

Tilläggsmätningar till SBUF 13560 Framtidens golvsystem med modern, tät betong

Slutrapport

Marcin Stelmarczyk, The Green Dragon Magic
Ted Rapp, Byggföretagen
Hans Hedlund, Skanska Sverige AB
Fredrik Gränne, NCC Sverige AB
Mattias Gunnarsson, Peab Sverige AB

2022-11-02

Förord

Projektets arbetsgrupp vill rikta ett stort och varmt tack till samtliga deltagare i projektet. Ett särskilt tack för bidrag till projektresultaten i allmänhet och tolkningen av mätresultat i synnerhet riktas till:

Ingrid Johansson, Polygon | AK

Jan Kristensson, Chemik Lab AB

Liselott Egelrud, IVL Svenska Miljöinstitutet AB

Projektets arbetsgrupp vill slutligen rikta ett stort och varmt tack till SBUF för finansiering av detta projekt.

Sammanfattning

Denna delrapport sammanfattar projektet SBUF 14073, som är en direkt fortsättning på SBUF 13560 och dess praktiska försök med mätning av fukttillstånd och emissioner i golvsystem med modern tät betong. Detta projekts bakgrund och syfte beskrivs översiktligt. Genomförandet redovisas samt resultat presenteras mot bakgrund av resultaten tidigare erhållna i SBUF 13560. De erhållna resultaten analyseras och diskuteras där skillnader i beteende mellan olika golvmaterial observeras. Slutligen konstateras det att slutsatser tidigare dragna i SBUF 13560 kvarstår:

- Konceptet som försöker utnyttja tätheten i betong i kombination med porös avjämning, som föreslagits i SBUF 13354, konstateras validerat i verkligheten.
- Samtidigt sker det en ackumulering av emissioner i avjämning, som inte kan relateras till en klassisk golvskada eller ett utförandefel.
- Svårigheter med tolkning av resultat från kammarmätningar observeras.
- Uttorkningskrav på ekvivalent djup konstateras ha spelat ut sin roll baserat på resultaten från de studerade materialkombinationerna.

Även redan presenterade rekommendationer i SBUF 13560 konstateras fortfarande vara relevanta där branschen uppmanas till att i närtid adressera frågorna:

- Hur skall man över huvudtaget förhålla sig till ackumulerade emissioner under ytskikten som uppstår trots god fuktsäkerhet?
- Kan man minska ytskiktens och limmens känslighet för hydroxidjoner och den miljö som skapas av rimligt väl uttorkad betong och avjämning?
- Vad en golvskada egentligen är och när föranleder den reparationsansvar från entreprenören?

Slutligen behövs mer kunskap kring nonanoler som nedbrytningsprodukt och emissionsämne.

Innehållsförteckning

| | |
|-------------------------------------------------------------|----|
| Förord..... | 1 |
| Sammanfattning..... | 2 |
| Innehållsförteckning..... | 3 |
| 1 Inledning..... | 5 |
| 1.1 Bakgrund och syfte..... | 5 |
| 1.2 Rapportens struktur..... | 5 |
| 2 Projektens genomförande..... | 6 |
| 2.1 Fortsättning på mätningarna i SBUF 13560..... | 6 |
| 2.2 Styrgruppsmöte..... | 6 |
| 2.3 Profilmätning..... | 6 |
| 3 Resultat..... | 7 |
| 3.1 Fukt..... | 7 |
| 3.2 Emissioner ovanför ytskikten..... | 7 |
| 3.3 Emissioner under ytskikten..... | 9 |
| 3.4 Emissionsprofiler i betong..... | 13 |
| 4 Analys och diskussion..... | 16 |
| 4.1 Bilden i stort..... | 16 |
| 4.2 Bakomliggande fenomenologi..... | 16 |
| 4.3 Utvecklingen i detalj..... | 18 |
| 4.3.1 Tremånadersobjekt..... | 18 |
| 4.3.2 Sexmånadersobjekt..... | 18 |
| 4.3.3 Referensobjekten..... | 19 |
| 4.3.4 Profilmätningar av emissioner..... | 19 |
| 5 Slutsatser..... | 20 |
| 5.1 Konceptet avseende fukt och fukttransport fungerar..... | 20 |
| 5.2 Svårigheten med att tolka kammarmätning..... | 20 |
| 5.3 Emissioner under ytskikt trots god fuksäkerhet..... | 20 |
| 5.4 Uttorkningskrav på ekvivalent djup irrelevant..... | 21 |
| 6 Rekommendationer..... | 22 |
| 6.1 Huvudfrågor..... | 22 |
| 6.2 Nonanolers beteende..... | 22 |

| | |
|------------------------|----|
| Referenser | 23 |
| Bilageförteckning..... | 23 |

1 Inledning

1.1 Bakgrund och syfte

Denna slutrapport dokumenterar projektet SBUF 14073, som är en direkt fortsättning på SBUF 13560. Syftet med detta projekt var att komplettera de mätningar av fuktförhållanden samt emissioner i golvsystem som utfördes inom SBUF 13560. Mätobjekten medgav möjligheten till ytterligare en omgång mätningar vilket utfördes 36 månader efter mattläggning för resp. objekt. Ytterligare komplettering av de befintliga mätresultaten utfördes genom en s.k. profilmätning av emissioner för några av objekten, för att fastställa omfattningen av emissionernas inträngning i den moderna täta betongen jämfört med referensbetongen.

1.2 Rapportens struktur

Rapporten är uppdelad i sex delar:

- Inledning
- Projektets genomförande – här redovisas det arbetet som utfördes under projektet.
- Resultat – här redovisas en övergripande bild av resultaten. För detaljer se rapportens bilagedel.
- Analys och diskussion – mätresultaten analyseras och diskuteras i syfte att förstå händelseförloppet i mätobjekten och bakomliggande anledningar.
- Slutsatser – sammanfattning av analysen och diskussionen i konkreta slutsatser baserade på projektets mätningar
- Rekommendationer – här redovisas vad projektet rekommenderar avseende uppföljningsarbete.

Denna rapport innehåller även en bilaga med detaljerad redovisning av mätresultat.

2 Projektens genomförande

2.1 Fortsättning på mätningarna i SBUF 13560

Syftet med detta projekt var att komplettera mätningarna av fukt och emissioner i SBUF 13560 som sträckte sig till tidpunkten 24 månader efter mattläggning. Ytterligare en mätomgång utfördes ett år senare, dvs. vid 36 månader efter mattläggning för samtliga mätobjekten. Betongplattorna med avjämning och pålagt ytskikt övertogs från SBUF 13560. Lagringen av dessa fortsatte i Byggföretagens regi och mätning av fukt och emissioner utfördes i enlighet med förfarandet i SBUF 13560. För detaljer gällande:

- Använda material
- Framtagning och konditionering av betongplattor
- Avjämning samt beläggning med ytskikt
- Använda mät- samt analysmetoder

hänvisas läsaren till slutrapporten i SBUF 13560 del 2.

2.2 Styrgruppsmöte

I projektets början, 2022-01-17, genomfördes ett styrgruppsmöte där projektplanen diskuterades. Då projektet övertog mätobjekt och mätschema från SBUF 13560 hade projektet egentligen redan startat med de första mätningarna enligt schema.

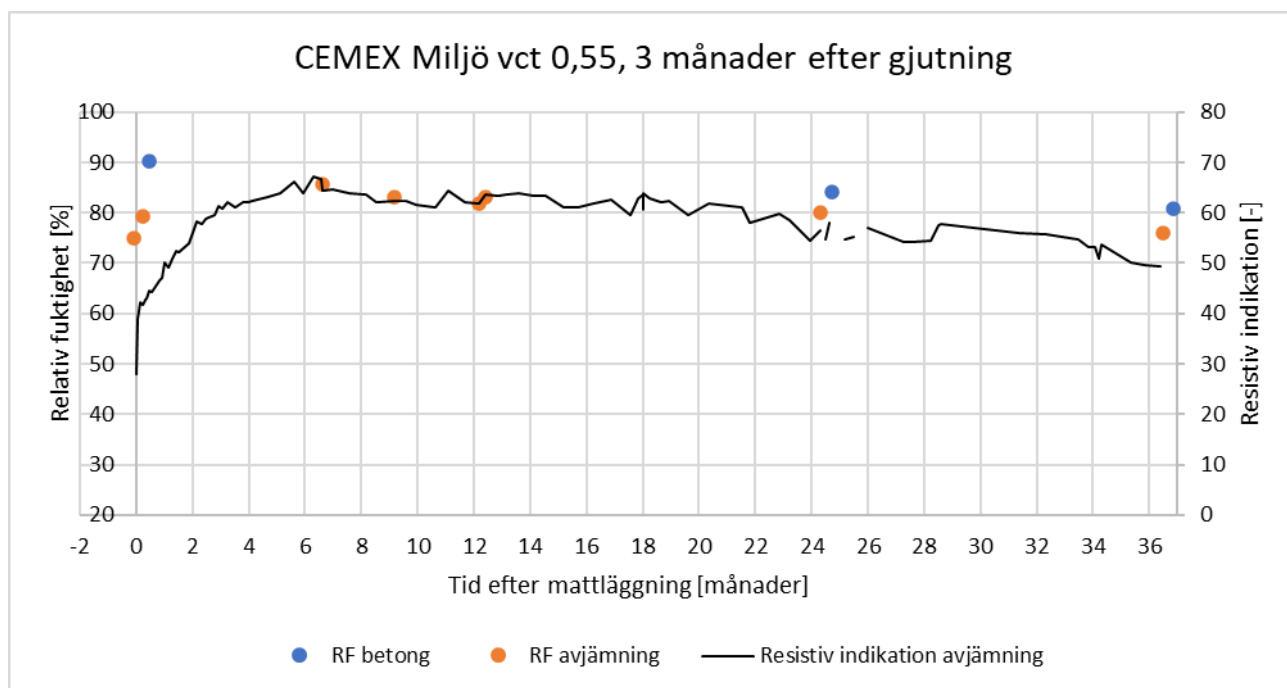
2.3 Profilmätning

Ett nytt inslag inom detta projekt var profilmätningar. I syfte att kontrollera huruvida emissionerna hade svårigheter med att tränga in i den nya moderna betongen utfördes för några av objekten så kallade profilmätningarna i betongdelen, under eventuell avjämning. Borrprov togs genom betongens hela tjocklek, dvs. 110 mm. Proven delades sedan i fyra ungefär lika stora delar och kammarmätning utfördes på samtliga delarna från olika djup. Profilmätningarna är utförda vid 36 månader efter mattläggning för resp. objekt precis som de andra mätningarna i detta projekt.

3 Resultat

3.1 Fukt

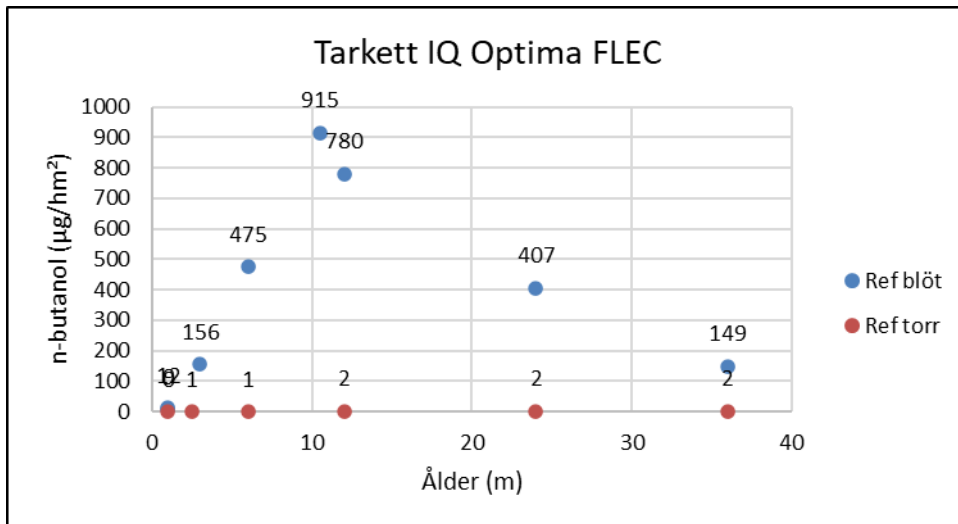
Samtliga utförda fuktmätningarna i både avjämning (uttaget prov) och i betong (monterad givare) följer samma mönster. Objekten fortsätter genomgå en långsam uttorkning och det syns inte några spår av omfördelning av fukt inom plattor med modern, tät betong. Exempel på ett typiskt fuktförlopp ges i Figur 1. Detta är som predikerat av simuleringarna i SBUF 13354!



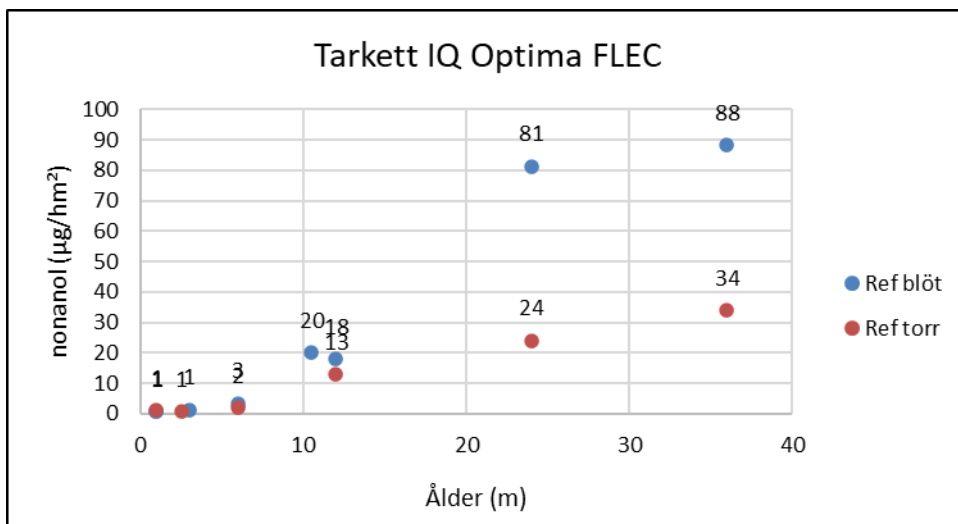
Figur 1. Relativ fuktighet i betong, avjämning samt resistiv fuktindikation i avjämning som funktion av tid efter matläggning för betong med CEMEX vct 0,55, självuttorkad i 3 månader före avjämning.

3.2 Emissioner ovanför ytskikten

Emissioner på ovasidan av referensobjekten fortsätter i enlighet med de trender som registrerats tidigare. För n-butanol och 2-etylhexanol avtar emissionerna från höga nivåer för den blöta referensen resp. fortsätter på låg nivå från den torra, se Figur 2 där emissioner för n-butanol visas. För nonanolerna sker det en långsam tillväxt av nivåerna, se Figur 3.

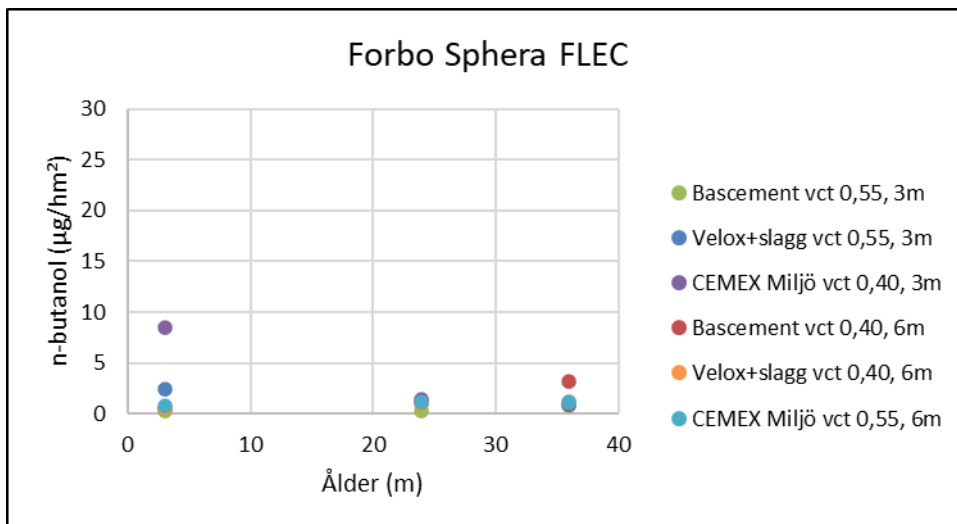


Figur 2. Emissioner av n-butanol på ovansidan (FLEC) av referensobjekten med Tarkett iQ Optima som ytskikt.



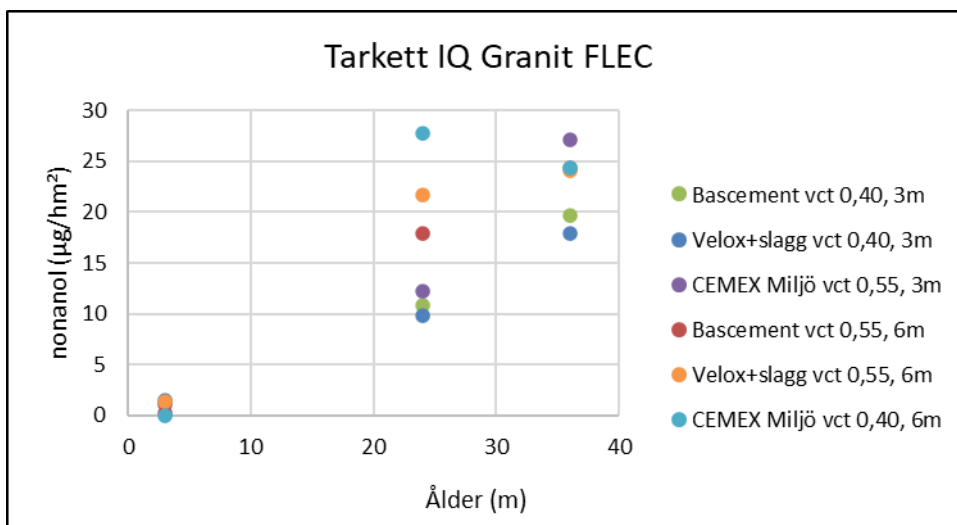
Figur 3. Emissioner av nonanoler på ovansidan (FLEC) av referensobjekten med Tarkett iQ Optima som ytskikt.

När det kommer till mätobjekten med modern tät betong fortsätter emissionerna av n-butanol samt 2-etylhexanol på ovansidan (FLEC) att vara mycket låga. Exempel på detta ges i Figur 4 med n-butanol, som förväntas från limmets hydrolys, för samtliga betongplattor med Forbo Sphera som ytskikt.



Figur 4. Emissioner av n-butanol på ovansidan (FLEC) av mätobjekt med modern tät betong och Forbo Sphera som ytskikt.

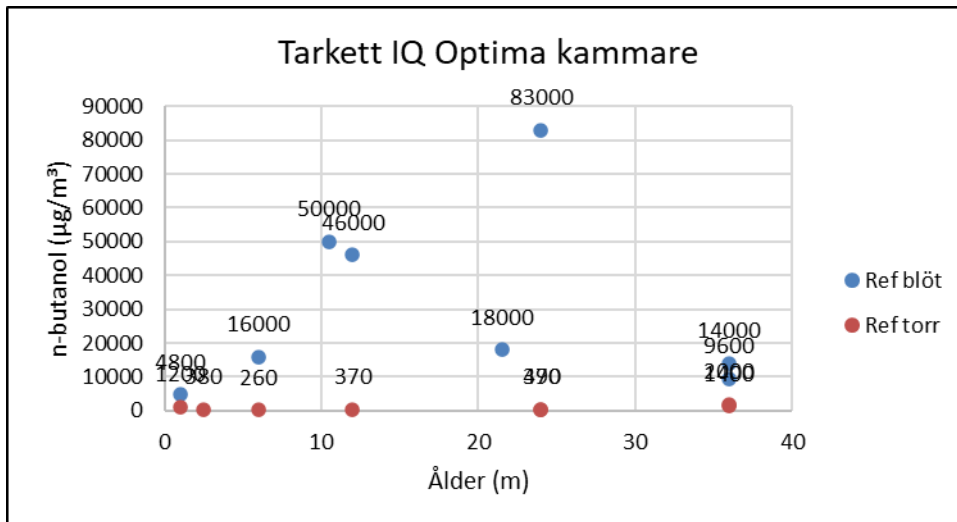
Emissioner av nonanoler från ytskikt med DINCH som mjukgörare, se Figur 5, är också under laboratoriets praktiska gräns (ca 34 µg/hm²), se bilaga 1 i slutrapporten för SBUF 13560 för detaljer om gränser. Den möjlig växande tendens som indikerades tidigare verkar för vissa objekt ha övergått i en mer stabil nivå medan den för andra fortfarande kvarstår.



Figur 5. Emissioner av nonanoler på ovansidan (FLEC) av mätobjekt med modern tät betong och Tarkett IQ Granit som ytskikt.

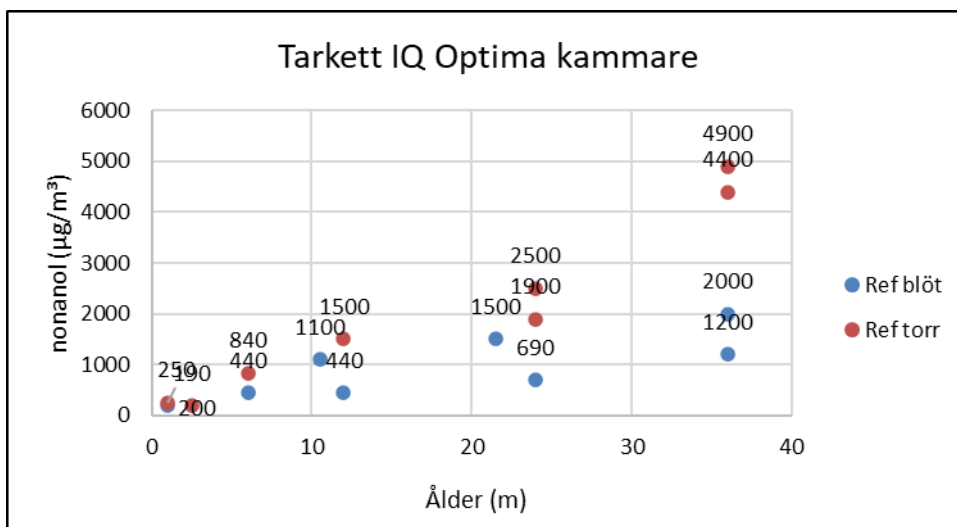
3.3 Emissioner under ytskikten

Bilden av emissionerna under ytskikten fortsätter att vara mycket mer komplex än den på ovansidan. Emissionerna av n-butanol i den blöta referensplattan minskar betydligt medan det sker en förhöjning för den torra referensen, se Figur 6. När det gäller 2-etylhexanolen från limmet minskar nivån för den blöta referensen kraftigt medan den för den torra ligger lika lågt som tidigare.



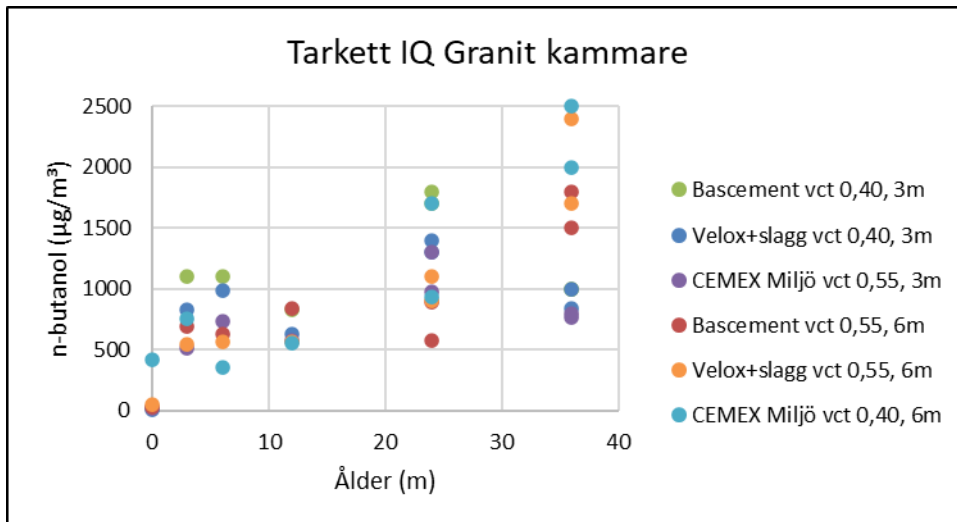
Figur 6. Emissioner av n-butanol under ytskiktet (kammarmätning) för referensobjekten med Tarkett iQ Optima som ytskikt.

När det gäller den förväntade emissionen från ytskiktet för referensobjekten, nonanolerna, ger kammarmätningarna en annorlunda bild, se Figur 7. Den växande trenden håller i sig. Vad som dock inte var förväntat är att nivån för den torra referensen överstigen nivån för den blöta.



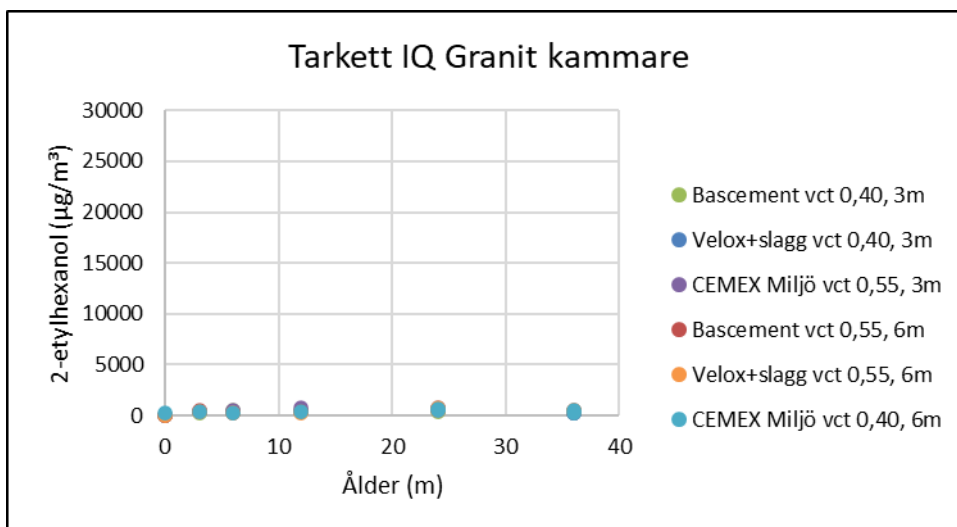
Figur 7. Emissioner av nonanol under ytskiktet (kammarmätning) för referensobjekten med Tarkett iQ Optima som ytskikt.

För betongplattorna med den moderna täta betongen är utvecklingen av emissionsbilden också differentierad. När det gäller emissioner av n-butanol är tendensen att nivån stabiliseras eller minskar något för tremånadersplattorna samtidigt som sexmånadersplattorna ökar i nivå. En sammanställning för objekt med Tarkett iQ Granit visas i Figur 8 och liknande bild gäller även för plattor med Forbo Sphera.



