

# Inomhusmiljöutredning

## Sammanfattande rapport

Solfagraskolan, Huddinge



Dokumenttyp Rapport	Ordernummer 13462	Rapportdatum 2019-03-15	Rev. datum -	Antal sidor 13	Antal bilagor 2
Uppdragsnamn Solfagraskolan Hus A		Upprättad av Peter Carlsson			
Beställare Huddinge Samhällsfastigheter		Granskad av Karolina Jernelid			
Referens Ainika Narits		Undersökningsperiod Oktober 2018 till Mars 2019		Undersökningen utförd av Peter Carlsson Stefan Edin Karolina Jernelid	

## Innehållsförteckning

UPPDRAG .....	4
BAKGRUND .....	4
TILLGÄNGLIGA HANDLINGAR .....	4
OBJEKTBESKRIVNING .....	4
METODER.....	5
BEDÖMNINGSGRUNDER.....	5
<b>FUKT I MATERIAL .....</b>	<b>5</b>
<b>SP:s RAPPORT 2005:11 .....</b>	<b>5</b>
<b>RÖTANGREPP .....</b>	<b>5</b>
<b>TEMPERATUR.....</b>	<b>5</b>
<b>EMISSIONSMÄTNING .....</b>	<b>6</b>
OMFATTNING OCH PROVPUNKTER.....	7
.....	7
EMISSIONSMÄTNINGAR .....	7
SAMMANFATTANDE RESULTAT.....	8
BEDÖMDA ORSAKSSAMBAND BASERAT PÅ UTFÖRD UNDERSÖKNING .....	9
SAMMANFATTNING OCH DISKUSSION AVSEENDE ÅTGÄRDER.....	11
TILLFÄLLIGA ÅTGÄRDER .....	12
GYMNASTIKSALSBYGGNAD .....	13
BILAGOR.....	13

## Uppdrag

Utredning av inomhusmiljöproblem i lokalerna tillhörande Solfagraskolan i Huddinge.

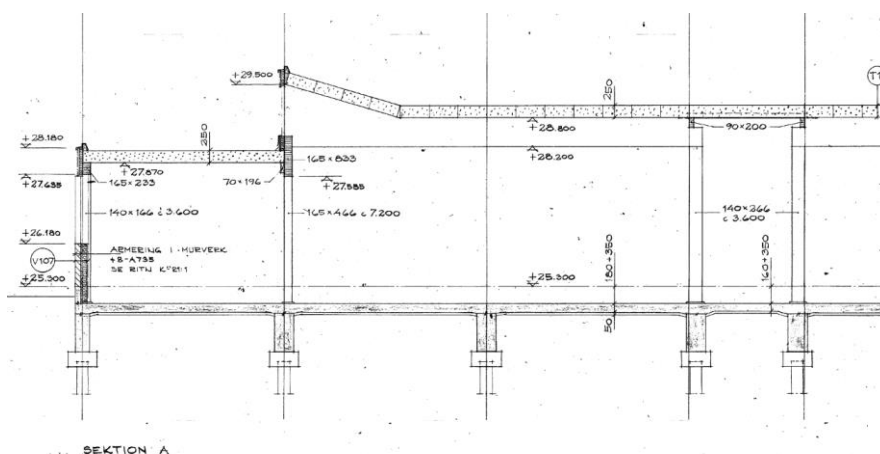
## Bakgrund

Personal upplever problem med inomhusmiljön.

## Tillgängliga handlingar

Planskiss, K-ritningar. Tidigare utförda undersökningar BD. AB.

## Objektbeskrivning



Figur 1. Sektion Solfagraskolan. Pålförstärkt betongplatta med voter.

Byggnadstyp:	Enplans skolbyggnad.
Byggnadsår:	1971
Tak:	Låglutande sadeltak med takpapp. Underlagstak av lättbetongplank
Grundläggning:	Pålförstärkt betongplatta mot mark utan underliggande fuktskydd. Betongplattan är utförd som ett så kallat sandwich-bjälklag bestående av ca 250 mm konstruktionsbetong, ca 200 mm isolering av lättbetong och ca 100 mm överbetong med limmad mattbeläggning.
Stomme:	Mineralulls isolerad träregelstomme (ca 95 mm). Limträpelare (ingjutna) och limträbalkar. Vindskiva av asbestcement.
Fasad:	Skalmur i tegel, plåtdetaljer runt fönster
Värmesystem:	Vattenburet radiatorsystem, ingjutna radiatorrör.
Ventilationssystem:	Mekanisk till- och frånluft.

