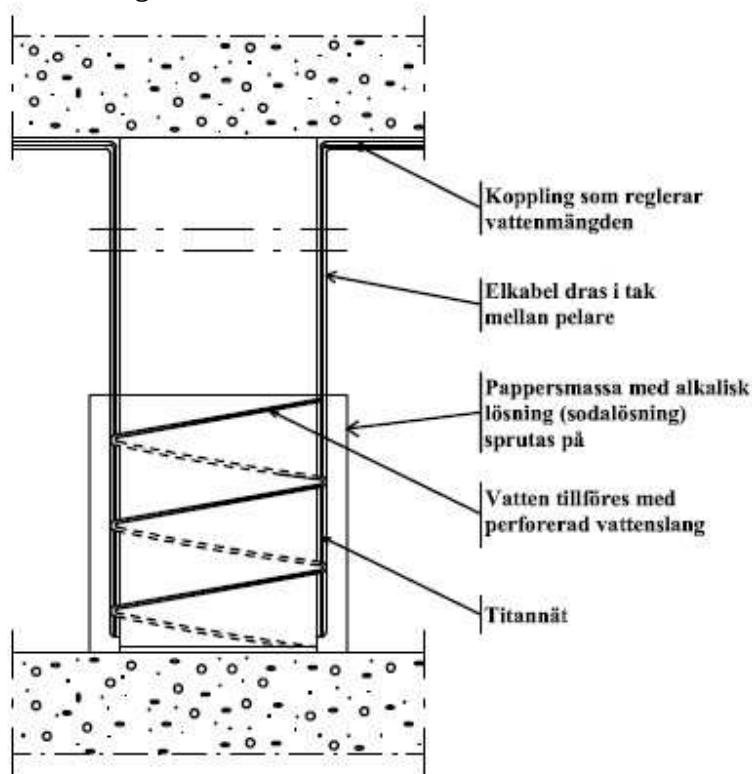
Efter bilningen, då armeringen frigjorts, rengörs den från rost, byts ut eller kompletteras med ny armering. Efter detta gjuts ny betong på med samma K-värde som den ursprungliga betongen hade.

Figur 15. Resultat av en betongpelare efter bilning. <http://home.swipnet.se/~w-54913/bilning.htm> (2007).

För att undvika att klorider på nytt tränger in i betongen gör man en membranisolering i kombination med beläggningsgjutasfalt. Vattenbilningen kan också kompletteras med en ytbehandling som fungerar som en karbonatiseringsbroms och som fördröjer ny karbonatisering.

4.2.2 Elektrokemisk kloridutdrivning

I de fall där armeringen inte är så allvarligt skadad att den måste ersättas med ny armering används *elektrokemisk kloridutdrivning*. Innan denna reparation startar tätar man väggar och brunnar för att minska vattenförbrukningen samtidigt som man också tätar de sprickor där vattenläckage förekommer.



Figur 16. Kloridutdrivning. Ingvar Olofsson, Bengt Eriksson, Leif Berntsson (1994).

Kloridutdrivningen går ut på att man kopplar på ström som går mellan armeringsjärnen och ett utplacerat titannät. (Se Fig. 16.) Strömmen kopplas på i 14-dagars perioder och "driver ut" kloriderna ur betongen. Då kloridhalten minskat till 0,4 % av cementvikten avbryter man utdrivningen. Denna process pågår enligt en rapport, *Teknik och ekonomi vid reparation av betongskador på parkeringsdäck*, skriven av bland annat Ingvar Olofsson (1994) i 2-3 månader. Fördelen med kloridutdrivningen är att parkeringsdäcket kan fortsatt vara i drift under reparationen.

4.2.3 Redurite-metoden

Sune Sandqvist, grundare av företaget Spännbalkkonsult, gjorde mellan åren 1969-1971 ett examensarbete på Chalmers tekniska högskola, Göteborg, om skador på parkeringsdäck byggda av betong. Han kom fram till att de allvarligaste skadorna uppkommer som tidigare nämnts då kloridhaltigt vatten tränger in i sprickor i betongen. För att reparera dessa skador har Sandqvists företag, Spännbalkkonsult, tagit fram en speciell renoveringsmetod kallad Redurite-metoden.

Denna metod går ut på att konstruera en betongstruktur av densitmaterial som tillfredsställer höga krav på styrka, vidhäftning, täthet och beständighet. Densit är en cementprodukt som innehåller kiseldioxid i form av små runda korn även kallat silica. Dessa korn fyller ut utrymmena mellan cementkornen vilket ger en extremt tät struktur som är motståndskraftig mot kemiska angrepp. Tack vare dess täthet är den dessutom svärgenomtränglig för vätska.

De densitprodukter som används är Densimac och Ferromac vilka har utvecklats under senare delen av 90-talet. De togs fram för att lösa problemet med att få den nya betongen att fästa med den gamla vilket var ett problem med de gamla renoveringsmetoderna. Betongkonstruktioner med densitprodukter tillverkas i två steg. I det första steget blandas en del av det speciella densitbindemedlet med ballast och vatten varefter den gjuts och får härda vid cirka 20° C under ett dygn. I det andra steget, efter härdningen, fylls tomrummen med cementpasta bestående av densitbindemedel och mycket fin sand. Krympningen av denna betongtyp blir minimal till följd av den begränsade vattenmängden.

Metoden lämpar sig bra för att reparera parkeringshus men används även för reparation av beläggningar på broar, bjälklag, pelare och terrasser. De flesta parkeringshus i Göteborg är reparerade med detta system. Metoden resulterar i förlängd livslängd, höjd säkerhetsnivå och reducering av underhållskostnader i betongkonstruktioner.

Vid varje enskilt reparationsobjekt genomförs individuella skadeutredningar, kontrollplaner, reparationshandlingar samt detaljerade instruktioner till de som utför reparationen vilket innebär ett totalt kvalitetstänkande. Dessa åtaganden har lett till att Redurite-metoden har kvalitetssäkrats i ett certifieringsprogram som omfattar både teoretisk och praktisk utbildning indelad i olika klasser av reparationer. Spännbalkkonsult har certifierade underentreprenörer världen över.

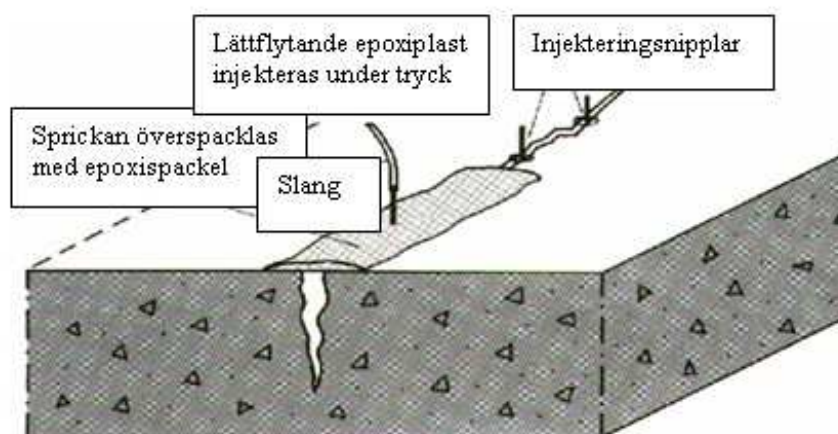
4.2.4 Sprickinjektering

Då denna reparationsmetod används är det noga att utreda anledningen till sprickornas uppkomst och att utreda vad sprickorna har för inverkan på konstruktionens säkerhet, bärförmåga, beständighet och täthet. Uno Gunnarsson skriver i sin rapport (R35:1984) att de punkter som bör utredas innan sprickinjekteringen är:

- o Vad för slags sprickor som uppträder och orsaken till dess uppkomst.
- o Vad händer om tätning genom injektering utföres?
- o Vad händer om tätning sker på annat sätt?
- o Vad händer om tätning ej utföres?

För att använda sig av sprickinjektering finns det två huvudtyper av injekteringsmedel. Dessa två är *cementbaserade* eller *kemiska*. De cementbaserade injekteringsmedlen kan inte bara användas till tätning utan också till förstärkning av konstruktionen och skydd mot armeringskorrosion. De kemiska injekteringsmedlen används endast till spricktätning då de har bra inträngningsförmåga.

Sprickinjekteringen går till på så sätt att hål borras i plattans överkant och munstycken trycks ner i hålen. Nipplar fästes sedan med lim utmed sprickan efter att betongytan rengjorts på en bredd av 10 cm på varje sida om sprickan. Ju större bredden på sprickan är desto längre avstånd mellan nipplarna skall det vara. Avståndet bör dock inte överstiga 20 cm vid en sprickbredd av 0.5 mm och inte 50 cm vid 1.5 mm. Sedan tätas sprickan med epoxispackel och i de fall där sprickan även är åtkomlig från andra sidan skall injektering ske från det andra hållet också. Principskissen över hur sprickinjektering går till visas i figur 17.



Figur 17. Sprickinjektering. <http://www.plastobygg.com/betongreparationer.html> (2007).

5. Olika stomsystemers påverkan på sprickbildning

Stommens uppgift är att föra de krafter som belastar byggnaden ner till grunden. Exempel på sådana krafter är egentynad och nyttig last, snölast, vindlast och yttre påverkan. Vid dimensionering av stomsystem ställs höga krav på bland annat brandsäkerhet och täthet. Dessa krav kan lätt uppfyllas med betong vilket således är det vanligaste stommaterialet vid byggnation av parkeringsdäck. Oftast platsgjuts stommen eftersom det ger mindre passningsproblem än med prefab. En platsgjuten stomme har stor säkerhet mot olyckslaster och ras vilket ger god sammanbindning mellan väggar och bjälklag. Dessutom kan stora spännvidder och låga konstruktionshöjder uppnås med platsgjuten betong vilket är önskvärt i parkeringsdäck.

Som nämndes inledningsvis måste en stomme klara krav mot brand. Det är ytterst sällan som en betongstomme kollapsar vid brand och är oftast helt eller delvis användbar även efter en brand. Betong har en hög värmekapacitet och ett avsevärt fuktinnehåll vilket innebär att det är värmetrögt och fördröjer uppvärmningen. Kostnaderna till följd av brand är betydligt lägre i en byggnad med betongstomme än med till exempel en trästomme.

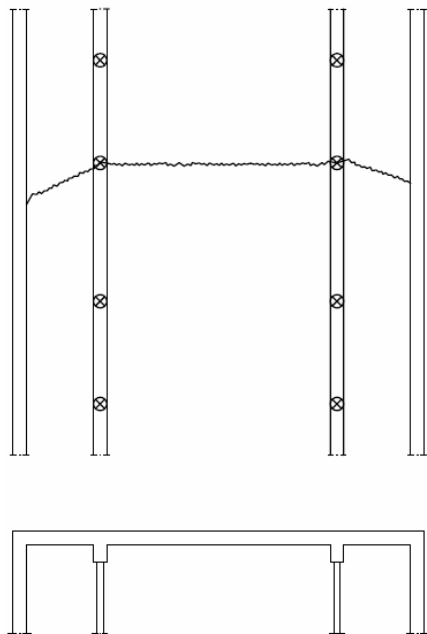
Miljön i ett parkeringsdäck är vanligtvis fuktig i kombination med att bilarna drar med sig snöslask som innehåller vägsalt. Av den anledningen skall stomkonstruktionen utföras i exponeringsklass XD3 vilket innebär att krav ställs på högsta tillåtna vct-tal, täckande betongskikt och sprickvidder.

Att konstruera ett parkeringshus kan göras med många olika stomsystem. De vanligast förekommande systemen är med *längsgående balkar på pelare*, *tvärgående balkar på pelare* (dessa två system kallas gemensamt för ribbjälklag), *längs- och tvärgående balkar* (korsande balkar), *enbart pelare* (pelardäck), en metod som NCC tillämpar som är ett samverkansbjälklag samt spännbalksystem. Nedan beskrivs dessa olika stomsystem mer ingående samt de sprickor som ofta uppkommer och som är belastningsrelaterade från till exempel egentynad, krympning och krypning.

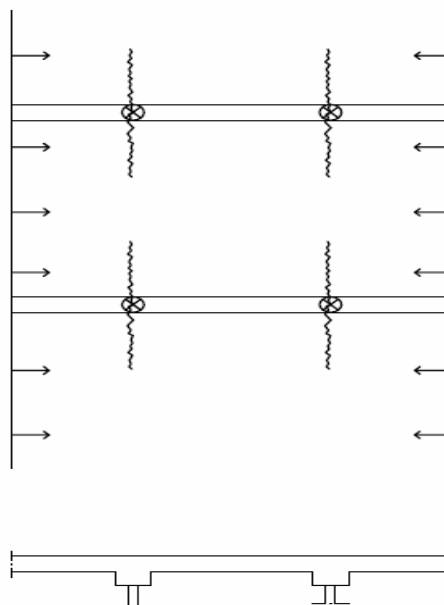
5.1 Ribbjäklag (Längsgående balkar på pelare samt tvärgående balkar på pelare.)

Ribbdäck utförs med balkar i ena riktningen, lämpligen den korta. De tvärs- eller längsgående balkarna gjuts vanligtvis med den ovanliggande plattan i ett svep. Det resulterar i en sammansatt konstruktion med T-format balk i snittet. (Se Fig. 18 och 19). En del av överkantsarmeringen i balkarna kan läggas i plattan där den vilar på balken för att underlätta utförandet. På så sätt undviks onödigt tät armering i knutpunkten mellan pelare och balk. Vad som är viktigt att kontrollera vid ett sådant utförande är att skjuvkapaciteten mellan platta och balk är tillräcklig. Skjuvning uppkommer då två skjuvkrafter verkar parallellt med snittytan. Detta är en deformation utan volymändring och anger vinkeländringen som skapas av deformationen.

Det som bestämmer den maximala spännvidden i detta stomsystem är balkens dimensioner, armeringsmängd och eventuellt kontinuitet. Exempelvis kan en spännvidd på 10 meter i innerfältet uppnås om plattjockleken ligger på 250 mm ($L/40$) och måttlig nyttolast på 4 kN/m^2 . De belastningsrelaterade sprickor som oftast uppkommer i de två olika stomsystemen visas i figur 18 och 19.

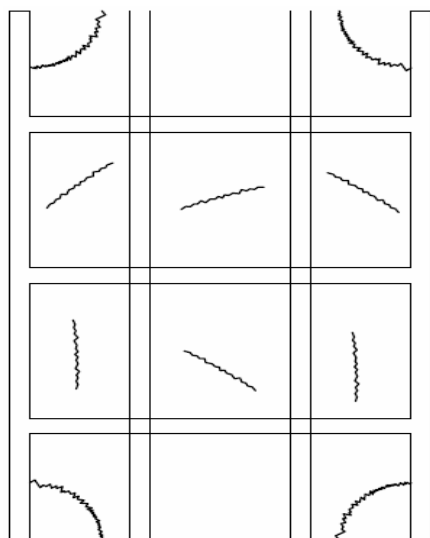


Figur 18. Sprickbildning vid längsgående balkar på pelare.



Figur 19. Sprickbildning vid tvärgående balkar på pelare.