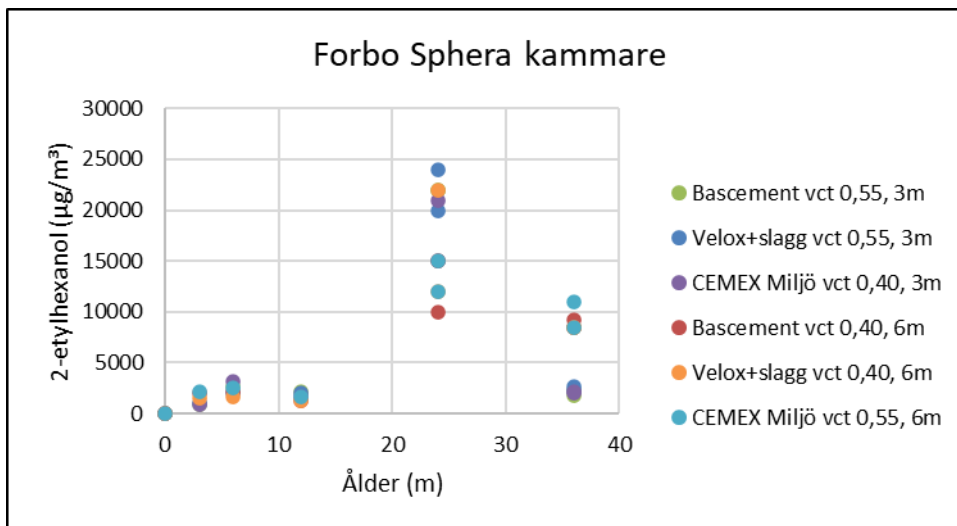
Figur 8. Emissioner av n-butanol under ytskiktet (kammarmätning) för plattor med modern tät betong och Tarkett IQ Granit som ytskikt.

Samma tendens förekommer inte avseende 2-etylhexanolen som limemission, vilket kan ses i sammanställningen för plattor med Tarkett IQ Granit, där 2-etylhexanol inte förväntas från ytskiktet utan endast från limmet, se Figur 9.



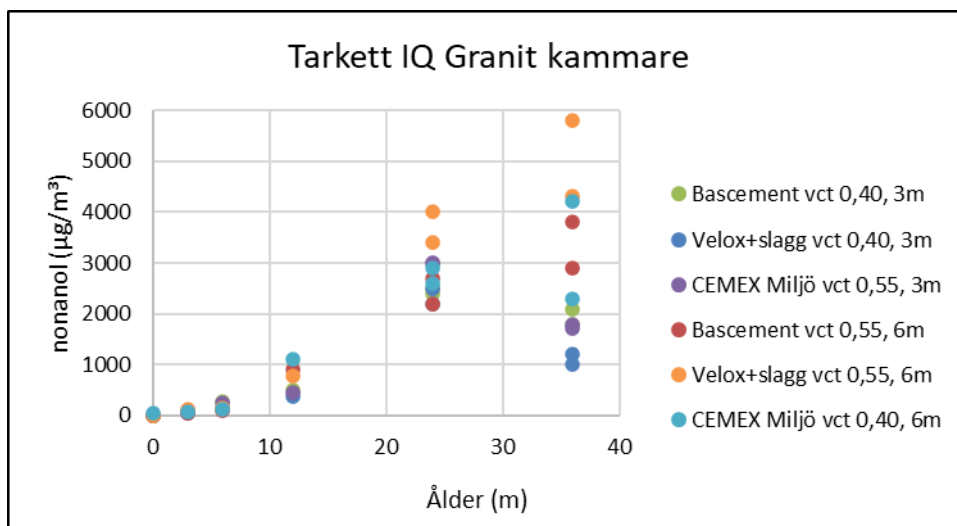
Figur 9. Emissioner av 2-etylhexanol under ytskiktet (kammarmätning) för plattor med modern tät betong och Tarkett IQ Granit som ytskikt.

Emissioner avseende 2-etylhexanol från nedbrytning av ytskikt för modern tät betong sammanställs i Figur 10. De överraskande höga värden efter två år har minskat, i vissa fall påtagligt.



Figur 10. Emissioner av 2-etylhexanol under ytskiktet (kammarmätning) för plattor med modern tät betong och Forbo Sphera som ytskikt.

Emissioner av nonanoler från Tarkett IQ Granit, se Figur 11, uppvisar en differentiering liknande den för n-butanol. Nivåer för tremånadersplattor minskar och nivåer för sexmånadersplattor ökar.



Figur 11. Emissioner av nonanoler under ytskiktet (kammarmätning) för plattor med modern tät betong och Tarkett IQ Granit som ytskikt.

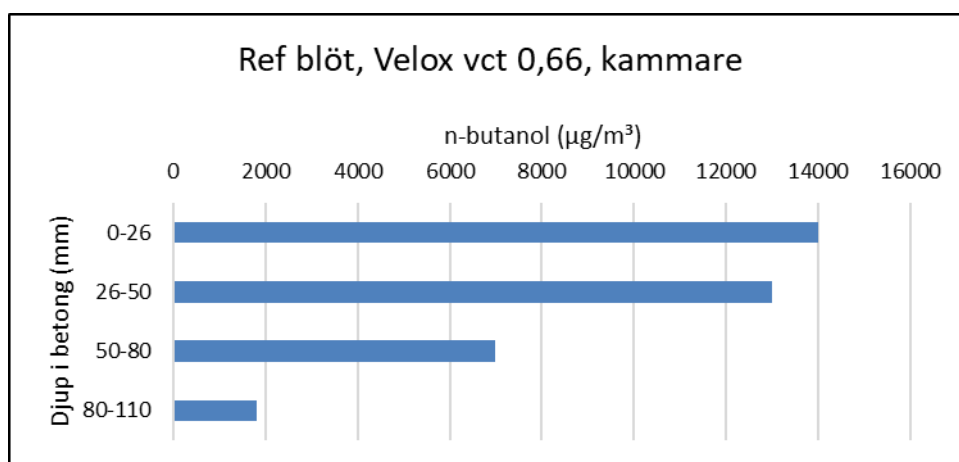
Som jämförelse med emissionsnivåer ovan redovisas även värden för ett delobjekt där avjämning (ca 17 mm tjock) lades ut på metallfolie, uttorkades till en nivå av 62,8 +/- 1,8 % RF och därefter limmades ytskikt (Forbo Sphera) på avjämningen. Objektet innehåller således inte någon betong, som potentiell källa till hydroxidjoner eller fukt. Även här verkar nivåerna för n-butanol ligga kvar som tidigare medan de extrema värdena för 2-etylhexanol minskar påtagligt.

| Objekt / mätning | Ålder (m) | Emissioner | | |
|----------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------------------|-------------------------|----------------------|
| | | n-butanol | 2-etylhexanol | nonanoler |
| Avjämnning på metallfolie med lim och Forbo Sphera, mitten / kammarmätning | 27,5 | 990 µg/m ³ | 14000 µg/m ³ | 0 µg/m ³ |
| Avjämnning på metallfolie med lim och Forbo Sphera, kant / kammarmätning | 27,5 | 810 µg/m ³ | 14000 µg/m ³ | 0 µg/m ³ |
| Avjämnning på metallfolie med lim och Forbo Sphera / kammarmätning | 36 | 840 µg/m ³ | 2000 µg/m ³ | 32 µg/m ³ |
| Avjämnning på metallfolie med lim och Forbo Sphera / kammarmätning | 36 | 750 µg/m ³ | 1600 µg/m ³ | 28 µg/m ³ |

Tabell 1. Emissioner från kammarmätningar på specialobjekt.

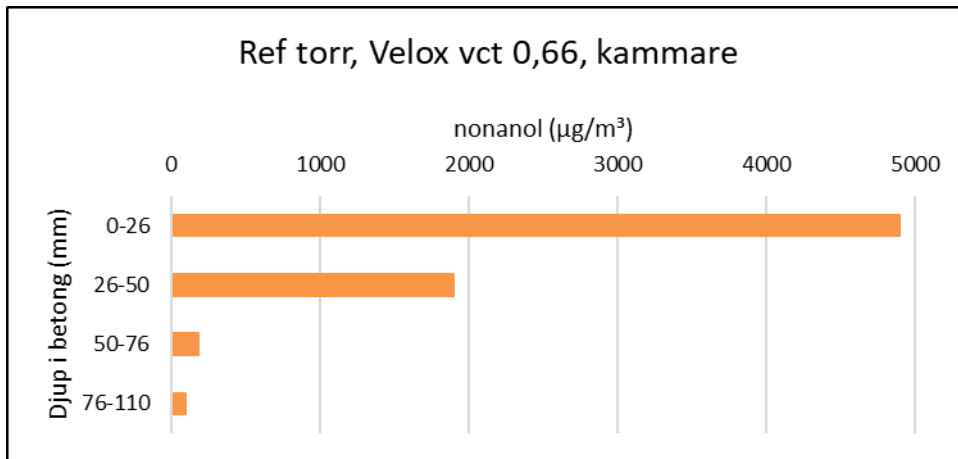
3.4 Emissionsprofiler i betong

Som beskrivet i kapitel 2.3 utfördes även profilmätning av emissioner i betong för ett antal objekt. När det gäller referensplattorna är det översta lagret av betong i direktkontakt med limmet, då dessa objekt inte innehöll någon avjämnning. Som förväntat syns en god inträngning för emissionerna, se t.ex. Figur 12. Ju mindre emissionsmolekyl desto djupare inträngning tycks erhållas, vilket också verkar rimligt.



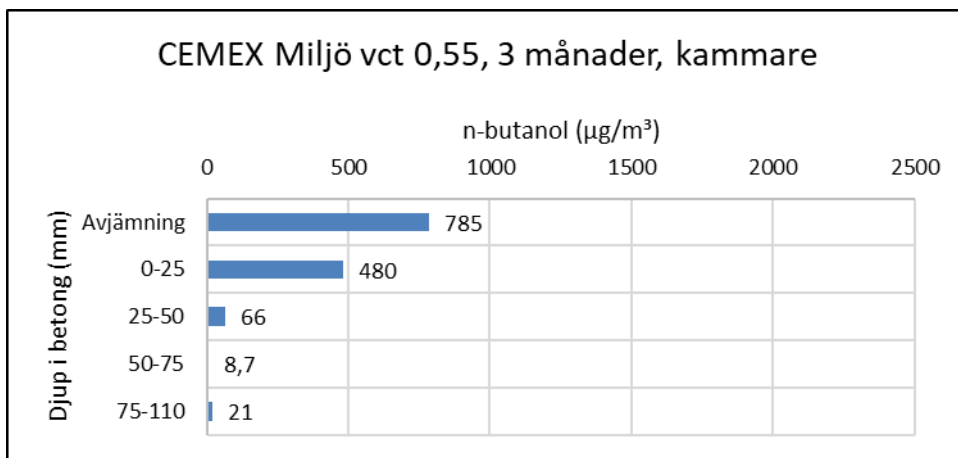
Figur 12. Emissionsprofil i betong för n-butanol i den blöta referensplattan, 36 månader efter mattläggning.

Ett mer förvånande resultat kan dock vara en högre emissionsnivå i den torra referensen för nonanoler, se Figur 13, vilket redan indikerats tidigare vid jämförelse mellan plattorna i Figur 7.

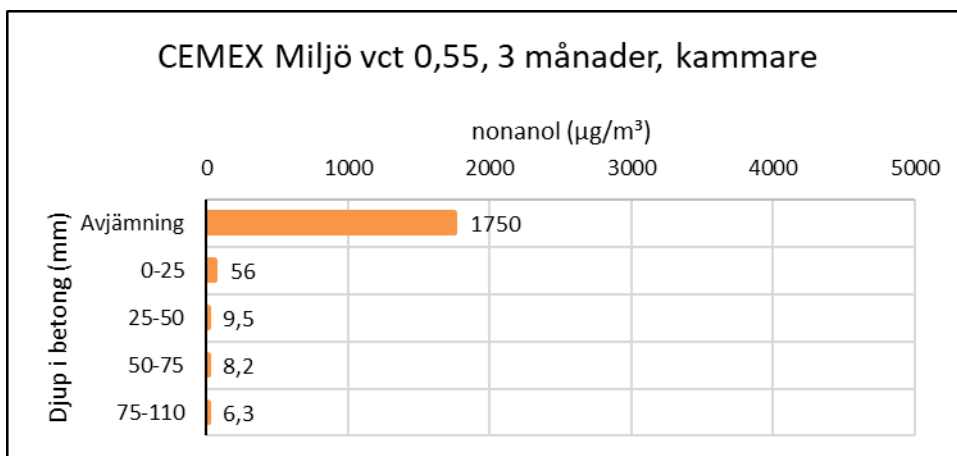


Figur 13. Emissionsprofil i betong för nonanoler i den torra referensplattan, 36 månader efter mattläggning.

För objekten med den moderna täta betongen ser profilerna annorlunda ut. Den täta betongen hindrar inträngning av emissionerna och högre nivåer syns endast i det första lagret som är i direktkontakt med den porösa avjämnningen. Ett exempel på en sådan profil ges i Figur 14 för n-butanol och ett i Figur 15 för nonanoler för ett av fyra objekt som profilmätningarna utfördes på. De övriga emissionerna skiljer sig inte i huvudsak från dessa bilder.

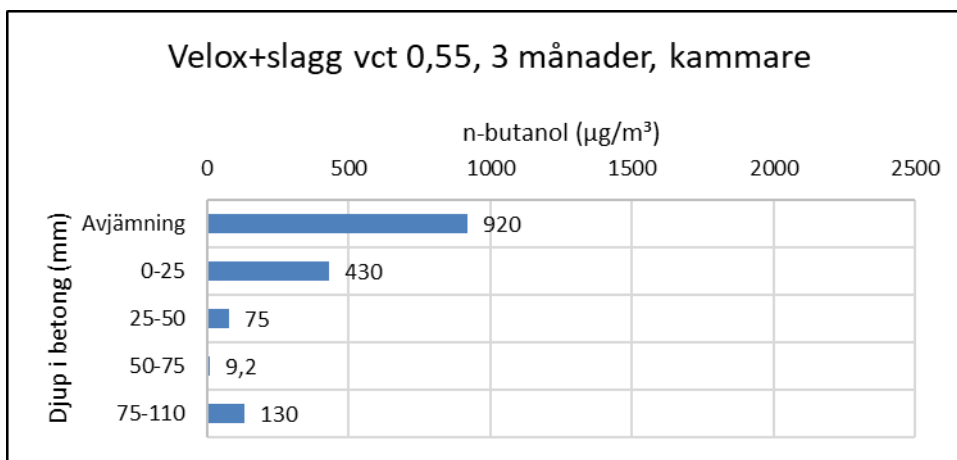


Figur 14. Emissionsprofil i betong för n-butanol i tremånaders CEMEX Miljö vct 0,55, 36 månader efter mattläggning. Värdet för avjämnning är ett medelvärde av två mätningar.



Figur 15. Emissionsprofil i betong för nonanoler i tremånaders CEMEX Miljö vct 0,55, 36 månader efter matläggning. Värdet för avjämnning är ett medelvärde av två mätningar.

Ett misstänkt fel i ett av resultaten bör även uppmärksammas. Det gäller profilen för tremånaders Velox+30% slagg vct 0,40. Det understa lagret uppvisar i likhet med det översta högre värden för n-butanol och 2-etylhexanol än de två mittre, se exempel i Figur 16. Efter kontroll att förväxling inte ägt rum kan projektet inte förklara detta på annat sätt än genom någon form av läckage runt plattan, medförande kontaminering av det undre provet. Då mellanlagren är så mycket lägre än de yttre två är det inte rimligt att tolka hela bilden som resultat av transport av emissioner igenom plattan.



Figur 16. Emissionsprofil i betong för n-butanol i tremånaders Velox+30% slagg vct 0,40, 36 månader efter matläggning. Värdet för avjämnning är ett medelvärde av två mätningar.

4 Analys och diskussion

4.1 Bilden i stort

Inledningsvis kan konstateras att i likhet med resultaten från SBUF 13560 föreligger inga fuktrelaterade problem eller förhöjda emissioner ovanpå ytskikten (FLEC) för objekten med modern tät betong. Höga emissionsvärden ovanpå ytskiktet för den blöta referensplattan var förväntade. Det kan även konstateras att de mycket höga emissionsnivåerna av 2-etylhexanol under Forbo Sphera 24 månader efter gjutning har minskat betydligt 12 månader senare.

Samtidigt fortsätter emissionsnivåer under ytskikten att växa för n-butanol samt nonanoler för vissa av objekten, huvudsakligen plattorna där avjämning och mattläggning skett 6 månader efter gjutning. Det väcker också uppmärksamhet att emissioner av nonanoler ovanpå och under ytskikten för bägge referensplattorna fortsätter att växa.

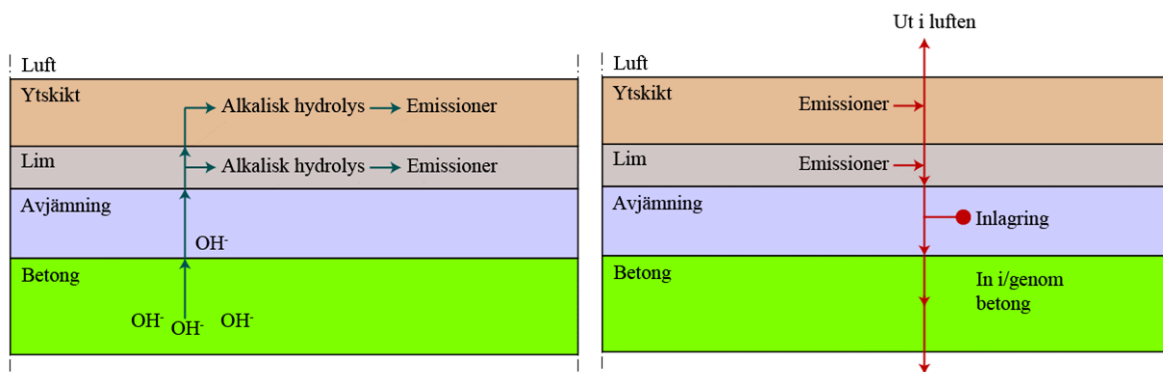
4.2 Bakomliggande fenomenologi

När det gäller tolkningen av vad som sker över men kanske främst under ytskikten och den bild som ges av kammarmätningarna i avjämning, betongyta samt betongprofil blir utmaningen mer komplex, även här mycket i likhet med resultaten i SBUF 13560. Analysdelen av slutrapporten i SBUF 13560 har redan identifierat och förklarat en rad olika faktorer som påverkar både nedbrytningen genom alkalisk hydrolys samt inlagring och transport av emissioner i golvet och till luften, se Figur 17.

Som sammanfattande repetition kan nämnas:

- **De cementbaserade materialens förmåga att generera hydroxidjoner** – detta är kärnan i vad som krävs för att alkalisk hydrolys skall äga rum. Både betong och avjämning förser golvsystemet med hydroxidjoner. Betongen har normalt en större kapacitet att göra detta på grund av sin höga pH men som mätningen på objektet med ytskikt limmad på endast avjämning visat, genereras höga emissionsnivåer under ytskiktet även utan betong.
- **De cementbaserade materialens förmåga att transportera hydroxidjoner** – här spelar porsystemen i betong och avjämning en nyckelroll samt hur vattenfyllda de är då hydroxidjoner kräver vatten som medium för transport. Avjämning har i regel ett öppnare porsystem än betong i allmänhet och modern tät betong i synnerhet. För att begränsa jontransporten krävs uttorkning av både betong och avjämning med maximalt tillåten relativ fuktighet. Även här har mätningen på objektet med ett ytskikt limmat endast på avjämning visat att höga emissionsnivåer genereras under ytskiktet. Detta trots att avjämningen är uttorkad till ca 63% RF innan mattlimning, vilket med marginal understiger de krav som ställs idag.
- **Nedbrytningsreaktionerna i lim och ytskikt** – alkalisk hydrolys är en nedbrytningsreaktion som angriper olika molekyler i bindemedel i lim samt mjukgörare i ytskikten. Den genererar olika produkter, i detta fall n-butanol, 2-etylhexanol samt nonanoler. Beroende av limmets och ytskiktets sammansättning kommer olika emissionsämnen att frigöras. Även kinetiken för dessa reaktioner, dvs. hur fort de sker och vad hastigheten i nedbrytningen är beroende av, är olika för varje reaktion. Detta innebär att alla emissioner inte nödvändigtvis kommer samtidigt och intensiteter i reaktionerna kan vara väldigt olika beroende på koncentrationen av hydroxidjoner.

- **De cementbaserade materialens förmåga att transportera och lagra in emissioner** – här spelar porsystemen i avjämning och betong en nyckelroll igen. Transporten av emissioner sker främst genom luft, dvs. i de delar av porsystemen som inte är vätskefyllda. Vissa emissionsmolekyler, som n-butanol, har en viss löslighet i vatten och kan transporteras även i de vätskefyllda delarna. Inlagring av emissioner sker huvudsakligen i luften i porsystemen samt genom adsorption till porväggar, vilket endast kan ske i de porerna som är tömda på vatten. För de molekyler som är vattenlösliga kan inlagring även ske i vattnet i de fyllda delarna av porsystemen. När det gäller adsorption till porväggar finns det en maximal mängd molekyler som kan lagras. När dessa mättas kommer inlagring endast att fortsätta ske i luften och då kan koncentrationerna som mäts upp i kammartester stiga på ett oproportionerligt sätt jämfört med hur mycket som verkligen lagras in. Avjämning, som i regel är porösare än betong, ger större förutsättning både för inlagring och transport av emissioner. Man skall dock komma ihåg att även vatteninnehållet i porsystemen samt molekylers storlek och vattenlöslighet påverkar inlagringen och transporten.
- **Ytskiktens genomsläpplighet för emissioner** – emissioner kan även transporteras genom ytskikten till luften ovanför golvet. I vilken omfattning denna transport sker beror dels på skillnaden i koncentration under och över ytskikten samt på ytskiktets förmåga att transportera dessa molekyler. Denna förmåga kan variera mellan olika emissionsämnen och ytskikt och är i regel inte densamma som transportförmågan för fukt.



Figur 17. Schematiska bilder över hur emissioner på grund av alkalisk hydrolys uppstår i golvsystem (vänster) samt var de sedan kan ta vägen (höger)

Vid analys av emissionsbilden tre år efter mattlimning bör några fenomen till uppmärksammas, då de har en inverkan på just utvecklingen av emissionerna:

- **Långsam uttorkning** av hela golvsystemet samt frånvaro av fuktomfördelning i den moderna täta betongen bör bidra till en minskning av transport av hydroxidjoner från underlaget till limmet och ytskiktet.
- **Åldrande betong** som inte utsätts för nedbrytning har också en tendens att bli tätare, vilket bidrar till en minskning av transport av hydroxidjoner från underlaget till limmet och ytskiktet. Se gärna Olsson m.fl. 2018 där desorptionskurvor fr olika åldrar jämförs med tydlig förskjutning av porvolym för de äldre betongerna till porer med smalare öppningar, vilket medför lägre transportförmåga för vatten och joner som använder vatten som medium.
- **Kinetik** - Alla molekyler som går att bryta ner med alkalisk hydrolys reagerar inte lika enkelt. Fysiska förutsättningar kan skilja på mikronivå. Då både limmet och ytskikten är

sammansatta material på molekylär nivå, kommer hydroxidjoner ha olika förutsättningar att transporteras till de molekyler där hydrolys kan ske. Det kan även finnas skillnader rent kemiskt, dvs. det kan krävas att molekylerna innehåller olika energier för att överkomma energibarriären för reaktionen. Sammanfattningsvis kan sägas att de molekyler som är enklast att bryta ner kommer att gå åt först. Detta påverkar reaktionens kinetik, dvs. hastighet, och medför att hydrolysen kommer att gå långsammare med tiden. Fenomenet kan dock inverka olika mycket på olika reaktioner.

- **Nedbrytning av lim och ytskikt** kommer att öppna upp dessa material och påverka transport av ämnen genom dessa. Detta kan både underlätta för hydroxidjonerna att nå in i limmet och mattan men även för emissioner att transporteras ut från golvet till luften. Då omfattande hydrolys inte misstänks i objekten med modern tät betong bör denna effekt inte vara särskilt stor. Det är dock svårt att kvantifiera den.

4.3 Utvecklingen i detalj

4.3.1 Tremånadersobjekt

För tremånadersplattorna med modern tät betong har samtliga av de förväntade emissionerna under ytskikten minskat eller så ligger de kvar på i princip samma nivå. Särskilt bör minskningen från de mycket höga emissionsnivåerna för 2-etylhexanol från provkropparna med Forbo Sphera noteras. Fler anledningar kan finnas till denna utveckling. Dels torkar golvsystemen långsamt och betongen blir äldre vilket över tid bör minska tillgängligheten för hydroxidjoner. Dels kan den hydrolys som skett sedan mattläggningen ha påverkat kinetiken för reaktionen genom att konsumera de molekyler som var lättast att bryta ner och en naturlig nedgång av nedbrytningshastigheten har ägt rum. Observeras bör även att den stora reduktionen avseende nivån gällande 2-etylhexanol bör vara kopplad till mättnadsfenomenet för adsorption för dessa molekyler. I slutrapporten för SBUF 13560 drogs slutsatsen att den mycket höga tillväxten av emissionsnivåer för 2-etylhexanol mellan 1 och 2 år efter mattläggning troligen var en effekt av mättnad i avjämningen och inte en massiv ökning av intensitet i hydrolys. Nu ses en liknande nedgång mellan 2 och 3 års värden. Även här dras slutsatsen att detta är ett resultat av att gränsen för mättnad i avjämningen passerar, nu neråt, och att minskningen i emissionsnivåerna i kammarmätning inte motsvaras av lika stor minskning i intensitet för hydrolys. Den rimliga tolkningen blir att flera faktorer bidragit till minskningen av en redan lågintensiv hydrolys och att den låga transporten av emissionerna ut ur golvet nu överstiger tillväxten så att summan av effekterna gör att nivåerna minskar.

4.3.2 Sexmånadersobjekt

För sexmånadersplattorna kan samma sänkning av nivåerna för 2-etylhexanol noteras som för tremånadersobjekten. När det gäller n-butanol samt nonanolerna sker det fortfarande en tillväxt. Vad denna skillnad mellan tre- och sexmånadersobjekten beror på är det inte enkelt att säga. Då monitorering av emissioner skett med månaders eller års mellanrum, särskilt för ovansidan, kan det vara så att tremånadersobjekten totalt avgett mer under den tid som gått och att sexmånadersplattorna ligger något efter då tillgången på hydroxidjoner kan ha varit lägre vid mattläggning på grund av lägre RF. En annan faktor är att själva mätningen för sexmånadersplattorna utförs vid annan tidpunkt på året då temperaturen i omgivningen och plattorna är högre än för tremånaders. En sådan skillnad kan påverka både kinetiken för nedbrytningen samt fysikaliska förutsättningar för inlagring och transport. Då transporten av emissionerna både in i betongen, se kapitel 4.3.4, och ut till luften, i enlighet med FLEC-mätningarna, är väldigt liten, behövs det inte

mycket skillnad i de övriga faktorerna för att ge den observerade skillnaden i de uppmätta nivåerna över ett års tid.