## Metoder

- Okulär översyn av lokaler med fotodokumentation
- Subjektiv luktbedömning
- Fuktindikering av betonggolv i lokalerna med Gann Hydromette Uni 10
- Kontroll av mattbeläggning i syftet att kontrollera lukter och emissionsproblem med Tenaxrör och Drägerpump.
- Konstruktionsingrepp i betongplatta för fuktmätning och kontroll av konstruktion
- Konstruktionsingrepp i väggar för kontroll av uppbyggnad, fuktmätning, skadekontroll och mikrobiella analys av organiskt material
- VOC-mätning i rumsluft

## Bedömningsgrunder

### Fukt i material

Riskbedömningen avseende mikrobiell tillväxt sker enligt SP:s Rapport 2005:11, se tabell 1 nedan.

### SP:s Rapport 2005:11

Tabell 1. Kritiskt fuktillstånd för mikrobiell tillväxt på byggmaterial – kunskapssammanfattning  
SP Energiteknik SP. rapport 2005:11

Materialgrupp	Kritiskt fuktillstånd [% RF] vid 20 °C
Smutsade material	75-80
Trä och träbaserade material	75-80*
Gipsskivor med papp	80-85
Mineralullsisolering	90-95
Cellplastisolering	90-95
Betong	90-95

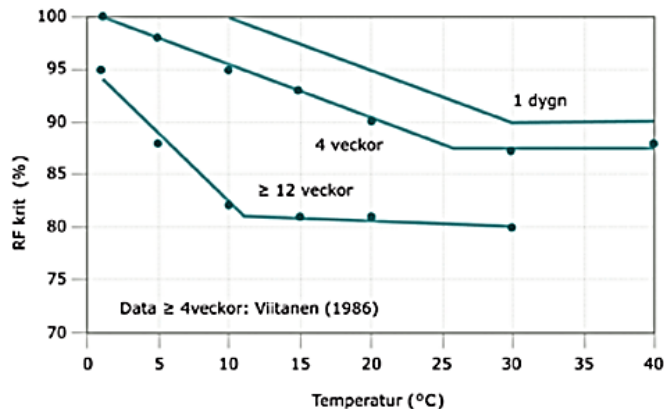
\*Motsvarar ca 16-18 % fuktkvot, (%FK) i furuvirke.

### Rötangrepp

Fuktkrav: Fuktkvot > 25 %,  
Temperaturområde ±0 - 35 °C

### Temperatur

Temperaturen spelar stor roll för mikrobiell tillväxt och vid lägre temperaturer än 10°C krävs relativt långa perioder med fuktiga förhållanden för att tillväxt skall kunna ske.



Figur 2. Kritiska fukttillstånd för trä med hänsyn tagen till temperaturnivå och varaktighet hos fukttillståndet. Baserade på data från Viitanen (1996) och Smith & Hill (1982), sammanställt av Lars-Olof Nilsson (2009) Rapport TVBM-3151.