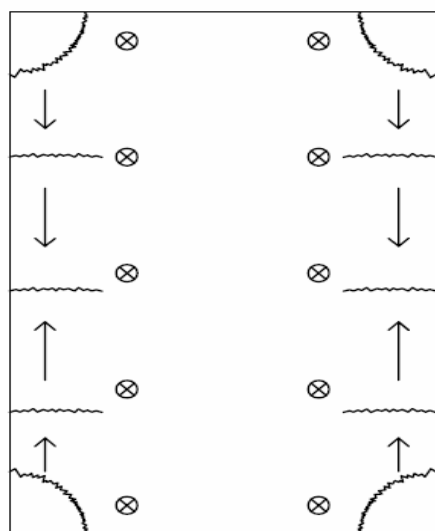
5.2 Korsande balkar



Då stomsystemet består av bärande balkar i två riktningar kan i princip större spännvidder än vid envägsbalkar uppnås. Då plattan vilar på denna typ av stomsystem leder det dock till att plattan hindras från att röra sig fritt vid krympning och töjning vilket kan resultera till sprickbildning. De belastningsrelaterade sprickor som kan uppkomma vid denna konstruktionen visas i figur 20.

Figur 20 Sprickbildning vid längs- och tvärgående balkar.

5.3 Pelardäck



I pelardäck utan någon typ av balkar vilar bjälklaget direkt på pelarna vilka utgör punktformiga stöd. Plattan utsätts då för stora böj- och skjuvkrafter i stödområdena. Om dessa krafter kan reduceras tack vare en god dimensionering uppnås en mångsidigt användbar stomme som dessutom blir elegant till följd av att bjälklagets undersida kan göras helt slät. Pelardäck ger dessutom flexibilitet vad det gäller formgivning av byggnaden och utrymmesdisponering.

Pelarnas placering kan göras relativt fritt och slanka pelare är önskvärt då de ger tryggare parkeringsdäck till följd av att de gör minimalt intrång i interiören. Dock bör inte pelarna placeras alldeles intill plattans kant utan lämna plattkanten fritt upplagd på en konsol vilket ger bättre jämvikt i den kontinuerliga plattan.



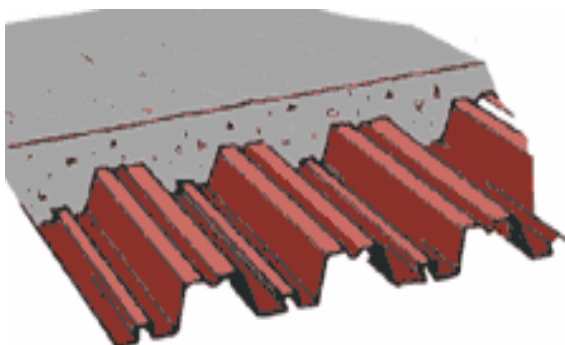
Figur 21. Sprickbildning vid stomsystem med enbart pelare.

Då pelarna konstrueras med ledad infästning resulterar det oftast i den mest ekonomiska lösningen. Ledad infästning leder till att böjmomentet i pelaren blir litet och armeringen kan uformas på enklast tänkbara sätt. Det är eftersträvänsvärt med tanke på att nedböjningen oftast blir dimensionerande. De belastningsrelaterade sprickor som kan uppkomma i detta system visas i figur 21.

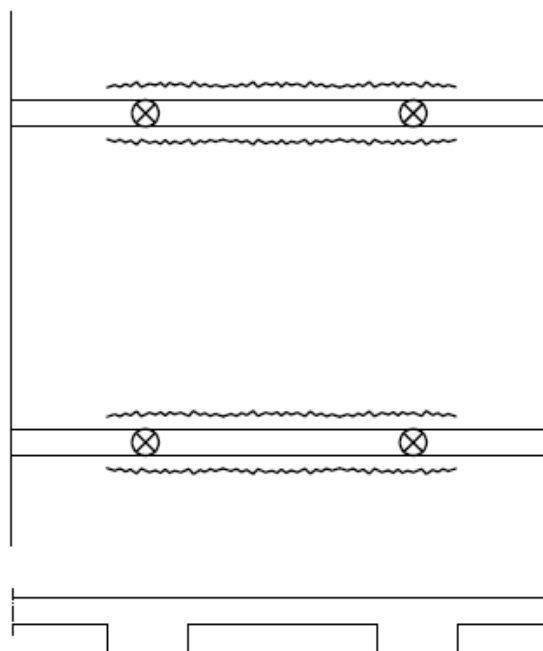
5.4 NCC-metoden (samverkansbjälklag)

Ett samverkansbjälklag består av en trapetsplåt med överliggande betong. (Se Fig. 22). Plåten fungerar under gjutning som en kvarsittande form vilken bär den färska betongen, eventuellt med tillfällig stämpning. Efter att betongen har härdat fungerar plåten dessutom som underkantsarmering i bjälklaget.

Det finns ett otal typer av profilerad plåt men ännu inga standardiserade produkter. Ofta, men inte alltid, fås en vidhäftning mellan plåt och betong vilken dock inte är tillförlitlig och tas således inte med vid dimensionering. Samverkansbjälklag har i huvudsak samma användningsområden som platsgjutna betongbjälklag. De belastningsrelaterade sprickor som uppkommer med detta system framgår av figur 23.



Figur 22. Samverkansbjälklag.
<http://www.laettbyggteknik.se/html/bjalklag.html>(2007).



Figur 23. Sprickbildning vid NCC-metoden.

5.5 Spännbalksystem

I Sune Sandqvists examensarbete inventerade han nästintill samtliga parkeringshus i Göteborg och undersökte hur sprickorna i betongen uppkommit och hur dessa sprickor hörde ihop med hur anläggningarna var konstruerade. Efter sina undersökningar kom Sandqvist fram till det, enligt honom, mest optimala sättet att konstruera parkeringshus på. Allt fler och fler har tagit till sig denna metod där Göteborg Stads Parkering var de första. I Saudi-Arabien används metoden övergripande idag och det har byggts ett antal anläggningar, däribland ett stort sjukhus.

(Spännbalkssystemet går även att använda på andra byggnader än på parkeringshus.)

Spännbalkssystemet är ett system där stommen består av en platsgjuten betongplatta som samverkar med prefabricerade, förspända betongbalkar som är fritt upplagda på två pelare. Stomsystemet består därav endast av betong. De förspända balkarna har formen av ett upp- och nervänt T. Beroende på laster och spännvidder varierar storleken och antalet uppspända linor som behövs. Monteringen går till så att de förspända balkarna placeras på pelarna och pressas sedan uppåt med hjälp av en domkraft.

Efter detta formsätts plattan med hjälp av stora formflak som vilar på formbalkar. Efter armeringen monterats, gjuts plattan och vakuumsugs varpå den glättas med maskin. Då betongen härdar börjar spännbalkarna och plattan att verka som en spännbalkskonstruktion. För att kompensera den krympning som föreligger sänks konstruktionen ner. (Se bilaga 2.) Då balken sänkts ner har total samverkan uppnåtts mellan balk och platta och de tryckspänningar som finns i konstruktionen är nu uppbyggda i plattan.

Med denna metod kan långa spännvidder ge stora pelarfria ytor som leder till ett bättre nyttjande av konstruktionen. Då tryckspänningarna är inbyggda i betongplattan erhålls en konstruktion med väldigt hög täthet och styrka vilket leder till minimala vattenläckage genom konstruktionen. Eventuella undertak och installationer kan monteras direkt i bjälklaget.

Enligt Sandqvist har anläggningar konstruerade med spännbalkssystemet:

- o Extrem brandsäkerhet
- o Invändig värmeisolering som även dämpar ljudet
- o Kort byggtid
- o Låg konstruktionshöjd
- o Möjlighet att användas som grundbjälklag

6. Skador på parkeringsdäck i Göteborg

De första parkeringsdäcken som uppfördes i Sverige tillkom på 1950-talet som en följd av en allt större biltäthet per familj. Parkeringsdäck blev en lösning för att undvika stora parkeringsytor och motverkade på så sätt att ta stora naturområden i anspråk. Utbyggnaden kulminerade under 60- och 70- talet men de konstruktionerna som byggdes då har idag visat sig vara bristfälliga då det gäller parkeringsdäckens hållbarhet.



Figur 24. Skadat parkeringsdäck.

De flesta av de skador som uppkommit på gamla parkeringsdäck kan härledas till projekterings- och byggskedet. Anledningen till det beror främst på att man då hade dålig kunskap om betongens och asfaltbeläggningens egenskaper. Det ansågs på den tiden att betong var ett relativt underhållsfritt och därigenom ett kostnadseffektivt material. Parkeringsdäcken konstruerades på så vis att en asfaltsbeläggning lades direkt på betongkonstruktionen utan tätskikt emellan. Man betraktade asfalten som ett tätskikt i sig vilket man i dagsläget konstaterat att så inte är fallet. Även då en asfaltbeläggning har beteckningen tät är den inte vattentät. Uno Gunnarsson hävdar i sin rapport (R35:1984) att den enda asfaltbeläggningen som är vattentät är isolerings- och beläggningsgjutasfalt. Det ansågs förr som en fördel att utforma parkeringsdäcken utan ett mellanliggande tätskikt eftersom det skulle leda till en viktökning av konstruktionen samt en kostnadsökning.

Enligt Uno Gunnarsson har praktiskt taget alla gamla platsgjutna parkeringsdäck stora problem med att vattensamlingar bildas. Detta på grund av att konstruktören har valt att anlägga överytan med så lite lutning som möjligt för att kunna utnyttja fria höjdmått samt att hålla ner plattans egenvikt. Dessutom saknas ofta fränfallskilar, se Fig. 31, i de gamla parkeringshusen.

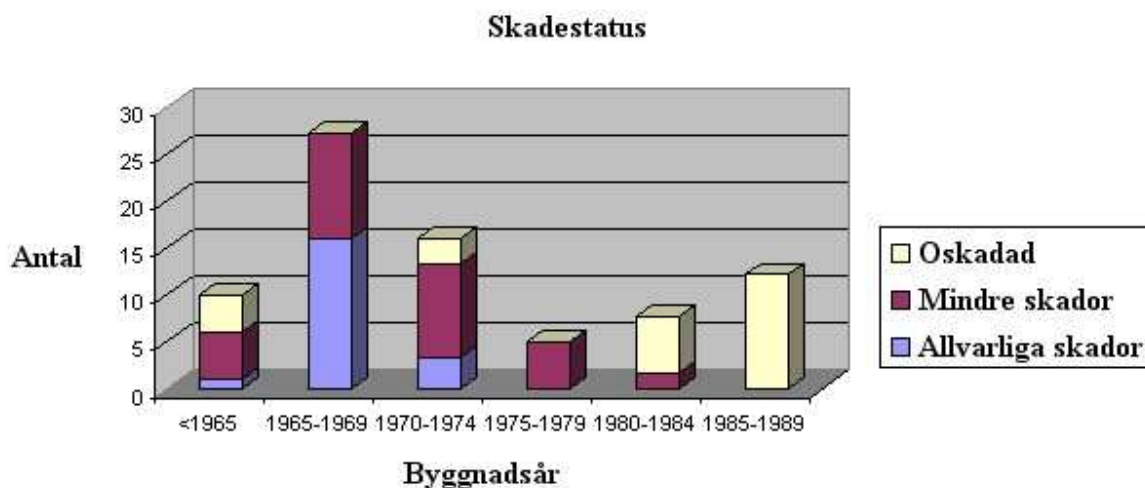
6.1 Lokalt parkeringshusbestånd i Göteborg

I ett utdrag ur ”Utredning beträffande antalet P-hus och –däck i centrala Göteborg” skriven av Lennart Engström, Göteborgs Stadsbyggnadskontor, finns det uppgifter om det lokala parkeringshusbeståndet i Göteborg. År 1990 fanns det 92 parkeringshus där Bostads AB Poseidon förvaltade 24 stycken, HSB:s bostadsrättsföreningar 21 stycken och Göteborgs Stads Parkeringsbolag 15 stycken. Näst intill alla av dessa parkeringshus var konstruerade med platsgjuten betong förutom sex stycken som konstruerats med prefabelement eller en kombination av dessa och platsgjuten betong. Användningen av asfalt som beläggningstyp dominerar och användandet av betong som beläggning förekommer främst på de senare byggda parkeringshusen.

Besiktning och kartläggning av skador har gjorts på de flesta parkeringshusen och där upptäcktes, inte helt oväntat, att de äldsta av husen var i störst behov av reparationer. De vanligaste åtgärderna vid reparationsarbetena var enligt Lars-Olof Nilssons rapport (9103: 1990):

- o Total ombyggnad
- o Förhindra läckage
- o Mindre reparationer
- o Dilatationsfogar och sprickor
- o Ny beläggning
- o Reparation av korroderad armering

Efter besiktningarna delade Lars-Olof Nilsson in de skador som fanns i en tregradig skala där första graden var *oskadat*, andra graden *mindre skadat* och tredje graden *allvarliga skador*. Diagrammet i figur 25 nedan sammanställer de parkeringshus som besiktigades i form av vilket år de var byggda samt den tregradiga skalan de delades in i.



Figur 25. Skadestatus efter besiktning 1990. Parkeringsdäck av betong, (9103:1990).

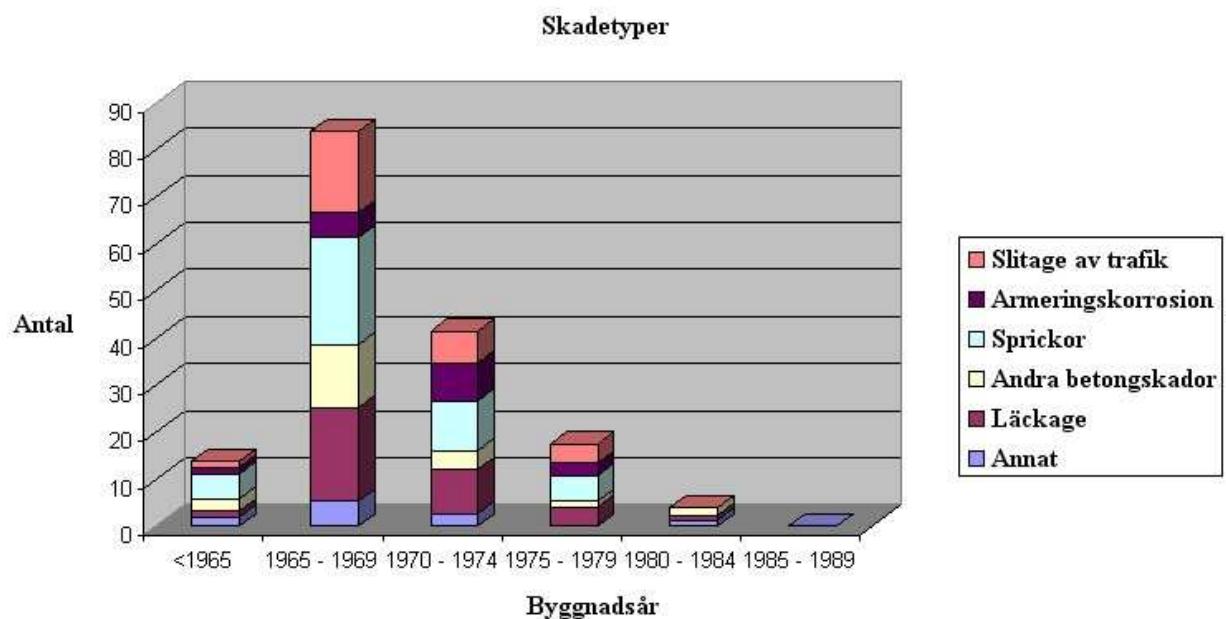
Som visas av diagrammet i figur 26 var det de parkeringshus som var byggda innan 1975 de enda som bedömdes med allvarliga skador där 50 % av åldersgruppen 1965-1969 hade allvarliga skador och där inga av dessa parkeringshus klassades som oskadade. Enligt Lars-Olof Nilsson är skadorna kopplade till typen av beläggning som använts där asfaltsbeläggning eller en kombination av asfalt-betong överväger bland de skadade.

