

---

---

Arbetsrapport SGC A16

**NATURGASANVÄNDNING VID  
BETONGVARUTILLVERKNING**

Åsa Marbe  
Sydkraft Konsult AB

Februari 1998



## **NATURGASANVÄNDNING VID BETONGVARUTILL- VERKNING**

### **Sammanfattning**

Missfärgning av betongprodukter p.g.a. kalkutfällning på betongytorna är ett stort problem för betongindustrin. Undersökningar och försök har visat att genom härda betongen i en härdningskammare med en något förhöjd temperatur samt tillskott av fukt och koldioxid minskar risken för kalkutfällningar. Syftet med projektet var att ta fram en systemlösning där naturgas utnyttjas för att erhålla optimala förhållanden under härdningsprocessen så att risken för kalkutfällningar minimeras eller elimineras.

Det vanligaste inom betongindustrin i Sverige är att härdning av betong sker i fritt i luften utan tillskott av värme eller förhöjd fukt- eller koldioxidhalt. Erfarenheter visar att kalkutfällningar försvinner då betong härdras i en miljö med temperaturen 37 °C, 90-95 % relativ fuktighet och med en koldioxidhalt mellan 5 och 10 %.

Till grund vid utformning av systemet har en av Skanska Prefabs totalt tre härdkammare för betongplattor valts, samt ovanstående miljöparametrar. Värmekällan i härdkammaren är en naturgaseldad varmluftspanna. Luften befuktas med ett befuktningsaggregat och för att uppnå den förhöjda koldioxidhalten utnyttjas rökgaserna från förbränningen. Den uppvärmda, befuktade och koldioxidberikade luften fördelas i botten av kammaren i sektioner. Härdkammaren kläs in med korrigerad plåt och isoleras till en viss del. Ca 10 % av luften ventileras bort för att erhålla undertryck i härdkammaren för att på så sätt förhindra att koldioxid sprids ut i fabrikslokalen. Restrerande luft återcirkuleras.

## **THE USE OF NATURAL GAS IN PRODUCTION OF CONCRETE ELEMENTS**

### **Summary**

Discoloration of concrete products because of lime precipitation on the concrete surface is a big problem in the concrete industry. Investigations and tests have shown that the risk for lime precipitation can be minimised by hardening the concrete in an elevated temperature and by addition of moisture and carbondioxide. The aim of this project is to design a system where natural gas is utilised to get optimum conditions in order to minimise or eliminate the risks for lime precipitation during the hardening process.

In the concrete industry in Sweden is it common that the hardening process is performed in air, without addition of heat or increased content of water and carbondioxide. Experiences show that lime precipitation disappears when concrete is hardened in a environment with the temperature 37 °C, 90-95% relative moisture and a content of carbondioxide between 5 and 10 percent.

The basis for the system design is one of Skanska Prefab's three hardening chambers for concrete plates, and the condition parameters above. The source of heat is a natural gas fired hot-air boiler. The air is moistened with a humidifier and the flue gas is used to increase the carbondioxide content. The heated, moistened and carbondioxide enriched air is distributed into the different chambers sections. The hardening chamber is lined with corrugated sheeting and partially insulated. About ten percent of the air is vented off to acheive under pressure in the chamber, thereby preventing the carbondioxide from leaking out. The rest of the air is recycled.

## **INNEHÅLL**

### **1. INLEDNING OCH BAKGRUND**

### **2. SYFTE**

### **3. BEFINTLIG ANLÄGGNING**

### **4. BETONGTEORI**

4.1 Härdningsprocess

4.2 Kalkutfällningar

### **5. BERÄKNINGAR**

5.1 Effektbehov

5.2 Koldioxidbehov

5.3 Vattenbehov

### **6. SYSTEMLÖSNING**

### **7. ÖVRIGT**

## 1. INLEDNING OCH BAKGRUND

Kalkutfällningar på betongytor är ett stort problem för betongvarutillverkare och användare av betongprodukter. Problemet, som är av estetisk natur, består i att betongytan blir missfärgad av kalkutfällningar.

Vid Skanska Prefab i Staffanstorp finns problemet med kalkutfällningar vid tillverkning av betongplattor. Kalkutfällningen kan minimeras genom att härdningen sker i en klimatkammare med en bestämd temperatur, relativ fuktighet och koldioxidhalt.