### Emissionsmätning

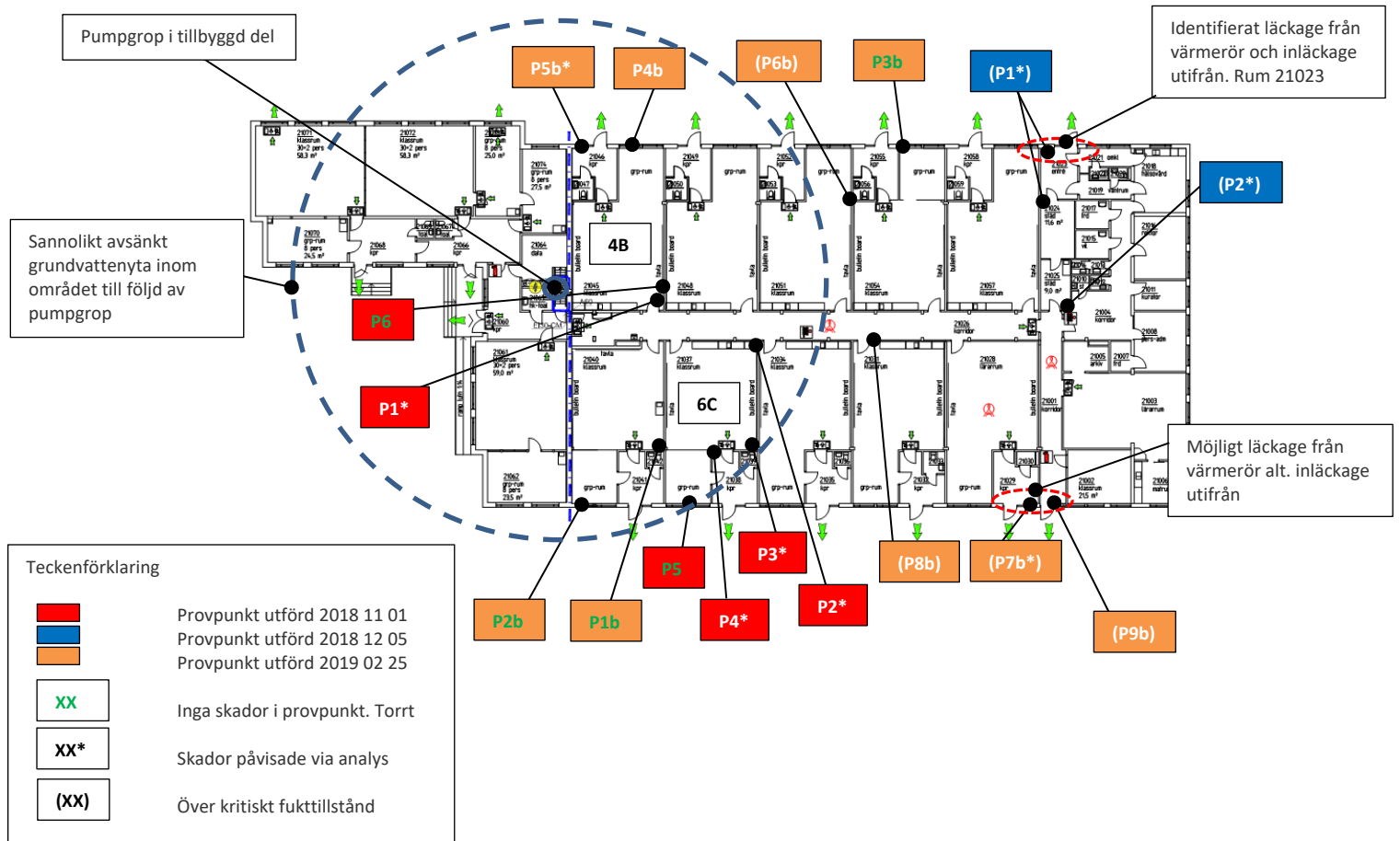
Den provtagnings- och analysmetod som används ([www.ivl.se](http://www.ivl.se)) följer de anvisningar och förslag som kommer från EU och WHO (World Health Organisation) (SIS ISO 16000 serien). Dessa anvisningar och förslag innebär att man ska ta prov på fast adsorbent, Tenax TA. Provet desorberas oftast termiskt och följs av gaskromatografisk analys. Med denna metod kan man analysera ämnen med kokpunkter från c:a 50°C till c:a 300°C. Resultaten för varje prov redovisas i bifogad tabell och kromatogram (se bilaga).

### Redovisning

Totalhalter av flyktiga organiska ämnen, TVOC, anges i toluenekvivalenter. Detta innebär att beräkningarna har gjorts som om alla flyktiga organiska ämnen var enbart toluen. Detta görs för att man ska få en uppfattning om totalkoncentrationens storlek. De specifika ämnena vars halter anges, är beräknade i absoluthalter dvs. med kända halter av det specifika ämnet, som referens vid kalibrering.