6.2 Skadetyper

Efter besiktningen kartlades de mest förekommande skadorna som:

- o Läckage
- o Sprickor
- o Andra betongskador
- o Armeringskorrosion
- o Slitage av trafik
- o Andra skador såsom sättningar

Diagrammet i figur 25 visar de parkeringshus som besiktigades i form av vilket år de var byggda samt hur förekommande de olika skadorna var.



Figur 26. Skadetyper. *Parkeringsdäck av betong, (9103:1990).*

Efter besiktningen sammanställde Lars-Olof Nilsson även andra vanligt förekommande skador på parkeringshusen vilka var följande:

- o Uppspruckna fogmassor i dilatationsfogar.
- o Skadade täckskikt för armering, i vissa fall där armering helt frigjorts.
- o Korrosion av ytliga monteringsjärn. (Underlättar för korrosionen att sprida sig in till byglarna.)
- o Vattenfyllda elinstallationer som är ingjutna.

7. Göteborgs Stads Parkering AB

Göteborgs Stads Parkering AB, även kallat P-bolaget, är ett helägt kommunalt bolag som ingår i Framtidenkoncernen. De har 37 anställda och 2005 omsatte de 206 miljoner kr.

De äger och/eller förvaltar ca 125 000 bilplatser i Göteborgs Kommun. Ungefär 21 000 av dessa är deras egna medan de förvaltar resterande 104 000 bilplatser åt andra fastighetsägare som till exempel Bostads AB Poseidon. Alla dessa parkeringsplatser är platser på tomtmark eller i parkeringshus. Deras mest kända parkeringar är Heden, Gamla Ullevi och Focushuset. Göteborgs Stads Parkering AB ansvarar själva för parkeringsövervakning och skötsel av egna parkeringsområden samt andra fastighetsägares parkeringsplatser enligt avtal dem emellan.

Det första parkeringshuset där Göteborg Stads Parkering AB tillämpade spännbalksystemet är parkeringshuset på Gösta Rahmns gata som byggdes 1976. Denna anläggning har än idag inga kända skador.

För 10 år sedan, 1997, byggdes ett parkeringshus vid Stenaterminalen i Göteborg som kallas "Koffen" där Skanska var entreprenör. (Se Fig. 27). Detta parkeringshus förvaltas idag av Göteborgs Stads Parkering AB. Då detta byggdes användes den så kallade NCC-metoden med samverkansbjälklag och kvarsittande form. Jonas Nilsson på Göteborgs Stads Parkering AB berättar i en intervju att det redan efter 10 år finns skador och reparationsbehov på denna anläggning.

Han vidhåller dock att det är svårt att säga huruvida valet av stomsystem inverkar på de uppkomna skadorna då väderleksförhållanden vid byggskedet spelar en stor roll. Eftersom Koffen byggdes på vintern var det både kallt och blött och detta kan ha spelat en stor roll för hållbarheten hos den betong som gjöts. Som exempel kan även nämnas att de har problem med skador även på parkeringshus byggda med spännbalksystem där vädret inte varit fördelaktigt vid byggandet.



Figur 27. Parkeringshus Koffen

8. Fältstudie Högsbohöjd

På Tunnlandsgatan i Högsbo, Göteborg, finns ett parkeringsdäck som byggdes 1962 och i början på 2000-talet ansåg parkeringsdäckets förvaltare, Bostads AB Poseidon, att en renovering var nödvändig. År 2001 gjordes således en kartering över de skador på parkeringsdäcket som uppkommit sedan det byggdes för 40 år sedan. Utifrån karteringen beslöt Bostads AB Poseidon att en renovering var tvungen att genomföras och de lade ut ett förfrågningsunderlag varpå den slutliga entreprenören fastställdes till Vägverket Produktion AB. Entreprenaden påbörjades 15 januari 2007 och planeras vara färdigställd i mitten på sommaren samma år. Då Vägverket Produktion AB är klara tar en annan entreprenör över för att bygga på fastigheter på parkeringsdäcket. Denna entreprenör är i dagsläget inte fastställd.



Figur 28. Parkeringsdäck under reparation i Högsbo.



Det befintliga parkeringsdäcket är en helt platsgjuten betongkonstruktion i fyra plan där det fjärde planet, längst upp är utan tak. Bottenplattan är konstruerad som en platta på mark medan de tre övre planen består av pelare med längsgående balkar och däremellan ett enkelspant bjälklag. Enligt befintliga ritningar är pelarna placerade på betongplintar som i sin tur är grundlagda på berg. Alla fyra plan har separata inkörningsportar och är således inte sammankopplade via uppfarts- eller tillfartsramper. De understa planen är konstruerade som ett varmgarage och har en temperatur på omkring 13-14°C.

För att klara de laster som uppkommer i och med den tilltänkta påbyggnaden, skall de mindre pelarna i fasaden förstärkas. Detta görs genom att först montera ny armering och sedan gjuta på mer betong. Därav ges pelarna ett större tvärsnitt och klarar de nya, tyngre lasterna. (Se Fig. 29).

Figur 29. Förstärkning av pelare.

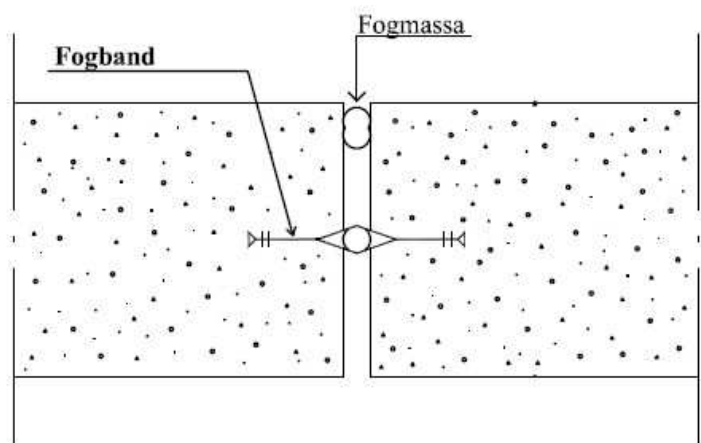
8.1 Typer av skador

Vid karteringen av parkeringsdäcket på Tunnlandsgatan upptäcktes att det fanns omfattande skador i den befintliga betongstommen där flest skador fanns i det övre bjälklaget. De skador som upptäcktes var framför allt på golv, väggar och pelare med betongytor som vittrat sönder och spruckit och där armering frigjorts. (Se bilaga 1). Efter karteringen av parkeringsdäcket lades ett förfrågningsunderlag fram där åtgärder för renovering beskrivs.

Under karteringen kunde man tydligt se var bilar stått parkerade då det var omfattande ytskador på betongen där hjulen stått eftersom bilarna drog in smältvatten och tössalter. Det vatten som läckt från det övre däcket hade på de nedre planen samlats i vattenpölar på de ställen där betongen skadats så pass att ”potthål” uppstått.

Många av parkeringshusets dilatationsfogar var dessutom skadade och behövde åtgärdas. Dilatationsfogar anordnas för att möjliggöra rörelser mellan betongplattor vid till exempel temperaturvariationer. Dilatationsfogar används även i anslutningar och övergångar till en annan byggnadsdel. (Se Fig. 30).

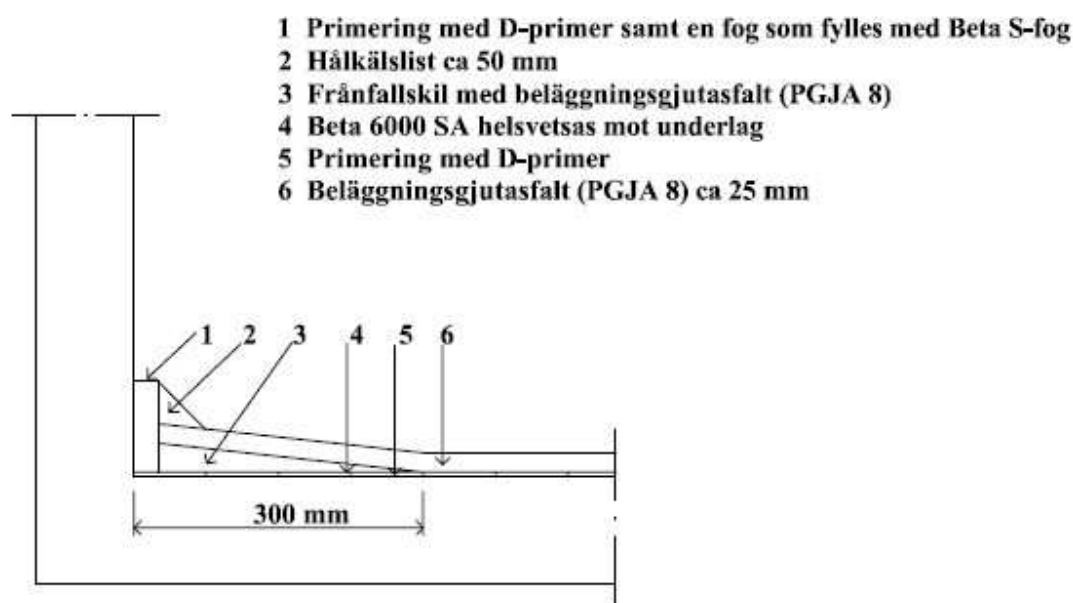
En del av dilatationsfogarna mellan bjälklagen var helt öppna. På dessa ställen hade hängrännor placerats för att leda bort läckagevattnet. Trots denna åtgärd läckte det vatten på betongen på grund av att skarvarna mellan hängrännorna inte var helt täta.



Figur 30. Dilatationsfog mellan två betongbalkar. *Uno Gunnarsson* (R35:1984)

8.2 Skadeorsaker

Parkeringsdäcket är enligt Patrik Sandström, arbetsledare på Vägverket Produktion AB, byggt med en gammal metod där bland annat asfalt lades direkt på betongen. Denna metod används inte längre då det har visat sig att detta leder till stora läckageproblem vilket i ett senare skede leder till söndervittring av betongen. Den gamla metoden innebar också att det inte anlades frånfallsskilar längst ner vid betongpelarna. Frånfallsskilarna har till uppgift att genom sin lutning avleda vattnet från pelarna till ett ytaavlopp. Hur dessa är konstruerade illustreras i figur 31. Avsaknaden av dessa frånfallsskilar innebar att vattnet inte hade så stor möjlighet att avrinna från betongytorna.



Figur 31. Detaljritning frånfallsskil vid betongpelare. Bostads AB Poseidon, projekt 9057, förfrågningsunderlag. (2006). (Bilaga 1 sid. 9)

Läckagevattnet skadar inte bara betongen utan utsätter även de parkerade bilarna för skador på billacken. Takdropp som kan skada billacken kan även uppkomma av kondensvatten som löser upp kalk ur betongen. Kondens bildas vid ett plötsligt väderomslag från kall till varm väderlek i de parkeringsdäck som inte är uppvärmda.

8.3 Åtgärder

I förfrågningsunderlaget beskrivs i detalj vilka delar som är skadade och hur de är skadade samt hur de skall åtgärdas. Nedanstående punkter beskrivs som åtgärdsförslag på samtliga betongytor: (Bostads AB Poseidon; *beskrivning för renoveringsarbeten*, förfrågningsunderlag, sid. 2).

- o Rengöring genom högtryckstvättning med hetvatten på undersida bjälklag och invändiga väggar. Övriga ytor: översida bjälklag, samtliga gjut- och dilatationsfogar, balkar, pelare, golv, utvändiga barriärer och väggar vattenblästras med högtryck. (Min 600 bar.)
- o Bilningsarbeten utföres så att kanterna mellan lagningsställe och oskadad yta blir vinkelräta.
- o Armeringsstål rengörs mekaniskt från betongrester och rost genom stålborstning eller blästring till renhetsgrad SA 2.5.
- o Frilagda armeringsstål rotskyddas med StoCrete TK. (Eller likv.)
- o Renbilade betongytor förvattnas så att god vidhäftning erhålles för lagningsbetongen
- o Betongytor målningsbehandlas med en karbonatiseringsskyddande vattenavvisande och diffusionsöppen färg i vit kulör NCS S 0502-Y invändigt, ljusgrå kulör NCS S 2502-Y utvändigt. En ggr grundning med StoCryl HC100 + 2 ggr täckmålning med StoCryl V100 (eller likv). Gäller ej ytor som belägges med täckskikt.

8.4 Ekonomi

Ombyggnaden av parkeringshuset i Högsbo rubriceras av Bostads AB Poseidon som en investering. Vid en investering har företaget ett avkastningskrav på 5 % vilket är den summa som företaget skall tjäna på investeringen. Renoveringen i Högsbo kostar cirka 18 miljoner och 5 % av den summan är 900 000 kronor. Det är således det beloppet som företaget måste få in varje år i form av hyreshöjningar för att klara avkastningskravet.

Det har varit svårt att göra en lönsamhetskalkyl i detta fall eftersom enbart halva parkeringsdäcket, 150 platser, var uthyrt innan renoveringen tog sin början. Om enbart dessa 150 platser skall stå för hyreshöjningen kommer denna att sluta på cirka 500 kr per månad och parkeringsplats. Efter renoveringen räknar Poseidon dock med att få hela parkeringsdäcket, 300 platser, uthyrt vilket istället skulle leda till en hyreshöjning på cirka 250 kr/mån per parkeringsplats vilket är en mer godtagbar hyreshöjning. Månadshyrorna per parkeringsplats i renoverade gamla parkeringsdäck är relativt låga vilket ger en relativt god hyreshöjningspotential.

Åtgärderna på parkeringsdäcket är relativt omfattande och kostsamma men Poseidon räknar dock med en lönsamhet i investeringen. Problem kan dock uppstå om det visar sig att parkeringsdäcket blir överdimensionerat och svårt att fylla. Med i beräkningen bör dock tilläggas att Poseidon i anslutning till det nya parkeringsdäcket på Tunnlandsgatan bygger cirka 140 nya bostäder som kan komma att utnyttja detta parkeringsdäck.