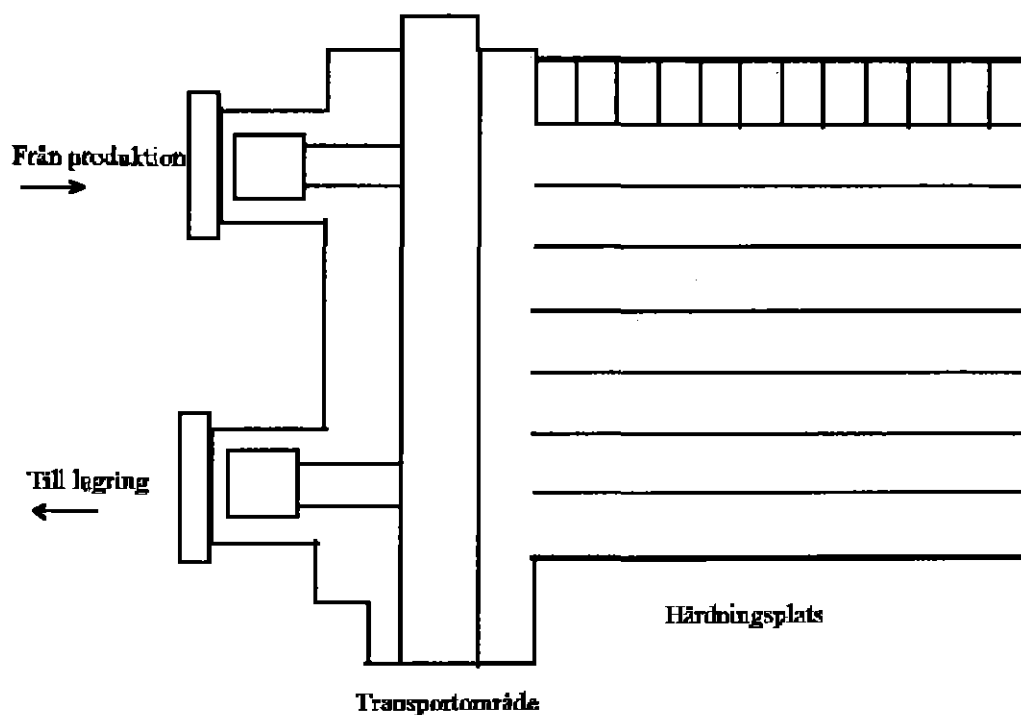
## 2. SYFTE

Syftet med projektet är framtagning av systemlösning för klimatkammare, där naturgas används för att erhålla optimala förhållanden i kammaren, för att härda betongen utan att kalkutfällningar sker på betongytorna.

## 3. BEFINTLIGANLÄGGNING

Skanska Prefab i Staffanstorp härdar idag betongplattorna upplagda i ett hyllsystem fritt i lokalen. Detta sker på tre platser i tillverkningslokalen. I detta projekt studeras en av härdplatserna, vilken beskrivs nedan.

Härdplatsen är 12,8 \* 13 m och 6,5 m hög. Den är uppdelad i åtta sektioner, varje sektion innehåller tolv hyllfack (reoler) med plats för 18 st brickor med betongplattor, se nedan i figur 1. Härdningsplatsen är omsluten av korrigerad plåt, men öppen framåt. Framför härdningsplatsen finns ett transportområde för gaffelvagn, och utrustning för ackumulering respektive deackumulering av betongplattorna från hyllsystemet (reolerna).



Figur 1: Härtningsplats

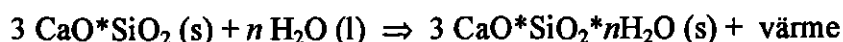
Under produktion finns det maximalt 518 ton och minimum 173 ton betong i härtningsplatsen. Avståndet mellan brickorna med betongplattor är ca 300 mm.

Betongplattorna härddas idag fritt i rumstemperatur utan någon tillsats av varken koldioxid eller vatten. Plattorna härddas under ca ett dygn.

## 4. BETONGTEORI

### 4.1 Härtningsprocess

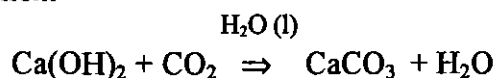
Betong är en formbar massa av cement, vatten, sand och sten. Även ämnen som modifierar betongens egenskaper kan ingå. Vid härtningen (hårdnandet) reagerar bl a kalciumsilikater i cementen med vatten och bildar en halvfast massa som binder ihop ballastkornen



Processen är mest intensiv under de första dygnen och avtar sedan i hastighet. Full härkning har vid normal temperatur vanligen uppnåtts efter 28 dagar. Under denna tid krävs det att betongen befuktas kontinuerligt för att processen ska kunna fortgå.

## 4.2 Kalkutfällning

Huvuddelen av de kalkutfällningar, som drabbar och missfärgar betongytor, utgörs av kalciumkarbonat,  $\text{CaCO}_3$ . Detta bildas i närvaro av fritt vatten enligt formeln



där kalciumhydroxiden,  $\text{Ca(OH)}_2$ , kommer från cementen och koldioxiden tas från omgivningen. Kalciumkarbonat som bildas inuti betongen, under själva ytan, blir inte synligt. Karbonatskiktet utgör då istället ett större eller mindre skydd mot framtida synligt kalkutfällning.