Observera att TVOC är ett mycket ospecifikt värde, som inte kan kopplas till medicinska hälsoeffekter. Man måste även bedöma de enskilda ämnena. Samtliga provresultat kompenseras för bakgrundvärden från analys av ett blankprov. Den gräns som används praktiskt för TVOC i inomhusluft, är 300 µg/m<sup>3</sup>. Gränserna gäller för icke-industriell inomhusluft. Materialprover konditioneras i en kammare vid rumstemperatur, c:a 23°C, i tre timmar innan ett luftprov tas ur kammaren. Observera att alla kammarmetoder enbart är semikvantitativa. Den gräns som används praktiskt för TVOC i materialprover enligt den använda metoden, är 3000 - 5000 µg/m<sup>3</sup>. Även för materialprover är ämnesfördelningen av stor betydelse för bedömningen. Prover som tas under matta eller i konstruktionen, bedöms i stort sett som materialprover.

## Omfattning och provpunkter



## Emissionsmätningar

Pumpning under uppsnittad matta över Tenaxrör för att kontrollera om skador pga. alkalisk fukt föreligger. Se vidare metodbeskrivning under rubriken "Bedömningsgrunder". Mätning av VOC-i rumsluft för att avgöra om emissionsproblem föreligger och uppskatta ventilationseffektivitet.

Inga kemiska skador under mattor kunde påvisas och utförd provtagning i rumsluft tyder på att objektet har en välfungerande allmänventilation.

## Resultat IVL

Ert provnamn (Vårt provnummer)

- A. 6C under matta (VOC-114174)
- B. 6C rumsluft (VOC-114175)
- C. 4B under matta (VOC-114172)
- D. 4B rumsluft (VOC-114173)

## Tolkning och kommentarer

### Prover tagna under matta; Prov A och C

Proverna har totalhalter av VOC som är under den gräns på 3000 µg/m<sup>3</sup> som använd praktiskt för den här typen av prover.

I proverna finns n-butanol och 2-etylhexanol, men halterna är under den gräns på 750 µg/m<sup>3</sup> som används för båda ämnena och den här typen av prov.

Proverna innehåller även en grupp lättflyktiga alifatiska kolväten (topparna syns mellan 3-6 min). Dessa ämnen är vanliga lösningsmedel i olika produkter.

I proverna finns även hexanal som kommer från naturligt trämaterial och/eller linoleummattor.

### Prover från rumsluft; Prov B och D

Proverna har låga totalhalter av VOC som är mycket under den gräns på 300 µg/m<sup>3</sup> som använd praktiskt.

Proverna har även mycket låga halter av enskilda ämnen och visar inte på problem som genererar flyktiga organiska ämnen (VOC).