9. Ekonomi

Parkeringsanläggningar kräver stora resurser i form av miljö, utrymme och pengar. Att få en lönsamhet vid reparation och nybyggnad av dessa anläggningar är ett problem då anläggnings- och driftskostnaderna över lag är större än intäkterna i ett kortare perspektiv. Att direkt belasta en parkeringsplats med de avgifter som motsvarar dess kostnader är oftast omöjligt eftersom det skulle leda till en ohållbart hög hyra för parkeringsplatsen. Detta kapitel kommer ta upp de generella kostnaderna som uppkommer vid såväl nybyggnation som reparation av ett parkeringsdäck.

9.1 Nybyggnation

Produktionskostnaden för ett parkeringsdäck brukar uppdelas i *tomtkostnad* och *byggnadskostnad*. Med tomtkostnad menas det värde av mark som parkeringshuset tar i anspråk. Om parkeringshuset således grävs ner helt under mark blir tomtkostnaden lägre då det inte finns några alternativa användningsområden. Byggnadskostnaden däremot är en beräkning över byggets totala kostnad. I denna kostnad ingår bland annat det totala antalet bilplatser, byggnadshöjd, byggnadsmetod, markområdets storlek, grundförhållanden, arbetsplatsens tillgänglighet med mera. Följaktligen varierar byggnadskostnaden för olika typer av parkeringsdäck och gör det svårt att få en korrekt slutsumma för arbetet då oväntade kostnader ofta dyker upp under arbetets gång.

9.2 Drift och underhåll

Förr antogs det att underhållskostnader kunde undvikas enbart tack vare att parkeringsdäck byggdes med material som ansågs ha en lång livslängd och hållbarhet. På senare tid har det dock blivit känt att så inte är fallet utan att ett parkeringsdäck har liknande underhållsbehov som broar och andra trafikanläggningar i form av rostande armering, urlakning av betongen, klottersanering med mera. Denna nya kunskap har lett till att parkeringsdäck numera utformas för att minimera dessa kostnader. Det medför en ökad grundinvestering men blir däremot lönsamt i längden.

Kostnaden för driften av ett parkeringshus varierar med typ av anläggning och betalningsform. Exempel på betalningsform är till exempel gratis, automat, kontrakt eller manuellt vid varje betaltillfälle. Att driftkostnaden varierar med typen av parkeringsdäck kan förklaras genom att till exempel en korttidsparkering generellt har en högre omsättning av bilar per dygn vilket leder till större slitage. Slitaget ger upphov till högre underhållskostnader samt eventuellt en kortare avskrivningstid på anläggningen. I parkeringshus där det däremot enbart förekommer parkeringar med fast uthyrning blir underhållskostnaden relativt låg till följd av en låg trafikintensitet och en kontinuerlig avgiftsupptagning. Vid små parkeringsutrymmen som till exempel garage blir underhållskostnaden mycket låg eftersom denna kostnad kan ingå i den normala fastighetsskötseln alternativt att hyresgästerna själva ansvarar för underhållet i form av tillsyn och städning.

Faktorer som påverkar driftskostnaden:

- o Tomtens form och läge
- o Anläggningens storlek
- o Ventilation och uppvärmning
- o Tomtkostnad
- o Driftsform

Som ett exempel kan nämnas att reparation av fogar och betongyttskick samt att förse ett parkeringsdäck eller dylikt med en vattentät beläggning kostar i storleksordning cirka 600 kr/m². Om dessutom armeringen är i behov av reparering ökar kostnaden till cirka 1 500 kr/m². (Carl-Henrik Henriksson, *praktisk parkering*, 2001).

9.3 Stomkostnader

Vid val av stomme är det förutom tillräcklig bärförmåga även av intresse att finna den billigaste lösningen. Vad som är väsentligt att undersöka för att uppnå en sådan lösning är att göra en kostnadsberäkning på andra byggnadsdelar, stommens hållbarhet över en lång tidsperiod och dess inpassning i tidplanen. Förutom dessa faktorer krävs en funktionell utvärdering och en undersökning av stomsystemets långsiktiga konsekvenser för att kunna göra en korrekt värdering av stomvalet.

Det är viktigt att välja rätt stomme med tanke på att det i hög grad påverkar såväl installationskostnader, arbetsplatsomkostnader, indexkostnader samt räntekostnader. Detta fastställdes i en rapport från 1985 gjord av StålbyggnadsFoU som behandlar en ekonomisk jämförelse mellan olika stomsystem för flervåningsbyggnader. Enligt samma undersökning framgick att stomkostnaden normalt uppgår till mindre än 10% för kontor- och förvaltningsbyggnader.

De stomsystem som ofta medför den högsta rena byggkostnaden är de som utförs med pelare och balkar av stål och bjälklag av prefabricerad betong. Det är samtidigt det system som uppfyller de högsta kraven på flexibilitet och byggnadseffektivitet. Bygger man alternativt med platsgjuten betong blir kostnaderna i princip de samma som för prefabricerad betong om hänsyn tas till index och räntor.

I rapporten från 1985 läggs vikt vid att ägna stomvalet stor eftertanke, basera kalkylerna mellan de olika stomsystemen på jämförbara siffror samt att beakta mjukvärdena för de aktuella stomtyperna. På detta sätt är det möjligt att kartlägga det billigaste stomsystemet för varje individuellt bygge.

10. Slutsatser

De slutsatser som kan dras utifrån detta arbete är att dagens parkeringshus har under en lång tid varit dåligt projekterade och underhållna. Det finns nästan inget parkeringshus idag som är byggt innan 80-talet som är oskadat. Kostnaderna för parkeringshusen är för hyresförvaltarna alldeles för stora och därför läggs det stor vikt i att bygga parkeringshusen med bäst tänkbara byggmetod redan från första början.

Tidigare i rapporten har de beskrivits att sprickor på betongen är den vanligaste skadan på parkeringshus vilket leder till mer och större skador så som karbonatisering och armeringskorrosion. För att bli kvitt dessa problem görs olika åtgärder, både innan projektering och efter skadorna har uppkommit.

Studierna har visat att de parkeringshus som är byggda med Sune Sandqvists metod, spännbalksystemet, har minst kända skador. Allt fler och fler byggherrar och entreprenörer väljer idag att använda detta system då det är en relativt beprövad metod med få dokumenterade skador. Detta trots att spännbalksystemet använts sedan mitten på 70-talet.

Under fältstudien i Stockholm då vi fick möta Bo Lövgren, fastighetschef på Stockholm Parkering AB, fick vi känslan av att större vikt lades på kontinuerligt underhåll av deras anläggningar än vad som görs i Göteborg. Det är eftersträvaransvärt med tanke på att skador upptäcks i ett tidigt stadium och åtgärdas relativt fort.

Att välja ett så optimalt stomsystem och beläggningstyp som är möjligt från början, i samband med kontinuerliga drift- och underhållskontroller, kommer resultera i en längre hållbarhet för parkeringshusen. Detta kommer i sin tur leda till minskade underhållskostnader för dagens fastighetsförvaltare.

10.1 Eventuella lösningsförslag

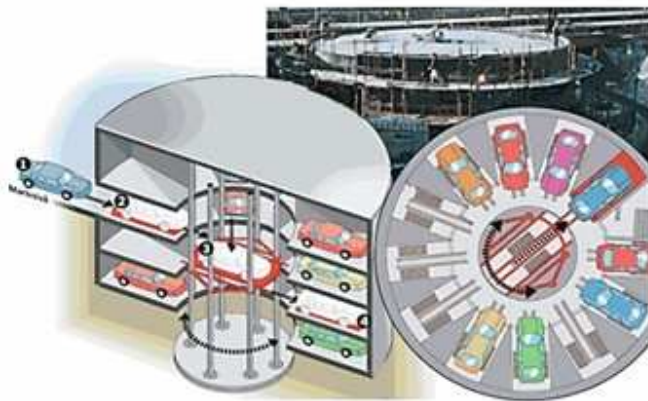
Genom de resultat som vi har kommit fram till under arbetets gång har en del tankar väckts på eventuella lösningar för framtiden. Då parkeringshus byggdes för 40 år sedan saknades kännedom om vilka skador de skulle ha i framtiden. Det byggdes helt enkelt med den metod som tordes vara bäst då. De system som finns framtagna idag och som det byggs mest med, är vad idag tros vara, hållbara inför framtiden. Detta är något som inte kommer visa sig förrän om flera år. Nedan beskrivs några av de eventuella lösningsförslag såsom automatiska parkeringshus, värmeslingor i betongen samt påbyggnad av bostadshus på gamla parkeringsdäck.

10.1.1 Automatiska parkeringshus

Under arbetets gång har en fältstudie gjorts i Stockholm där vi kom i kontakt med Bo Lövgren som är fastighetschef på Stockholm Parkering AB. Han visade deras *automatiska parkeringshus*, även kallat P-snurran på grund av dess cylindriska form, som invigdes år 2003 på Rörstrandsgatan. P-snurran i Stockholm är det första automatiska p-huset i Norden och rymmer totalt 46 parkeringsplatser vilket är en förhållandevis liten anläggning. Bo Lövgren förklarade det med att det ses som en första introduktion till en framtida teknik. Större P-snurror kan bli aktuella om denna första anläggning visar sig fungera väl. Konstruktionen som Stockholm parkering

tillämpar har en stomme av betong och har utvecklats sedan 1989 av det italienska företaget Trevipark och är således väl beprövat. I dagsläget tillämpas denna metod främst i Japan, Sydkorea, Italien, Spanien och Frankrike.

Bo Lövgren redogjorde för systemet för oss genom att köra in bilen genom P-snurrans inkörsport varefter bilen parkerades i ett slussliknande utrymme. Väl inne i slussen skannades bilen av via sensorer vilka läste av hur hög, bred och tung bilen var. Dessutom kan sensorerna känna av om det finns människor kvar i bilen. Om så är fallet varnar systemet och gör det på så vis omöjligt för människor att komma in i parkeringshuset. Parkeringshuset är förutom detta även övervakat dygnet runt av sensorer och tevekameror vilket ytterligare försvårar för inbrott. Efter skanningen kördes en gattersläde in under bilen och forslade den via en snurrhiss till en slumpvald parkeringsplats i snurran som lämpade sig för just vår bil. Denna procedur tog cirka en minut vilket ungefär motsvarar tiden det tar att köra in en bil och parkera manuellt i ett parkeringshus. En principskiss över hur ett automatiskt parkeringshus fungerar, visas i figur 32.



Figur 32. Automatiskt P-hus. <http://www.nyteknik.se/art/26708> (2007).

Fördelarna med denna nya metod är att den bland annat möjliggör ett effektivt utnyttjande av markresurser då tusentals kvadratmeter kan sparas jämfört med en vanlig ytparkering. Jämfört med ett traditionellt parkeringshus upptar dessutom det automatiska parkeringshuset enbart hälften så stor plats. Att bilen står säkert mot inbrott tack vare att inga människor vistas inne i byggnaden kombinerat med ett avancerat övervakningssystem är en annan fördel med denna metod.

Om det skulle finnas möjlighet till att den inkörda bilen genomgår en simpel tvättprocess och framförallt torkning skulle detta innebära att mindre salt och fukt tillfördes parkeringshuset. Då det heller inte vistas några människor i anläggningen blir det mindre risk för att vatten, snö och andra kemiska ämnen kommer in. Tanken med tvättningen är att en sådan process skall ske under tiden bilen skannas och skall därför inte förlänga tiden det tar att parkera bilen. Tack vare dessa åtgärder förhindras att vatten och vägsalt förs in i byggnaden vilket kan leda till mindre skadegörelse av betongen.

Nackdelarna med P-snurran är det totala teknikberoendet vid parkering vilket leder till att bilen blir inlåst vid ett eventuellt strömavbrott. En annan nackdel är att garaget inte rymmer de riktigt stora bilarna såsom limousiner och större stadsjeepar. Att bygga P-snurran i Stockholm kostade 27 miljoner kronor vilket är ett relativt dyrt pris. Att hyra en plats i parkeringshuset kostar uppemot 2 000 kronor per månad vilket dock inte hindrar 400 hyresgäster att stå i kö för en plats. Bo Lövgren hävdar dock att anläggningskostnaden kan komma att motsvara kostnaden för att bygga ett traditionellt parkeringshus om P-snurran istället konstrueras i flera våningsplan. Anledningen till att anläggningskostnaden är hög i detta projekt beror på att detta enbart är en liten testanläggning på enbart fyra våningsplan.

Figur 33 visar vår bil som körts in i P-snurrans första anhalt. Här läses som nämnt tyngden, längden och höjden av och bilen körs sedan in via porten framför bilen.



Figur 33. Bo Lövgrens bil inkörd på skenor i slussen.

10.1.2 Värmeslingor

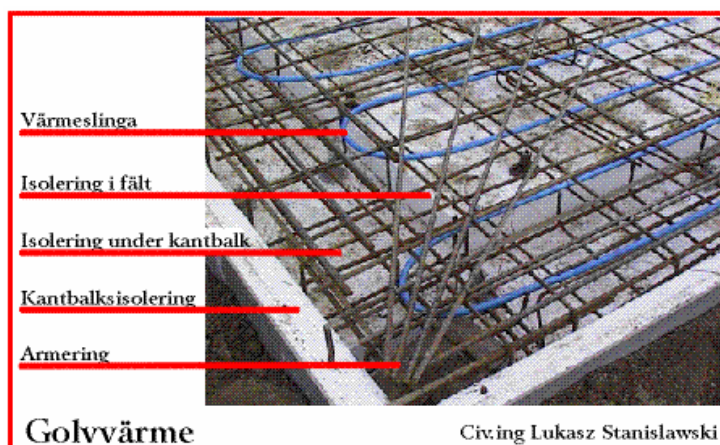
Att värma upp betongen vintertid med hjälp av elektriska slingor förhindrar frysning och påskyndar härdning efter gjutning. Eluppvärmning är särskilt motiverat vid konstruktionsdelar som är svåra att skydda med isolering på grund av dess läge eller utformning. Hur värmeslingorna monteras visas i figur 34. För eluppvärmning i betong finns det i princip två system, *lågspänning* eller vanlig *nätspänning*.

Lågspänning utgörs av en transformator i kombination med billiga plastbelagda järntrådar. Transformatorn har som uppgift att justera spänningen till en lagom effekt. Vid nätspänning däremot krävs ingen transformator utan spänningen justeras istället med hjälp av speciella kablar. Dessa kablar utgör ett högre pris än de järntrådar som tillämpas vid lågspänning eftersom dessa

kablar kräver en högre resistans. Återanvändning av dessa dyra kablar är dock möjlig om de träs in i ingjutna plaströr i betongen.

En önskad effekt kan uppnås vid nätspänning genom att välja olika typer av kablar och/eller variera avståndet mellan kablarna vid utläggning eller genom att pulsera tillförd ström. För att möjliggöra en styrning av värmeförseln används ofta någon typ av ingjuten termostat vilken styr till- och frånslagning av strömmen. Det finns dock kablar som inte kräver någon termostat utan är självreglerande.