4.3.3 Referensobjekten

För referensobjekten kan man konstatera att de uppför sig enligt förväntningarna utom avseende nonanoler, där klart högre nivåer uppmäts under ytskiktet för den torra referensen än för den blöta. För att förstå detta måste de totala emissionerna registrerade under ytskikten tas i betraktande tillsammans med hur mycket nonanol som faktiskt kommit ut genom ytan samt möjligheten till inlagring. Först och främst behöver konstateras att referensgolven saknar avjämning. Ytskikten är limmade direkt på betong, för att säkerställa tidigare jämförelse inom SBUF 13560 med ännu tidigare mätningar i Wengholt Johnsson 1995. Utrymmet för inlagring i anslutning till ytan är alltså mer begränsat och transport av emissioner in i betongen tar tid. För den blöta referensen erhöles mycket höga emissionsnivåer av n-butanol och 2-etylhexanol före emissioner av nonanoler. Då nonanolerna började bildas i större omfattning var betongen åtminstone delvis mättas med de andra emissionerna. Även om de andra emissionerna nu har minskat under ytan i den blöta referensen är nivåerna vid 36 månader fortfarande höga till mycket höga. Denna situation bör ha tvingat mer nonanoler ut genom ytskiktet på den blöta referensen, vilket också framgår av FLEC-mätningarna vid 24 och 36 månader. För den torra referensen är situationen omvänd. Låga nivåer av n-butanol och 2-etylhexanol under ytskiktet mättar inte betongens porsystem vilket möjliggör större inlagring av nonanoler. I denna situation tvingas inte nonanolerna ut genom ytan, vilket medför höga koncentrationer av nonanoler i kammarmätning samt i profilmätning men låga för FLEC ovanför ytan.

4.3.4 Profilmätningar av emissioner

Profilmätningarna bekräftar vad som tidigare framförts avseende skillnader mellan den moderna täta betongens och referensbetongens täthet, med tillhörande förmåga att transportera in emissioner samt lagra dem. För profilerna i referensbetongen framträder en tydlig och djup inträngning av emissioner. För den moderna täta betongen uppmäts emissioner i mer begränsad omfattning och i princip endast i dess översta skikt. Det förekommer alltså ingen eller mycket liten inträngning av emissioner i själva betongdelen av golvet för dessa konstruktioner.

5 Slutsatser

Projektets resultat medför ingen anledning att revidera de tidigare dragna slutsatserna inom SBUF 13560.

5.1 Konceptet avseende fukt och fukttransport fungerar

Den låga förmågan till fukttransport i den moderna, täta betongen kan utnyttjas tillsammans med avjämning för att undvika att kritisk RF uppnås i anslutning till lim och ytskikt. Detta trots att betongen inte är uttorkad till kravställd nivå enligt dagens normer på ekvivalent djup innan ett ytskikt appliceras. Konceptet, som föreslogs ursprungligen i SBUF 13354, se Stelmarczyk m.fl. 2019, har nu bekräftats med både fuktmätningar och emissionsmätningar.

Samtidigt skall man ha klar för sig att dessa resultat endast skall ses som validering av ett koncept. Vad som visats med mätningarna i SBUF 13560 är att konceptet mycket väl kan ge det önskade resultatet. Detta är dock inte att jämföra med en färdigutvecklad och kvalitetssäkrad arbetsmetodik som hjälper utföraren att undvika eventuella risker. En sådan återstår att utveckla. När kravet som ställs på betongen skiftar från uttorkning till täthet, bör detta på något sätt kunna valideras under produktion av golvkonstruktioner i skarpa projekt.

5.2 Svårigheten med att tolka kammarmätning

Utvärdering av resultat från kammarmätning av emissioner under ytskikten kan vara svår att utföra även med god kunskap om de förväntade emissionerna från alkalisk nedbrytning av lim och ytskikt. Mätmetodens resultat är beroende av många faktorer, vilket kan göra att två olika mätningar i princip är ojämförbara. Det krävs god kunskap om både metodens beroenden samt golvkonstruktionen och de ingående materialen i kombination med flera mätningar för att kunna förstå vad som pågår i golvet.

En kammarmätning med förhöjd eller t.o.m. mycket förhöjda emissioner bevisar inte att en fuktskada inträffat. Ett exempel på detta är projektets kammarmätning med mycket höga resultat ca 27 månader efter mattläggning i ett stycke avjämning på metallfolie, uttorkat till ca 63% RF innan mattläggning.

5.3 Emissioner under ytskikt trots god fuktsäkerhet

En ackumulation av emissioner kan ske över tid i avjämningen trots uppfyllda fuktkrav i anslutning till lim och ytskikt. Detta potentiella problem är inte orsakat av fukt från betong och avjämning och kan inte ses som ett utförandeproblem. Det är mycket sannolikt att emissionsproblemet förvärras av en hög fuktnivå i golvet men det kommer att finnas där även vid ett väl uttorkat underlag. Beviset för detta är ovan nämnda emissionsmätning under matta limmat på väl uttorkad avjämning på metallfolie i stället för på betong. Om en RF i avjämningen på 63% RF, utan närvaro av betong som extra källa till hydroxidjoner och ev. byggfukt, inte räcker till för att förhindra en ansamling av emissioner under matta så kommer detta problem definitivt inte att lösas med åtgärder gällande vidare uttorkning av fukt i golvet.

Inlagringen av emissionerna under ytskikten ser inte ut att påverka emissionerna ovanför ytskikten under samma tidsperiod. Det är inte möjligt att dra slutsatsen om emissionerna under ytskiktet är ett problem i verkligheten eller ej. Samtidigt kan det konstateras att det potentiella problemet inte kan

åtgärdas genom uttorkning utan kommer att kräva andra åtgärder i golvsystemet, t.ex. rörande ytskiktens och limmens känslighet för den underliggande betongen och avjämningen.

5.4 Uttorkningskrav på ekvivalent djup irrelevant

Det är hög tid att sluta fokusera enbart på specifika uttorkningskrav på ekvivalent djup i betongen, t.ex. 85% RF. Som visas inom SBUF 13560 går det att uppnå god fuktsäkerhet med moderna material utan att uppfylla dessa. Samtidigt räcker inte ett uppfyllande av uttorkningskravet för att förhindra bildning och ansamling av emissioner i golvsystemet. Uttorkningskravet på ekvivalent djup har spelat ut sin roll men bör ersättas av andra sätt och parametrar för kravställning, då begränsning av emissioner från alkalisk hydrolys samt god fuktsäkerhet fortfarande är viktiga för ett sunt byggande.

Detta kan dock inte ske över en natt då dagens regelverk, normer och kravställning avseende fukt i betong baseras på RF-mätning på ekvivalent djup. Detta tillvägagångssätt ger i de flesta fall ett resultat som är på säkra sidan vid mätning i den moderna täta betongen, förutsatt att ytskiktet inte limmas direkt på betongen utan att avjämning används som buffert för limfukten. Men detta kan skapa onödigt långa torktider och resursslöseri med material vilket ökar kostnaden mer än nödvändigt. Syftet med att mäta på ett ekvivalent mätdjup är att säkerställa att lim och ytskikt inte utsätts för en högre fuktbelastning än tillåtet. Det mätvärde som erhålls på ekvivalent mätdjup avser att representera maximal fuktbelastning i lim och ytskikt orsakat av fukten i betongen som uppträder efter en fullständig fuktomfördelning i betongen utan hänsyn till limfukt. Om det kan påvisas med en s.k. fuktomfördelningsberäkning att fuktbelastningen inte kommer att överstiga tillåten nivå i matta och lim, trots att mätningen på ekvivalent mätdjup ger ett resultat som inte understiger erforderligt gränsvärde, torde detta vara ett alternativt tillvägagångssätt. Detta förutsätter dock att beräkningen utförs av en person som har erforderlig kunskap, av vilket det finns få i skrivande stund, samt att verifiering utförs genom fuktmätning utförd med kvalitetssäkrad fuktmätning.

6 Rekommendationer

Rekommendationen från SBUF 13560 avseende fortsatt mätning på framtagna golvsystem har härmed förverkligats genom utförande av detta projekt, SBUF 14073. De övriga två rekommendationerna utfärdade tidigare är fortfarande relevanta och upprepas här.

6.1 Huvudfrågor

Den moderna täta betongen fungerar fuktsäkerhetsmässigt väl i kombination med väl uttorkad avjämning. Detta förhindrar dock inte att emissioner från alkalisk nedbrytning av lim och ytskikt i golvsystem uppstår och lagras in i avjämningen. Den successiva ackumuleringen av emissioner från såväl primär som lågintensiv sekundär hydrolys samt materialens egenemissioner bygger upp en ansamling i avjämningen till en nivå som med mer än en tiopotens överskrider de praktiska gränser som labben vid analys noterar som avvikande. Detta kan även medföra fler problem på sikt. Det är av vikt att branschen i närtid adresserar de öppna frågeställningarna, som gjorts gällande genom undersökningen i SBUF 13560:

- Hur skall det potentiella problemet med ackumulerade emissioner i golvet under ytskiktet hanteras? Kan de skapa ett problem avseende inomhusmiljön eller inte? Härom är man idag oense. Skall man försöka förhindra att de uppstår och i så fall hur? Eller skall man planera för att leva med emissionerna? I så fall på vilket sätt och på vems bekostnad?
- Uttorkning och fuktsäkerhet löser inte detta potentiella problem då helt orimliga uttorkningsnivåer skulle krävas.
- Går det att minska ytskiktets och limmens känslighet för hydroxidjoner?
- Vad är en golvskada och när föranleder den reparationsansvar från entreprenören? En kammarmätning under mattan i ett golv utan fuktproblem kan ändå ge höga emissionsvärden. Detta är inte nog bevis för en golvskada orsakad av försummad uttorkning avseende betong och avjämning med påföljande skadeansvar från utförarens sida.

6.2 Nonanolers beteende

Projektresultaten föranleder ytterligare en rekommendation rörande vidare undersökning av nonanoler som emissionsämne. Den alkaliska hydrolysen av DINCH i de undersökta ytskikten samt transporten och inlagringen av dessa molekyler tycks åtminstone delvis påvisa ett annorlunda beteende än för 2-etylhexanol, som är i jämförbar storlek. Mer kunskap om nonanolernas beteende samt huruvida dessa upplevs som ett problem och påverkar människor negativt är mycket önskvärd.

Referenser

Olsson m.fl. 2018 - Moisture transport and sorption in cement based materials containing slag or silica fume, N. Olsson, L.-O. Nilsson, M. Åhs, samt V. Baroghel-Bouny, Cement and Concrete Research, 2018

Stelmarczyk m.fl. 2019 – M. Stelmarczyk, T. Rapp, H. Hedlund, Utredning av funktionell uttorkningsnivå hos betong med mineraliska tillsatsmaterial, SBUF 13354 Slutrapport, 2019

Wengholt Johnsson 1995 – H. Wengholt Johnsson, Kemisk emission från golvsystem – effekt av olika betongkvalitet och fuktbelastning, Chalmers Tekniska Högskola 1995

Bilageförteckning

1. Mätresultat

SBUF 14073 Slutrapport

Bilaga 1 Mätresultat

1 Allmänt om utförda mätningar

1.1 Fukt

Samtliga resultat av mätning av relativ fuktighet i betong och avjämnings presenteras utan pålagd mätosäkerhet. Mätosäkerheterna var 2,0–2,4 % RF för betong och 1,7–1,8 % RF för avjämnings. I de fall RF redovisas numeriskt anges mätosäkerheten explicit.

Utöver mätning av RF monterades resistiva elektriska givare i avjämnings och avlästes på kontinuerlig basis. Då dessa värden inte kalibrerades mot kända RF-nivåer skall de endast ses som en indikering på hur fuktnivån rör sig i avjämnings och inte tolkas ensamma utan jämförelse med RF uppmätt i uttaget prov. Den resistiva indikationen uppvisade en hög känslighet med avseende på omgivande temperatur. Då temperaturen varierade något i förvaringsutrymmet bör den långsiktiga trenden i indikationen beaktas och inte mindre variationer.

1.2 Emissioner

I resultat från kammarmätning anges halt för TVOC i μg toluenekvivalenter/ m^3 . Övriga halter anges i $\mu\text{g}/\text{m}^3$. I resultat från FLEC-mätningar är samtliga koncentrationer enligt ovan omräknade till emissionsfaktorer, dvs μg toluenekvivalenter/ hm^2 för TVOC samt $\mu\text{g}/\text{hm}^2$ för övriga.

Vid samtliga tillfällen för FLEC-mätningar utfördes även bakgrundsmätningar. Resultat återges i detalj i kapitel 21. Erhållna emissionsnivåer var mycket låga till knappt mätbara och inga trender kunde urskiljas. Med anledning av detta redovisas inte vilka bakgrundsmätningar som hör ihop med vilka FLEC-mätningar.

2 Blöt referens

Mätobjektet är en platta bestående av 110 mm betong, samt lim och matta enligt tabell nedan:

| | |
|--------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Betongsammansättning | Velox Slite, vct 0,66 |
| Uttorkning | 1 månad förseglad |
| RF ekvivalent djup vid mattläggning (utan påslag för mätosäkerhet) | 94,4 +/- 2,4 % RF |
| Lim | CascoProff Extra LE |
| Ytskikt | Tarkett IQ Optima |

2.1 Fukt

Då referensbetongen användes huvudsakligen som jämförelse avseende emissionsbilden, kontrollerades inte fukten i den utom i samband med mattläggning och vid avslutad mätning, dvs. 24 månader efter mattläggning.

| Tillfälle | RF (%) | Mätosäkerhet (+/- %) |
|-------------------------------|--------|----------------------|
| Vid mattläggning | 94,4 | 2,4 |
| 24 månader efter mattläggning | 89,3 | 2,3 |
| 36 månader efter mattläggning | 88,5 | 2,2 |

2.2 Emissioner

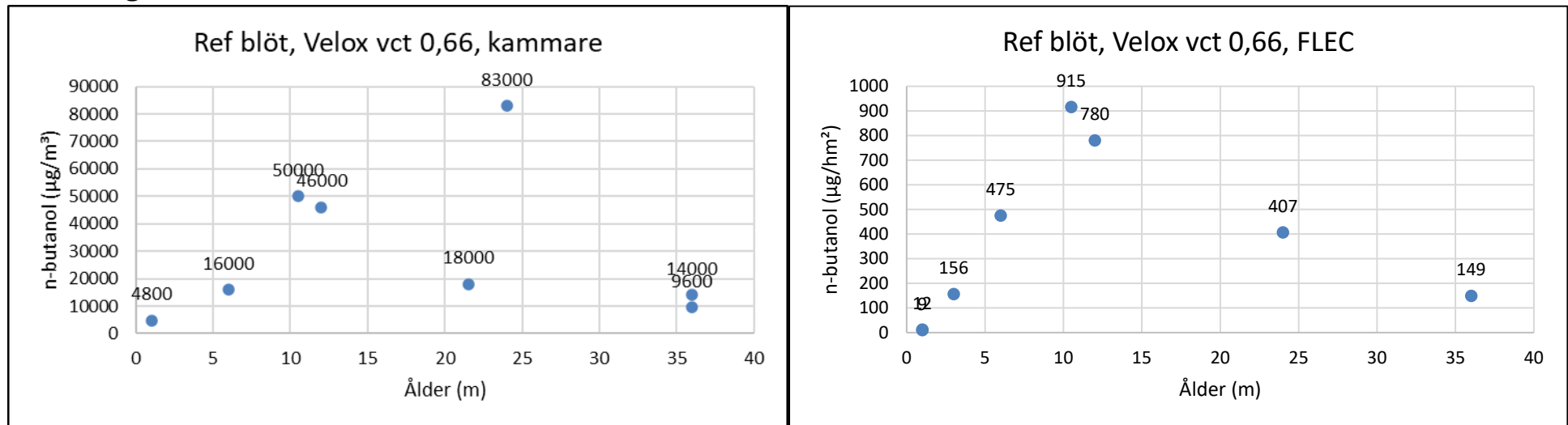
2.2.1 Kammarmätning ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

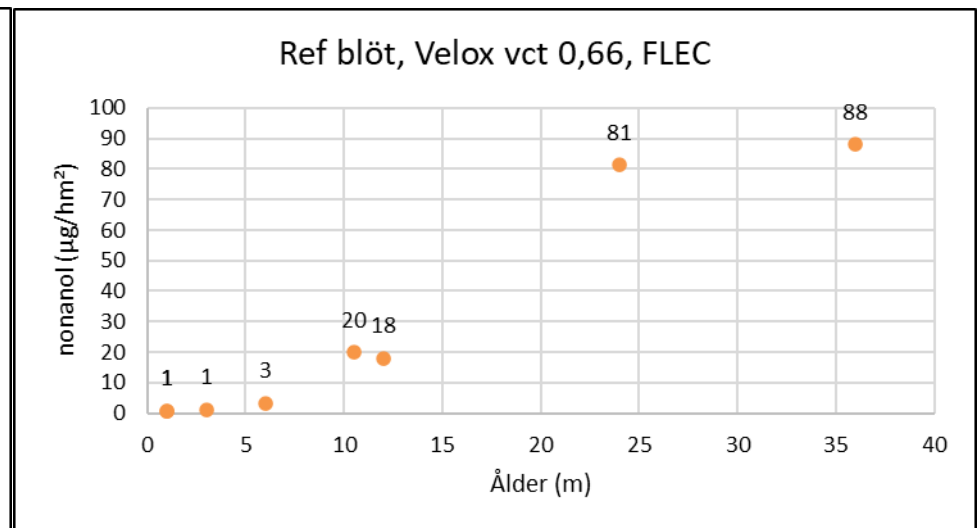
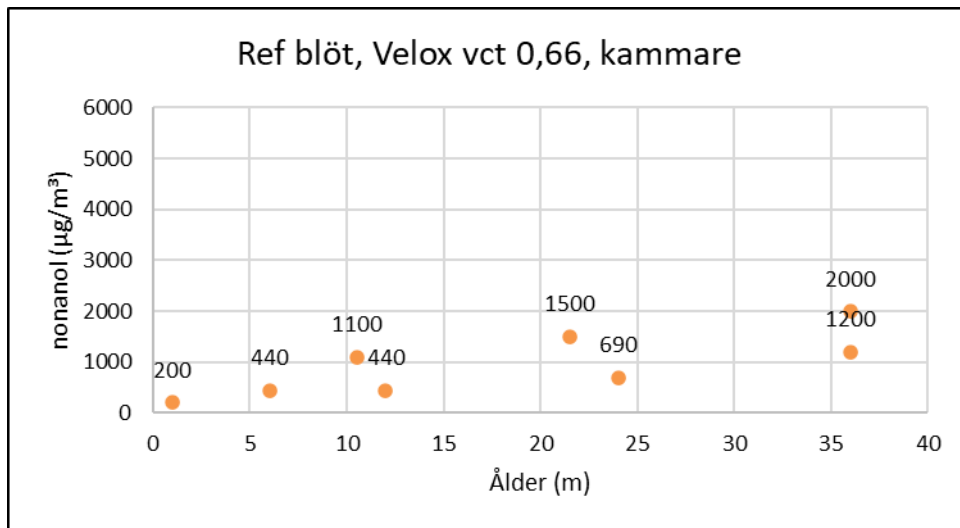
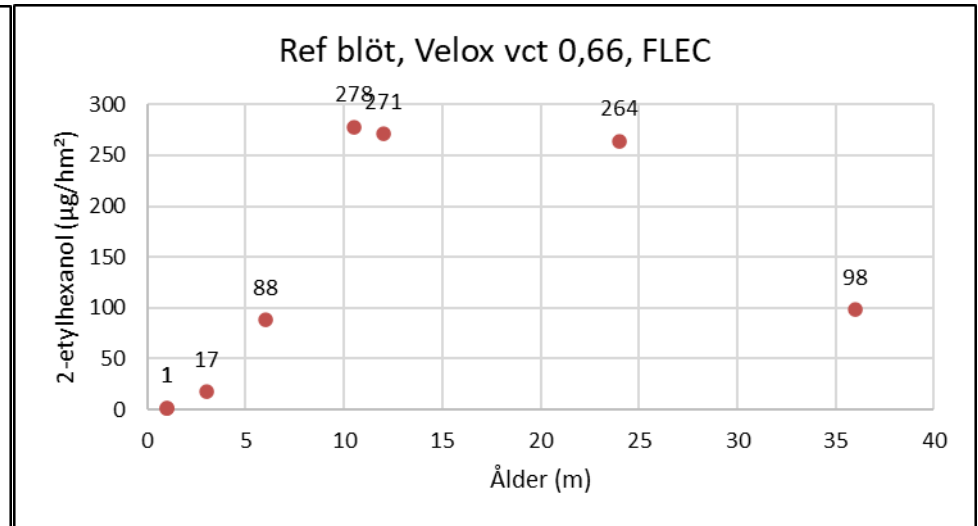
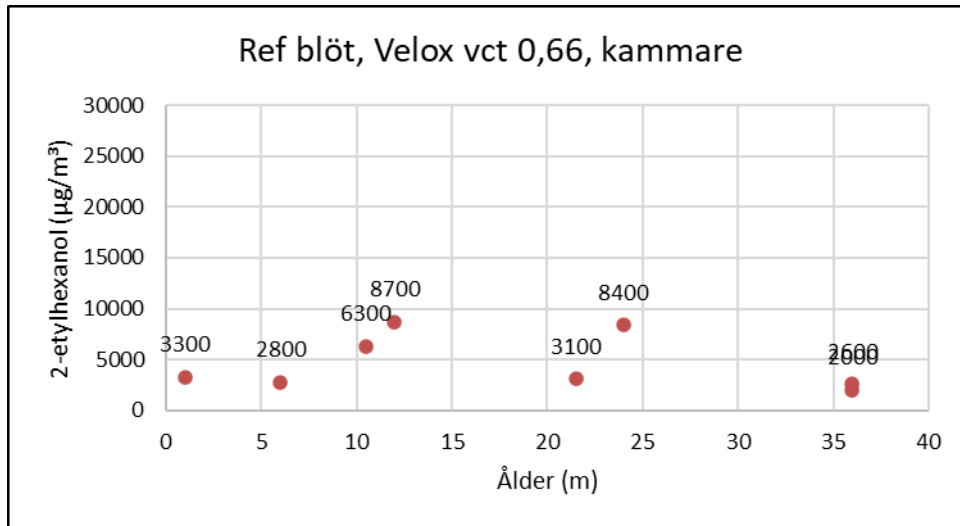
| Ålder (m) | TVOC | bensen | n-dekan | a-pinen | toluenn | n-hexanal | n-butanol | m-xylen | 3-caren | limonen | 1-okten-3-ol | 2-etylhexanol | benzylalkohol | TXIB | naftalen | nonanol |
|-----------|-------|--------|---------|---------|---------|-----------|-----------|---------|---------|---------|--------------|---------------|---------------|------|----------|---------|
| 1 | 7400 | <1 | <1 | <1 | <1 | 19 | 4800 | <1 | <1 | 1,5 | <1 | 3300 | <1 | <1 | <1 | 200 |
| 6 | 12000 | 2,7 | <1 | 1,2 | 4,3 | 3,1 | 16000 | <1 | <1 | <1 | <1 | 2800 | <1 | <1 | <1 | 440 |
| 10,5 | 41000 | 3,6 | <1 | 1,6 | 4 | 21 | 50000 | <1 | <1 | <1 | <1 | 6300 | <1 | <1 | <1 | 1100 |
| 12 | 28000 | 2,8 | 18 | 10 | 1,9 | <1 | 46000 | <1 | 7,2 | <1 | <1 | 8700 | <1 | <1 | <1 | 440 |
| 21,5 | 17000 | - | 2,9 | 110 | 2,6 | 3,4 | 18000 | <1 | 42 | <1 | <1 | 3100 | 1,1 | <1 | <1 | 1500 |
| 24 | 31000 | 2,5 | <1 | 11 | 1,8 | <1 | 83000 | <1 | 4,8 | <1 | <1 | 8400 | 300 | <1 | <1 | 690 |
| 36 | 10000 | 1,3 | <1 | 1,4 | <1 | 3,6 | 14000 | <1 | <1 | <1 | <1 | 2600 | <1 | <1 | <1 | 2000 |
| 36 | 8000 | 1,5 | <1 | 1,6 | 1,1 | 6,1 | 9600 | <1 | <1 | <1 | <1 | 2000 | <1 | <1 | <1 | 1200 |

2.2.2 FLEC ($\mu\text{g}/\text{hm}^2$)

| Ålder (m) | TVOC | bensen | n-dekan | a-pinen | toluenn | n-hexanal | n-butanol | m-xylen | 3-caren | limonen | 1-okten-3-ol | 2-etylhexanol | benzylalkohol | TXIB | naftalen | nonanol |
|-----------|------|--------|---------|---------|---------|-----------|-----------|---------|---------|---------|--------------|---------------|---------------|------|----------|---------|
| 1 | 32 | <1 | 0 | 1 | 0 | 2 | 12 | <1 | 1 | 1 | <1 | 1 | <1 | <1 | <1 | 1 |
| 1 | 22 | <1 | <1 | <1 | <1 | 1 | 9 | <1 | <1 | <1 | <1 | 1 | <1 | <1 | <1 | 1 |
| 3 | 142 | <1 | <1 | 1 | <1 | 2 | 156 | <1 | 0 | 1 | <1 | 17 | <1 | <1 | <1 | 1 |
| 6 | 373 | <1 | <1 | 1 | <1 | 3 | 475 | <1 | 0 | <1 | <1 | 88 | <1 | <1 | <1 | 3 |
| 10,5 | 746 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | 915 | <1 | <1 | <1 | <1 | 278 | <1 | <1 | <1 | 20 |
| 12 | 576 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | 780 | <1 | <1 | <1 | <1 | 271 | <1 | <1 | <1 | 18 |
| 24 | 373 | - | <1 | <1 | <1 | <1 | 407 | <1 | <1 | <1 | <1 | 264 | <1 | <1 | <1 | 81 |
| 36 | 247 | <1 | <1 | <1 | <1 | 5 | 149 | <1 | <1 | <1 | <1 | 98 | <1 | <1 | <1 | 88 |