## Sammanfattande resultat

Provpunkt/datum	Byggnadsdel/material	Mikrobiell skada	Över kritiskt fuktillstånd	Avvikande mikrobiell lukt	Bedömd orsak till skada/kommentarer
P1 2018 11 01	Linoleummatta	Ja	Nej	Nej	Äldre skada. Troligen äldre vattenskada
P2 2018 11 01	Linoleummatta	Ja	Nej	Nej	Äldre skada. Troligen äldre vattenskada
P3 2018 11 01	Limträpelare	Ja	Nej	Ja	Äldre skada. Troligen torr pga. avsänkning grundvattenyta
P4 2018 11 01	Golvsockel	Ja	Nej	Ja	Städskada. Representativ för aktuella entréer
P5 2018 11 01	Syll trä	Ej analys	Nej	Nej	
P6 2018 11 01	Syll stål	Ej analys okulärt ok	Nej	Nej	Troligen åtgärd efter vattenskada
P1 2018 12 05	Limträpelare kvarsittande trä	Ja	Ja, fk <28 %	Ja	Läckage från värmerör påvisat. Även inläckage under syll
P2 2018 12 05	Limträpelare	Indikation	Ja, RF* k-btg 79 %	Ja	Påverkan från läckage av värmerör alt. kapillär fuktbelastning från mark. Alkalisk miljö kan ha hämrat mikrobiell tillväxt.
P1b 2019 02 25	Limträpelare	Nej	Nej	Nej	Troligen torr pga. avsänkning grundvattenyta. Alkalisk miljö kan ha hämrat mikrobiell tillväxt.
P2b 2019 02 25	Mineralull mot syll	Nej	Nej	Ja	Luktsmitta. Troligen skada i närområdet alt. träskyddsbehandlat trä
P3b 2019 02 25	Syll	Ej analys	Nej	Nej	
P4b 2019 02 25	Syll och limträpelare	Nej	Tangerande. fk 16 %	Nej	Sannolikt kapillär fuktbelastning från mark
P5b 2019 02 25	Panel bakom gips och mineralull	Ja	Nej	Ja	Sannolikt äldre vattenskada/städskada
P6b 2019 02 25	Limträpelare	Nej	Ja, fk 18,5%. RF* k-btg 69,6 %	Ja	Sannolikt kapillär fuktbelastning från mark. Alkalisk miljö kan ha hämrat mikrobiell tillväxt
P7b 2019 02 25	Stående väggregel och syll	Ja	Ja, fk >28 %	Ja	Läckage från värmerör alternativ inläckage från mark. Markyta nära syll
P8b	Limträpelare	Ej analys	Ja RF* k-btg. 90,8%	Nej	Lättklinkerfyllning. Sannolikt äldre åtgärdat läckage. Sannolikt även kapillär fuktbelastning från mark. Även fuktigt i underkant överbetong
P9b	K-betong (Konstruktionsbetong)	Ej analys	Indikationsmätning mot k-btg	Nej	Läckage från värmerör alternativ kapillär fuktbelastning från mark.

RF\*: Påräknad mätosäkerhet 3 %. Beakta även att uppmätt värde ligger utanför kalibreringsintervallet 75-95 % relativ fuktighet och därför kan ha högre mätosäkerhet än 3 %.



## Bedömda orsakssamband baserat på utförd undersökning

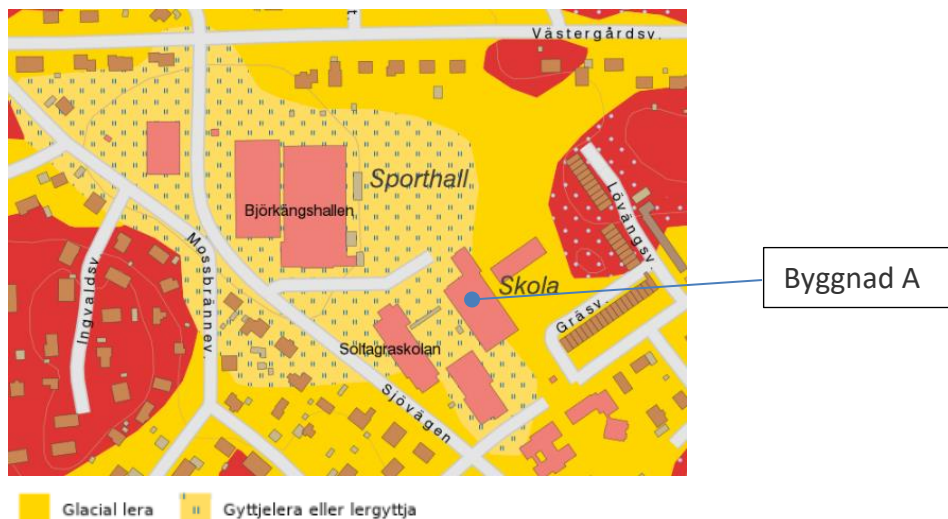
Drygt 50 % av analyserade materialprov uppvisar skador. Orsakerna till skadorna är varierande.

Golvsocklar i klassrummens entréer bedöms mer eller mindre generellt uppvisa skador från våta städmetoder och snösmältning från skor mm (provpunkt P4 2018 11 01). Städskador förekommer med stor sannolikhet relativt generellt även på väggsskivan bakom socklar (noterades tex i provpunkt P5b 2019 02 25).