Om en uttorkning av betongen med hjälp av värmeslingor är önskvärd senare i byggskedet kan detta uppnås om kablarna förbereds för detta ändamål på ett tidigt stadium. Runt kablarna kan det dock uppstå ett elektromagnetiskt fält vilket kan undvikas genom att konstruera en dubbelkabel. Med dubbelkabel menas att två kablar läggs ut intill varandra där den ena kabeln används för att föra ut strömmen medan den andra används för att returnera strömmen. Ett mycket litet magnetfält blir då resultatet till följd av att de magnetiskafälten tar ut varandra då strömningsriktningarna är motsatta. En annan fördel med dubbelkabeln är att den är lättare att lägga ut eftersom den enbart behöver kopplas in till strömmen i ena änden.



Figur 34. Värmeslingor i en betongkonstruktion. <http://www.kvalitetsansvariga.se/ansvar/golvvarm.gif> (2007).

Under vår fältstudie på parkeringsdäcket i Högsbo, Göteborg, nämnde arbetsledaren för Vägverket Produktion, Patrik Sandström, att värmeslingor i parkeringsdäck kan vara en framtida lösning. Att installera värmeslingor i parkeringsdäckens betongkonstruktion skulle leda till att vattnet som bilarna för med sig från vägarna värms upp och avdunstar. I brist på vatten har saltet svårare att tränga in i eventuella sprickor i betongen. Den mest optimala lösningen hade varit att konstruera värmeslingor även i vägarnas körbanor. Det skulle resultera i att snön smälter bort och inget salt behöver på så vis tillsättas. Bilarna för då inget salt med sig in i parkeringshusen. En sådan lösning är dock otroligt kostsam och tidskrävande och kan av den anledningen inte bli verklighet förrän om många år om ens någonsin.

10.1.3. Påbyggnad av bostadshus

Fältstudien på parkeringsdäcket i Högsbo, Göteborg, är ett exempel på en reparation av ett parkeringsdäck som kommer byggas på med bostadshus. Genom att vidtaga en sådan åtgärd fås snabbare en lönsamhet i att reparera skadade parkeringsdäck genom att hyra fås in genom de nya bostäderna. Som nämnts tidigare är det både kostsamt att reparera gamla parkeringsdäck samt lågt prioriterat. Genom att kombinera reparation av gamla parkeringshus med att utnyttja dem till att fungera som grund till nya bostadshus kommer detta leda till en större lönsamhet. Dels upptar de inte värdefull mark för nya fastigheter samt bidrar det till bekvämlighet för de boende i de påbyggda fastigheterna genom att de på så vis får bilen i anslutning till bostaden.

Källförteckning

Litteratur

Ahlgren, Nils (1969): *Parkeringsanläggningar*. Stockholm, Ingenjörsvetenskapsakademien (1969).

Berntsson, L; Eriksson, B; Olofsson, I (1993): *Teknik och ekonomi vid reparation av betongskador på parkeringsdäck*. (Reparationsmetoder 9307). FoU-VÄST

Bostads AB Poseidon, (2006): *Ombyggnad av P-däck Tunnlandsgatan projekt 9057*. Beskrivning för renoveringsarbeten. Förfrågningsunderlag. (2006).

Gunnarsson, Uno (1984): *Inventering, besiktning och åtgärdsprogram*. (Skador på parkeringsdäck av betong R35:1984).

Göteborgs Stads Parkeringsaktiebolag: Årsredovisning 2005.

Henriksson, Carl-Henrik (2001): *Praktiskt parkering*. Stockholm Ordalaget bokförlag. (2001).

Nilsson, Lars-Olof (1990): *Inventering av P-husbeståndet i Göteborg*. (Parkeringsdäck av betong. Skadestatus och reparationsbehov. Reparationsmetoder 9103). FoU-VÄST.

Pellbjer, Niklas (2006): *Gåsmossens samfällighet*. Betongkontroll på parkeringsgarage i Askim. Mölndal, Konkret Betongkontroll i Sverige AB. (2006).

Sandqvist, Sune; Sedin Ove (1971): *Skador på parkeringsdäck*. Inventering, orsak till skador och förslag till åtgärder 71:6. Göteborg (1971)

Svensk Byggtjänst, Börtemark Ingvar; Möller Göran; Petersons Nils (1982): *Betonghandboken*. Arbetsutförande. Stockholm, LiberTryck (1982).

Svenska Kommunförbundet (1997): *Bevare mig väl. Impregnering mot vatten och salt. Skydd mot klotter*. Stockholm, Katarina Tryck AB. (1997).

Muntliga Källor

Bo Lövgren, fastighetschef, *Stockholm Parkering*. (2007-04-24)

Johan Nicklasson, projektchef, *Bostads AB Poseidon*. (2007-04-13)

Jonas Nilsson, arkitekt, *Göteborgs Stads Parkering AB*. (2007-05-02)

Patrik Sandström, arbetsledare, *Vägverket Produktion AB*. (2007-01-20 – 2007-05-04).

Sune Sandqvist, VD, *Spännbalkskonsult AB*. (2007-05-02)

Elektroniska källor

Binab NCC Roads AB, *BPGJA Gjutasfalt för parkeringsdäck och garagegolv* [www]. Hämtat från <http://www.binab.ncc.se/old/html/golv.htm> (2007-03-19)

Bostads AB Poseidon, *Årsredovisning 2006* [www]. Hämtat från http://www.poseidon.goteborg.se/Documents/Arsredovisningar/Poseidon_arsredovisning%202006.pdf (2007-04-17)

Bulletin 103, *Katodiskt korrosionsskydd av stålarmering i betongkonstruktioner* [www]. Hämtat från <http://www.corr-institute.se/Svenska/bulletiner/bul103s.html> (2007-04-19)

Byggindustrin, *Svavel i asfalt angriper betong* [www]. Hämtat från <http://www.byggindustrin.com/viewarticle.asp?ArticleId=7357> (2007-03-19)

Företagsrespons, [www]. Hämtat från <http://www.foretagsrespons.se/gamla%20utgavor/foretagsrespons%2001-04.pdf> (2007-04-18)

Göteborgs Stads Parkeringsaktiebolag, *Årsredovisning* [www]. Hämtat från [http://www.pbolaget.goteborg.se/prod/parkeringsbolaget/dalis2.nsf/vyFilArkiv/Arsredovisning_2005.pdf/\\$file/Arsredovisning_2005.pdf](http://www.pbolaget.goteborg.se/prod/parkeringsbolaget/dalis2.nsf/vyFilArkiv/Arsredovisning_2005.pdf/$file/Arsredovisning_2005.pdf) (2007-05-02)

Sveriges Tekniska forskningsinstitut, *Metod för riskbedömning av brandspjälkning hos betong*, [www]. Hämtat från http://www-v2.sp.se/fire/Sv/Konstruktion/Brandspjalkning_betong.htm

SBUF, *01044 Reparationsmetoder för betongskador på parkeringsdäck* [www]. Hämtat från http://www.sbuf.se/sa/node.asp?node=57&category=6&id=1044&status=3&content_url=/plugins/projectdirectory/show3.asp (2007-03-19)

Penetron, *Skydd av betong mot nedbrytning av svavelväte – sulfat*, [www]. Hämtat från http://www.parrpipe.no/PDF%20filer/slik_beskytter_penetron.pdf (2007-03-30)

Figurförteckning

Figur 1. www.starka.se/index_betong.asp (2007).	- 3 -
Figur 2. http://documents.vsect.chalmers.se/CPL/exjobb%202005/ex%202005-107.Pdf (2007) -	4 -
-	
Figur 3. http://www.byv.kth.se/utb/111041/btg060209.pdf (2007).	- 6 -
Figur 4. Ingvar Olofsson, Bengt Eriksson, Leif Berntsson (1994).	- 8 -
Figur 5. Svenska Kommunförbundet (1997).	- 9 -
Figur 6. Svenska Kommunförbundet (1997).	- 9 -
Figur 7. Svenska Kommunförbundet (1997).	- 10 -
Figur 8. Parkeringshus S:t Eriksplan, Stockholm, egen tagen bild.	- 11 -
Figur 9. http://www.tremix.com/web-content/broschyter/Vakuum%20sv%200501.pdf (2007)-	12 -
-	
Figur 10. Ingvar Olofsson, Bengt Eriksson, Leif Berntsson (1994).	- 13 -
Figur 11. Ingvar Olofsson, Bengt Eriksson, Leif Berntsson (1994).	- 13 -
Figur 12. Parkeringshus Råcksta, Stockholm, egen tagen bild.	- 14 -
Figur 13. www.ncc.se/templates/printPage.aspx?id=1982 (2007).	- 15 -
Figur 14. Parkeringshus Tunnlandsgatan, Högsbo, Göteborg, egen tagen bild.	- 16 -
Figur 15. http://home.swipnet.se/~w-54913/bilning.htm (2007).	- 16 -
Figur 16. Ingvar Olofsson, Bengt Eriksson, Leif Berntsson (1994).	- 17 -
Figur 17. http://www.plastobygg.com/betongreparationer.html (2007).	- 19 -
Figur 18. Egen ritning	Figur 19. Egen ritning.
Figur 20 Egen ritning.	- 22 -
Figur 21. Egen ritning.	- 22 -
Figur 22. http://www.laettbyggteknik.se/html/bjalklag.html (2007) Figur 23. Egen ritning.	- 23 -
Figur 24. Bild från Sune Sandqvist.	- 25 -
Figur 25. Parkeringsdäck av betong, (9103:1990).	- 26 -
Figur 26. Parkeringsdäck av betong, (9103:1990).	- 27 -
Figur 27. Egen tagen bild	- 29 -
Figur 28. Parkeringsdäck, Tunnlandsgatan, Högsbo, Göteborg, egen tagen bild.	- 30 -
Figur 29. Parkeringsdäck, Tunnlandsgatan, Högsbo, Göteborg, egen tagen bild.	- 30 -
Figur 30. Uno Gunnarsson (R35:1984)	- 31 -
Figur 31. Bostads AB Poseidon, projekt 9057, förfrågningsunderlag. (2006).	- 32 -
Figur 32. http://www.nyteknik.se/art/26708 (2007).	- 37 -
Figur 33. P-snurran, Stockholm, egen tagen bild.	- 38 -
Figur 34. http://www.kvalitetsansvariga.se/ansvar/golvvarm.gif (2007).	- 39 -

Bilaga 1.

BYGGNADSTEKNISKA BYRÅN
I GÖTEBORG AB

OMBYGGNAD AV P-DÄCK TUNNLANDSGATAN
BESKRIVNING FÖR RENOVERINGSARBETEN

*Avvikelser se
föregående.*

BOSTADS AB POSEIDON

OMBYGGNAD AV P-DÄCK
TUNNLANDSGATAN
PROJEKT 9057

**BESKRIVNING FÖR
RENOVERINGSARBETEN**

Litt. 5244
Sid. 1 - 7
Underlag för å - priser
Bilaga K1 och K2
Bilaga 1: Skadekartering
Ritn : K30-PH1-10,-20,-30

**FÖRFRÅGNINGSUNDERLAG
2006-05-10**

Byggnadstekniska Byrån AB
Hulda Mellgrens Gata 1 D
421 32 Västra Frölunda

Handläggare: Ingemar Johansson
Telefon: 031-275015
Telefax: 031-873490

ARBETSBESKRIVNING FÖR RENOVERINGSARBETEN.

Allmänt

Projektet avser att på befintligt parkeringsdäck i 3 plan göra en påbyggnad i 2 plan. Tillgång till kvarvarande parkeringsplan skall ske genom ett nytt trapphus centralt placerat på gårdsbjälklaget.

Påbyggnaden är i detta skede tänkt som en lätt konstruktion med en brandskyddad stomme av stål. Aktuella alternativ är antingen en platsbyggd konstruktion med lättbalkar och stålreglar eller en konstruktion med prefabricerade träelement enligt Södra och Gyprocs system. Båda systemen ger möjligheter att klara problematiken med ljud och brand dels ger de måttliga laster till befintlig stomme.

Befintlig byggnad är en helt platsgjuten betongkonstruktion med bottenplanet som en platta på mark. De två övre planen består av pelare med längsgående balkar och däremellan ett enkelspant bjälklag. Pelarna står på betongplintar som enligt befintliga ritningar grundlagts på berg.

Enligt den besiktning som utförts finns stora skador i den befintliga betongstommen, dessa skador är flest i det övre bjälklaget.

I den översiktliga kontroll som gjorts har förutsatts att betongen lagas upp till minst ursprunglig kvalitet. Den nya påbyggnaden är tänkt att med hjälp av stålbalkar placerade ovan befintligt bjälklag enbart belasta de befintliga pelarna och därigenom föras direkt ner till grundläggningen. De befintliga inre pelarna klarar denna lastökning utan förstärkning. De mindre pelarna i fasaden ges i samband med betong reparationen ett större tvärsnitt inåt lokalen för att öka dess bärförmåga. Arbetena skall utföras enl. gällande bestämmelser såsom BKR 03, BBR 03, Hus AMA 98 fabrikanter anvisningar och arbetsbeskrivningar, samt övriga för ifrågakvarande arbeten gällande bestämmelser.

Omfattningen på arbetsinsatsen skall bedömas genom okulärbesiktning på platsen. Entreprenören skall svara för konstruktionsdetaljer gentemot myndigheter och beställaren. I entreprenaden ingår även alla detaljer som fackmässigt uppenbarligen måste vara åsyftade att utföras av entreprenören utan särskild ersättning, även om dessa detaljer inte är särskilt angivna. Erforderlig stämpning utföres i samråd med konstruktör. Å-pris skall anges enligt bifogad å-prislista. Nedan angivna skador lagas med för respektive skada lämplig produkt. Betongkvalitet vid nygjutningar K40 vct. = 0.45, frystestad anläggningscement stenstorlek max 8 mm. Sprutbetong enl. leverantörens anvisningar får användas. Vid mindre skador användes lämpligt byggbart torrbruk (anges i anbudet)

Nedan angivna fabrikat är en kvalitetsangivelse och får ersättas med likvärdiga i samråd med beställaren.

R = Reglerbar mängd som skall ingå i anbudet

A Åtgärder på samtliga betongytor.

1. Rengöring genom högtryckstvättning med hetvatten på undersida bjälklag och invändiga väggar. Övriga ytor: översida bjälklag, samtliga gjut- och dilatationsfogar, balkar, pelare, golv, utvändiga barriärer och väggar vattenblästras med högtryck. (min 600 bar)
2. Bilningsarbeten enl. punkt B, C, D, E och F nedan utföres så att kanterna mellan lagningsställe och oskadad yta blir vinkelräta.
3. Armeringsstål rengörs mekaniskt från betongrester och rost genom stålborstning eller blästring till renhetsgrad SA 2.5
4. Frilagda armeringsstål rostskyddas med StoCrete TK. (eller likv.)
5. Renbilade betongytor förvattnas så att god vidhäftning erhålles för lagningsbetongen.
6. Betongytor målningsbehandlas med en karbonatiseringsskyddande vattenavvisande och diffusionsöppen färg i vit kulör. NCS S 0502-Y invändigt, ljusgrå kulör NCS S 2502-y utvändigt. 1 ggr grundning med StoCryl HC100 + 2 ggr täckmålning med StoCryl V100. (eller likv.) Gäller ej ytor som belägges med tätskikt.