Försök har visat att betong med högre vattencementtal ( $\text{vct} = 0,7$ ) är lättare få resistent mot kalkutfällningar än betong med lägre vattencementtal ( $\text{vct} = 0,4$ ). Vidare har det visat sig att hög relativ fuktighet (80 - 95 % RF) medför att betongen blir resistent mot kalkutfällningar redan efter ett dygn. För betong med lågt vct krävdes ibland något dygns längre härdning för att bli resistent. Vid låg relativ fuktighet, 65% eller därunder, har ytan benägenhet till utfällning ännu efter 28 dygn.

De faktorer som påverkar karbonatiseringen på betongytan är dels de klimatiska förhållandena under härdningen dels betongens sammansättning. Karbonatskiktet bildar ett indirekt skydd genom att förhindra kalciumhydroxidens väg till betongytan från underliggande skikt. Det är därmed av stort intresse att påskynda uppbyggnaden av karbonatskiktet inuti betongen, vilket kan åstadkommas antingen på kemisk väg eller genom att förändra klimatförhållandena.

*Värmebehandling:* En ökning av temperaturen från 20 °C till 60 °C reducerade märkbart kalkurlakningen, speciellt vid hög luft fuktighet, ca 80 %. Det får dock inte förekomma fritt vatten på betongytan för då transporteras karbonatskiktet till ytan vilket ger kalkutfällning.

*Ökad koldioxidhalt:* Luftens koldioxidhalt är ett av utgångsämnen i karbonatiseringsprocessen, genom att öka koldioxidhalten påskyndas processen. För att erhålla god effekt av koldioxidbehandlingen krävs dessutom förhöjd temperatur och hög relativ fuktighet. Försök har visat att det blir i stort sett samma resultat om koldioxidhalten är 5 eller 10 %.

*Kemisk behandling:* Det finns ett antal ämnen som reducerar kalkurlakningen, t ex ammoniumkarbonat, natriumtripolyfosfat, natriumhexametafosfat och vattenglas. Behandling genom nedsänkning i behandlingsmedlet är överlag bättre

än bestrykning i tunna skikt. Det är viktigt att behandlingsmedlet har effektiv kemisk verkan och att det tillsätts i tillräcklig mängd.

Skyddet mot kalkutfällning sker genom karbonatisering i betongytan efter upptagning av koldioxid från omgivningen. Ett sätt att mäta koldioxidupptagningen är att mäta karbonatiseringsdjupet. I genomförda försök har man uppskattat att erforderligt karbonatiseringsdjup till 0,1-0,2 mm för att undgå synlig kalkutfällning. Hög relativ luftfuktighet i härdningsluften medför en snabbare koldioxidupptagning och därmed snabbare karbonatisering än i lägre relativ fuktighet.

## 5. BERÄKNINGAR

### 5.1 Effektbehov

Effektbehovet i härdkammaren beror på värmeförluster genom väggar, tak och golv i härdkammaren och i transportområdet, befuktningen av luften samt ventilationen från härdkammaren. Värmeförlusterna från härdkammaren och transportområdet beror givetvis på i vilken utsträckning som de är isolerade.

Den aktuella härdkammaren är klädd med korrigerad plåt, och transportområdet är helt öppet. Då värme och koldioxid kommer att tillsättas kommer hela området att vara klätt med plåt. Vid beräkningarna av effekt behovet har två alternativ beräknats:

*Alternativ 1; Endast taket isolerat med 50 mm frigolit:*

Värmeförlusterna i härdkammaren blir 23,5 kW och i transportområdet 24 kW. Den totala värmeförlusten uppgår till 47,5 kW.

*Alternativ 2; Både tak och väggar isolerade med 50 mm frigolit:*

Värmeförlusten i härdkammaren minskar till 7 kW och i transportområdet minskar den till 6 kW. Totalt blir detta 13 kW.

Effektbehovet för att befukta härdningsluften, vilket baseras på att processen kräver 25 kg vatten per timme, uppgår till 16 kW.

För att erhålla undertryck i härdkammaren antas det att 10 % av luftomsättningen måste ventileras bort, dvs 500 m<sup>3</sup>/h. Ventilationsluften bidrar till ett ökat effektbehov på 3 kW.

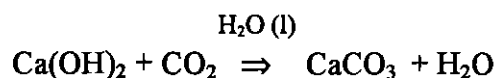
Det totala effektbehovet blir för alternativ 1 (endast taket isolerat) 66,5 kW och för alternativ 2 (både tak och väggar isolerade) 32 kW.



## 5.2 Koldioxidbehov

Beräkningen av hur mycket koldioxid som tas upp av betongen under härdningen är osäker. De genomförda beräkningarna baseras på följande:

- Karbonatiseringen sker enligt nedanstående formel.