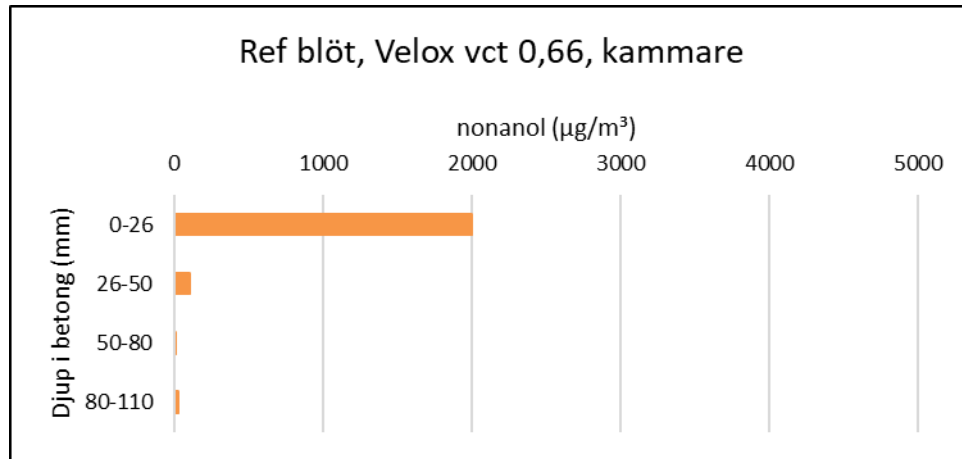
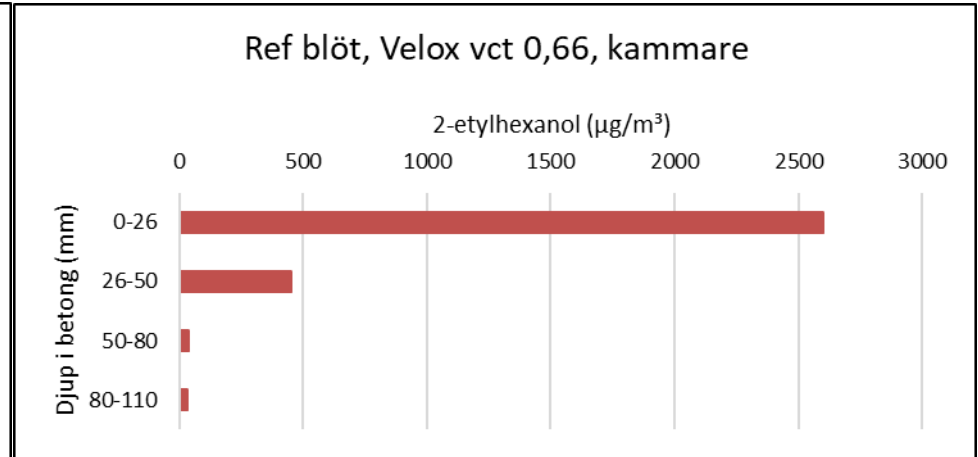
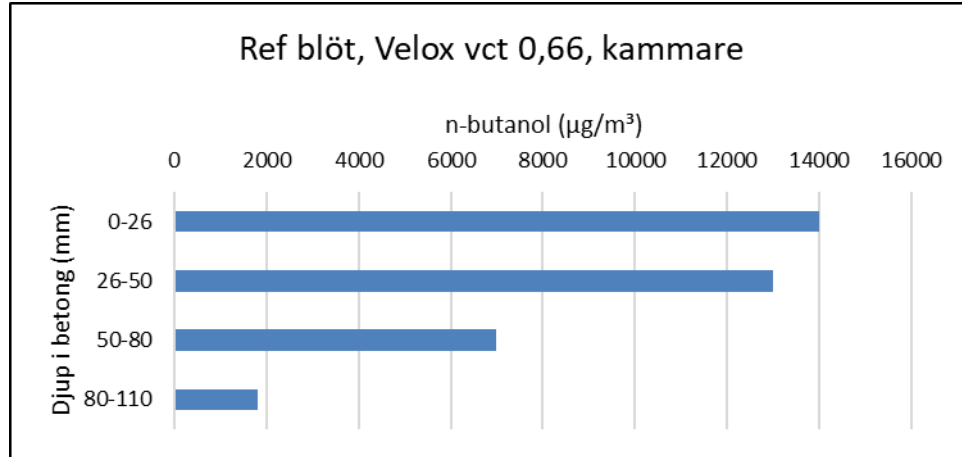
2.2.3 Diagram för valda indikatorämnen





2.2.4 Profilmätning (kammare) i betong 36 månader efter mattläggning

| Djup (mm) | TVOC | bensen | n-dekan | a-pinen | toluenn | n-hexanal | n-butanol | m-xylen | 3-caren | limonen | 1-okten-3-ol | 2-etylhexanol | benzylalkohol | TXIB | naftalen | nonanol |
|-----------|-------|--------|---------|---------|---------|-----------|-----------|---------|---------|---------|--------------|---------------|---------------|------|----------|---------|
| 0-26 | 10000 | 1,3 | <1 | 1,4 | <1 | 3,6 | 14000 | <1 | <1 | <1 | <1 | 2600 | <1 | <1 | <1 | 2000 |
| 26-50 | 5600 | 1,6 | <1 | 1,2 | 1,1 | 13 | 13000 | <1 | <1 | <1 | <1 | 450 | <1 | <1 | <1 | 100 |
| 50-80 | 2500 | 1,5 | <1 | <1 | <1 | <1 | 7000 | <1 | <1 | <1 | <1 | 39 | <1 | <1 | <1 | 1 |
| 80-110 | 690 | 2 | <1 | 1,1 | 1,1 | 4,3 | 1800 | <1 | <1 | <1 | <1 | 34 | <1 | <1 | <1 | 22 |



3 Torr referens

Mätobjektet är en platta bestående av 110 mm betong, samt lim och matta enligt tabell nedan:

| | |
|--------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| Betongsammansättning | Velox Slite, vct 0,66 |
| Uttorkning | Ensidig fram till ca 85% utan påslag för mätosäkerhet på ekvivalent djup |
| RF ekvivalent djup vid mattläggning (utan påslag för mätosäkerhet) | 84,6 +/- 2,0 % RF |
| Lim | CascoProff Extra LE |
| Ytskikt | Tarkett IQ Optima |

3.1 Fukt

Då referensbetongen användes huvudsakligen som jämförelse avseende emissionsbilden, kontrollerades inte fukten i den utom i samband med mattläggning och vid avslutad mätning, dvs. 24 månader efter mattläggning.

| Tillfälle | RF (%) | Mätosäkerhet (+/- %) |
|-------------------------------|--------|----------------------|
| Vid mattläggning | 84,6 | 2,0 |
| 24 månader efter mattläggning | 84,4 | 2,1 |
| 36 månader efter mattläggning | 84,4 | 2,1 |

3.2 Emissioner

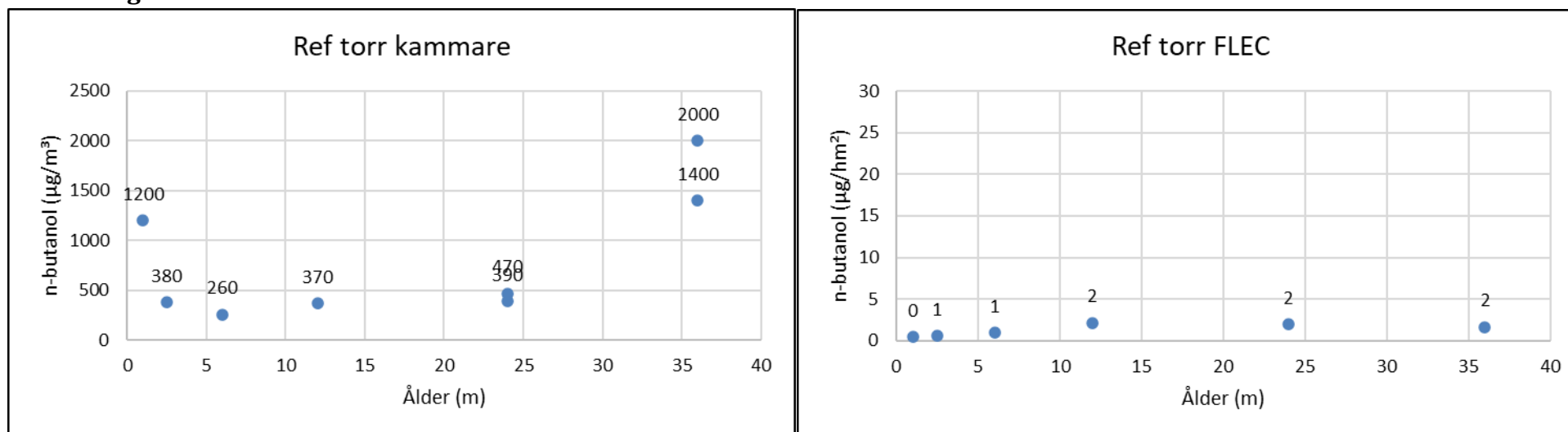
3.2.1 Kammarmätning ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

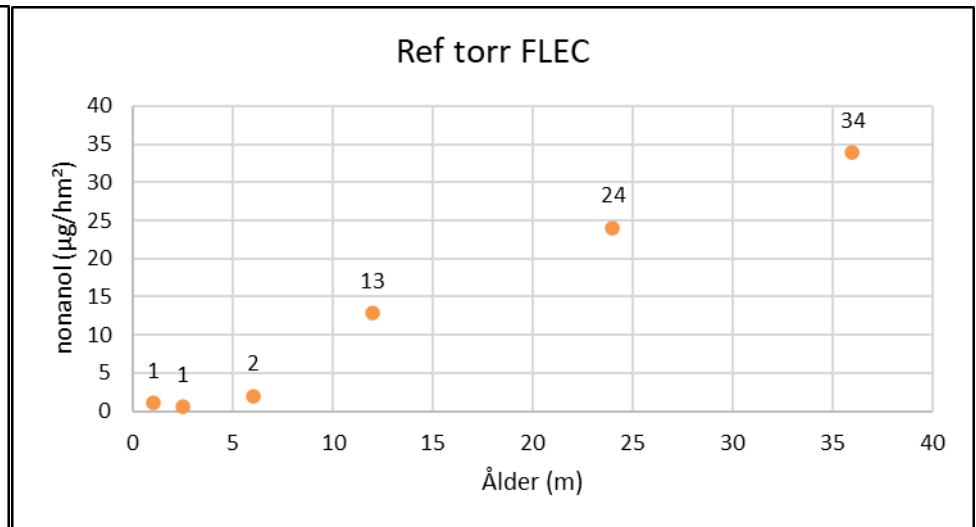
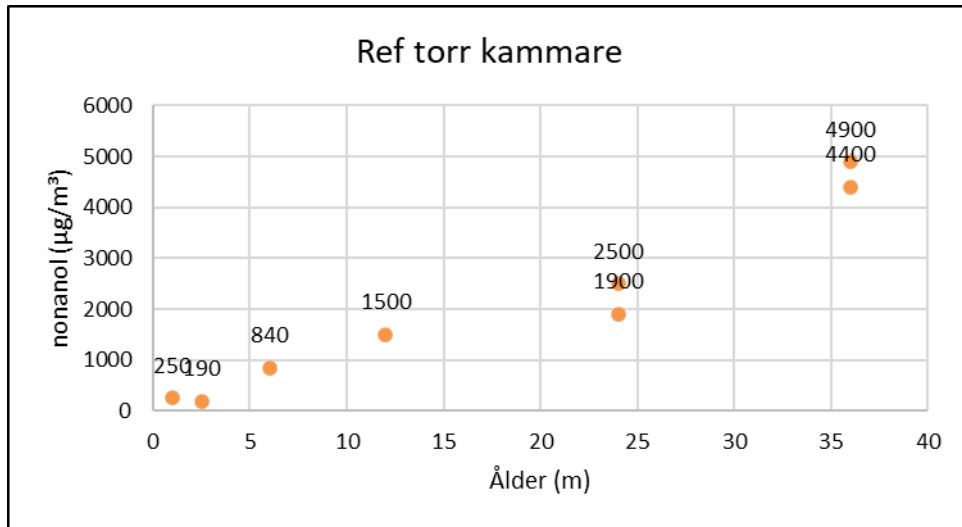
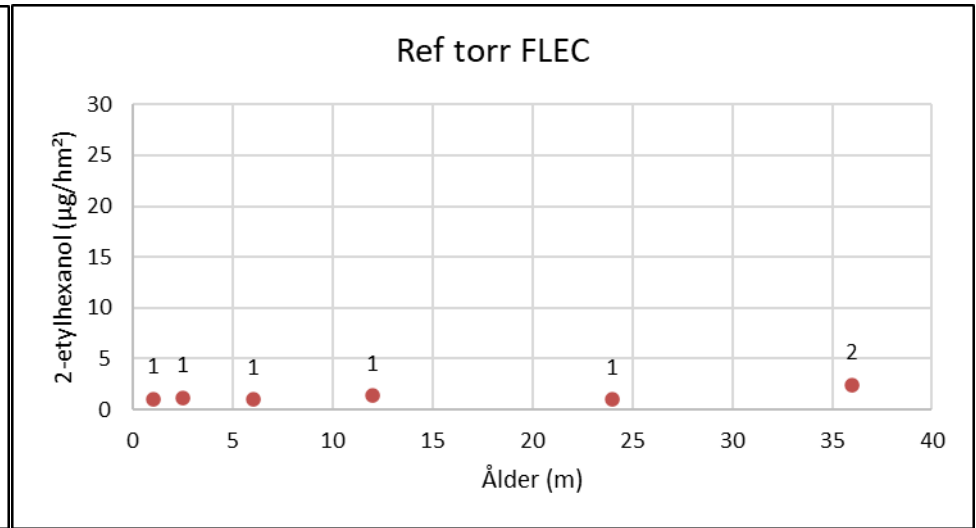
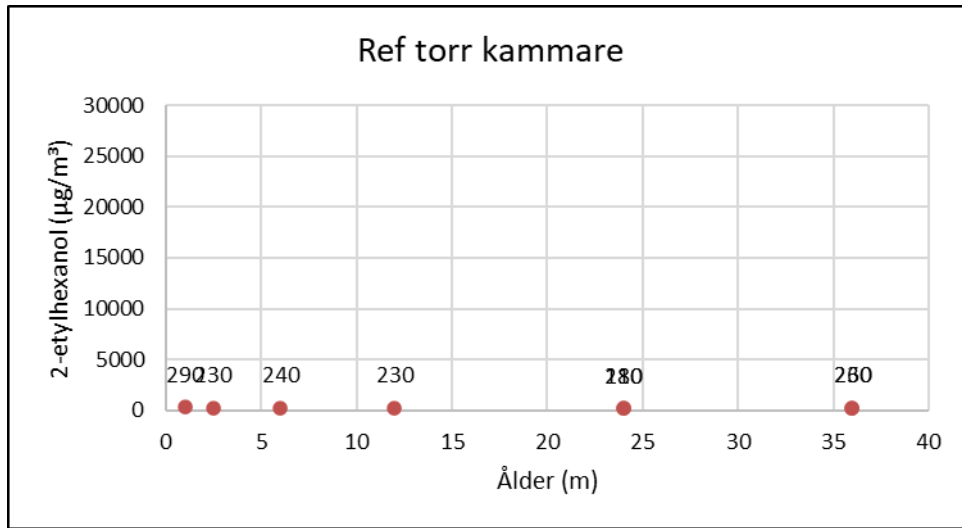
| Ålder (m) | TVOC | bensen | n-dekan | a-pinen | toluen | n-hexanal | n-butanol | m-xylen | 3-caren | limonen | 1-okten-3-ol | 2-etylhexanol | benzylalkohol | TXIB | naftalen | nonanol |
|-----------|------|--------|---------|---------|--------|-----------|-----------|---------|---------|---------|--------------|---------------|---------------|------|----------|---------|
| 1 | 5500 | 5,3 | <1 | 10 | 5,4 | 46 | 1200 | 1 | 5,6 | 1,9 | <1 | 290 | 1,2 | <1 | <1 | 250 |
| 2,5 | 3100 | 3,4 | 5,2 | 19 | 4,6 | <1 | 380 | 1,5 | 12 | 2 | <1 | 230 | <1 | <1 | <1 | 190 |
| 6 | 3300 | - | 1,4 | 17 | 3,9 | 2 | 260 | <1 | 19 | 2,2 | <1 | 240 | 1,1 | <1 | <1 | 840 |
| 12 | 6400 | - | 4,7 | 300 | 2,8 | 6 | 370 | 6,1 | 140 | 2,8 | <1 | 230 | 1,3 | <1 | <1 | 1500 |
| 24 | 4200 | 3,8 | 1,1 | 4,3 | 2,2 | <1 | 390 | <1 | 2,6 | 1,6 | <1 | 180 | <1 | <1 | <1 | 1900 |
| 24 | 5200 | 3,5 | 1,2 | 3,9 | 2,3 | 11 | 470 | <1 | 2,4 | 2,2 | <1 | 210 | 1,2 | <1 | <1 | 2500 |
| 36 | 7200 | <1 | 1,1 | 150 | 1,1 | <1 | 2000 | <1 | 42 | <1 | 2,2 | 260 | <1 | <1 | <1 | 4900 |
| 36 | 6200 | <1 | <1 | 46 | <1 | <1 | 1400 | <1 | 15 | <1 | <1 | 230 | <1 | <1 | <1 | 4400 |

3.2.2 FLEC ($\mu\text{g}/\text{hm}^2$)

| Ålder (m) | TVOC | bensen | n-dekan | a-pinen | toluen | n-hexanal | n-butanol | m-xylen | 3-careen | limonen | 1-okten-3-ol | 2-etylhexanol | benzylalkohol | TXIB | naftalen | nonanol |
|-----------|------|--------|---------|---------|--------|-----------|-----------|---------|----------|---------|--------------|---------------|---------------|------|----------|---------|
| 1 | 16 | <1 | <1 | <1 | <1 | 1 | 0 | <1 | <1 | <1 | <1 | 1 | <1 | <1 | <1 | 1 |
| 2,5 | 12 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | 1 | <1 | <1 | <1 | <1 | 1 | <1 | <1 | <1 | 1 |
| 6 | 26 | - | <1 | <1 | <1 | <1 | 1 | <1 | <1 | <1 | <1 | 1 | 1 | <1 | <1 | 2 |
| 12 | 64 | - | <1 | 5 | 0 | 2 | 2 | <1 | 2 | <1 | <1 | 1 | <1 | <1 | <1 | 13 |
| 24 | 47 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | 2 | <1 | <1 | <1 | <1 | 1 | 0 | <1 | <1 | 24 |
| 36 | 37 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | 2 | <1 | <1 | <1 | <1 | 2 | <1 | <1 | <1 | 34 |

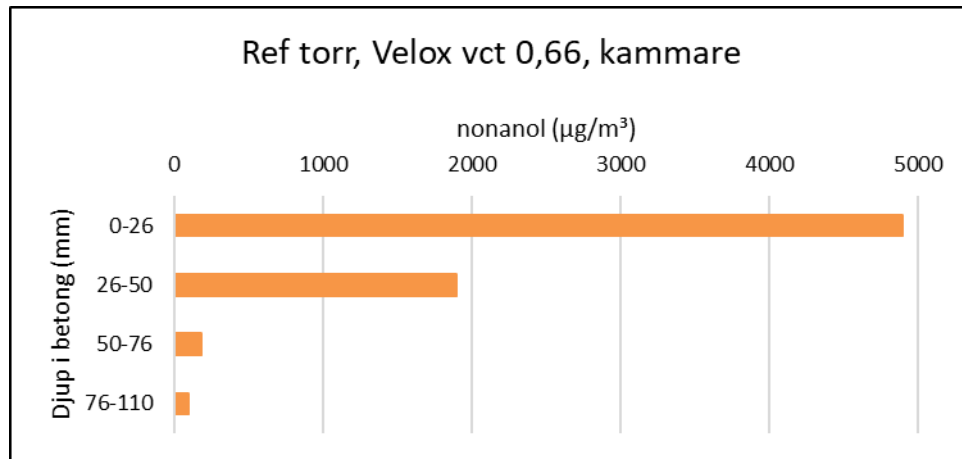
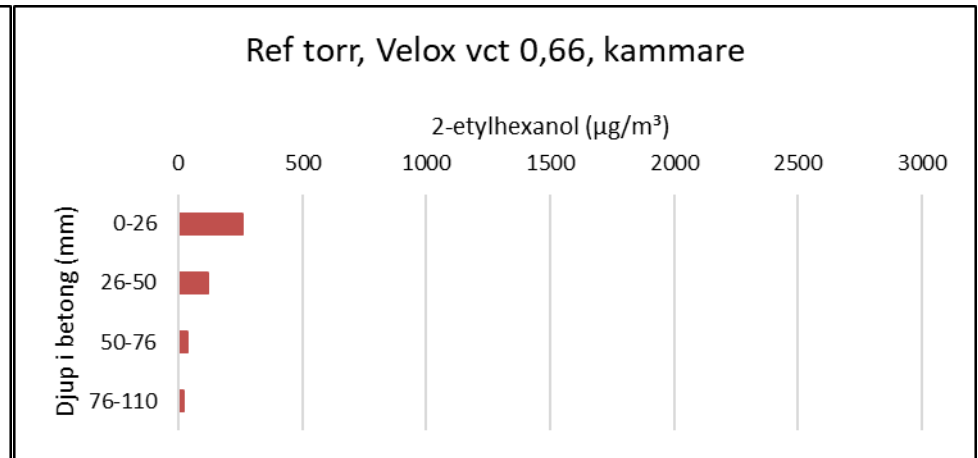
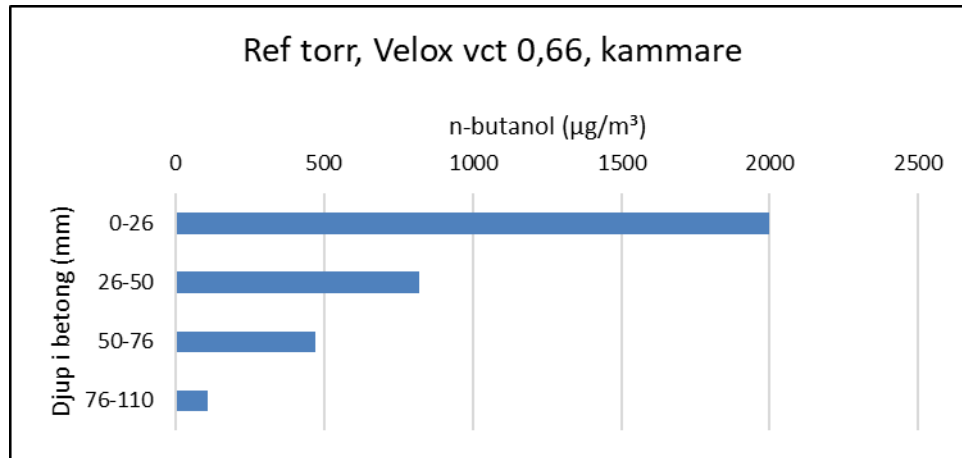
3.2.3 Diagram för valda indikatorämnen





3.2.4 Profilmätning (kammare) i betong 36 månader efter mattläggning

| Djup (mm) | TVOC | bensen | n-dekan | a-pinen | toluen | n-hexanal | n-butanol | m-xylen | 3-careen | limonen | 1-okten-3-ol | 2-etylhexanol | benzylalkohol | TXIB | naftalen | nonanol |
|-----------|------|--------|---------|---------|--------|-----------|-----------|---------|----------|---------|--------------|---------------|---------------|------|----------|---------|
| 0-26 | 7200 | <1 | 1,1 | 150 | 1,1 | <1 | 2000 | <1 | 42 | <1 | 2,2 | 260 | <1 | <1 | <1 | 4900 |
| 26-50 | 3100 | <1 | <1 | 73 | <1 | <1 | 820 | <1 | 30 | <1 | <1 | 120 | <1 | <1 | <1 | 1900 |
| 50-76 | 630 | <1 | <1 | 50 | <1 | <1 | 470 | <1 | 20 | <1 | <1 | 35 | <1 | <1 | <1 | 180 |
| 76-110 | 310 | <1 | 1,1 | 74 | <1 | 2,6 | 110 | <1 | 35 | <1 | <1 | 20 | <1 | <1 | <1 | 91 |

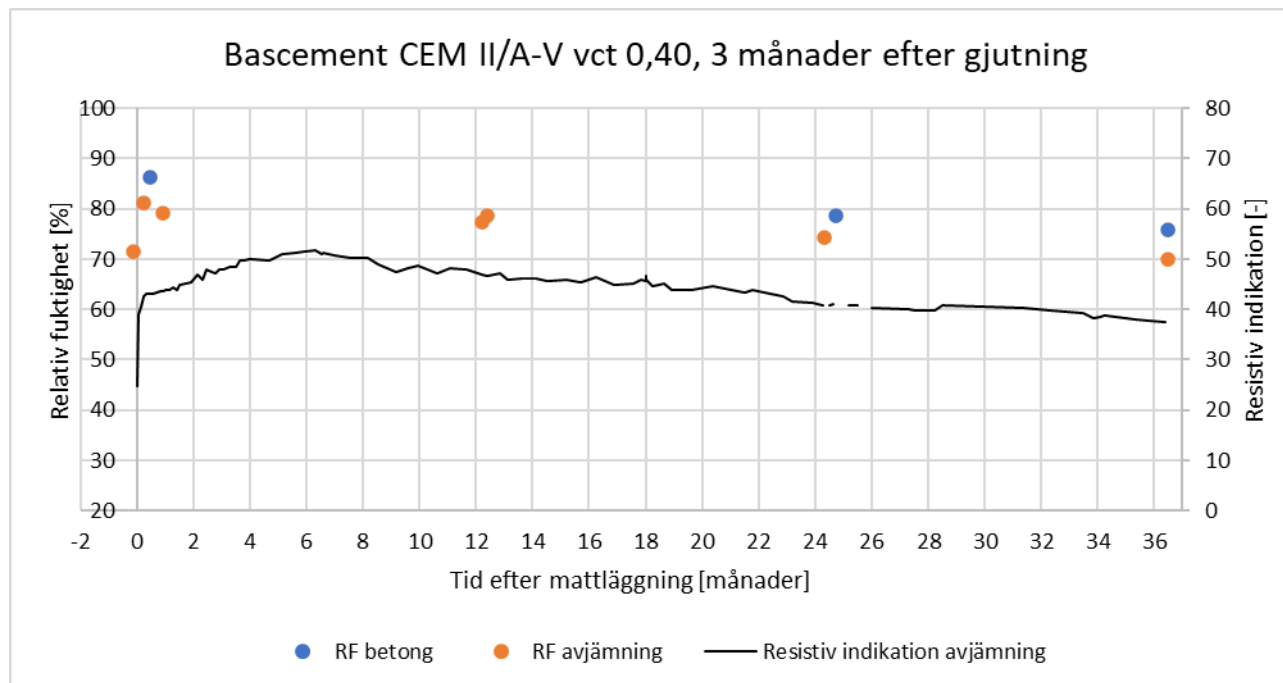


4 Bascement CEM II/A-V (gamla) vct 0,40, 3 månaders

Mätobjektet är en platta bestående av 110 mm betong, ca 15–19 mm avjämning, samt lim och matta enligt tabell nedan:

| | |
|--------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| Betongsammansättning | Bascement CEM II/A-V (gamla), vct 0,40 |
| Uttorkning | 3 månader förseglad |
| RF ekvivalent djup vid mattläggning (utan påslag för mätosäkerhet) | 86,3 +/- 2,0 % RF |
| Avjämning | Weberfloor 140 Nova |
| RF i avjämning vid mattläggning (utan påslag för mätosäkerhet) | 71,6 +/- 1,8 % RF |
| Lim | CascoProff Extra LE |
| Ytskikt | Tarkett IQ Granit |