B. Golv, pelare, väggar och barriärer plan 1

1. 10 st. golvbrunnar demonteras och ersätts med nya.
2. Betonggolv rengöres enl. punkt A.
3. Pelare renbilas från skadad betong intill 10 mm. bakom vertikalarmering
Täckskikt varierar: t = 30 – 45 mm
För anbud räkna med 47 st pelarsidor med h = 500 mm 47 · 4 = 12 R
4. Vid lagning av pelare ökas täckskiktet med 20 mm runt om upp till 500 mm över golv. Befintliga mått innerpelare: 250 x 400 mm, fasadpelare: 200 x 200 mm. Pelarmåttet ökar med 20 mm runt om.
Fasadpelare ökas dessutom med 200 mm inåt byggnaden, som en förstärkning av betongtvärsnittet för tillkommande överbyggnad. (Nytt mått 400 x 200)
Betr. förstärkning se under punkten övrigt.



Se rapport

5. Invändiga väggar renbilas från skadad betong. *(Bild)*
För anbud räkna med 8 skador på totalt 3,0 lm R
6. Invändiga barriärer renbilas från skadad betong. *11 m / 1000 x 1000*
För anbud räkna med 18 skador på totalt 16 lm R
7. Vittringsskador på golvplattan renbilas från skadad betong
För anbud räkna med 3st skador på totalt 3 m². Bilningsdjup = 50 mm. *1-4 st* R
8. Åtgärder i övrigt enligt punkt A1- A6.

C. Bjälklag över plan 1

1. Gjutfogar och dilfogar på undersida bjälklag (c/c c:a 5,0 m) samt övriga bjälklagsytor på undersida rengörs från skadad betong genom bilning.
För anbud räkna med 500 skador, medelskada = 0,04 m², bilningsdjup h=50mm. *20 x 20 cm* R
2. Genomgående sprickor i bjälklag uppbilas från översida och undersida .
För anbud räkna med 25 lm i undersida, bilningsdjup h = 50 mm och 25 lm på översida, bilningsdjup h = 50 mm. *U* R
3. Undersida balkar renbilas från skadad betong intill 10 mm bakom den horisontella armeringen Täcksikt varierar t = 20-25 mm.
För anbud räkna med. 80 skador, medelskada = 0,04 m² *Balkbredd* R
4. Balksidor renbilas från skadad betong intill 10 mm bakom bygelarmeringen
Täcksikt varierar t = 9-15 mm. För anbud räkna med 60 skador, medelskada = 0,04 m² *200 x 200* R
5. Åtgärder i övrigt enligt punkt A1- A6
6. 10 st. golvbrunnar med avloppsrör demonteras och ersättes med nya.
7. Vittringsskador på ovansida bjälklag renbilas från skadad betong. Åtgärdas till yta lämpad för tätsikt. För anbud räkna med 30 skador på en total yta av 170 m²
Bilningsdjup = 50 mm. R
8. Översida bjälklag primas med dab- D-primer(eller likv.). Primer påföres med sådan mängd att fullständig täckning och portätning uppnås.
Tätsikt av dab-Beta 4000 SA (eller likv.) helsvetsas till underlaget.
Samtliga anslutningar mot vertikala betongytor, samt detaljer vid rörelsefogar utföres enligt leverantörens typritningar (bilaga K1 och K2)
Tätsiktet skyddsbelägges med min. 25 mm gjutasfalt (PGJA)
Gjutasfalten utföres med lokalt fall från barriärer och pelare. Hålkärl av gjutasfalt (h=50 mm), samt mjukfog mot barriärer och pelare.



D. Bjälklag över plan 2, pelare, väggar, barriärer i plan 2

1. Gjutfogar och dilfogar på undersida bjälklag (c/c c:a 5,0 m) samt övriga bjälklagsytor på undersida rengörs från skadad betong genom bilning.
För anbud räkna med 530 skador, medelskada = 0,04 m², bilningsdjup h=50mm. R
2. Genomgående sprickor i bjälklag uppbilas från översida och undersida.
För anbud räkna med 25 lm i undersida, bilningsdjup h=50 mm och 25 lm på översida, bilningsdjup h=50 mm. R
R
3. Undersida balkar renbilas från skadad betong intill 10 mm bakom den horisontella armeringen Täcksikt varierar t = 20- 25 mm.
För anbud räkna med. 235 skador, medelskada = 0,04 m² 20x20c — R
4. Balksidor renbilas från skadad betong intill 10 mm bakom bygelarmeringen Täcksikt varierar t = 9-15 mm. För anbud räkna med 186 skador, medelskada = 0.04 m² R
5. Pelare renbilas från skadad betong intill 10 mm. bakom vertikalarmering Täcksikt varierar: t = 30 – 45 mm
För anbud räkna med 80 st pelarsidor med h= 500 mm R
6. Vid lagning av pelare ökas täcksiktet med 20 mm runt om upp till 500 mm över golv. Befintliga mått innerpelare: 200 x 400 mm, fasadpelare: 200x 200 mm. Pelarmåttet ökar med 20 mm runt om.
Fasadpelare ökas dessutom med 200 mm inåt byggnaden , som en förstärkning av betongtvärsnittet för tillkommande överbyggnad. (Nytt mått 400 x 200)
Betr. förstärkning se under punkten övrigt.
7. Invändiga väggar renbilas från skadad betong intill 10 mm bakom vertikalarmering. Täcksikt varierar t = 15- 25 mm.
För anbud räkna med 25 skador på totalt 32 lm R
8. Invändiga barriärer renbilas från skadad betong intill 10 mm bakom vertikalarmering Täcksikt varierar t = 15- 25 mm.
För anbud räkna med 10 skador på totalt 8 lm R
- 8 Åtgärder i övrigt enligt punkt A1- A6
9. 10 st. golvbrunnar med avloppsrör demonteras och ersättes med nya
10. Vitringskador på ovensida bjälklag renbilas från skadad betong. Åtgärdas till yta lämpad för tätsikt. För anbud räkna med 1100 m² fördelade över hela ytan.
Bilningsdjup = 50 mm. R

11. Översida bjälklag primas med dab- D-primer (eller likv.) Primer påføres / med sådan mängd att fullständig täckning och portätning uppnås. Täckskikt av dab-Beta 4000 SA(eller likv.) helsvetsas till underlaget. Samtliga anslutningar mot vertikala betongytor, samt detaljer vid rörelsefogar utföres enligt leverantörens typritningar (bilaga K1 och K2) Täckskiktet skyddsbelägges med min. 25 mm gjutasfalt (PGJA) Gjutasfalten utföres med lokalt fall från barriärer och pelare. Hålkärl av gjutasfalt (h=50 mm), samt mjukfog mot barriärer och pelare.

E. Bjälklag över plan 3, pelare, väggar, barriärer i plan 3

1. Gjutfogar och dilfogar på undersida bjälklag (c/c c:a 5,0 m) rengöres från skadad betong genom bilning. För anbud räkna med 520 lm, bilningsbredd = 0,3 m, bilningsdjup h=90mm. R
2. Övriga skador på undersida bjälklag, i huvudsak sprickor med kalkutfällningar, samt ytor med urlakning, rengöres från skadad betong genom bilning. För anbud räkna med 135 m² fördelade över hela ytan, bilningsdjup h =50 mm. R
3. Undersida balkar renbilas från skadad betong intill 10 mm bakom den horisontella armeringen Täckskikt varierar t = 20- 25 mm. För anbud räkna med. 475 skador, medelskada = 0,04 m², 30 skador med en total längd av 100 lm och b= 0,25m, samt komplettering av 65 lm underkantsarmering (Ø16) R
R
R
4. Balksidor renbilas från skadad betong intill 10 mm bakom bygelarmeringen Täckskikt varierar t = 9-15 mm.. För anbud räkna med 880 skador, medelskada = 0.04 m², samt 25skador med en total längd av 70 lm och h = 0,35m R
R
5. Pelare renbilas från skadad betong intill 10 mm. bakom vertikalarmering Täckskikt varierar: t = 30 – 45 mm För anbud räkna med 90 st pelarsidor med h= 500 mm R
6. Vid lagning av pelare ökas täckskiktet med 20 mm runt om upp till 500 mm över golv. Befintliga mått innerpelare: 200 x 400 mm, fasadpelare: 200x 200 mm. Pelarmåttet ökar med 20 mm runt om. Fasadpelare ökas dessutom med 200 mm inåt byggnaden, som en förstärkning av betongtvärsnittet för tillkommande överbyggnad (Nytt mått 400 x 200) Betr. förstärkning se under punkten övrigt.

7. Invändiga väggar renbilas från skadad betong intill 10 mm. bakom vertikalarmering. Täcksikt varierar $t = 15-25$ mm
För anbud räkna med 60 skador på totalt 35 lm R
8. Invändiga barriärer renbilas från skadad betong intill 10 mm. bakom vertikalarmering. Täcksikt varierar $t = 15-25$ mm
För anbud räkna med 20 skador på totalt 10 lm R
9. Åtgärder i övrigt enligt punkt A1- A6
10. 10 st. golvbrunnar med avloppsrör demonteras och ersättes med nya.
11. Asfaltbeläggnings bortfräses på hela ovensidan. Ytan vattenblästras. Ojämnheter i betong- underlaget renbilas från skadad betong.
För anbud räkna med 500 m² vittringsskador fördelade över hela ytan, bilningsdjup = 50 mm. R
Ytan utanför planerad påbyggnad pågjutet med fallbetong inklusive lagningsbetong till yta lämpad för tätsikt.
För anbud räkna med 1000 m² $h = 70-130$ mm R
Övriga ytor under planerad påbyggnad åtgärdas lika övriga betongytor.
12. Översida bjälklag primas med dab- D-primer (eller likv.). Primer påföres med sådan mängd att fullständig täckning och portätning uppnås. 1000 m²
Tätsikt av dab-Beta 4000 SA (eller likv.) helsvetsas till underlaget.
Samtliga anslutningar mot vertikala betongytor, samt detaljer vid rörelsefogar utföres enligt leverantörens typritningar (bilaga K1 och K2)
Tätsikt skyddsbelägges med min. 25 mm gjutasfalt (PGJA)
Gjutasfalten utföres med lokalt fall från barriärer och pelare. Hålkärl av gjutasfalt ($h=50$ mm), samt mjukfog mot barriärer och pelare.

F. Fasadbjälkar, barriärer, samt väggar utvändigt.

1. * Barriärdelar $h = 1300$ mm renbilas från skadad betong.
Skador förekommer på olika ställen runt om däckets på samtliga plan.
Skadad betong bortbilas intill 10 mm bakom vertikalarmering (10 c 300).
Täcksikt varierar $t = 0-15$ mm. För anbud räkna med 375 skador,
medelskada = 0.1 m² $t = 35$ mm R

2. Balkdel (uk. barriär – uk. kantbalk) renbilas från skadad betong.
Skador förekommer på utsida fasadbalk och vid underkant barriär.
Skadad betong bortbilas intill 10 mm bakom armeringen
Täckskikt varierar t = 10-15 mm.
För anbud räkna med 40 skador i utsida fasadbalk, medelskada = 0,06 m², R
70 skador vid underkant barriär, medelskada = 0,04 m², bilningsdjup h=30 mm. R
3. Väggar renbilas från skadad betong intill 10 mm bakom vertikalarmering
Täckskikt varierar t = 0-15 mm. För anbud räkna med 35 skador, R
Medelskada = 0,1 m²
Täckskiktet ökas med 15 mm mot utsidan på hela höjden så att min. täckskikt
på 25 mm erhålles efter lagning, vid balkar/barriärer mot norr, öster och söder. R
Samt tvärgående balkar + barriärer på hela ytan
Sprutbetong?
4. Åtgärder i övrigt enligt punkt A1- A6.

G. Övrigt

1. Plåtrännor placerade vid gjut- och dil-fogar rives. För anbud räkna med 92 st. R
Plan 4 Förutsätter att betongstolpe är borta
2. 10 st. belysningsfundament rives, håltagning med tubrör kapas och igengjutes.
3. 75 lm avbärare av trä på ståltag mellan P- platser rives plan 4 R
4. 130 m² korrugerade plast- plåtskivor på reglar i tak rives R
5. 30 lm mellanväggar rives R
6. 145 lm betongbarriär på plan 4 h = 1,0 m rives. Efterlagning R
7. Håltagningar i bjälklag för framtida påbyggnad utföres. Omfattning enligt K-ritn.
Färlagd armering åtgärdas enligt punkt A1-A6.
8. Nya öppningar i väggar för framtida påbyggnad utföres. Omfattning enligt K-ritn.
Färlagd armering åtgärdas enligt punkt A1-A6
9. Vid förstärkning av pelare vattenfräses ytan mot förstärkningen så att en ren
och hel yta lämplig för pågjutning erhålles. Hörmarmering i bef. pelare frambilas,
Armeringen åtgärdas enligt punkt A1-A6 och omslutes med nya byglar c lika
befintliga. För anbud räkna med 2 Ø16 och byglar Ø 8 c300

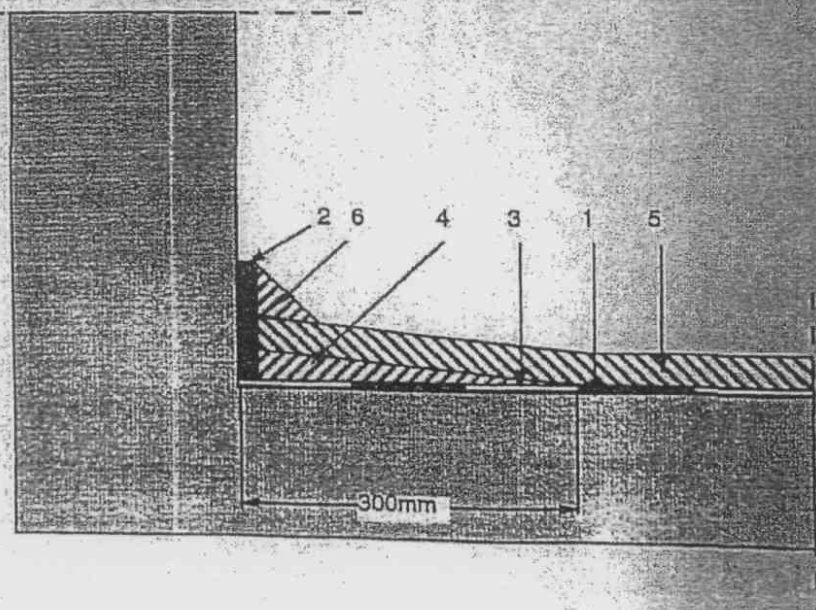
UNDERLAG FÖR Å - PRISER.

Å-priser på fullt färdigt betongarbete (inklusive ilagningar) lämnas av anbudsgivare på nedanstående punkter:
Avgående kostnad förutsättes vara lika med tillkommande.