- Koldioxidhalten är 5 volym-%
- Diffusionskoefficienten för CO<sub>2</sub> är 520 m<sup>3</sup>/s\*m<sup>2</sup>
- Kalkutfällningar blir inte synliga om karbonatiseringsdjupet blir 0,2 mm (se ovan kapitel 4.2) under härdningen.
- Betongen innehåller 65 vikts-% kalciumhydroxid.

Dessa förutsättningar ger att det erfordras knappt 4,7 m<sup>3</sup> CO<sub>2</sub> per timme, vilket motsvarar ca 5 Nm<sup>3</sup> naturgas eller ca 50 kW.

## 5.3 Vattenbehov

Teoretiskt räcker vattnet i betongen till härdningsprocessen. Praktiskt har det dock visat sig att betongen tar upp vatten från omgivningen under härdningen. Om man antar att 50 % av vattnet i luften tas upp under härdningen motsvarar detta, vid 1,5 luftomsättningar (2 400 m<sup>3</sup>/h), 20 °C och 70 % relativ fuktighet, 17 kg/h.

Genom mätningar av temperatur och relativ fuktighet i härdplatsen på Skanska Prefab under drygt ett dygn har det beräknats att det förbrukas ca 0,0015 kg H<sub>2</sub>O / kg luft. Vid en luftomsättning på 3200 m<sup>3</sup> erhålls en vattenförbrukning på 7 kg/h

Den befuktningssystem som kommer att användas har en kapacitet på 25 kg/h.

## 6. SYSTEMLÖSNING

Förutsättningarna för att förbättra kvaliteten på betongen i avseende att eliminera kalkutfällningarna är att betongplattorna härdar i en kammare med följandeklimat:

- Temperatur: 37 °C
- 5 % koldioxid
- 85-90 % relativ fuktighet

För att kunna kontrollera dessa parametrar och för att de inte ska spridas till omgivningen krävs det att även transportområdet kläs in. Den totala volymen i härdkammaren ökar därmed med ca 700 m<sup>3</sup> till ca 1800 m<sup>3</sup>.

Som värmekällan i härdkammaren föreslås en naturgaseldad varmluftspanna (75 kW), vilken placeras vid den bakre gaveln på kammaren. Efter varmluftspannan installeras ett befuktningssaggregat med en kapacitet på 25 kg/h.

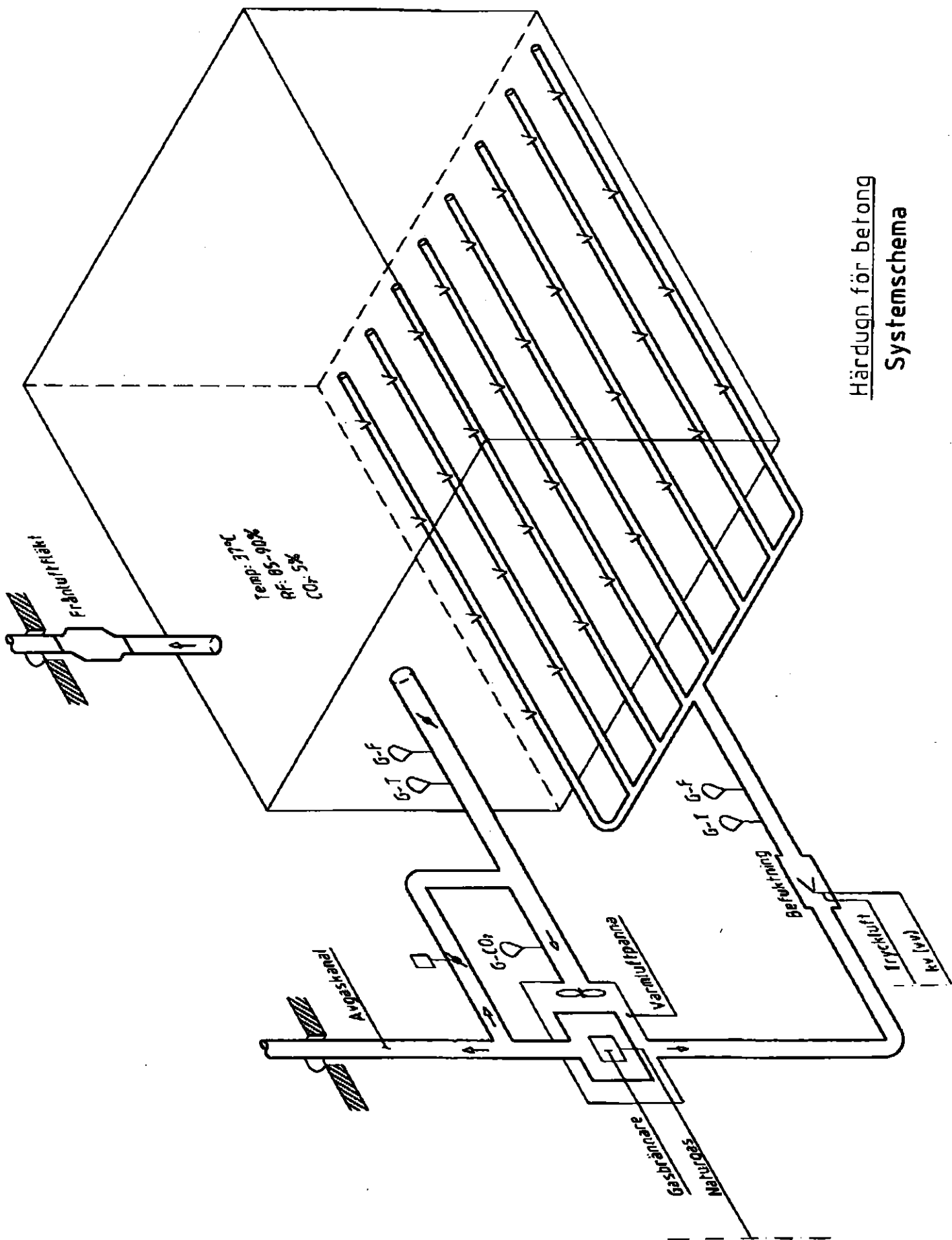
Det måste vara undertryck i kammaren så att inte koldioxidhalten blir förhöjd i omgivande arbetslokal, därför förses kammaren med en fläkt som ventilerar ut ca 10 % av luften. Luftomsättningen är ca 2,8 vilket motsvarar 5 000 m<sup>3</sup>/h. Den uppvärmda, befuktade och koldioxidberikade luften fördelas i botten av sektion i härdkammaren, se bilaga 1. Den luft som inte ventileras bort recirkuleras.