4.1 Fukt



4.2 Emissioner

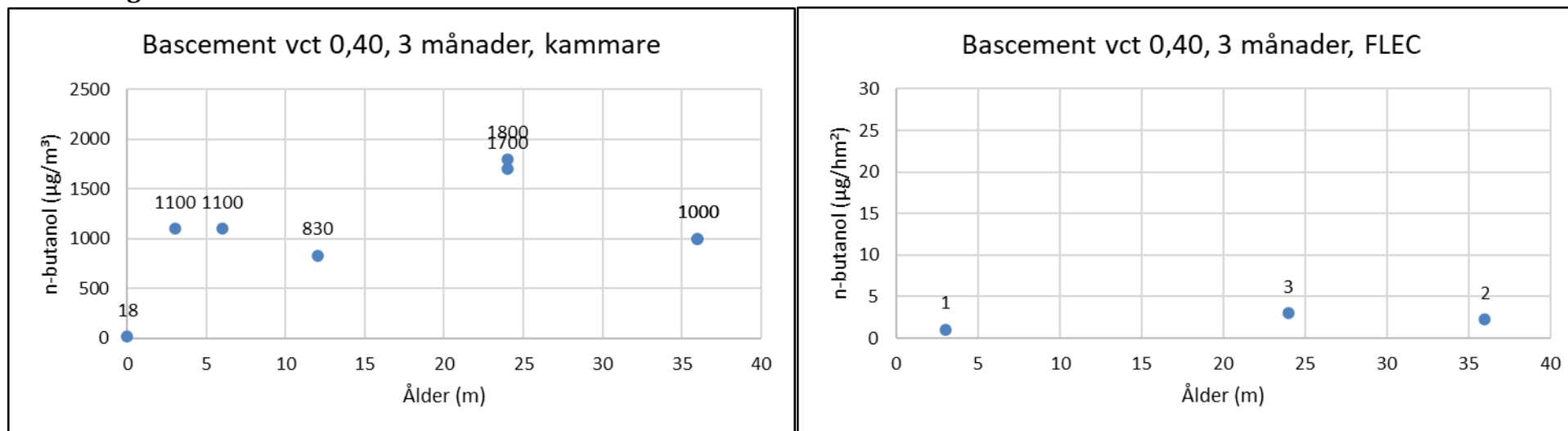
4.2.1 Kammarmätning ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

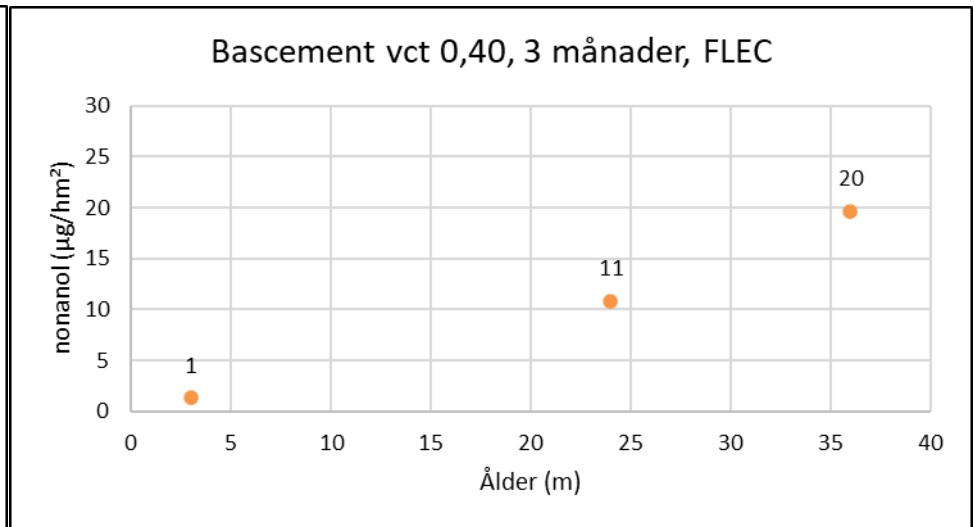
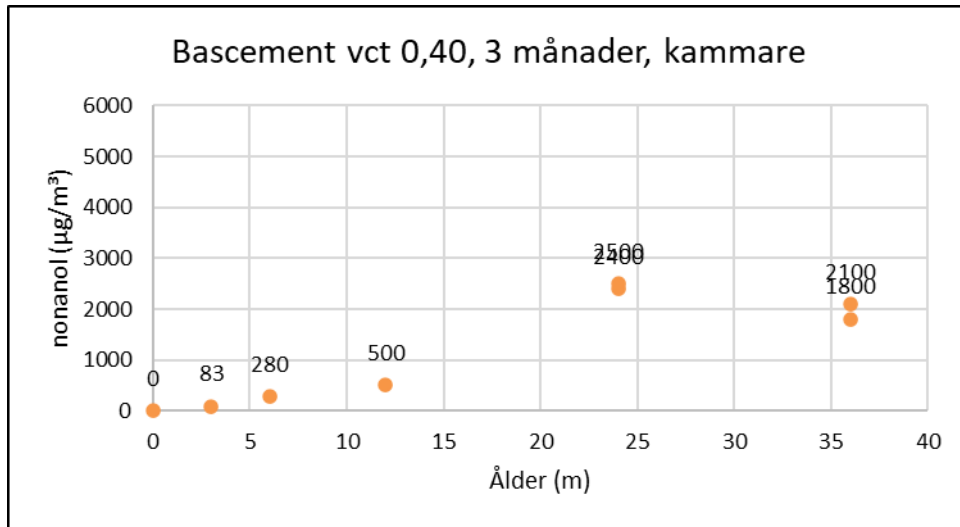
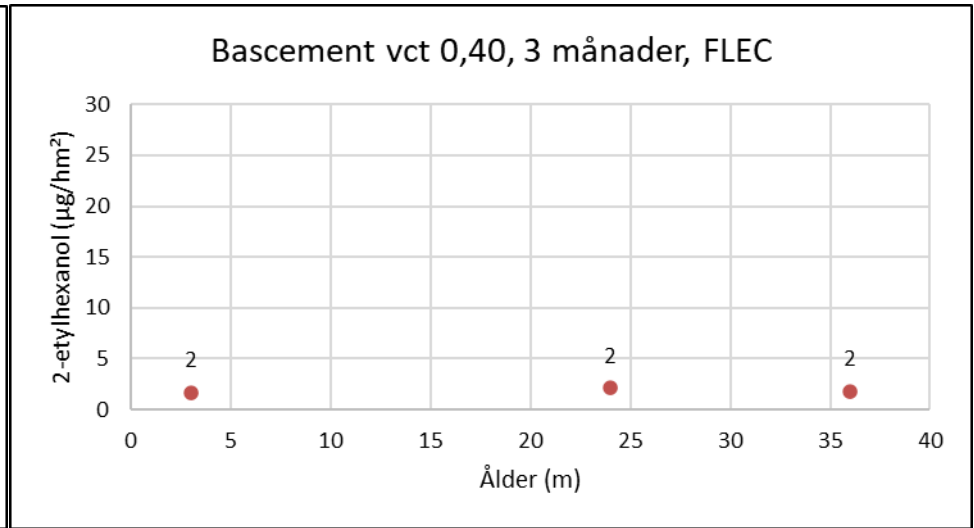
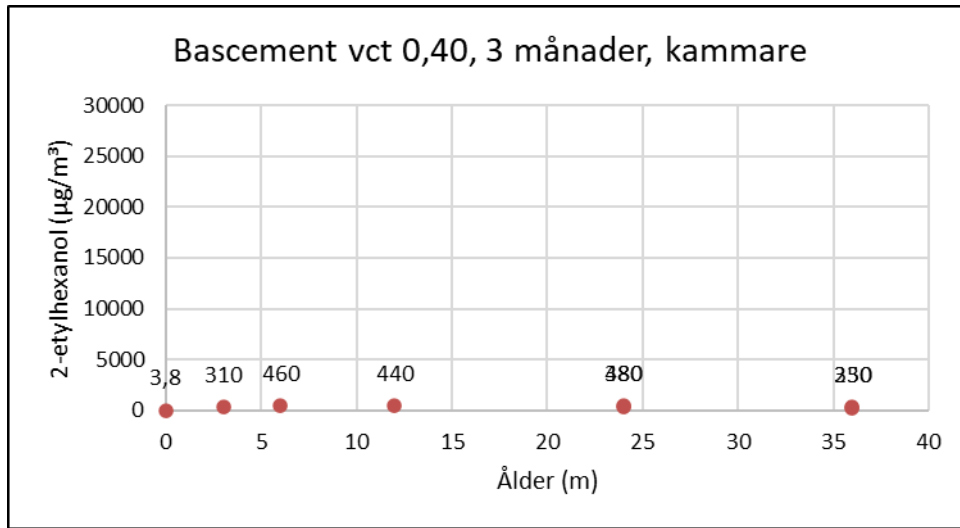
| Ålder (m) | TVOC | bensen | n-dekan | a-pinen | toluenn | n-hexanal | n-butanol | m-xylen | 3-careen | limonen | 1-okten-3-ol | 2-etylhexanol | benzylalkohol | TXIB | naftalen | nonanol |
|-----------|-------|--------|---------|---------|---------|-----------|-----------|---------|----------|---------|--------------|---------------|---------------|------|----------|---------|
| 0 | 250 | 1,9 | 1,6 | 9,1 | 3,7 | 5,2 | 18 | 1,5 | 5 | 2,4 | <1 | 3,8 | 1,6 | <1 | <1 | 0 |
| 3 | 4900 | 5,6 | 5,2 | 11 | 4,4 | 13 | 1100 | 1,5 | <1 | 1,8 | <1 | 310 | 2,1 | <1 | <1 | 83 |
| 6 | 6700 | 7,8 | 6,2 | 180 | 8,5 | <1 | 1100 | 2,6 | 34 | 7,1 | <1 | 460 | 1,9 | <1 | <1 | 280 |
| 12 | 4600 | - | 7,7 | 130 | 75 | 7,2 | 830 | 1,9 | 49 | 3,8 | <1 | 440 | 1,8 | <1 | <1 | 500 |
| 24 | 15000 | - | 4,8 | 260 | 2,2 | <1 | 1800 | <1 | 76 | 10 | <1 | 380 | 1 | <1 | <1 | 2400 |
| 24 | 17000 | - | 3,5 | 150 | 2,2 | <1 | 1700 | <1 | 39 | 3,7 | <1 | 480 | 1,1 | <1 | <1 | 2500 |
| 36 | 5200 | <1 | 2 | 54 | 7 | 28 | 1000 | <1 | 16 | 3,1 | <1 | 250 | <1 | <1 | <1 | 1800 |
| 36 | 5400 | <1 | 2,4 | 46 | 1,2 | 12 | 1000 | <1 | 16 | 1,6 | <1 | 330 | <1 | <1 | <1 | 2100 |

4.2.2 FLEC ($\mu\text{g}/\text{hm}^2$)

| Ålder (m) | TVOC | bensen | n-dekan | a-pinen | toluenn | n-hexanal | n-butanol | m-xylen | 3-careen | limonen | 1-okten-3-ol | 2-etylhexanol | benzylalkohol | TXIB | naftalen | nonanol |
|-----------|------|--------|---------|---------|---------|-----------|-----------|---------|----------|---------|--------------|---------------|---------------|------|----------|---------|
| 3 | 37 | <1 | <1 | <1 | <1 | 2 | 1 | <1 | <1 | <1 | <1 | 2 | <1 | <1 | <1 | 1 |
| 24 | 44 | - | <1 | <1 | <1 | <1 | 3 | <1 | <1 | <1 | <1 | 2 | <1 | <1 | <1 | 11 |
| 36 | 41 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | 2 | <1 | <1 | <1 | <1 | 2 | <1 | <1 | <1 | 20 |

4.2.3 Diagram för valda indikatorämnen



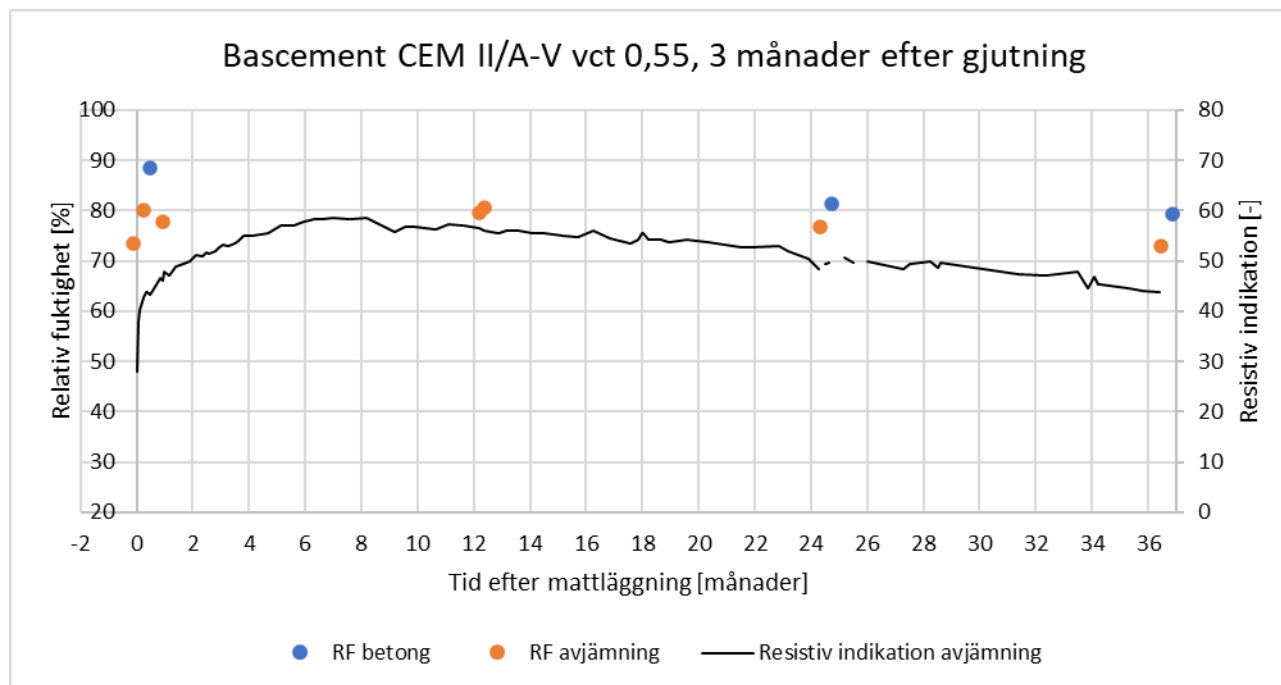


5 Bascement CEM II/A-V (gamla) vct 0,55, 3 månaders

Mätobjektet är en platta bestående av 110 mm betong, ca 15–19 mm avjämning, samt lim och matta enligt tabell nedan:

| | |
|--------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| Betongsammansättning | Bascement CEM II/A-V (gamla), vct 0,55 |
| Uttorkning | 3 månader förseglad |
| RF ekvivalent djup vid mattläggning (utan påslag för mätosäkerhet) | 88,2 +/- 2,0 % RF |
| Avjämning | Weberfloor 140 Nova |
| RF i avjämning vid mattläggning (utan påslag för mätosäkerhet) | 73,5 +/- 1,8 % RF |
| Lim | CascoProff Extra LE |
| Ytskikt | Forbo Sphera |

5.1 Fukt



5.2 Emissioner

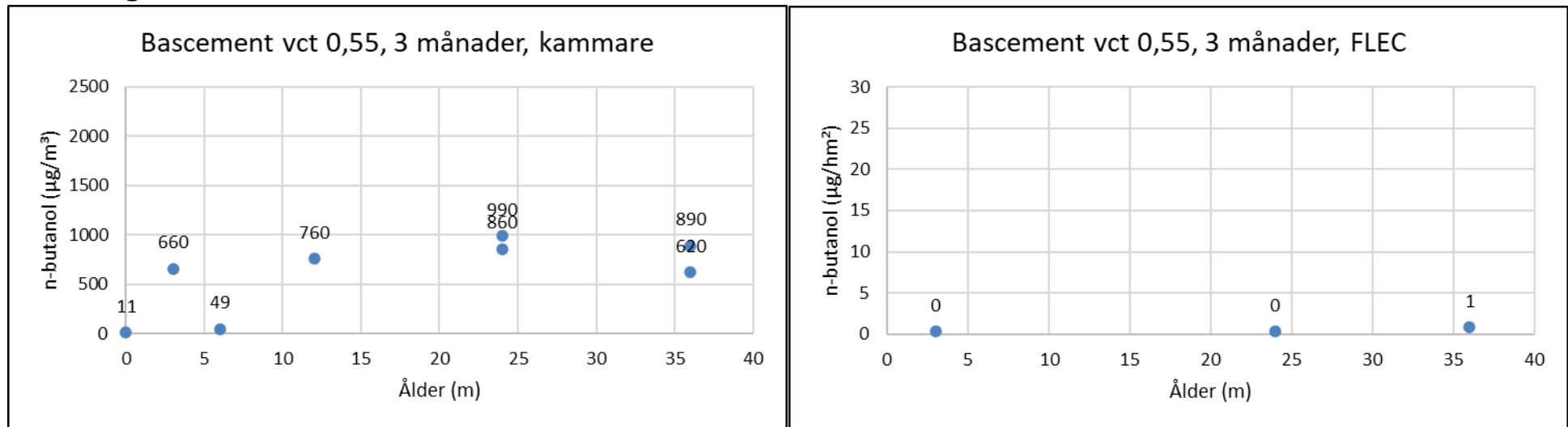
5.2.1 Kammarmätning ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

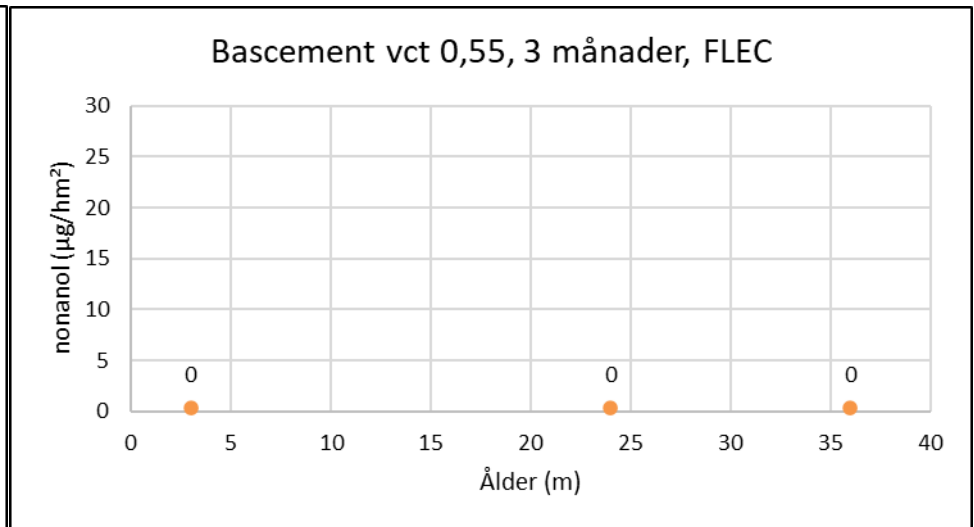
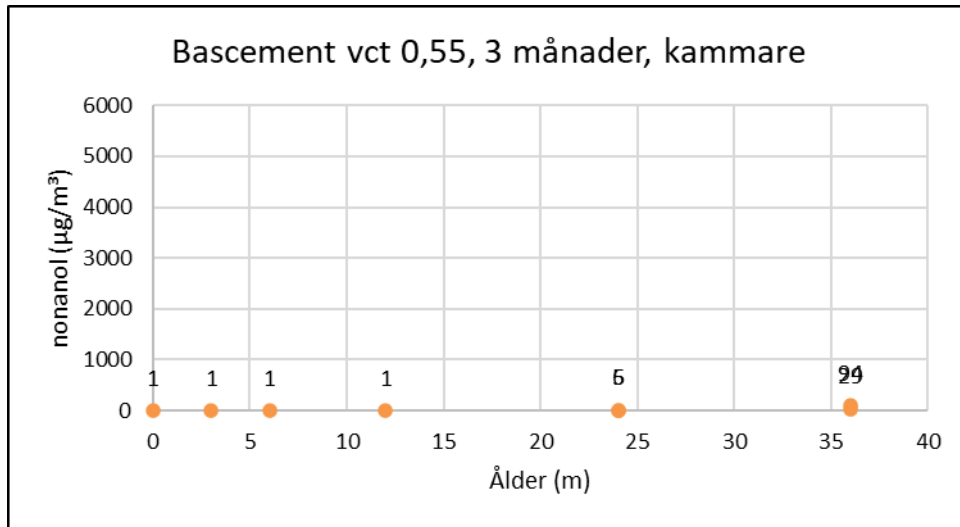
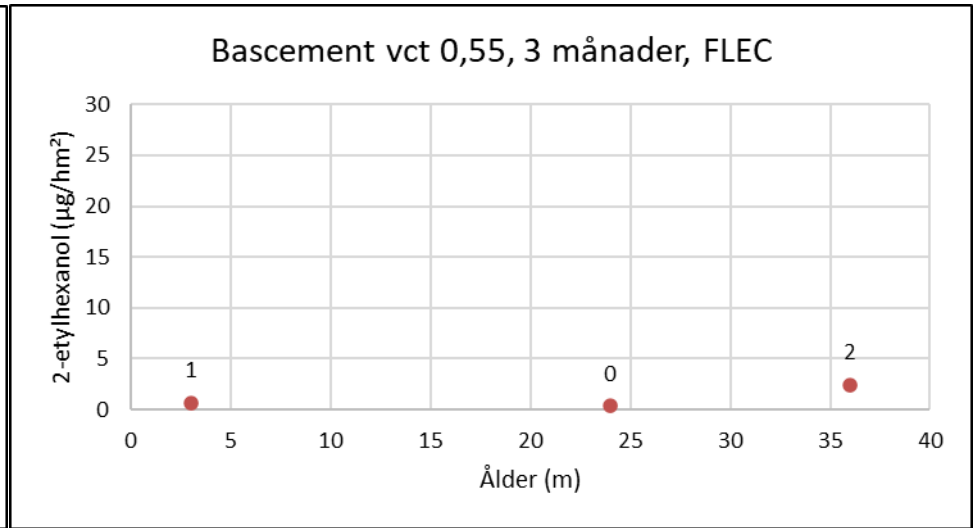
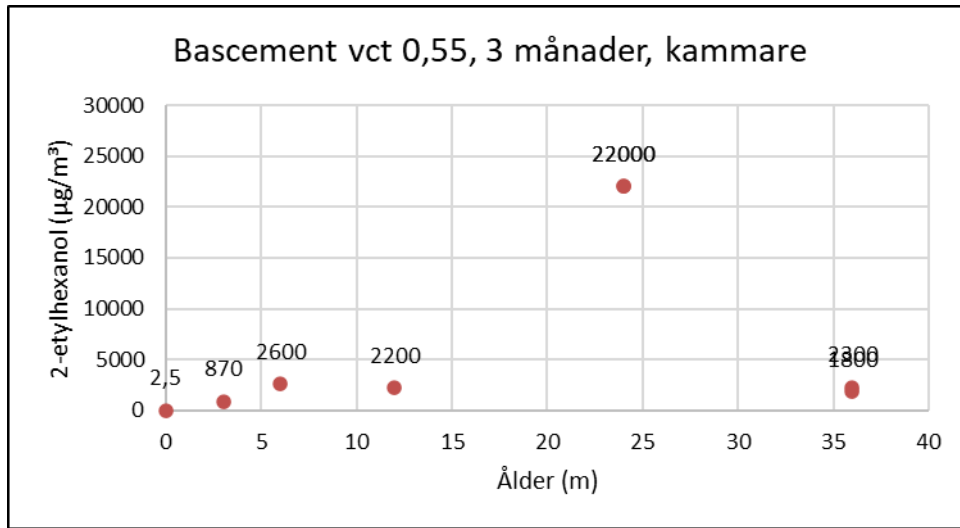
| Ålder (m) | TVOC | bensen | n-dekan | a-pinen | toluen | n-hexanal | n-butanol | m-xylen | 3-careen | limonen | 1-okten-3-ol | 2-ethylhexanol | benzylalkohol | TXIB | naftalen | nonanol |
|-----------|-------|--------|---------|---------|--------|-----------|-----------|---------|----------|---------|--------------|----------------|---------------|------|----------|---------|
| 0 | 260 | 1,9 | 1,5 | 15 | 3,1 | 4,6 | 11 | 1,4 | 10 | 2,9 | <1 | 2,5 | <1 | <1 | <1 | 1 |
| 3 | 5600 | <1 | 7,8 | 9,3 | 4,7 | <1 | 660 | 1,7 | <1 | 1,7 | <1 | 870 | 1,7 | <1 | <1 | 1 |
| 6 | 10000 | 7,2 | <1 | 110 | 8,4 | <1 | 49 | 2,7 | <1 | 14 | <1 | 2600 | <1 | <1 | <1 | 1 |
| 12 | 6800 | - | <1 | 78 | 16 | <1 | 760 | 1,3 | 47 | 5,3 | <1 | 2200 | 1,9 | <1 | <1 | 1 |
| 24 | 25000 | - | 19 | 270 | 3,3 | <1 | 860 | 1,3 | 65 | 15 | <1 | 22000 | 1,3 | <1 | <1 | 5 |
| 24 | 27000 | - | 19 | 190 | 3,5 | <1 | 990 | 1,5 | 46 | 6,9 | <1 | 22000 | <1 | <1 | <1 | 6 |
| 36 | 4000 | <1 | <1 | 64 | 5,8 | 31 | 620 | <1 | 22 | 4,3 | <1 | 1800 | <1 | <1 | <1 | 94 |
| 36 | 5100 | <1 | 3,2 | 35 | <1 | 22 | 890 | <1 | 3,6 | 1,8 | <1 | 2300 | <1 | <1 | <1 | 29 |

5.2.2 FLEC ($\mu\text{g}/\text{hm}^2$)

| Ålder (m) | TVOC | bensen | n-dekan | a-pinen | toluen | n-hexanal | n-butanol | m-xylen | 3-careen | limonen | 1-okten-3-ol | 2-ethylhexanol | benzylalkohol | TXIB | naftalen | nonanol |
|-----------|------|--------|---------|---------|--------|-----------|-----------|---------|----------|---------|--------------|----------------|---------------|------|----------|---------|
| 3 | 21 | <1 | <1 | <1 | <1 | 0 | 0 | <1 | <1 | <1 | <1 | 1 | <1 | <1 | <1 | 0 |
| 24 | 1 | - | <1 | <1 | <1 | <1 | 0 | <1 | <1 | <1 | <1 | 0 | <1 | <1 | <1 | 0 |
| 36 | 4 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | 1 | <1 | <1 | <1 | <1 | 2 | <1 | <1 | <1 | 0 |