- | | |
|--|--|
| 1. Under punkt B3
D5 och E5 | Bilningsdjup: h = 0- 40 mm / pelarsida upptill 0,5 m höjd
Bilningsdjup: h = 60- 90 mm / pelarsida upptill 0,5 m höjd
Bilningsdjup: h = 30- 60 mm per meter pelarsida.
Bilningsdjup: h = 60- 90 mm per meter pelarsida |
| 2. Under punkt C1,D1 | Bilningsdjup: h = 0-40 mm/ skada
h = 60-90 mm/ skada
h = 90-200 mm/ skada |
| 3. Under punkt C2, D2,E1
på översida | Bilningsdjup: h = 0-40 mm/ lm
h = 60-90 mm/ lm
h = 90-200 mm/ lm |
| 4. Under punkt C2, D2,E1
på undersida | Bilningsdjup: h = 0-40 mm/ lm
h = 60-90 mm/ lm
h = 90-200 mm/ lm |
| 5. Under punkt C3,D3,E3 | Bilningsdjup: h = 40-60 mm/ skada
h = 60-90 mm/ skada |
| 6. Under punkt C4,D4,E4 | Bilningsdjup: h = 30-60 mm/ skada
h = 60-90 mm/ skada |

BILAGA K1

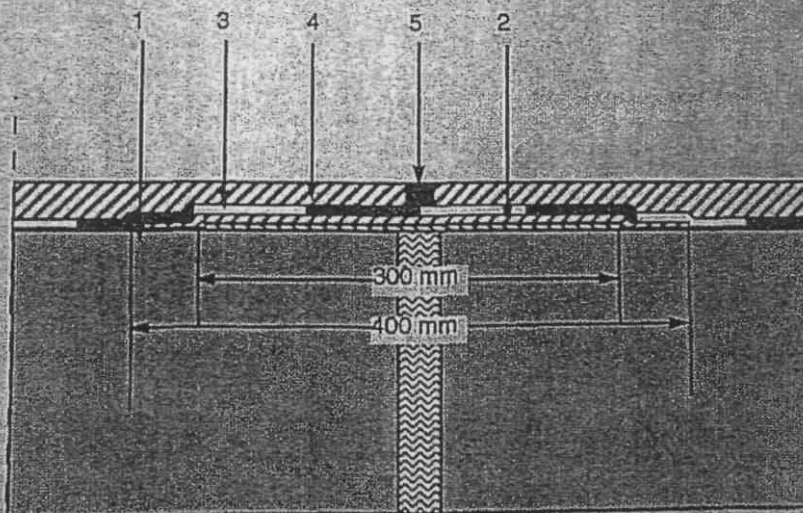
- 1 Primering med D-primer.
- 2 Primering med D-primer samt en fog som fylls med Beta S-fog.
- 3 Beta 6000 SA helsvetsas mot underlaget.
- 4 Frånfallskil med beläggningsgjutasfalt (PGJA 8).
- 5 Beläggningsgjutasfalt (PGJA 8) ca. 25 mm.
- 6 Hålkälslist ca. 50 mm.



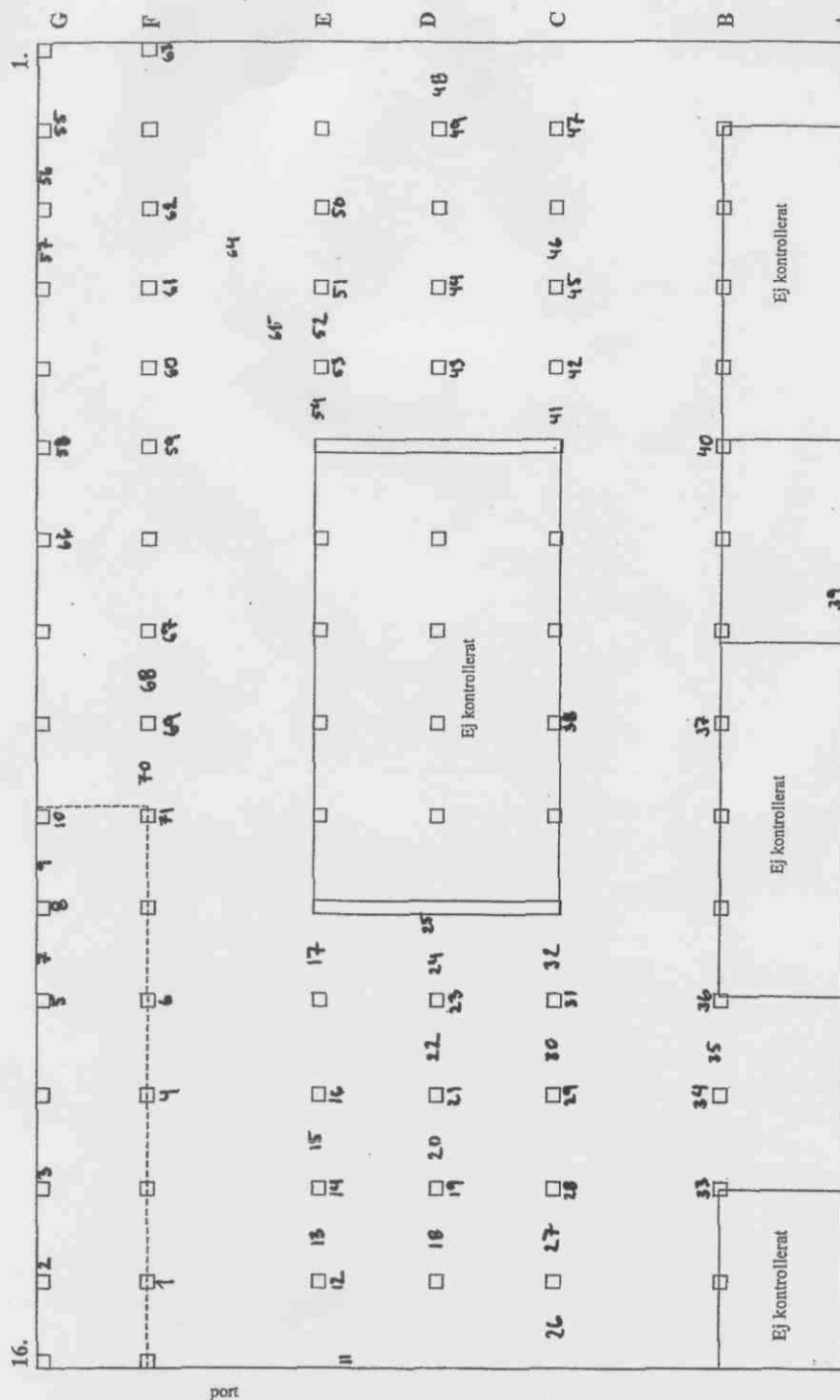
BILAGA K2

- 1 Primering med D-primer samt en strykning med D-fogmassa längs fog.
- 2 Två lager Gammat elastomerfolie svetsas längs fog.
- 3 Beta 6000 SA helsvetsas mot underlaget.
- 4 Beläggningsgjutasfalt (Gja 8 pmb) ca.30 mm.
- 5 I beläggningsgjutasfalten utformad fog fylls med Beta S-fog

OBS!
Före dimensionering
av fogen skall rörelsens
storlek och riktning
bestämmas.



Konkret
A Betongkontroll

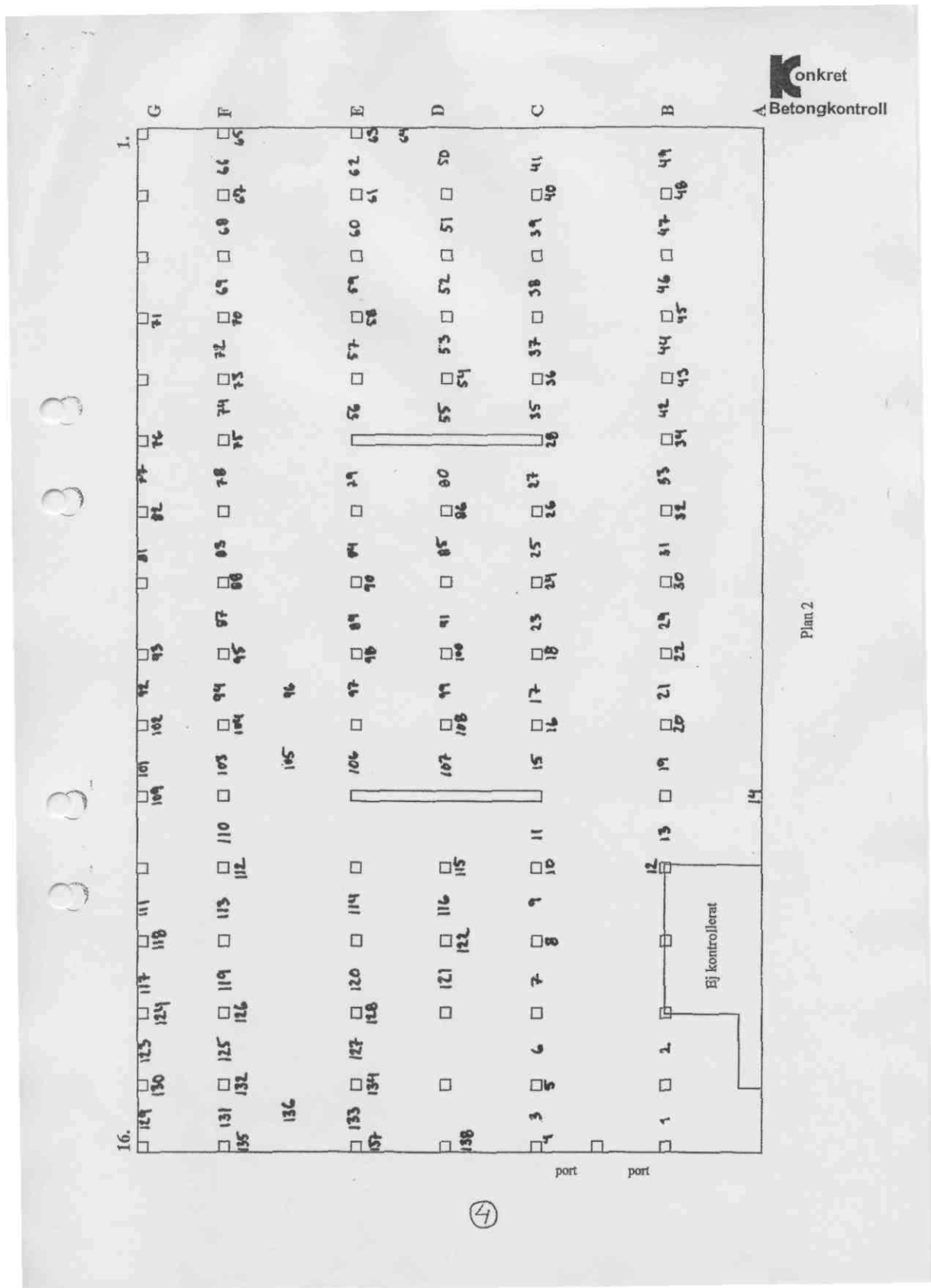


Plan 1

Skadekartering; Tunnlandsgatan plan 1

1. Spjälkning, nedre del
2. Vertikal spricka i vägg
3. Spjälkning
4. Spjälkning, nedre del
5. Spjälkning, mitten
6. Spjälkning, nedre del
7. Spjälkning i balk
8. Kraftig spjälkning
9. Spjälkning i balk, vänster sida
10. U/s valv, spjälkning vid avloppsgenomföring
11. Rostutfällningar längs väggen
12. Spjälkning nedre del
13. Spjälkning + sprickor i balk
14. Spjälkning + rostutfällningar, nedre del
15. Spjälkning + sprickor i balk
16. Rostutfällning
17. Mindre sprickor i balk
18. Spjälkning i balk
19. Spjälkning + dålig gjutning
20. Spjälkning i balk
21. Spjälkning nedre del
22. Spjälkning i balk
23. Spjälkning, övre och undre del
24. Spjälkning i balk
25. Spjälkning
26. Mindre sprickor i balk
27. Mindre sprickor i balk
28. Spjälkning + dålig gjutning, stenseparation
29. Spjälkning
30. Mindre sprickor i balk
31. Spjälkning, hela pelaren
32. Mindre spjälkning + sprickor
33. Spjälkning, nedre del
34. Spjälkning, nedre del
35. Mindre sprickor i balk
36. Spjälkning, nedre del
37. Spjälkning, övre del
38. Spjälkning, nedre del
39. Spricka i vägg, rostutfällning
40. Spjälkning, nedre del
41. Mindre sprickor i balk
42. Spjälkning, nedre del
43. Spjälkning, nedre del
44. Spjälkning
45. Sprickor i övre del
46. Mindre spjälkning i balk
47. Spjälkning

- 48. Mindre spjälkning i balk
- 49. Spjälkning, nedre del
- 50. Spjälkning, nedre del
- 51. Mindre spjälkning
- 52. Mindre sprickor i balk
- 53. Spjälkning, nedre del
- 54. Mindre sprickor i balk
- 55. Spjälkning
- 56. Spjälkning i balk
- 57. Mindre spjälkning i balk
- 58. Spjälkning
- 59. O/s valv skadat runt pelare
- 60. Spjälkning, nedre del
- 61. Spjälkning
- 62. Spjälkning, nedre del
- 63. Skada i vägganslutning
- 64. U/s valv längsgående spricka, kalkutfällning
- 65. U/s valv tvärgående spricka, kalkutfällning
- 66. Spjälkning
- 67. Spjälkning, nedre del
- 68. Spjälkning i balk
- 69. Spjälkning
- 70. Mindre sprickor i balk
- 71. spjälkning