## 7. ÖVRIGT

Som nämnts tidigare är det ett flertal parametrar som påverkar den slutliga kvaliteten på betongprodukterna. De viktigaste parametrarna är temperaturen, fukthalten och koldioxidhalten. Det är därför viktigt att göra försök med olika nivåer på dessa parametrar görs då klimatkammaren tagits i drift enligt ett speciellt provprogram, för att på så sätt finna optimala nivåer. Detta bör utföras som ett SGC-projekt.

Eftersom det är höga halter koldioxid i härdkammaren måste säkerhetsaspekterna omkring och i kammaren ses över. Det bör finnas någon form av larmanordning som larmar för hög koldioxidhalt utanför härdkammaren eller om man öppnar upp för att utföra ett arbete inuti kammaren. Hur detta ska kunna lösas måste diskuteras med Skanaska Prefab och med berörda myndigheter.

Härdugn för betong  
Systemschema



98-02-16

**RAPPORTFÖRTECKNING**

<b>SGC Nr</b>	<b>Rapportnamn</b>	<b>Rapport datum</b>	<b>Författare</b>	<b>Pris kr</b>
001	Systemoptimering vad avser ledningstryck	Apr 91	Stefan Grudén TUMAB	100
002	Mikrokraftvärmeverk för växthus. Utvärdering	Apr 91	Roy Ericsson Kjessler & Mannerstråle AB	100
004	Krav på material vid kringfyllnad av PE-gasledningar	Apr 91	Jan Molin VBB VIAK	50
005	Teknikstatus och marknadsläge för gasbaserad minikraftvärme	Apr 91	Per-Arne Persson SGC	150
006	Keramisk fiberbrännare - Utvärdering av en demo-anläggning	Jan 93	R Brodin, P Carlsson Sydkraft Konsult AB	100
007	Gas-IR teknik inom industrin. Användnings- områden, översiktlig marknadsanalys	Aug 91	Thomas Ehrstedt Sydkraft Konsult AB	100
009	Läcksökning av gasledningar. Metoder och instrument	Dec 91	Charlotte Rehn Sydkraft Konsult AB	100
010	Konvertering av aluminiumsmältugnar. Förstudie	Sep 91	Ola Hall, Charlotte Rehn Sydkraft Konsult AB	100
011	Integrerad naturgasanvändning i tvätterier. Konvertering av torktumlare	Sep 91	Ola Hall Sydkraft Konsult AB	100
012	Odöranter och gasolkondensats påverkan på gasrörssystem av polyeten	Okt 91	Stefan Grudén, F. Varmedal TUMAB	100
013	Spektralfördelning och verkningsgrad för gaseldade IR-strålare	Okt 91	Michael Johansson Driftekniska Inst. vid LTH	150
014	Modern gasteknik i galvaniseringsindustri	Nov 91	John Danelius Vattenfall Energisystem AB	100
015	Naturgasdrivna truckar	Dec 91	Åsa Marbe Sydkraft Konsult AB	100
016	Mätning av energiförbrukning och emissioner före o efter övergång till naturgas	Mar 92	Kjell Wanselius KW Energiprodukter AB	50
017	Analys och förslag till handlingsprogram för området industriell vätskevärmning	Dec 91	Rolf Christensen ÅF-Energikonsult Syd AB	100
018	Skärning med acetylen och naturgas. En jämförelse.	Apr 92	Åsa Marbe Sydkraft Konsult AB	100