5.2.3 Diagram för valda indikatorämnen



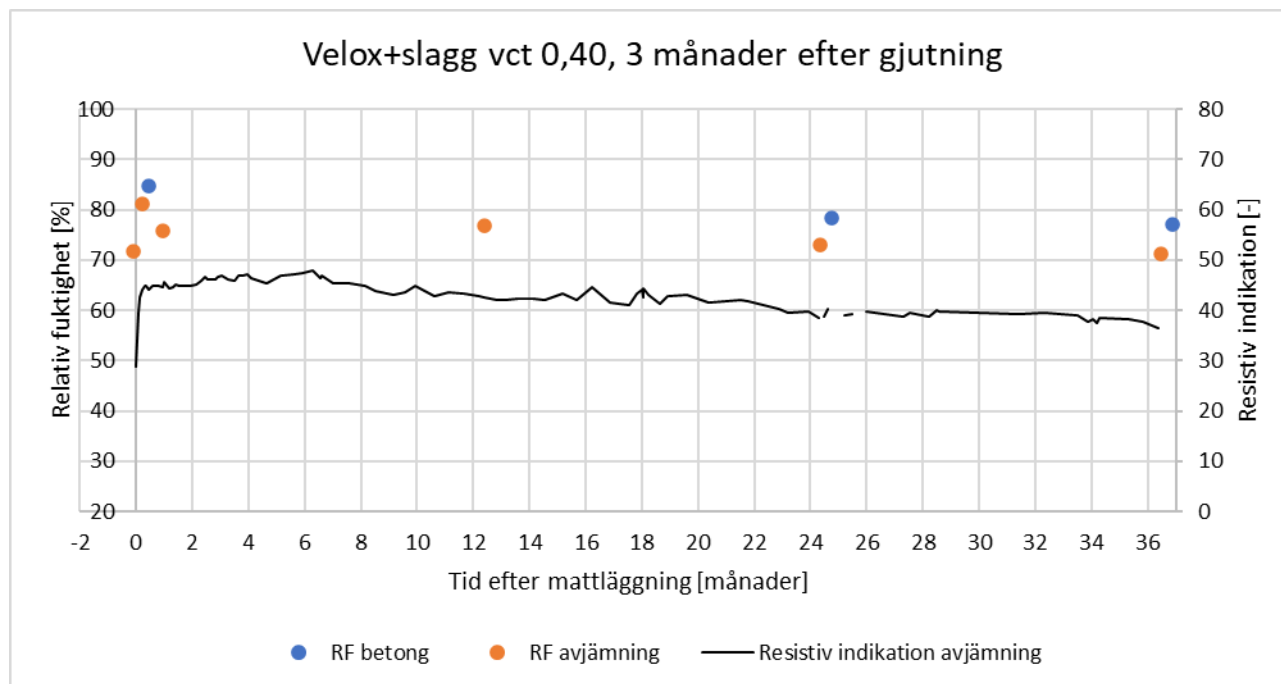


6 Velox + 30% slagg vct 0,40, 3 månaders

Mätobjektet är en platta bestående av 110 mm betong, ca 15–19 mm avjämnning, samt lim och matta enligt tabell nedan:

| | |
|--------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| Betongsammansättning | Velox + 30% slagg, vct 0,40 |
| Uttorkning | 3 månader förseglad |
| RF ekvivalent djup vid mattläggning (utan påslag för mätosäkerhet) | 84,8 +/- 2,0 % RF |
| Avjämnning | Weberfloor 140 Nova |
| RF i avjämnning vid mattläggning (utan påslag för mätosäkerhet) | 71,7 +/- 1,8 % RF |
| Lim | CascoProff Extra LE |
| Ytskikt | Tarkett IQ Granit |

6.1 Fukt



6.2 Emissioner

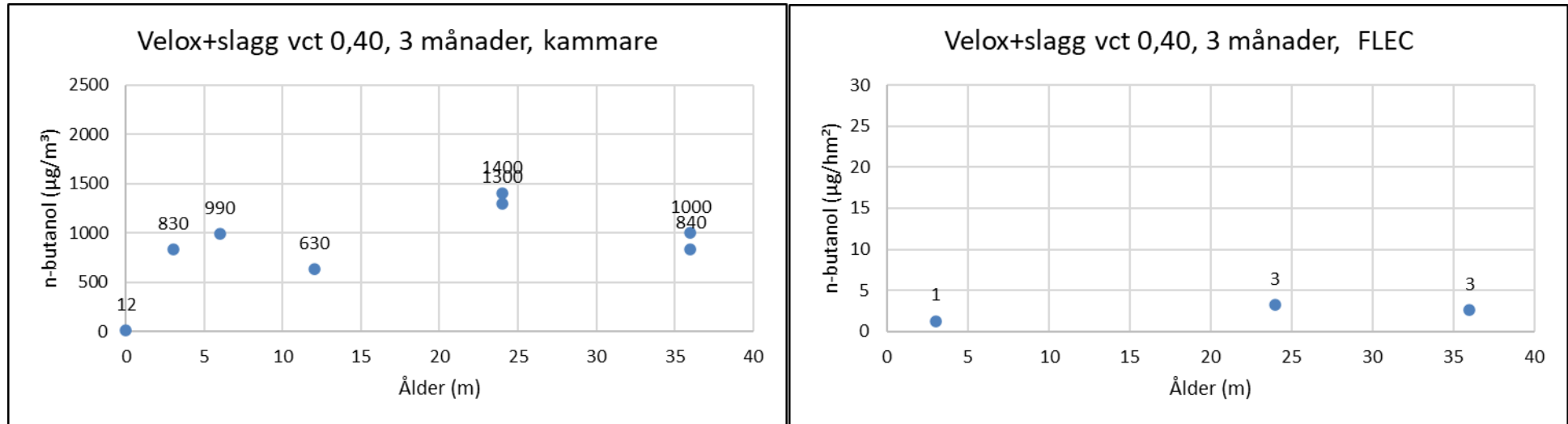
6.2.1 Kammarmätning ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

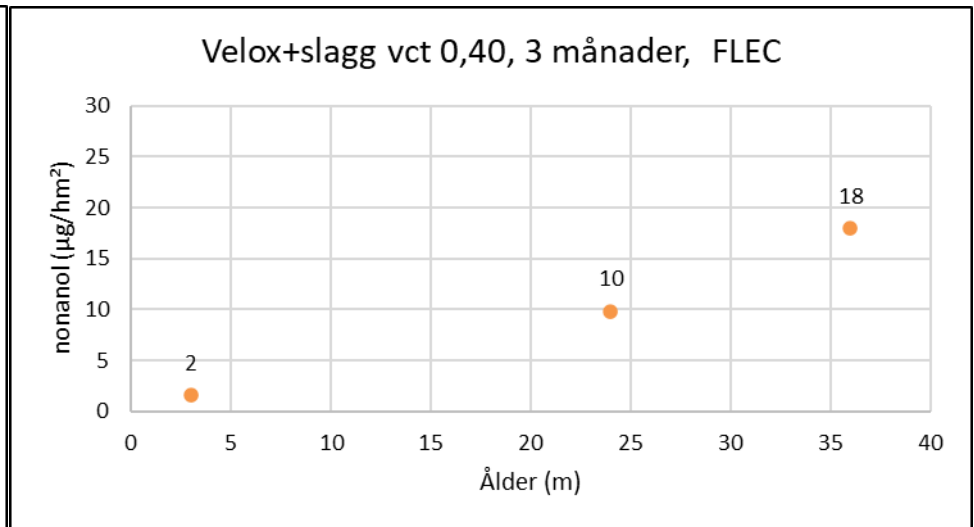
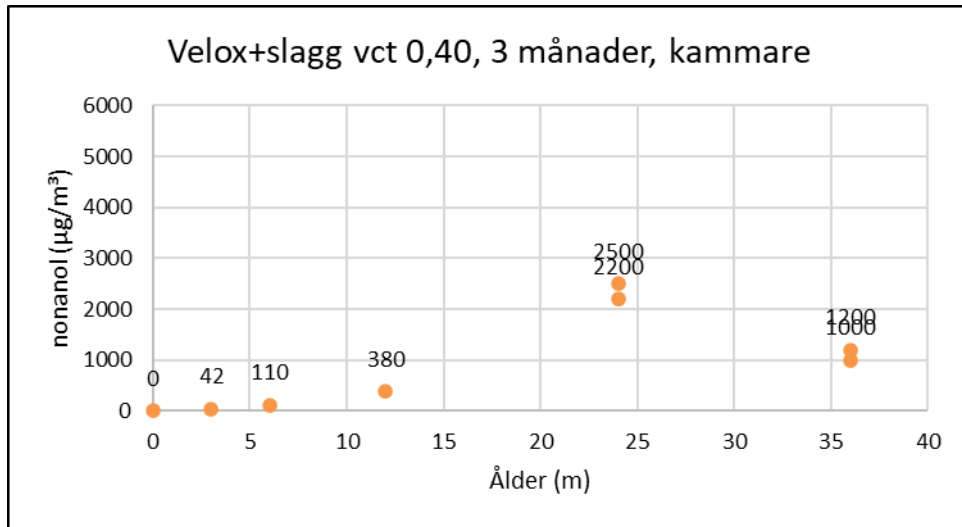
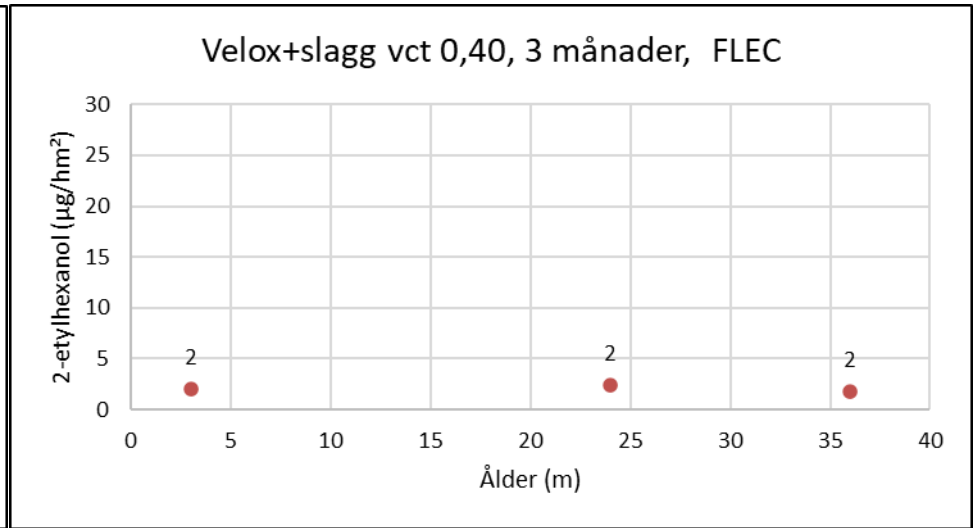
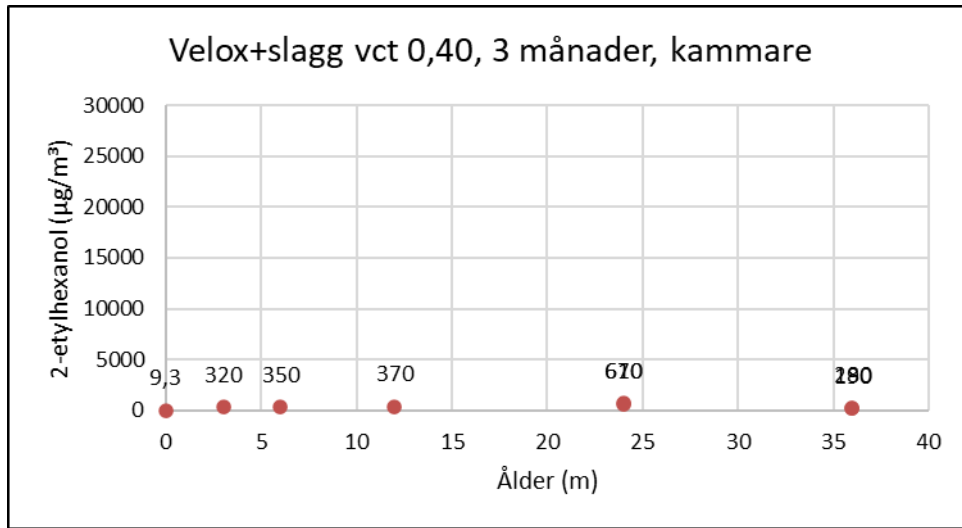
| Ålder (m) | TVOC | bensen | n-dekan | a-pinen | toluen | n-hexanal | n-butanol | m-xylen | 3-caren | limonen | 1-okten-3-ol | 2-ethylhexanol | benzylalkohol | TXIB | naftalen | nonanol |
|-----------|-------|--------|---------|---------|--------|-----------|-----------|---------|---------|---------|--------------|----------------|---------------|------|----------|---------|
| 0 | 610 | 1,8 | 2,5 | 10 | 3,3 | 3,7 | 12 | 1,5 | 7,8 | 22 | <1 | 9,3 | <1 | <1 | <1 | 0 |
| 3 | 4800 | 4,8 | 8,1 | 9,9 | 6,1 | 6,2 | 830 | 1,9 | <1 | 1,7 | <1 | 320 | <1 | <1 | <1 | 42 |
| 6 | 6000 | 5,2 | 4 | 19 | 5,7 | <1 | 990 | 1,4 | 3,6 | 1,6 | <1 | 350 | <1 | <1 | <1 | 110 |
| 12 | 4000 | - | 6,1 | 73 | 79 | 4,4 | 630 | 1,6 | 31 | 2,8 | <1 | 370 | <1 | <1 | <1 | 380 |
| 24 | 17000 | - | 5,2 | 240 | 2,4 | <1 | 1300 | <1 | 55 | 9 | <1 | 670 | <1 | <1 | <1 | 2500 |
| 24 | 15000 | - | 3,7 | 130 | 2 | <1 | 1400 | <1 | 39 | 3,3 | <1 | 610 | 3,8 | <1 | <1 | 2200 |
| 36 | 4000 | <1 | 2 | 29 | <1 | 25 | 840 | <1 | 9,3 | 9,3 | <1 | 190 | <1 | <1 | <1 | 1200 |
| 36 | 4000 | <1 | 2,1 | 97 | <1 | 18 | 1000 | <1 | 56 | 2,7 | <1 | 280 | <1 | <1 | <1 | 1000 |

6.2.2 FLEC ($\mu\text{g}/\text{hm}^2$)

| Ålder (m) | TVOC | bensen | n-dekan | a-pinen | toluen | n-hexanal | n-butanol | m-xylen | 3-caren | limonen | 1-okten-3-ol | 2-ethylhexanol | benzylalkohol | TXIB | naftalen | nonanol |
|-----------|------|--------|---------|---------|--------|-----------|-----------|---------|---------|---------|--------------|----------------|---------------|------|----------|---------|
| 3 | 54 | <1 | <1 | <1 | <1 | 2 | 1 | <1 | <1 | <1 | <1 | 2 | <1 | <1 | <1 | 2 |
| 24 | 41 | - | <1 | <1 | <1 | <1 | 3 | <1 | <1 | <1 | <1 | 2 | <1 | <1 | <1 | 10 |
| 36 | 41 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | 3 | <1 | <1 | <1 | <1 | 2 | <1 | <1 | <1 | 18 |

6.2.3 Diagram för valda indikatorämnen



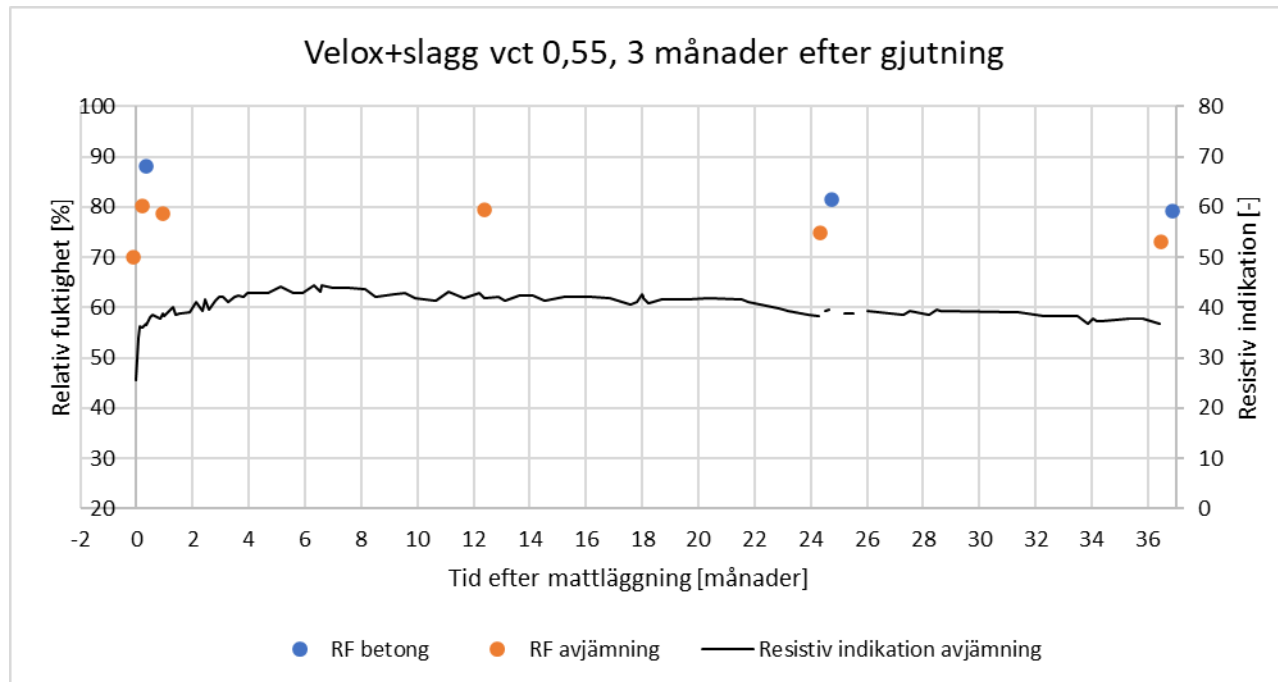


7 Velox + 30% slagg vct 0,55, 3 månaders

Mätobjektet är en platta bestående av 110 mm betong, ca 15–19 mm avjämnning, samt lim och matta enligt tabell nedan:

| | |
|--------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| Betongsammansättning | Velox + 30% slagg, vct 0,55 |
| Uttorkning | 3 månader förseglad |
| RF ekvivalent djup vid mattläggning (utan påslag för mätosäkerhet) | 88,2 +/- 2,0 % RF |
| Avjämnning | Weberfloor 140 Nova |
| RF i avjämnning vid mattläggning (utan påslag för mätosäkerhet) | 69,9 +/- 1,8 % RF |
| Lim | CascoProff Extra LE |
| Ytskikt | Forbo Sphera |

7.1 Fukt



7.2 Emissioner

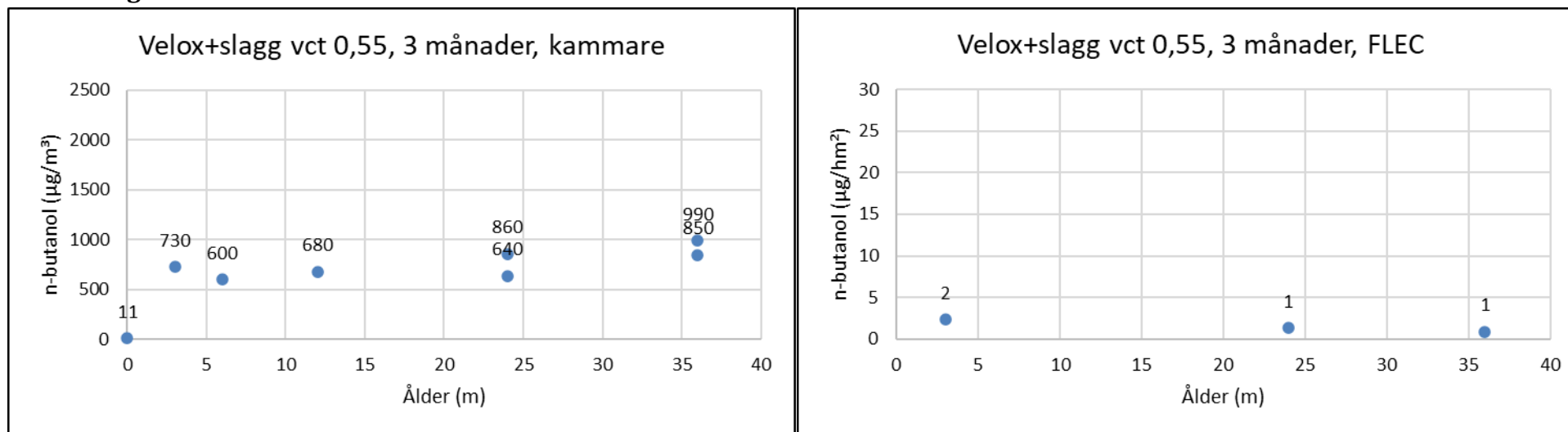
7.2.1 Kammarmätning ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

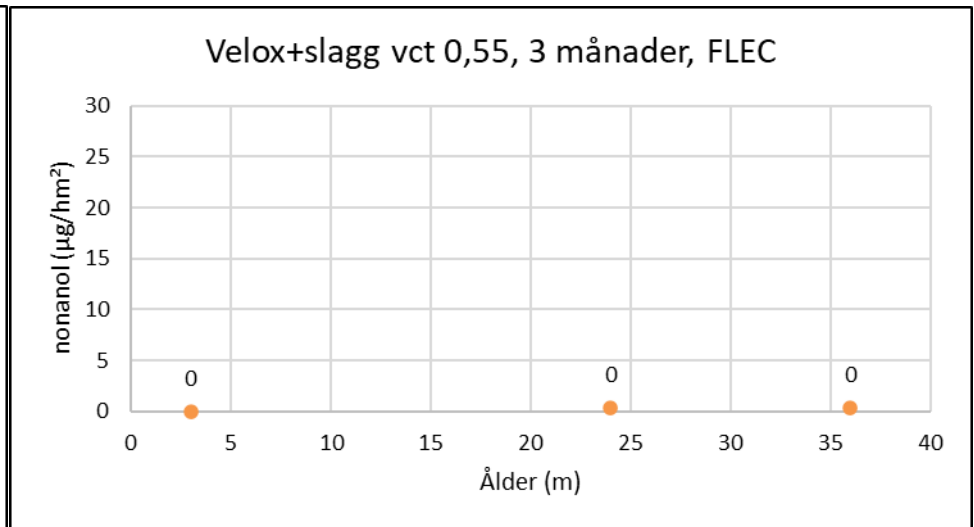
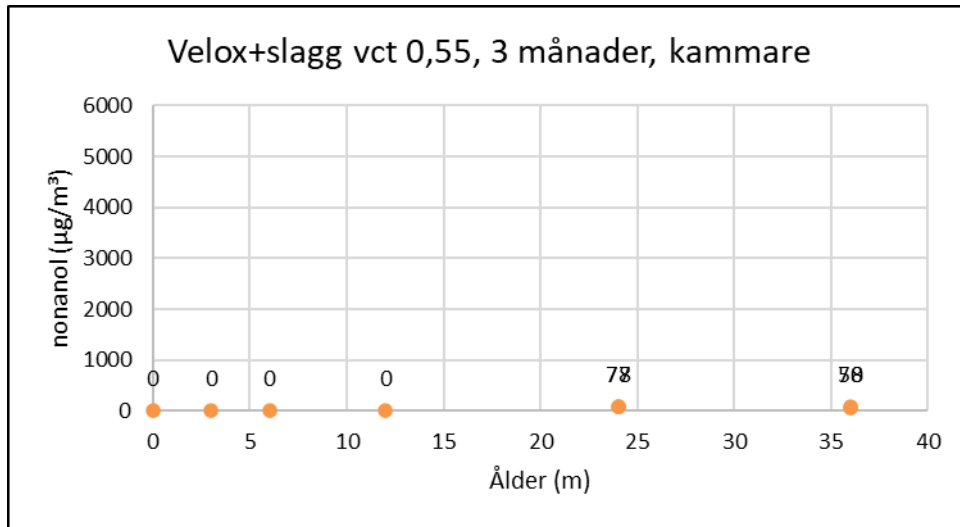
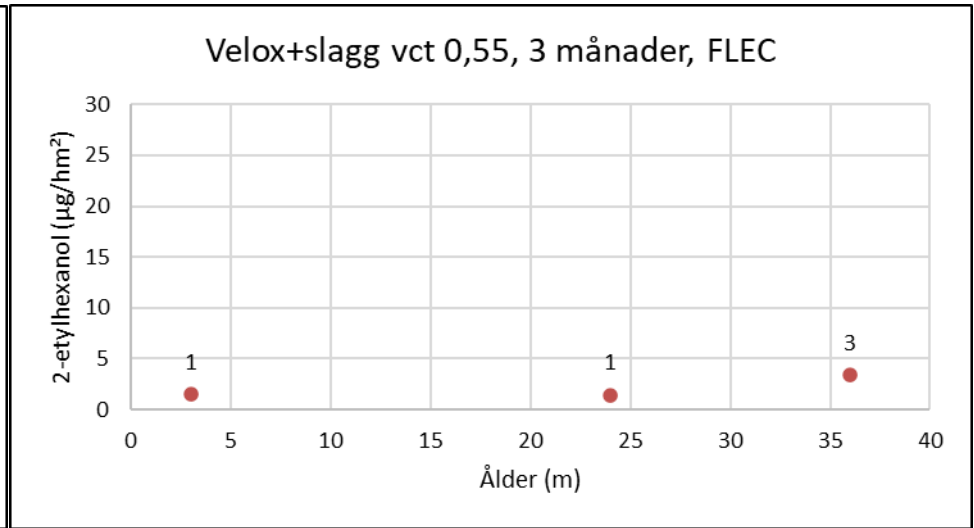
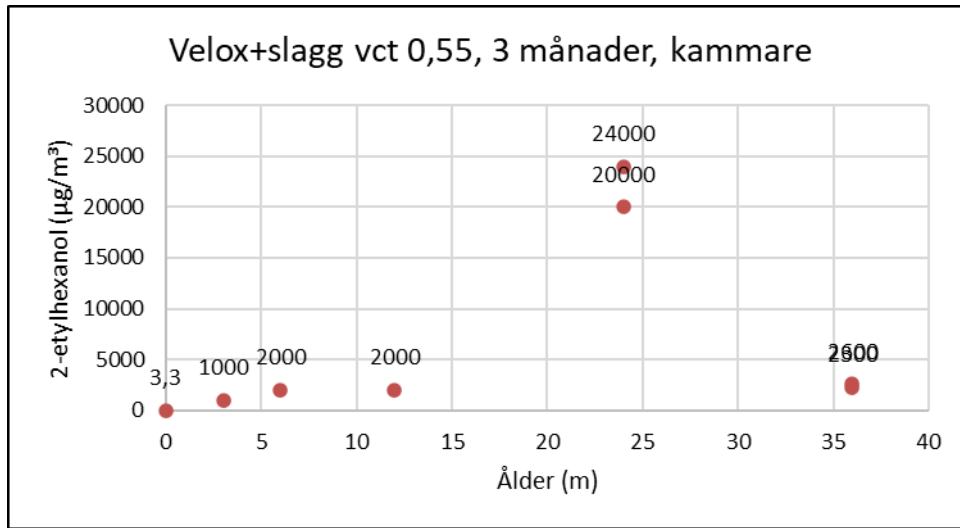
| Ålder (m) | TVOC | bensen | n-dekan | a-pinen | toluen | n-hexanal | n-butanol | m-xylen | 3-careen | limonen | 1-okten-3-ol | 2-etylhexanol | benzylalkohol | TXIB | naftalen | nonanol |
|-----------|-------|--------|---------|---------|--------|-----------|-----------|---------|----------|---------|--------------|---------------|---------------|------|----------|---------|
| 0 | 230 | 2,3 | 1,6 | 9,5 | 6,4 | 3,7 | 11 | 1,6 | 5,1 | 2,8 | <1 | 3,3 | <1 | <1 | <1 | 0 |
| 3 | 6200 | <1 | 6,2 | 56 | 6,3 | <1 | 730 | 2,4 | <1 | 1,7 | <1 | 1000 | <1 | <1 | <1 | 0 |
| 6 | 8700 | 6,1 | <1 | 220 | 5,7 | <1 | 600 | 1,8 | 48 | 3,1 | <1 | 2000 | <1 | <1 | <1 | 0 |
| 12 | 7200 | - | <1 | 140 | 59 | 10 | 680 | 1,9 | 39 | 4,2 | <1 | 2000 | <1 | <1 | <1 | 0 |
| 24 | 28000 | - | 16 | 340 | 2,7 | <1 | 640 | <1 | 170 | 12 | <1 | 24000 | 1,1 | <1 | <1 | 78 |
| 24 | 26000 | - | 10 | 220 | 2,3 | <1 | 860 | 1 | 62 | 4,1 | <1 | 20000 | <1 | <1 | <1 | 77 |
| 36 | 6000 | <1 | 5,9 | 110 | <1 | 18 | 990 | <1 | 35 | 3 | <1 | 2600 | <1 | <1 | <1 | 70 |
| 36 | 4900 | <1 | <1 | 49 | <1 | 18 | 850 | <1 | 7,8 | 1,2 | <1 | 2300 | <1 | <1 | <1 | 58 |