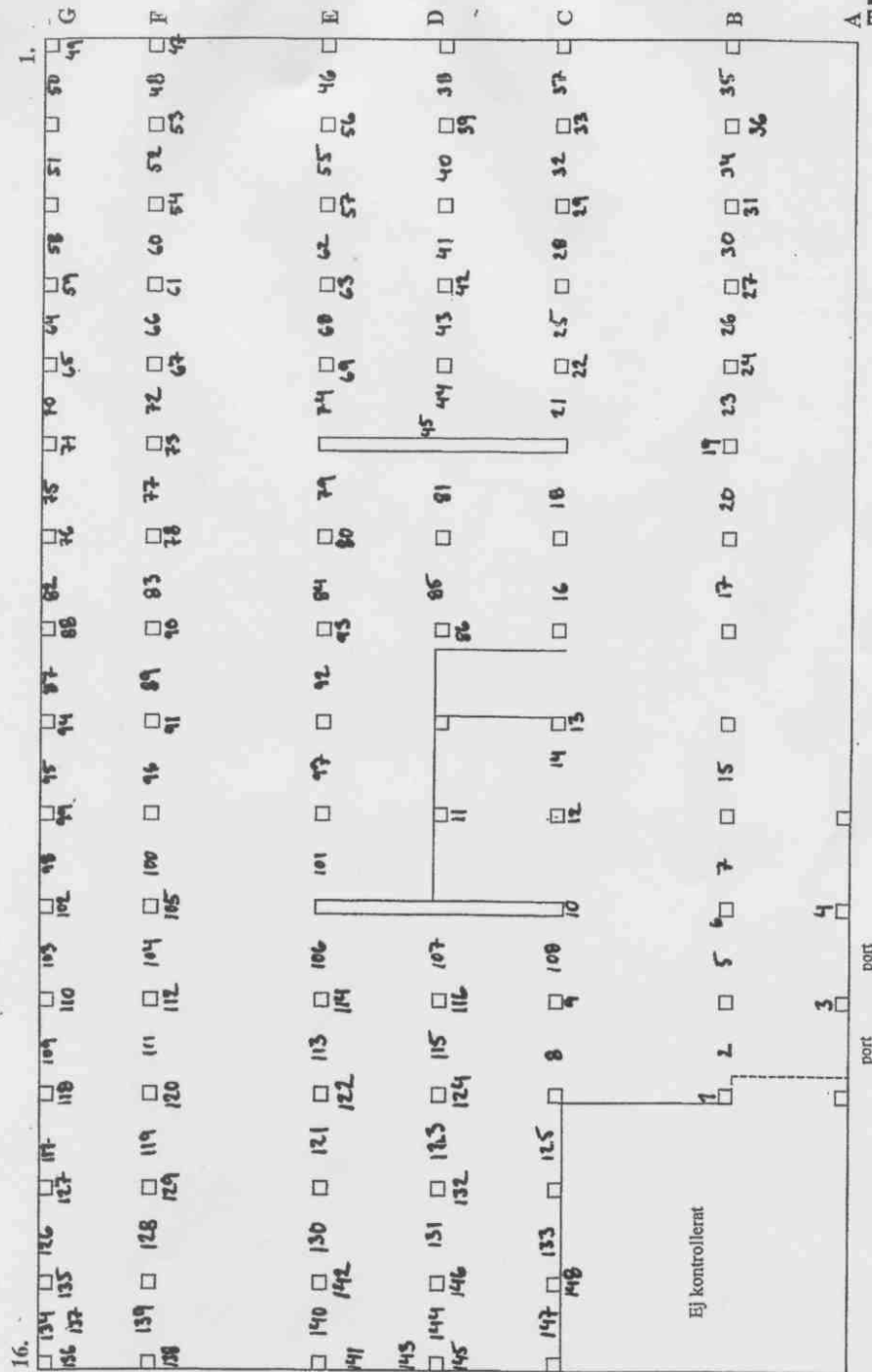


Skadekartering; Tunnlandsgatan plan 2

1. Sprickor i balk, arm. korr.
2. Sprickor i balk, arm. korr.
3. Spjälkning i balk + sprickor
4. Spjälkning, nedre del
5. Spjälkning, nedre del
6. Spjälkning i balk
7. Sprickor i balk
8. Spjälkning, nedre del
9. Sprickor i balk
10. Spjälkning
11. Spjälkning i balk + sprickor
12. Spjälkning
13. Sprickor i balk
14. Krosskador vid fog
15. Sprickor i balk
16. Spjälkning
17. Sprickor i balk
18. Spjälkning
19. Sprickor i balk
20. Spjälkning
21. Sprickor i balk
22. Spjälkning
23. Sprickor i balk
24. Spjälkning
25. Sprickor i balk
26. Spjälkning
27. Sprickor i balk
28. Mindre spjälkning, nedre del
29. Sprickor i balk
30. Spjälkning
31. Sprickor i balk
32. Spjälkning
33. Sprickor i balk
34. Spjälkning
35. Mindre sprickor i balk
36. Spjälkning
37. Sprickor i balk
38. Spjälkning + sprickor i balk
39. Sprickor i balk
40. Spjälkning
41. Sprickor i balk
42. Mindre spjälkning + sprickor
43. Spjälkning, nedre del
44. Sprickor i balk
45. Spjälkning
46. Sprickor i balk
47. Mindre spjälkning + sprickor i balk

48. Spjälkning
49. Sprickor i balk
50. Mindre sprickor i balk
51. Sprickor i balk
52. Mindre sprickor i balk
53. Mindre sprickor i balk
54. Spjälkning
55. Mindre sprickor i balk
56. Mindre sprickor i balk
57. Mindre sprickor i balk + stenseparation
58. Spricka i övre del på pelare
59. Mindre spjälkning + sprickor i balk
60. Sprickor i balk
61. Spjälkning, nedre del
62. Mindre sprickor i balk
63. Spjälkning
64. Spjälkningar i vägg
65. Spricka i mitten av pelare, horisontell
66. Sprickor i balk
67. Spjälkning
68. Spjälkning + sprickor i balk
69. Spjälkning + sprickor i balk
70. Spjälkning, nedre del
71. Spjälkning, nedre del
72. Spjälkning + sprickor i balk
73. Armering saknar täckskikt
74. Spjälkning + sprickor i balk
75. Spjälkning
76. Spjälkning
77. Spjälkning i balk
78. Sprickor i balk
79. Sprickor i balk
80. Sprickor i balk
81. Sprickor i balk
82. Spjälkning
83. Spjälkning + sprickor i balk
84. Sprickor i balk
85. Sprickor i balk
86. Spjälkning
87. Sprickor i balk
88. Spjälkning, nedre del
89. Sprickor i balk
90. Spjälkning, nedre del
91. Sprickor i balk
92. Spjälkning i balkj
93. Spjälkning
94. Sprickor i balk
95. Spjälkning
96. U/s valv, spricka
97. Sprickor i balk

- 98. Spjälkning
- 99. Sprickor i balk
- 100. Spjälkning
- 101. Spjälkning + sprickor i balk
- 102. Spjälkning
- 103. Spjälkning + sprickor i balk
- 104. Spjälkning
- 105. U/s valv, spricka med kalkutfällning
- 106. Mindre spjälkning + sprickor i balk
- 107. Mindre sprickor i balk
- 108. Spjälkning
- 109. Spjälkning
- 110. Spjälkning + mindre sprickor i balk
- 111. Spjälkning i balk, utsida
- 112. Spjälkning, övre och undre del
- 113. Spjälkning + sprickor i balk
- 114. Spjälkning + sprickor i balk
- 115. Spjälkning
- 116. Mindre sprickor i balk
- 117. Spjälkning i balk
- 118. Spjälkning
- 119. Spjälkning i balk
- 120. Spjälkning i balk
- 121. Mindre sprickor i balk
- 122. Spjälkning, övre del
- 123. Kraftig spjälkning i balk
- 124. Spjälkning
- 125. Mindre spjälkning i balk
- 126. Spjälkning, nedre del
- 127. Sprickor i balk
- 128. Spjälkning
- 129. Mycket spjälkning i balk
- 130. Spjälkning
- 131. Spjälkning i balk
- 132. Spjälkning
- 133. Mindre spjälkning i balk
- 134. Mindre spjälkning
- 135. Spjälkning, nedre del
- 136. U/sida valv, sprickor
- 137. Spjälkning, nedre del
- 138. Spjälkning, nedre del



Skadekartering; Tunnlandsgatan plan 3

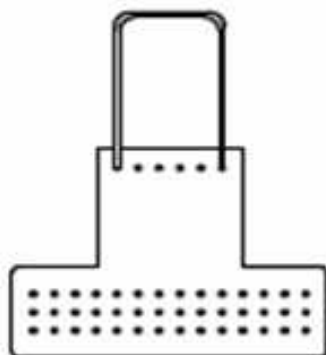
* vid detta plan kan spjälkning i balk både vara spjälkning (lossnad betong) eller sprickor.

1. Spjälkning
2. Spjälkning i balk
3. Spjälkning
4. Spjälkning
5. Spjälkning i balk
6. Spjälkning i balk
7. Spjälkning i balk
8. Spjälkning i balk
9. Spjälkning, övre del
10. Spjälkning, nedre del
11. Spjälkning, nedre del
12. Spjälkning, nedre + övre del
13. Spjälkning, nedre + övre del
14. Spjälkning i balk
15. Spjälkning i balk
16. Spjälkning i balk
17. Spjälkning i balk
18. Spjälkning i balk
19. Spjälkning, nedre del
20. Spjälkning i balk
21. Spjälkning i balk
22. Horisontell spricka i pelare
23. Spjälkning i balk
24. Spjälkning, nedre del
25. Spjälkning i balk
26. Spjälkning i balk
27. Spjälkning
28. Spjälkning i balk
29. Horisontell spricka i pelare
30. Spjälkning i balk
31. Sprickor i övre del på pelare
32. Spjälkning i balk
33. Sprickor i övre del på pelare
34. Spjälkning i balk
35. Spjälkning i balk
36. Sprickor övre del på pelare
37. Spjälkning i balk
38. Spjälkning i balk
39. Spjälkning + sprickor i övre del
40. Spjälkning i balk
41. Spjälkning i balk
42. Spjälkning
43. Spjälkning i balk
44. Spjälkning i balk
45. Spjälkningar i nedre del på vägg
46. Spjälkningar i balk
47. Spjälkning i mitten på pelare

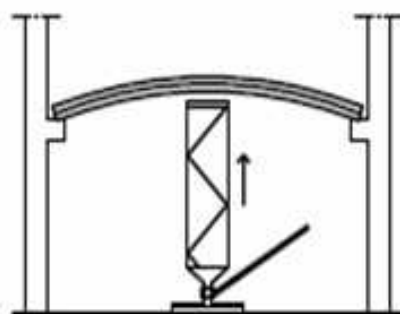
48. Spjälkning i balk
49. Sprickor i pelare
50. Spjälkning i balk
51. Spjälkning i balk
52. Spjälkning i balk
53. Spjälkning, nedre del
54. Kraftig spjälkning, nedre och övre del
55. Spjälkning i balk
56. Spjälkning
57. Spjälkning
58. Spjälkning i balk
59. Spricka i pelarmitt
60. Kraftig spjälkning i balk
61. Spjälkning, nedre del
62. Spjälkning i balk
63. Spjälkning, nedre del
64. Spjälkning i balk
65. Spjälkning övre del + spricka vid mitt
66. Spjälkning i balk
67. Spjälkning
68. Spjälkning i balk
69. Spjälkning
70. Kraftig spjälkning i balk
71. Kraftig spjälkning + att det är stort glapp vid fog
72. Spjälkning i balk
73. Spjälkning
74. Spjälkning i balk
75. Kraftig spjälkning i balk, kalkutfällning
76. Kraftig spjälkning
77. Spjälkning i balk
78. Spjälkning
79. Spjälkning i balk
80. Spjälkning
81. Spjälkning + sprickor i balk
82. Spjälkning i balk
83. Spjälkning i balk
84. Spjälkning i balk
85. Spjälkning + sprickor i balk
86. Spjälkning
87. Spjälkning i balk
88. Spjälkning
89. Spjälkning i balk
90. Spricka, övre del pelare
91. Spricka, övre del pelare
92. Spjälkning i balk
93. Spricka, övre del pelare
94. Spricka vid mitt, pelare
95. Kraftig spjälkning i balk
96. Spjälkning i balk
97. Spjälkning i balk

98. Kraftig spjälkning i balk
99. Spricka vid mitt, pelare
100. Kraftig spjälkning i balk
101. Kraftig spjälkning i balk
102. Stort glapp vid fog, mellan pelare
103. Spjälkning i balk
104. Kraftig spjälkning i balk
105. Spjälkning + stort glapp vid fog
106. Kraftig spjälkning samt vittring i balk
107. Spjälkningar i balk
108. Mindre spjälkningar + sprickor i balk
109. Spjälkningar i balk
110. Spjälkning
111. Spjälkning i balk
112. Spjälkning i nedre del
113. Spjälkning i balk
114. Spricka i övre del
115. Spjälkning i balk
116. Spjälkning i nedre del
117. Spjälkning i balk
118. Kraftig spjälkning
119. Spjälkning i balk
120. Spjälkning
121. Spjälkning i balk
122. Spjälkning
123. Kraftig spjälkning
124. Spjälkning i övre del
125. Spjälkning i balk
126. Spjälkningar u/s valv samt i balk, vid avloppsgenomföring
127. Spjälkning
128. Kraftig spjälkning i balk
129. Spjälkning
130. Kraftig spjälkning i balk
131. Spjälkning i balk
132. Spjälkning
133. Spjälkning i balk
134. Kraftig spjälkning i balk
135. Mindre spjälkning
136. Spjälkning
137. Skjuvsprickor + stalaktiter
138. Kraftig spjälkning i övre och undre del
139. Spjälkning i balk
140. Kraftig spjälkning i balk
141. Spricka vid mitt, horisontell
142. Kraftig spjälkning
143. Sprickor på u/s valv + stalaktiter
144. Spjälkning i balk
145. Spricka vid mitt
146. Spjälkning
147. Kraftig spjälkning i balk. 148. Sprickor vid mitt

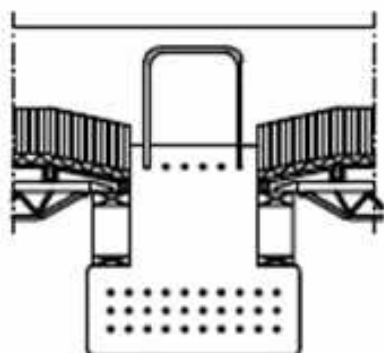
Bilaga 2.



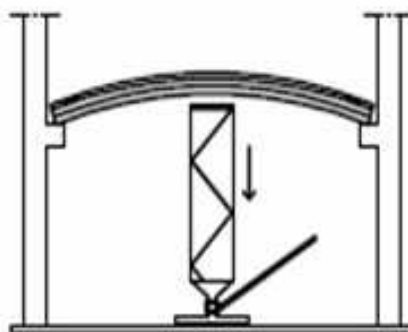
1. De förspända, prefabricerade balkarna har formen av ett upp- och nervärt T. Storlek och antalet linor kan varieras och anpassas till aktuella spännvidder och krav på laster.



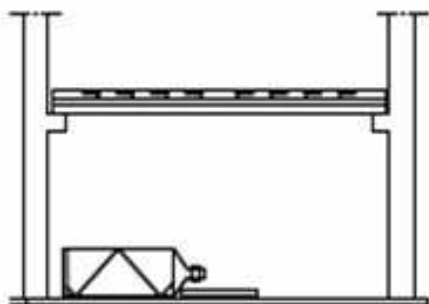
2. De förspända balkarna monteras på pelarna och pressas sedan upp med hjälp av en domkraft.



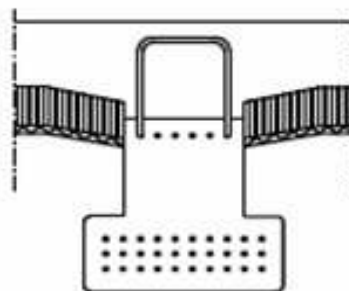
3. Sedan formsätts plattan med hjälp av stora formflak som vilar på formbalkar. Efter armering gjuts plattan, avdrages samt vakuumbehandlas och planas med maskin. Plattan är klar!



4. Vid betongens härdning börjar spännbalk och platta verka som en spännbalkkonstruktion. Samtidigt sänks konstruktionen för att kompensera plattans krympning.



5. Efter avslutad sänkning har fullständig samverkan uppnåtts mellan balk och platta och de viktiga tryckspänningarna är uppbyggda i plattan.



6. Resultatet blir ett starkt bjälklag som är plant, tätt och sprickfritt.