98-02-16

**RAPPORTFÖRTECKNING**

<b>SGC Nr</b>	<b>Rapportnamn</b>	<b>Rapport datum</b>	<b>Författare</b>	<b>Pris kr</b>
019	Läggning av gasledning med plöjteknik vid Glostorp, Malmö. Uppföljningsprojekt	Maj 92	Fallsvik J, Haglund H m fl SGI och Malmö Energi AB	100
020	Emissionsdestruktion. Analys och förslag till handlingsprogram	Jun 92	Thomas Ehrstedt Sydkraft Konsult AB	150
021	Ny läggningsteknik för PE-ledningar. Förstudie	Jun 92	Ove Ribberström Ove Ribberström Projekt. AB	150
022	Katalog över gastekniska FUD-projekt i Sverige. Utgåva 4	Aug 92	Svenskt Gastekniskt Center	150
023	Läggning av gasledning med plöjteknik vid Lillhagen, Göteborg. Uppföljningsproj.	Aug 92	Nils Granstrand m fl Göteborg Energi AB	150
024	Stumsvetsning och elektromuffsvetsning av PE-ledningar. Kostnadsaspekter.	Aug 92	Stefan Grudén TUMAB	150
025	Papperstorkning med gas-IR. Sammanfattning av ett antal FUD-projekt	Sep 92	Per-Arne Persson Svenskt Gastekniskt Center	100
026	Koldioxidgödning i växthus med hjälp av naturgas. Handbok och tillämpn.exempel	Aug 92	Stig Arne Molén m fl	150
027	Decentraliserad användning av gas för vätskevärmning. Två praktikfall	Okt 92	Rolf Christensen ÅF-Energikonsult	150
028	Stora gasledningar av PE. Teknisk och ekonomisk studie.	Okt 92	Lars-Erik Andersson, Åke Carlsson, Sydkraft Konsult	150
029	Catalogue of Gas Techn Research and Development Projects in Sweden (På engelska)	Sep 92	Swedish Gas Technology Center	150
030	Pulsationspanna. Utvärdering av en demo-anläggning	Nov 92	Per Carlsson, Åsa Marbe Sydkraft Konsult AB	150
031	Detektion av dräneringsrör. Testmätning med magnetisk gradiometri	Nov 92	Carl-Axel Triumpf Triumpf Geophysics AB	100
032	Systemverkn.grad efter konvertering av vattenburen elvärme t gasvärme i småhus	Jan 93	Jonas Forsman Vattenfall Energisystem AB	150
033	Energiuppföljning av gaseldad panncentral i kvarteret Malörten, Trelleborg	Jan 93	Theodor Blom Sydkraft AB	150
034	Utvärdering av propanexponerade PEM-rör	Maj 93	Hans Leijström Studsvik AB	150

98-02-16

**RAPPORTFÖRTECKNING**

<b>SGC Nr</b>	<b>Rapportnamn</b>	<b>Rapport datum</b>	<b>Författare</b>	<b>Pris kr</b>
035	Hemmatankning av naturgasdriven personbil. Demonstrationsprojekt	Jun 93	Tove Ekeborg Vattenfall Energisystem	150
036	Gaseldade genomströmningsberedare för tappvarmvatten i småhus. Litteraturstudie	Jun 93	Jonas Forsman Vattenfall Energisystem	150
037	Verifiering av dimensioneringsmetoder för distributionsledningar. Litt studie.	Jun 93	Thomas Ehrstedt Sydkraft Konsult AB	150
038	NOx-reduktion genom reburning med naturgas. Fullskaleförsök vid SYSAV i Malmö	Aug 93	Jan Bergström Miljökonsulterna	150
039	Pulserande förbränning för torkändamål	Sep 93	Sten Hermodsson Lunds Tekniska Högskola	150
040	Organisationer med koppling till gasteknisk utvecklingsverksamhet	Feb 94	Jörgen Thunell SGC	150
041	Fältsortering av fyllnadsmassor vid läggning av PE-rör med läggingsbox.	Nov 93	Göran Lustig Elektro Sandberg Kraft AB	150
042	Deponigasens påverkan på polyetenrör.	Nov 93	Thomas Ehrstedt Sydkraft Konsult AB	150
043	Gasanvändning inom plastindustrin, handlingsplan	Nov 93	Thomas Ehrstedt Sydkraft Konsult AB	150
044	PA 11 som material ledningar för gasdistribution.	Dec 93	Thomas Ehrstedt Sydkraft Konsult AB	150
045	Metoder att höja verkningsgraden vid avgaskondensering	Dec 93	Kjell Wanselius KW Energiprodukter AB	150
046	Gasanvändning i målerier	Dec 93	Charlotte Rehn et al Sydkraft Konsult AB	150
047	Rekuperativ aluminiumsmältugn. Utvärdering av degelugn på Värnamo Pressgjuteri.	Okt 93	Ola Hall Sydkraft Konsult AB	150
048	Konvertering av dieseldrivna reservkraftverk till gasdrift och kraftvärmeprod	Jan 94	Gunnar Sandström Sydkraft Konsult AB	150
049	Utvecklad teknik för gasinstallationer i småhus	Feb 94	P Kastensson, S Ivarsson Sydgas AB	150
050	Korrosion i flexibla rostfria insatsrör (Finns även i engelsk upplaga)	Dec 93	Ulf Nilsson m fl LTH	150