7.2.2 FLEC ($\mu\text{g}/\text{hm}^2$)

| Ålder (m) | TVOC | bensen | n-dekan | a-pinen | toluen | n-hexanal | n-butanol | m-xylen | 3-careen | limonen | 1-okten-3-ol | 2-etylhexanol | benzylalkohol | TXIB | naftalen | nonanol |
|-----------|------|--------|---------|---------|--------|-----------|-----------|---------|----------|---------|--------------|---------------|---------------|------|----------|---------|
| 3 | 24 | <1 | <1 | 1 | <1 | 2 | 2 | <1 | <1 | <1 | <1 | 1 | <1 | <1 | <1 | 0 |
| 24 | 9 | - | <1 | <1 | <1 | <1 | 1 | <1 | <1 | <1 | <1 | 1 | <1 | <1 | <1 | 0 |
| 36 | 7 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | 1 | <1 | <1 | <1 | <1 | 3 | <1 | <1 | <1 | 0 |

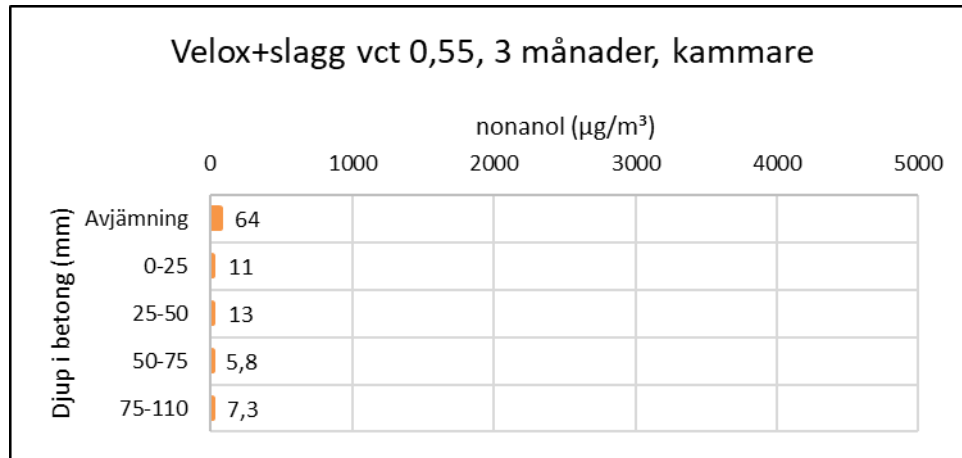
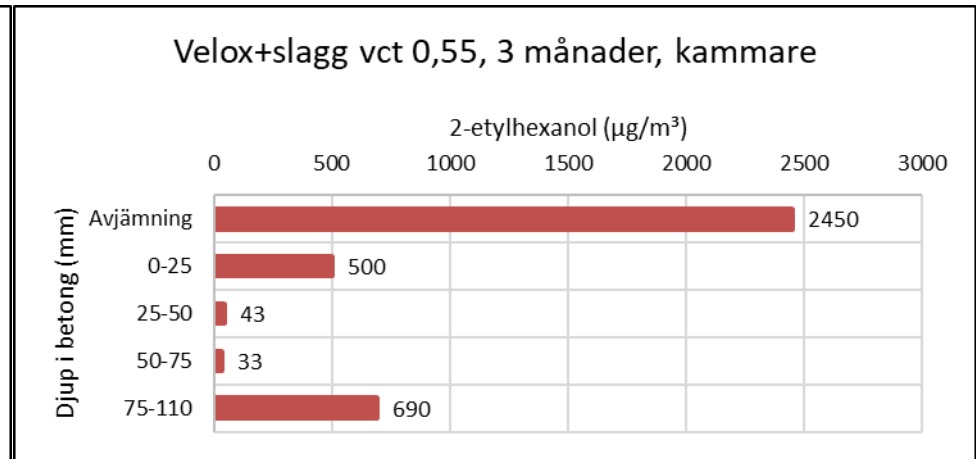
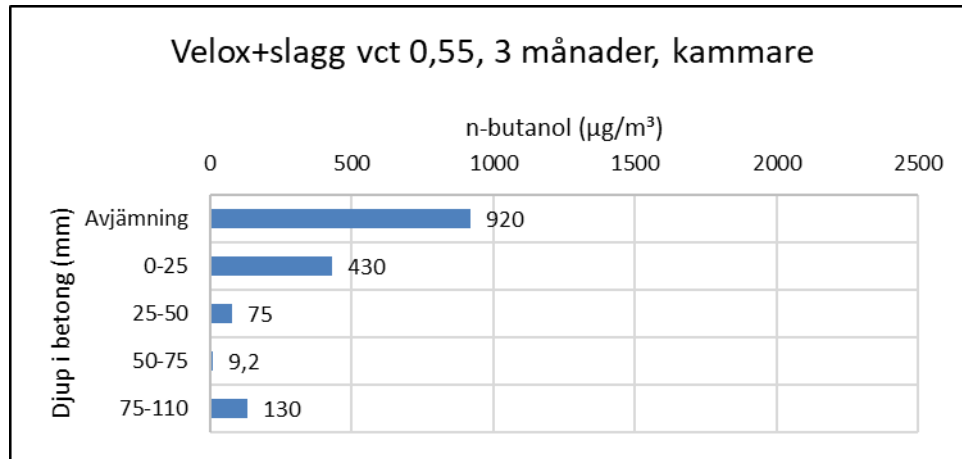
7.2.3 Diagram för valda indikatorämnen





7.2.4 Profilmätning (kammare) i betong 36 månader efter mattläggning

| Djup (mm) | TVOC | bensen | n-dekan | a-pinen | toluen | n-hexanal | n-butanol | m-xylen | 3-careen | limonen | 1-okten-3-ol | 2-etylhexanol | benzylalkohol | TXIB | naftalen | nonanol |
|-----------|------|--------|---------|---------|--------|-----------|-----------|---------|----------|---------|--------------|---------------|---------------|------|----------|---------|
| 0-25 | 1500 | <1 | <1 | 15 | <1 | 25 | 430 | <1 | 11 | <1 | <1 | 500 | <1 | <1 | <1 | 11 |
| 25-50 | 380 | <1 | <1 | 2,9 | <1 | 21 | 75 | <1 | 1,6 | <1 | 1,7 | 43 | 1,7 | <1 | <1 | 13 |
| 50-75 | 240 | <1 | <1 | 1,3 | 13 | 37 | 9,2 | <1 | <1 | <1 | <1 | 33 | <1 | <1 | <1 | 5,8 |
| 75-110 | 2100 | <1 | <1 | 2,8 | 3,5 | 35 | 130 | <1 | 1,8 | <1 | <1 | 690 | 1,6 | <1 | <1 | 7,3 |

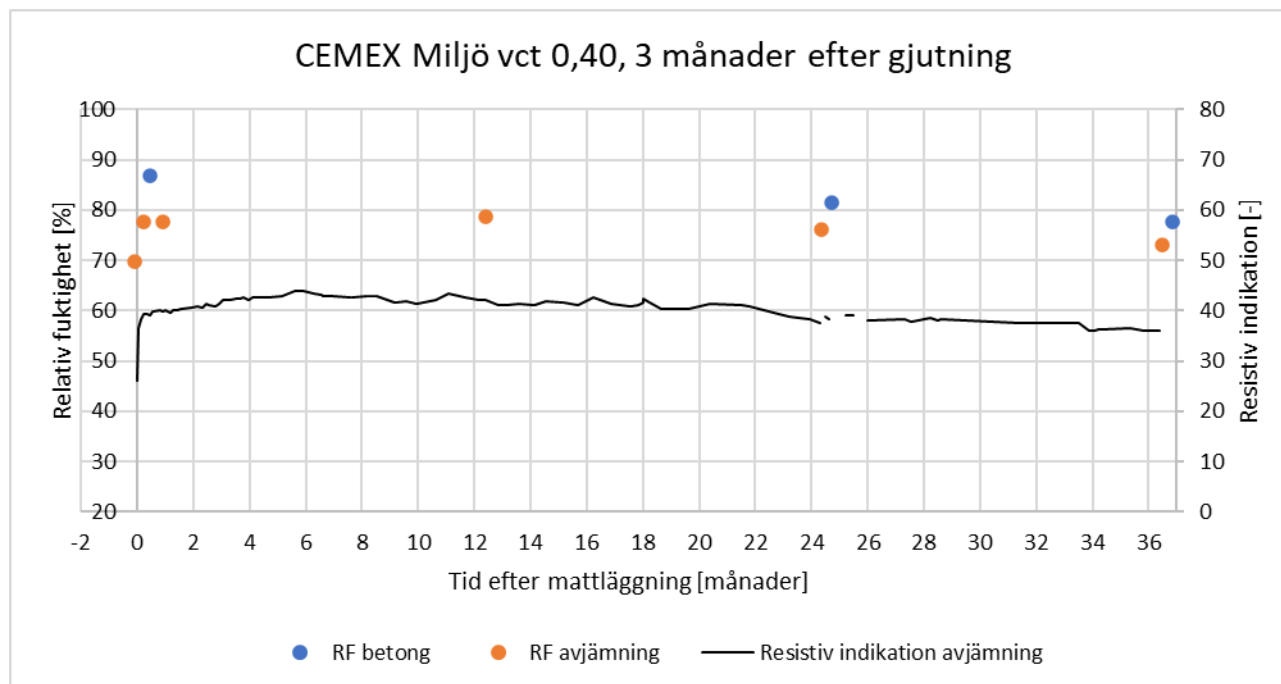


8 CEMEX Miljö vct 0,40, 3 månaders

Mätobjektet är en platta bestående av 110 mm betong, ca 15–19 mm avjämnning, samt lim och matta enligt tabell nedan:

| | |
|--------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Betongsammansättning | CEMEX Miljö, vct 0,40 |
| Uttorkning | 3 månader förseglad |
| RF ekvivalent djup vid mattläggning (utan påslag för mätosäkerhet) | 86,5 +/- 2,0 % RF |
| Avjämnning | Weberfloor 140 Nova |
| RF i avjämnning vid mattläggning (utan påslag för mätosäkerhet) | 69,7 +/- 1,8 % RF |
| Lim | CascoProff Extra LE |
| Ytskikt | Forbo Sphera |

8.1 Fukt



8.2 Emissioner

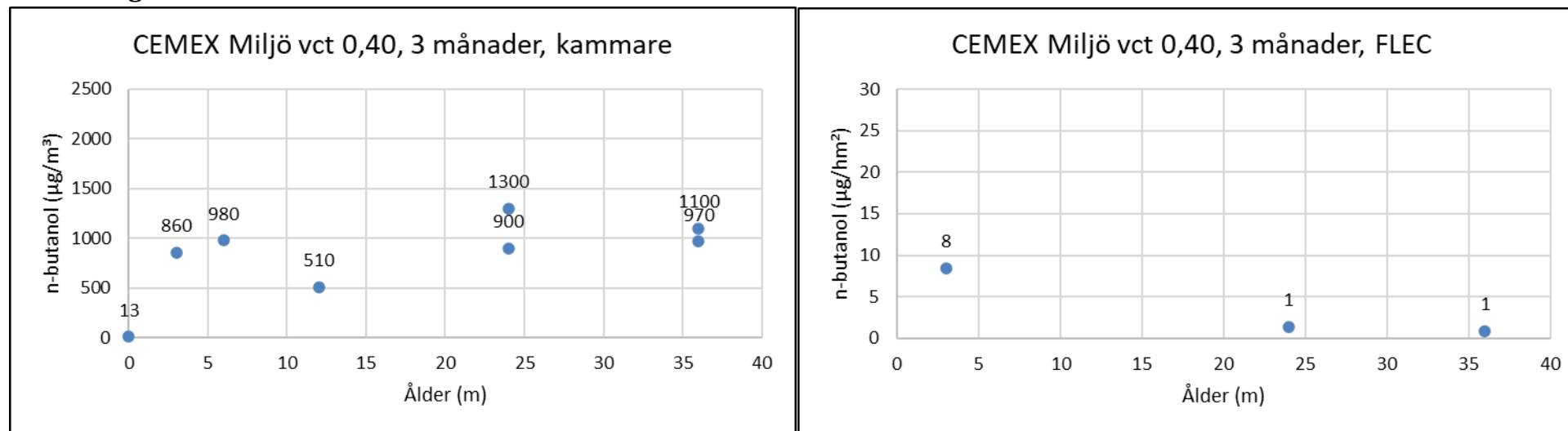
8.2.1 Kammarmätning ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

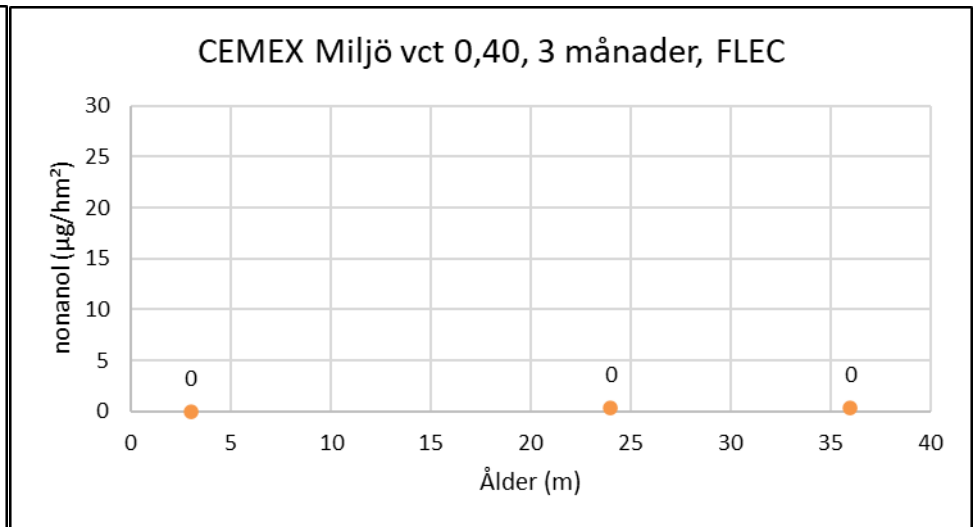
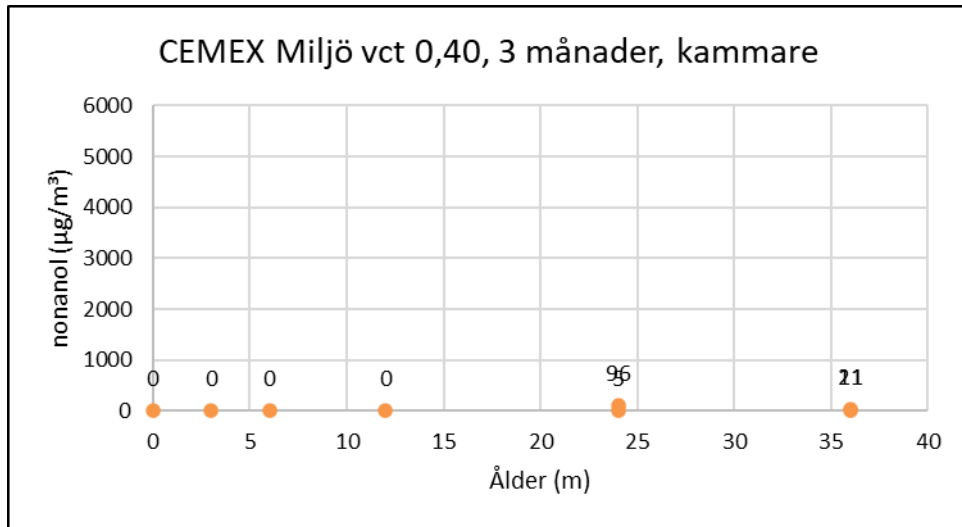
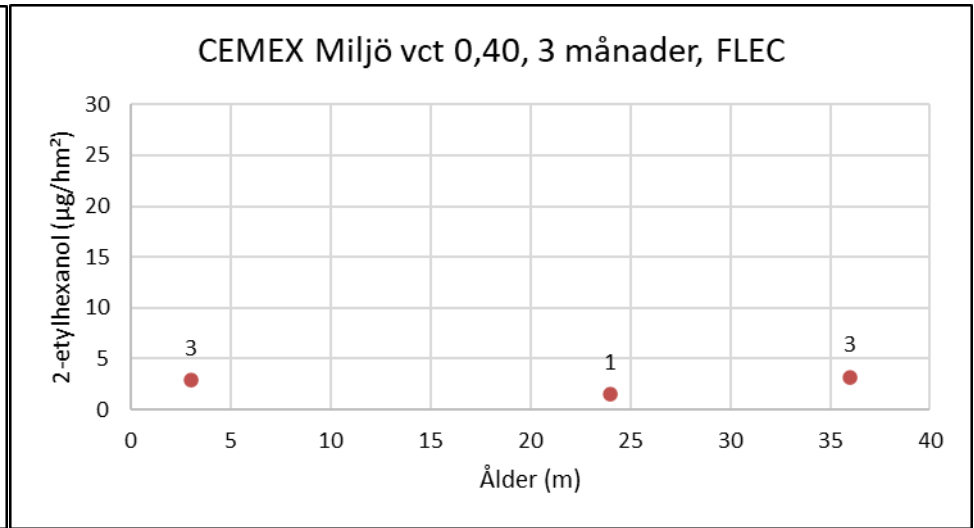
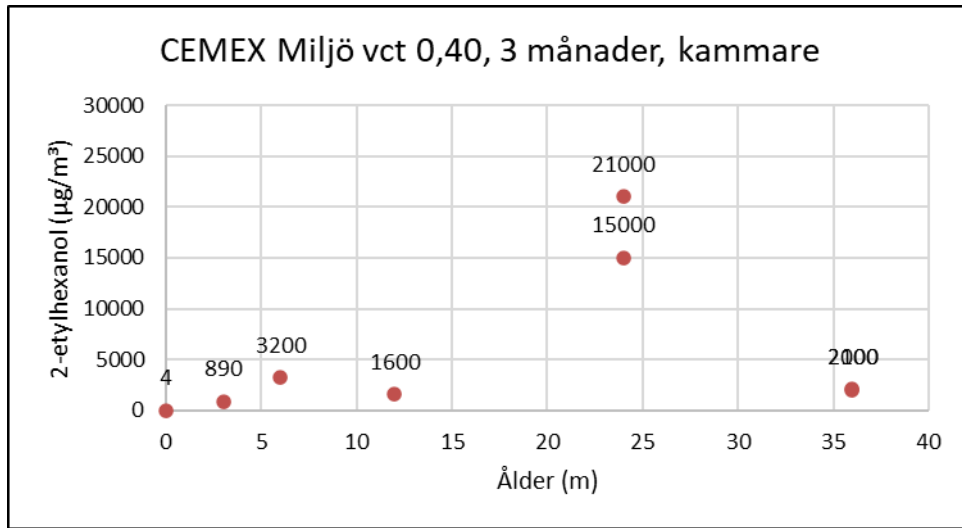
| Ålder (m) | TVOC | bensen | n-dekan | a-pinen | toluen | n-hexanal | n-butanol | m-xylen | 3-careen | limonen | 1-okten-3-ol | 2-etylhexanol | benzylalkohol | TXIB | naftalen | nonanol |
|-----------|-------|--------|---------|---------|--------|-----------|-----------|---------|----------|---------|--------------|---------------|---------------|------|----------|---------|
| 0 | 170 | 2,1 | 1,3 | 11 | 3,6 | 4,8 | 13 | 1,3 | 6,4 | 2,6 | <1 | 4 | 1,5 | <1 | <1 | 0 |
| 3 | 6100 | <1 | 12 | 23 | 5,4 | <1 | 860 | 1,7 | <1 | 2,2 | <1 | 890 | 3,9 | <1 | <1 | 0 |
| 6 | 12000 | 6,5 | <1 | 130 | 7,2 | <1 | 980 | 3,3 | <1 | 7,9 | <1 | 3200 | 3 | <1 | <1 | 0 |
| 12 | 5700 | - | <1 | 61 | 54 | <1 | 510 | 1,7 | 26 | 3,2 | <1 | 1600 | 2,5 | <1 | <1 | 0 |
| 24 | 27000 | - | 22 | 150 | 4 | <1 | 900 | 1,9 | 70 | 16 | <1 | 21000 | 2,1 | <1 | <1 | 96 |
| 24 | 23000 | - | 17 | 210 | 3,3 | <1 | 1300 | 1,8 | 56 | 5,5 | <1 | 15000 | 1,7 | <1 | <1 | 5 |
| 36 | 5700 | 1,1 | 14 | 340 | 6,6 | 34 | 970 | <1 | 290 | 8,4 | <1 | 2000 | 1,1 | <1 | <1 | 11 |
| 36 | 5300 | <1 | 7,6 | 330 | 1,2 | 19 | 1100 | <1 | 270 | 7,5 | <1 | 2100 | <1 | <1 | <1 | 21 |

8.2.2 FLEC ($\mu\text{g}/\text{hm}^2$)

| Ålder (m) | TVOC | bensen | n-dekan | a-pinen | toluen | n-hexanal | n-butanol | m-xylen | 3-careen | limonen | 1-okten-3-ol | 2-etylhexanol | benzylalkohol | TXIB | naftalen | nonanol |
|-----------|------|--------|---------|---------|--------|-----------|-----------|---------|----------|---------|--------------|---------------|---------------|------|----------|---------|
| 3 | 33 | <1 | <1 | 1 | <1 | 2 | 8 | <1 | <1 | <1 | <1 | 3 | <1 | <1 | <1 | 0 |
| 24 | 8 | - | <1 | <1 | <1 | 0 | 1 | <1 | <1 | <1 | <1 | 1 | <1 | <1 | <1 | 0 |
| 36 | 11 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | 1 | <1 | <1 | <1 | <1 | 3 | <1 | <1 | <1 | 0 |

8.2.3 Diagram för valda indikatorämnen



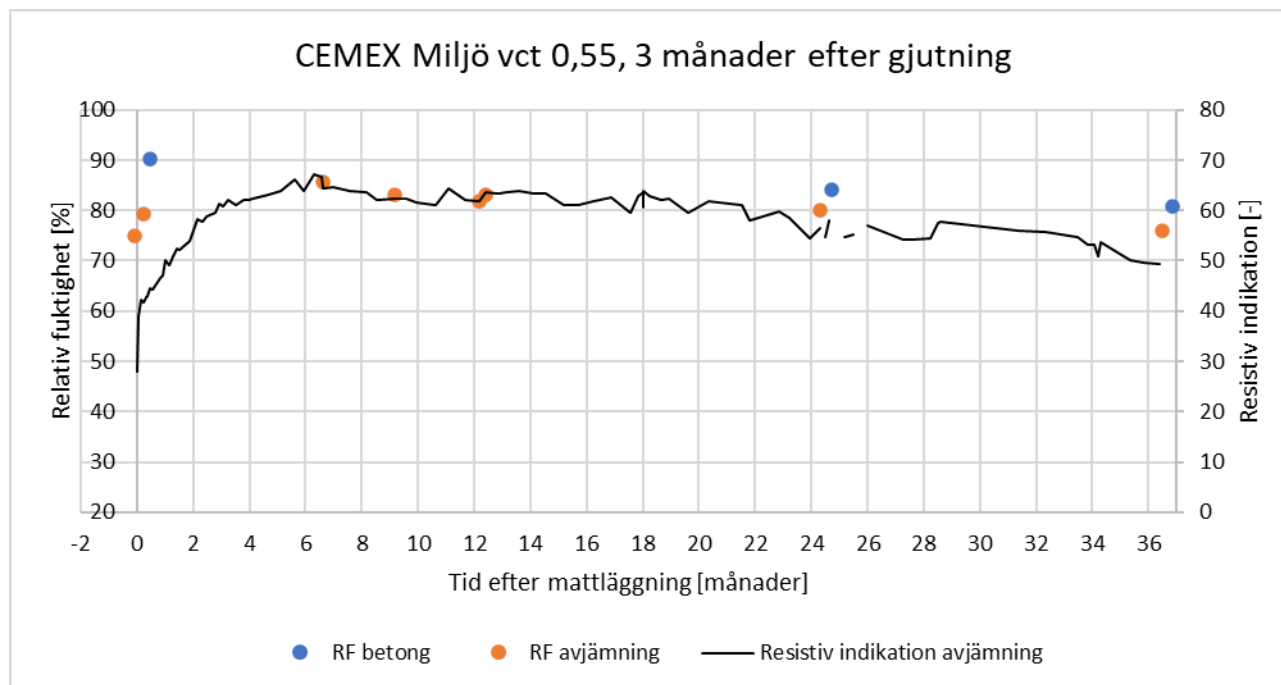


9 CEMEX Miljö vct 0,55, 3 månaders

Mätobjektet är en platta bestående av 110 mm betong, ca 15–19 mm avjämnning, samt lim och matta enligt tabell nedan:

| | |
|--------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Betongsammansättning | CEMEX Miljö, vct 0,55 |
| Uttorkning | 3 månader förseglad |
| RF ekvivalent djup vid mattläggning (utan påslag för mätosäkerhet) | 90,4 +/- 2,1 % RF |
| Avjämnning | Weberfloor 140 Nova |
| RF i avjämnning vid mattläggning (utan påslag för mätosäkerhet) | 74,9 +/- 1,8 % RF |
| Lim | CascoProff Extra LE |
| Ytskikt | Tarkett IQ Granit |