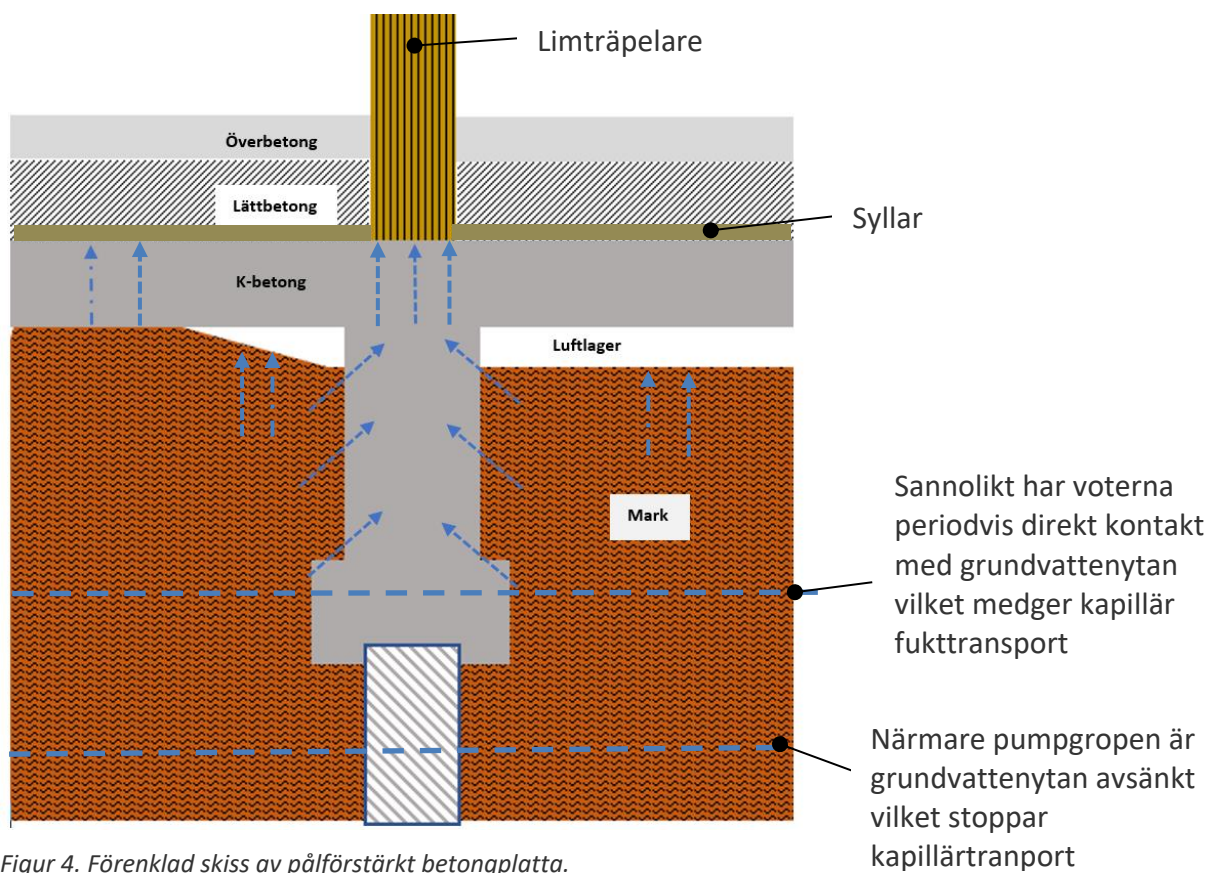
Skador från historiska vattenskadorna förekommer lokalt. (P1 2018 11 01, P2 2018 11 01, P5b 2019 02 25).

Skador på ytterväggssyllar och ingjutna limträpelare förekommer. Markytan ligger i vissa fall i jämnhöjd med syll, i vissa fall något under marknivå. Fuktbelastning från utifrån inläckande vatten, diffusionstransporterad fukt och fukt underifrån via kapillär uppsugning (se figur 4) bedöms vara skadeorsaker. För ingjutna limträpelare kan den alkaliska miljön ha hämmat mikrobiell tillväxt då fuktnivåer över kritiskt fukttillstånd uppmätts utan att skador påvisats vid analys (tex P6b 2019 02 25).