98-02-16

**RAPPORTFÖRTECKNING**

<b>SGC Nr</b>	<b>Rapportnamn</b>	<b>Rapport datum</b>	<b>Författare</b>	<b>Pris kr</b>
051	Nordiska Degelugnsprojektet. Pilot- och fältförsök med gasanvändning.	Nov 93	Eva-Maria Svensson Glafo	150
052	Nordic Gas Technology R&D Workshop. April 20, 1994. Proceedings. (På engelska)	Jun 94	Jörgen Thunell, Editor Swedish Gas Center	150
053	Tryckhöjande utrustning för gas vid metallbearbetning -- En förstudie av GT-PAK	Apr 94	Mårten Wärnö MGT Teknik AB	150
054	NOx-reduktion genom injicering av naturgas i kombination med ureainsprutning	Sep 94	Bent Karll, DGC P Å Gustafsson, Miljökons.	100
055	Trevägs-katalysatorer för stationära gasmotorer.	Okt 94	Torbjörn Karlelid m fl Sydkraft Konsult AB	150
056	Utvärdering av en industriell gaseldad IR-strålare	Nov 94	Johansson, M m fl Lunds Tekniska Högskola	150
057	Läckagedetekteringssystem i storskaliga gasinstallationer	Dec 94	Fredrik A Silversand Katator AB	150
058	Demonstration av låg-NOx-brännare i växthus	Feb 95	B Karll, B T Nielsen Dansk Gasteknisk Center	150
059	Marknadspotential naturgaseldade industriella IR-strålare	Apr 95	Rolf Christensen Enerkon RC	150
060	Rekommendationer vid val av flexibla insatsrör av rostfritt i villaskorstenar	Maj 95	L Hedeem, G Björklund Sydgas AB	50
061	Polyamidrör för distribution av gasol i gasfas. Kunskapssammanställning	Jul 95	Tomas Tränkner Studsvik Material AB	150
062	PE-rörs tålighet mot yttre påverkan. Sammanställning av utförda praktiska försök	Aug 95	Tomas Tränkner Studsvik Material AB	150
063	Naturgas på hjul. Förutsättningar för en storskalig satsning på NGV i Sverige	Aug 95	Naturgasbolagens NGV-grupp	150
064	Energieffektivisering av större gaseldade pannanläggningar. Handbok	Aug 95	Lars Frederiksen Dansk Gasteknisk Center	200
065	Förbättra miljön med gasdrivna fordon	Aug 95	Göteborgs Energi AB	150
066	Konvertering av oljeeldade panncentraler till naturgas. Handbok.	Nov 95	Bo Cederholm Sydkraft Konsult AB	150

98-02-16

**RAPPORTFÖRTECKNING**

<b>SGC Nr</b>	<b>Rapportnamn</b>	<b>Rapport datum</b>	<b>Författare</b>	<b>Pris kr</b>
067	Natargasmodellen. Manual för SMHI:s program för beräkn av skorstenshöjder	Dec 95	Tingnert B, SKKB Thunell J, SGC	150
068	Energigas och oxyfuelteknik	Dec 95	Ingemar Gunnarsson Energi-Analys AB	150
069	CO <sub>2</sub> -gödsling med avgaser från gasmotor med katalysator	Dec 95	Bent Karll Dansk Gasteknisk Center	150
070	Utvärdering av naturgasförbränning i porösa bäddar	Mar 96	Henric Larsson Lunds Tekniska Högskola	150
071	Utvärdering av naturgasdrivna IR-boostar i ugn för pulverlackering	Nov 95	Ole H Madsen Asger N Myken	150
072	Sammanställning av emissionsdata från naturgas-, biogas- o motorgasdrivna fordon	Jun 96	Hans-Åke Maltesson Svenskt Gastekniskt Center AB	150
073	Livslängdsbestämning för PE-rör för gasdistribution (EVOPE-projektet)	Jul 96	Tomas Tränkner Studsvik Material AB	100
074	Gasblandningar för fordonsdrift. Idéstudie.	Aug 96	Ola Hall Sydkraft Konsult AB	150
075	Gasbranschens miljöhandbok	Sep 96	Jörgen Thunell Svenskt Gastekniskt Center	500
076	Låg-NO <sub>x</sub> -teknik för gasdrivna processer - dagsläge	Okt 96	Mikael Näslund, LTH Inst Värme- och Kraftteknik, LTH	150
077	Karakterisering av emissioner från naturgasdrivna lastbilar inom LB 50 -projektet	Dec 96	K-E Egeback Roger Westerholm	150
078	Uppvärmning med gas i svenska småhus - erfarenheter och framtida teknikval	Nov 96	Mikael Näslund, LTH	150
079	Handledn. för inst av gaseldade IR -värmare. Rådgivning, analys och genomförande	Apr 97	Pär Dalin DITAB	150
080	Mikrokraftvärmeverk med Stirlingmotor	Jan 97	Tomas Nilsson Lunds Tekniska Högskola	150
081	Naturgasbaserad småskalig kraftvärme inom uppvärmningssektorn	Feb 97	Mats Nilsson LTH/MALMÖ	150
082	Kylning och klimatisering av byggnader och lokaler med hjälp av naturgas	Apr 97	Anders Lindkvist Vattenfall Energisystem	150