Skadorna och de rådande fuktförhållandena verkar ha samband med den lokala avsänkning av grundvattenytan som pumpgropan (placerad i den tillbyggda delens grund) kan förmodas åstadkomma. Innanför avsänkingsområdet (blå streckad cirkel i planskiss ovan) råder i dagsläget torra förhållanden och endast torra skador förekommer. Utanför avsänkingsområdet råder fuktiga förhållanden. Då jordartarten i området består av täta jordarter blir avsänkingsområdet för grundvattenytan relativt litet på grund av lerans låga genomsläpplighet för vatten (se figur 3).



Figur 3. Kartdata från Sveriges geologiska undersökning, SGU. Jordarter. Totalt Jorddjup ca 18 m.



Figur 4. Förenklad skiss av pålförstärkt betongplatta.

Det luftlager som genom marksättning/kompaktion bildats under betongplattan kan på vissa håll skydda mot diffusionstransporterad fukt (punktstreckade pilar) genom att fungera som en underliggande isolering. Luftlagret bryter även kapillärtransporterad fukt (streckade pilar). Vid markkontakt kan båda dessa transportmekanismer påverka konstruktionen.

Vid de pålförstärkta betongvoterna finns förmodligen en mer eller mindre kontinuerlig kontakt med grundvatten eller med mycket finkornigt jordmaterial vilket i så fall leder till att kapillärtransport sker uppåt i konstruktionen. Där avsänkning av grundvattenytan skett (del av byggnad A närmast pumpgropan) råder i dagsläget torra förhållanden i konstruktionsbetongen, vilket tyder på att uttorkning skett sedan avsänkningen av grundvattnet kom till.

Skador orsakade av läckage från värmerör är också konstaterat i ett fall (P1 2018 12 05) och även är möjligt vid provpunkterna P7b och P9b. Vid det tidigare konstaterade läckaget har läckage åtgärdats och golvkonstruktionen återställts. Det bör dock beaktas att det kvarstår en tydligt avvikande lukt i närområdet vilket tyder på att skador förekommer även utanför det nu åtgärdade området.

## Sammanfattning och diskussion avseende åtgärder

Den tekniska kunskapsnivån avseende inomhusmiljö ser kortfattat ut på detta sätt. Dos-respons samband saknas i princip helt när det gäller inomhusmiljöproblem i icke industriella miljöer. D.v.s. samband mellan hälsa och enskilda föroreningar, eller totalnivån föroreningar, saknas.

Följande regelverk kan ge en viss vägledning:

### ***Boverket, BBR 6.51***

*Byggnader ska utformas så att **fukt** inte orsakar **skador**, **lukt** eller **mikrobiell växt** som kan påverka hygien eller hälsa.*

### ***Folkhälsomyndigheten, FoHM***

*Det finns ett känt samband mellan fuktskador och upplevelser av besvär i inomhusmiljön. Därför bör fukt och mögelskador alltid åtgärdas.*

Det finns inga gränsvärden för t.ex. mängden mögel eller emissioner i inomhusmiljöer. Det finns däremot en bred enighet om att s.k. ”fuktiga byggnader” innebär en ökad risk för olika typer av inomhusmiljöproblem. Syftet med de mätningar som utförs i samband med en fuktskadeutredning/ inomhusmiljöundersökning är att identifiera förekomst av fuktskadade material, inte att bedöma risk. Risken är den fuktiga byggnaden. Material som tidigare varit fuktiga, och skadats av fukt, men som vid undersökningstillfället är torra innebär en risk. D.v.s. fukten kan betraktas om en initiator.

Baserat på det aktuella kunskapsläget bör således fukt och mögelskador alltid åtgärdas. Då skador i det aktuella objektet förekommer på syllar och ingjutet oskyddat trämaterial krävs omfattande åtgärder för att säkerställa inomhusmiljön. Liknande objekt har åtgärdats enligt principen nedan:

- Utbilning av överbetong och lättbetong
- Rivning av ytterväggsyllar i kontakt med k-betong
- Ny ytterväggsyll höjs upp till golvnivå och placeras på en gjuten eller murad klack och fuktskyddas.
- Eventuella mellanväggsyllar i kontakt med k-betong rivs. Nya syllar höjs upp och placeras på en gjuten eller murad klack (helst upp till golvnivå) alternativt ovan kapillärbrytande distanser (något sämre säkerhet).
- Limträpelare saneras mekaniskt, kapas nedtill och placeras på kapillärbrytande distans från konstruktionsbetong.
- Ett mekaniskt ventilerat luftspaltsbildande golv monteras med hängande isolering under golvsivor (typ Granab eller Nivell).

Att placera ett mekaniskt ventilerat luftspaltsbildande golv direkt ovan befintlig golvkonstruktion bedöms inte vara en tillräckligt säker åtgärdsmetod. Lågbyggande ventilerande golv tätas alltid av en bit från golv/väggvinkel, pelare mm. Det bildas då en så kallad randzon, dvs en oventilerad del av golvytan där luktande och irriterande ämnen via otätheter kan nå vistelsezonen. Det samma gäller för spridning via väggar.

Ovanstående är som sagt mycket omfattande åtgärder som måste detaljprojekteras och kräver omplacering av verksamheten vid genomförande. Görs detta så bedöms dock byggnaden kunna få en långsiktig god inomhusmiljö. I samband med en så pass stor sanering och ombyggnad bör även tilläggsisolering av ytterväggar och tak genomföras.

### **Tillfälliga åtgärder**

Det har enligt uppgift förts diskussioner i kommunen om att objektet i fråga eventuellt skall rivras inom några års sikt. Om så är fallet bedöms åtgärder enligt ovan inte vara ekonomiskt rimliga. För att tillfälligt (något till maximalt några år) förbättra inomhusmiljön i objektet kan vissa åtgärder genomföras som bedöms ha en positiv effekt på inomhusmiljön. Åtgärdernas effekt måste dock följas upp förslagsvis via enkät.

### **Komplettering av städrutiner**

Tätare städning på golvytor. Städningen bör kompletteras så att dammtorkning utförs på ytor som annars inte städas (bord, hyllor, skåp, dörrkarmar etc.). Dammsugning av stolsitsar, stoppade möbler, och textilier bör även ingå i städrutinerna.

### **Ökad luftomsättning**

För att späda en förorening kan man öka luftomsättningen i lokalerna i den mån ventilationssystemet tillåter detta. Enligt uppgift har nattsänkningen på allmänventilationen redan slopats vilket är en positiv åtgärd. Ytterligare förbättring kan dock ske om även luftomsättningen kan ökas.

### **Invändigt övertryck**

Med befintligt ventilationssystem åstadkoms, om det är möjligt, ett invändigt övertryck dvs överskott på tilluft i förhållande till frånluft (ca 5–10%). Åtgärden minskar inläckage via otätheter då luft i stället pressas ut genom konstruktionen. Detta medför även att inomhusluft (med större fukttinnehåll än i utomhusluften under merparten av året) som pressas ut i konstruktionen kan uppnå hög relativ fuktighet och eventuellt daggpunktstemperatur vilket på sikt kan leda till skador i byggnadens klimatskal (ytterväggar, tak). Då aktuell verksamhet i objektet inte är fuktalstrande (skolmiljö) och om åtgärden endast skall fungera under en begränsad period bedöms metoden dock kunna vara befogad.

## Gymnastiksalsbyggnad

På uppdrag av beställaren genomfördes sondborring i intilliggande gymnastiksalsbyggnad för att avgöra om denna byggnad har motsvarande golvkonstruktion som byggnad A.

Vid ett antal sondborringar i omklädningsrum konstaterades ca 100 mm överbetong följt av ca 200 mm lättbetong följt av en konstruktionsbetong dvs samma konstruktion som i hus A. I gymnastiksalen är det dock möjligt att det i stället för lättbetong rör sig om en uppreglad konstruktion direkt ovan konstruktionsbetongen.

**Stockholm 2019-03-15**

Bengt Dahlgren AB



Peter Carlsson  
08 452 62 23  
Peter.carlsson@bengtdahlgren.se

Granskad av



Karolina Jernelid

### Bilagor

<b>Titel</b>	<b>Antal sidor</b>
Fuktmättningsprotokoll	2 sidor
Analys svar ALS	5 sidor