98-02-16

**RAPPORTFÖRTECKNING**

<b>SGC Nr</b>	<b>Rapportnamn</b>	<b>Rapport datum</b>	<b>Författare</b>	<b>Pris kr</b>
083	Naturgassystemet i Sverige - en teknisk beskrivning	Jun 97	Ronny Nilsson, KM	150
084	Livscykelanalyser - Är det något för gasbranschen	Sep 97	Jörgen Thunell	150
085	Konvertering av direktelvärmda småhus till naturgasuppvärmning	Dec 97	Mikael Näslund Inst Värme- och Kraftteknik, LTH	150
086	Uppgradering av biogas . Fas 2, Praktiska försök med kondenseringsmetoder.	Jun 97	Ola Lloyd / BioMil AB Johan Nilsson / LTH	150
087	Utveckling av katalytisk rening av avgaser från befintlig panna	Dec 97	F Silversand, T Hargitai m fl Katator AB	150
088	Technical Description of the Swedish Natural Gas Distr System (På Engelska)	Jun 97	Ronny Nilsson, KM	150
A01	Fordonstankstation Naturgas. Parallellkoppling av 4 st Fuel Makers	Feb 95	Per Carlsson Göteborg Energi AB	50
A02	Uppföljning av gaseldade luftvärmare vid Arlövs Sockerraffinaderi	Jul 95	Rolf Christensen Enercon RC	50
A03	Gasanvändning för färjedrift. Förstudie (Endast för internt bruk)	Jul 95	Gunnar Sandström Sydkraft Konsult	0
A04	Bussbuller. Förslag till mätprogram	Jun 95	Ingemar Carlsson Ecotrans Teknik AB	50
A05	Värmning av vätskor med naturgas - Bakgrund till faktablad	Okt 95	Rolf Christensen Enerkon RC	50
A06	Isbildning i naturgasbussar och CNG-system (Endast för internt bruk)	Nov 95	Volvo Aero Turbines Sydgas, SGC	0
A07	Större keramisk fiberbrännare. Förstudie	Jan 96	Per Carlsson Sydkraft Konsult AB	50
A08	Reduktion av dioxin, furan- och klorfenoler vid avfallsförbränning	Maj 96	H Palmén, M Lampinen et al Helsingfors Tekniska Högskola	50
A09	Naturgas/mikrovågsteknik för sintring av keramer	Maj 96	Anders Röstin KTH	50
A10	NOx-reduktion genom naturgasinjektion o reburning. Demoprojekt på Knudmoseverket	Apr 96	Jan Flensted Poulsen Völund R & D Center	50

98-02-16

**RAPPORTFÖRTECKNING**

<b>SGC Nr</b>	<b>Rapportnamn</b>	<b>Rapport datum</b>	<b>Författare</b>	<b>Pris kr</b>
A11	Direktorkning av socker med naturgas (Endast för internt bruk)	Jul 96	Rolf Christensen Enerkon RC	0
A12	Uppföljning, installation av gaspanna med avgaskondensator, kv Hornblåsaren 6, Råå	Sep 96	Bo Cederholm Sydkraft Konsult AB	50
A13	Klassningsplaner för gasinstallationer	Jun 97	Carl-Axel Stenberg Greger Arnesson	50
A14	Uppf av drift med natugaseldad kondenserande gaspanna i Rinnebäcksskolan	Okt 97	Bo Cederholm Sydkraft Konsult AB	50
A15	Undersökn o förstärkn av korr.skyddet på gasrör förl i skyddsror - Delrapport 1	Nov 97	Åsa Marbe, C Johansson Sydkraft Konsult AB	100
A16	Ind - CO2-härdning av betong med naturgas	Feb 98	Åsa Marbe Sydkraft Konsult AB	50