9.1 Fukt



9.2 Emissioner

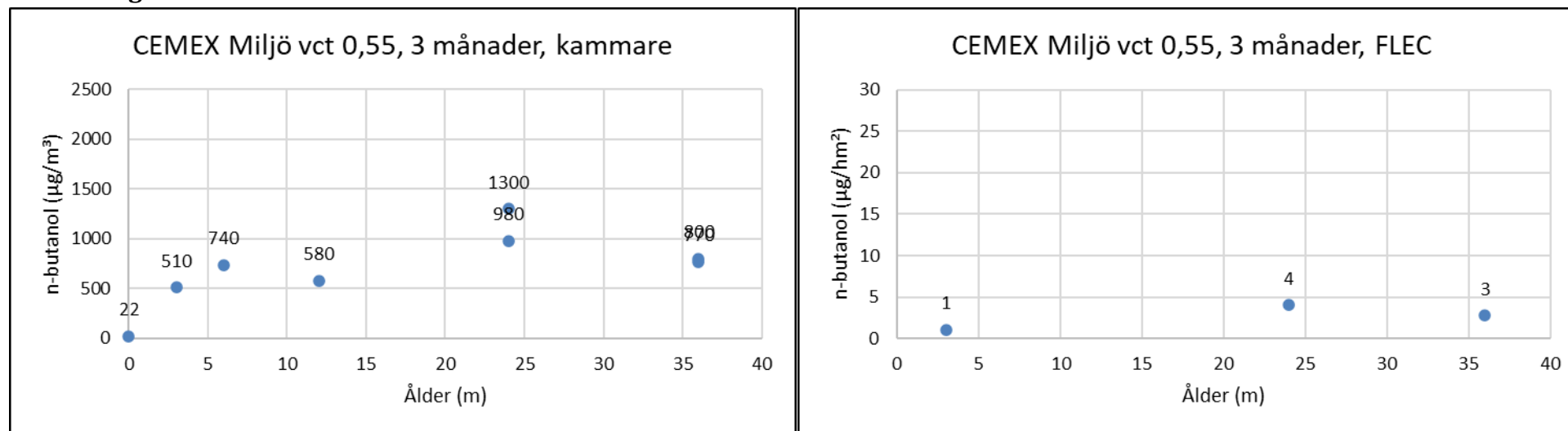
9.2.1 Kammarmätning ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

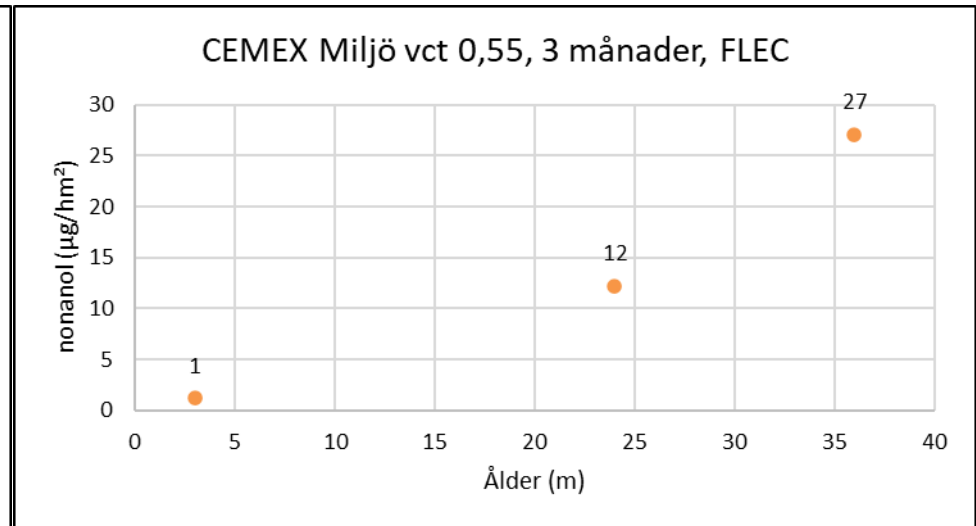
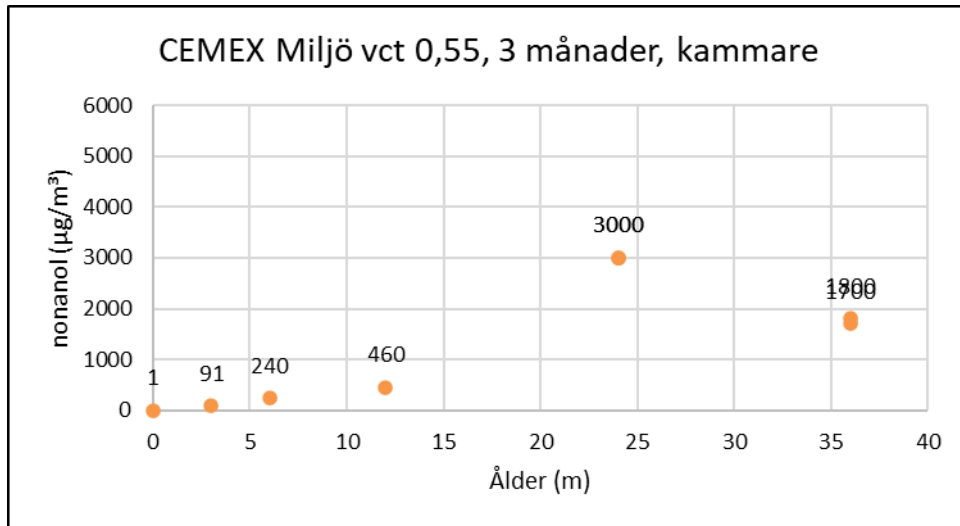
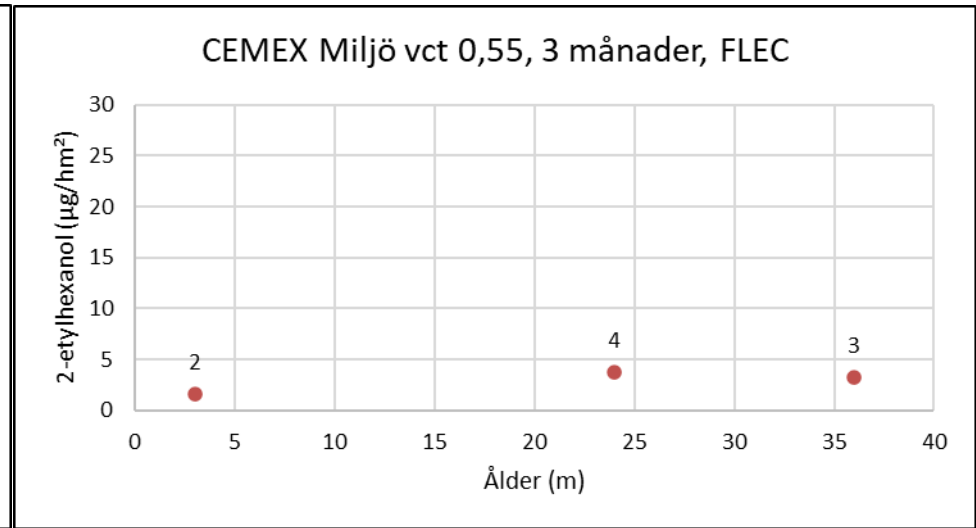
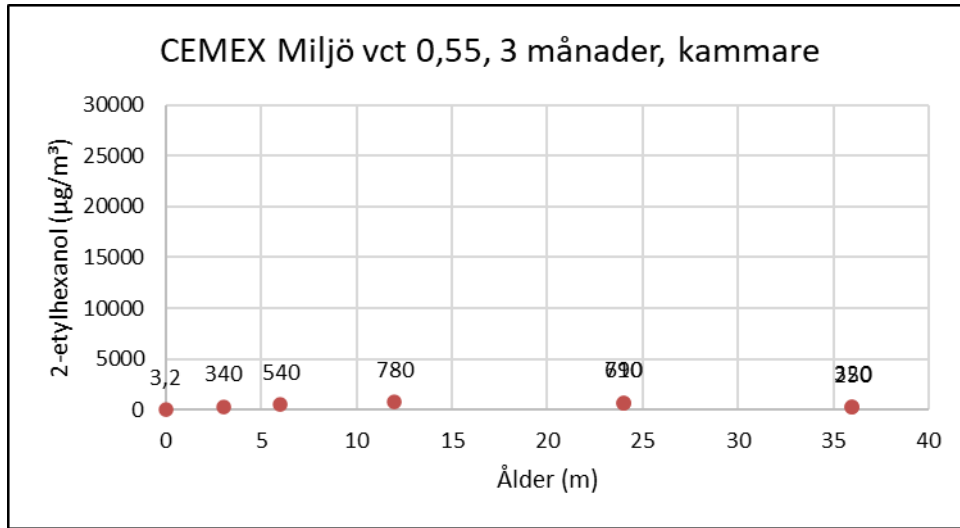
| Ålder (m) | TVOC | bensen | n-dekan | a-pinen | toluen | n-hexanal | n-butanol | m-xylen | 3-caren | limonen | 1-okten-3-ol | 2-ethylhexanol | benzylalkohol | TXIB | naftalen | nonanol |
|-----------|-------|--------|---------|---------|--------|-----------|-----------|---------|---------|---------|--------------|----------------|---------------|------|----------|---------|
| 0 | 250 | 1,8 | 2 | 9,2 | 13 | 9,6 | 22 | 3,8 | 5,6 | 2,5 | <1 | 3,2 | <1 | <1 | <1 | 1 |
| 3 | 4300 | 5,2 | 5,2 | 9,5 | 3,6 | 8,4 | 510 | 1 | <1 | 1,6 | <1 | 340 | <1 | <1 | <1 | 91 |
| 6 | 6200 | 5,9 | 7,3 | 38 | 19 | <1 | 740 | 2,4 | <1 | 5,1 | <1 | 540 | <1 | <1 | <1 | 240 |
| 12 | 4700 | - | 7,3 | 60 | 65 | 4,1 | 580 | 1,5 | 27 | 3 | <1 | 780 | <1 | <1 | <1 | 460 |
| 24 | 13000 | - | 5,3 | 200 | 5 | 13 | 980 | <1 | 44 | 12 | <1 | 710 | 1,4 | <1 | <1 | 3000 |
| 24 | 14000 | - | 5,3 | 220 | 2,5 | <1 | 1300 | <1 | 68 | 4,3 | <1 | 690 | <1 | <1 | <1 | 3000 |
| 36 | 4000 | <1 | 3,2 | 49 | 12 | 26 | 800 | <1 | 15 | 4,8 | <1 | 250 | <1 | <1 | <1 | 1700 |
| 36 | 4300 | <1 | 3 | 36 | 1,3 | 11 | 770 | <1 | 16 | 2,3 | <1 | 320 | <1 | <1 | <1 | 1800 |

9.2.2 FLEC ($\mu\text{g}/\text{hm}^2$)

| Ålder (m) | TVOC | bensen | n-dekan | a-pinen | toluen | n-hexanal | n-butanol | m-xylen | 3-caren | limonen | 1-okten-3-ol | 2-ethylhexanol | benzylalkohol | TXIB | naftalen | nonanol |
|-----------|------|--------|---------|---------|--------|-----------|-----------|---------|---------|---------|--------------|----------------|---------------|------|----------|---------|
| 3 | 32 | <1 | <1 | <1 | <1 | 2 | 1 | <1 | <1 | <1 | <1 | 2 | <1 | <1 | <1 | 1 |
| 24 | 51 | - | <1 | <1 | <1 | 1 | 4 | <1 | <1 | <1 | <1 | 4 | <1 | <1 | <1 | 12 |
| 36 | 54 | <1 | <1 | <1 | <1 | 1 | 3 | <1 | <1 | <1 | <1 | 3 | <1 | <1 | <1 | 27 |

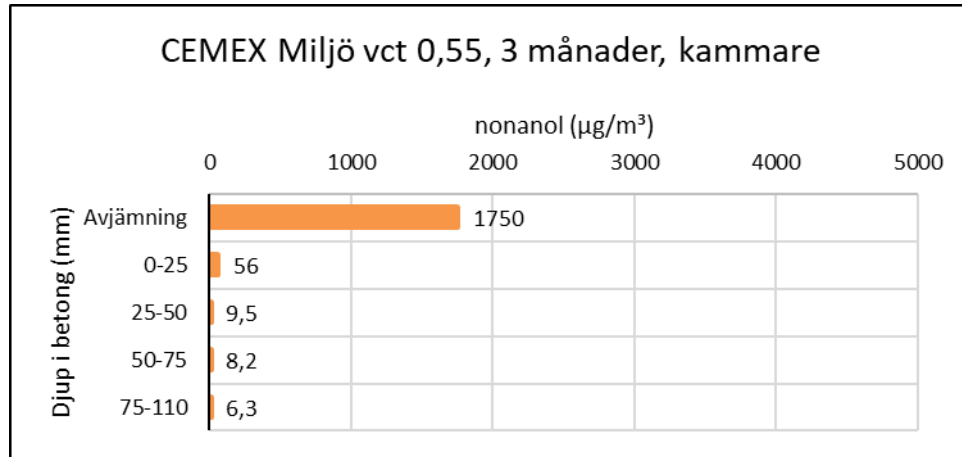
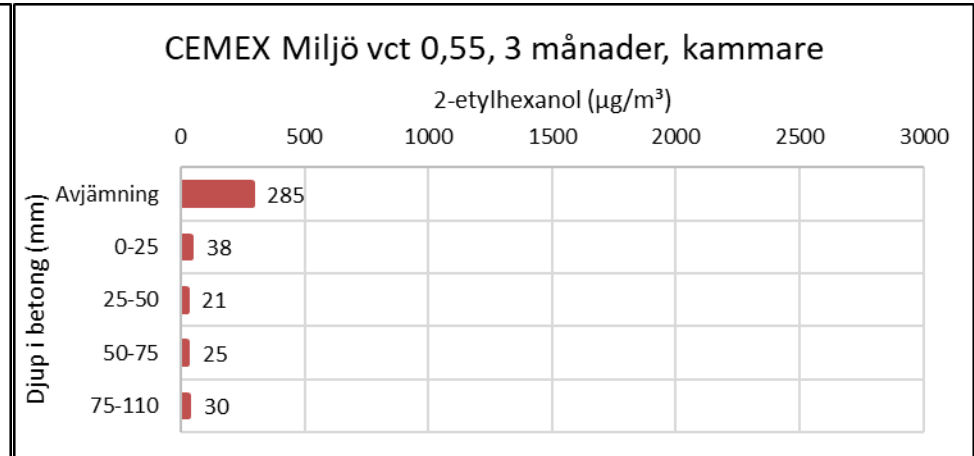
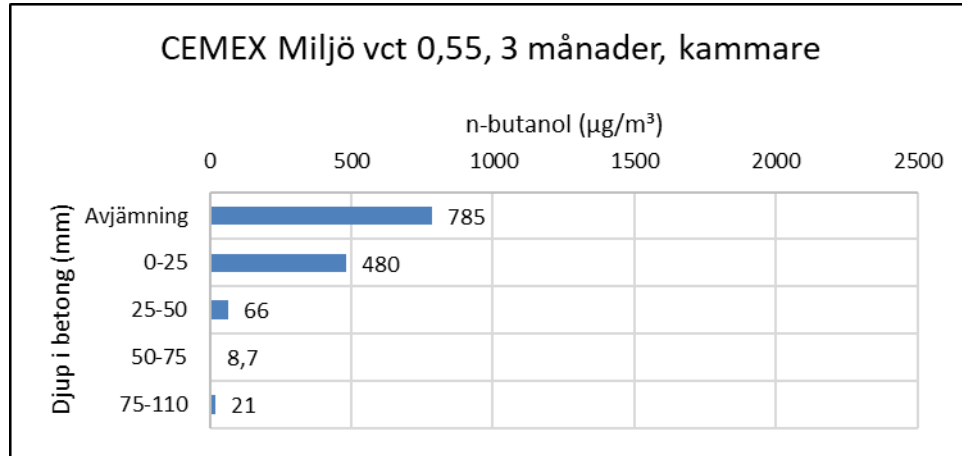
9.2.3 Diagram för valda indikatorämnen





9.2.4 Profilmätning (kammare) i betong 36 månader efter mattläggning

| Djup (mm) | TVOC | bensen | n-dekan | a-pinen | toluen | n-hexanal | n-butanol | m-xylen | 3-caren | limonen | 1-okten-3-ol | 2-etylhexanol | benzylalkohol | TXIB | naftalen | nonanol |
|-----------|------|--------|---------|---------|--------|-----------|-----------|---------|---------|---------|--------------|---------------|---------------|------|----------|---------|
| 0-25 | 680 | <1 | <1 | 1,6 | <1 | 11 | 480 | <1 | 1,4 | <1 | <1 | 38 | <1 | <1 | <1 | 56 |
| 25-50 | 180 | <1 | <1 | <1 | <1 | 12 | 66 | <1 | <1 | <1 | <1 | 21 | <1 | <1 | <1 | 9,5 |
| 50-75 | 190 | <1 | <1 | <1 | <1 | 16 | 8,7 | <1 | <1 | <1 | <1 | 25 | <1 | <1 | <1 | 8,2 |
| 75-110 | 940 | <1 | <1 | 4,3 | <1 | 20 | 21 | <1 | 6,7 | <1 | <1 | 30 | 1 | <1 | <1 | 6,3 |

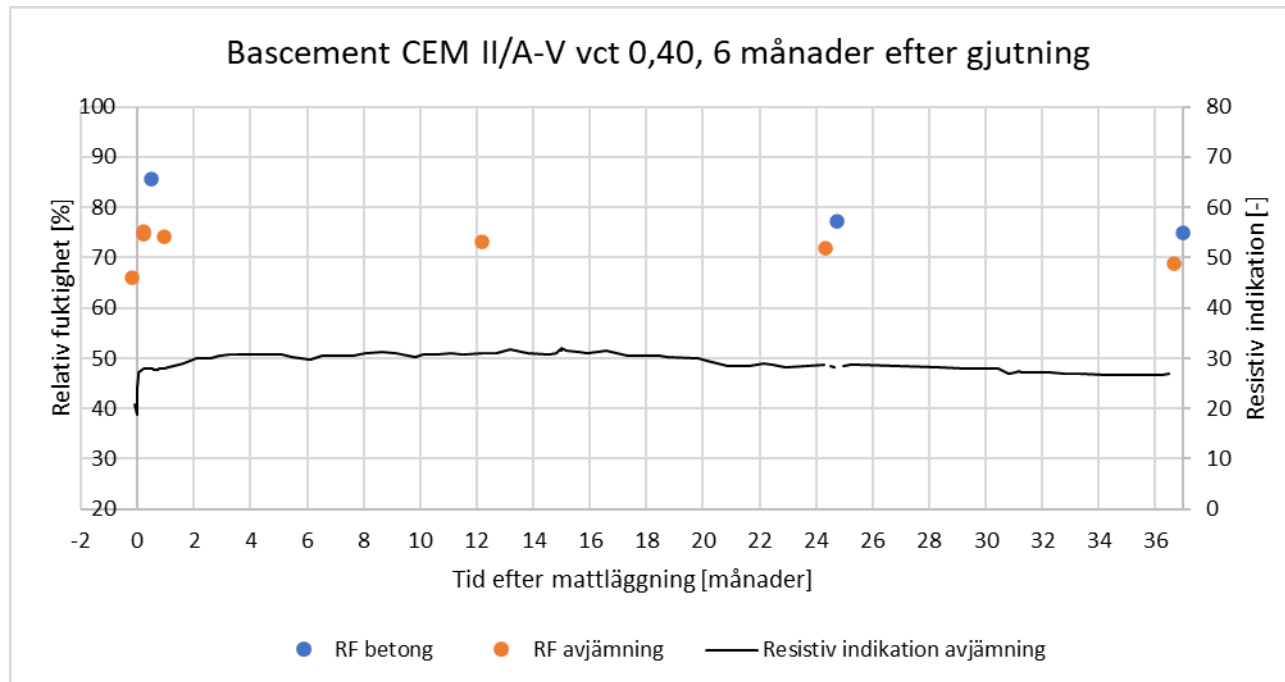


10 Bascement CEM II/A-V (gamla) vct 0,40, 6 månaders

Mätobjektet är en platta bestående av 110 mm betong, ca 15–19 mm avjämning, samt lim och matta enligt tabell nedan:

| | |
|--------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| Betongsammansättning | Bascement CEM II/A-V (gamla), vct 0,40 |
| Uttorkning | 6 månader förseglad |
| RF ekvivalent djup vid mattläggning (utan påslag för mätosäkerhet) | 85,3 +/- 2,0 % RF |
| Avjämning | Weberfloor 140 Nova |
| RF i avjämning vid mattläggning (utan påslag för mätosäkerhet) | 66,0 +/- 1,7 % RF |
| Lim | CascoProff Extra LE |
| Ytskikt | Forbo Sphera |

10.1 Fukt



10.2 Emissioner

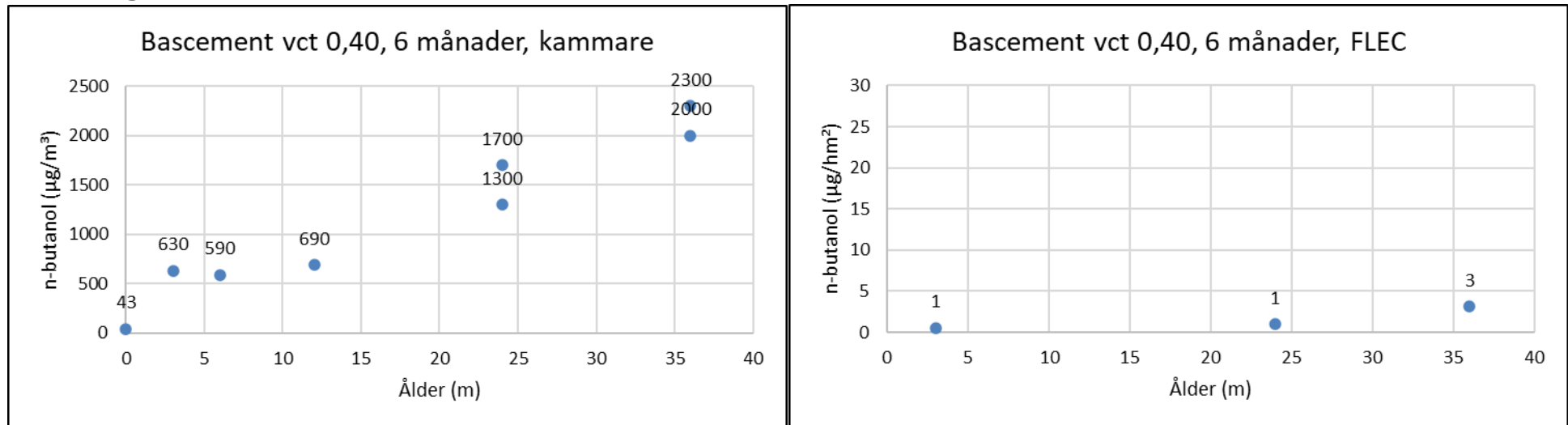
10.2.1 Kammarmätning ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

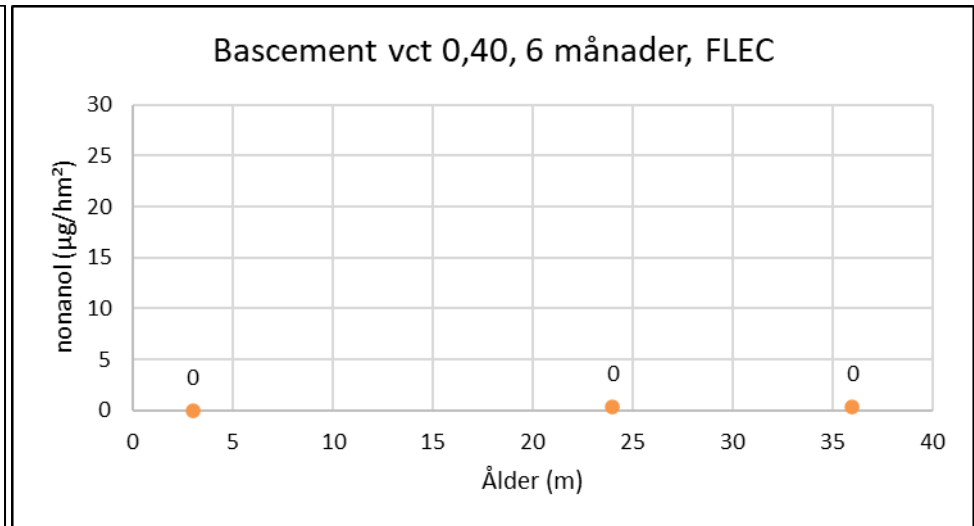
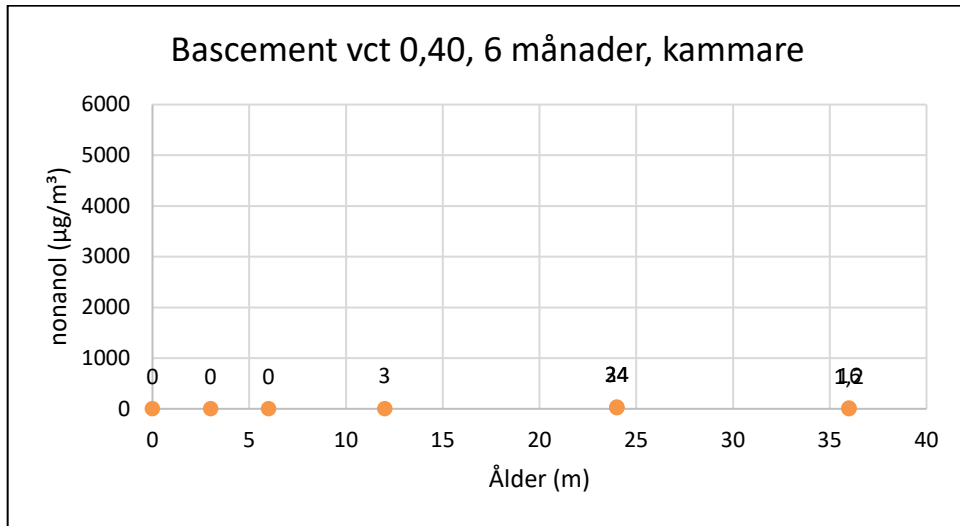
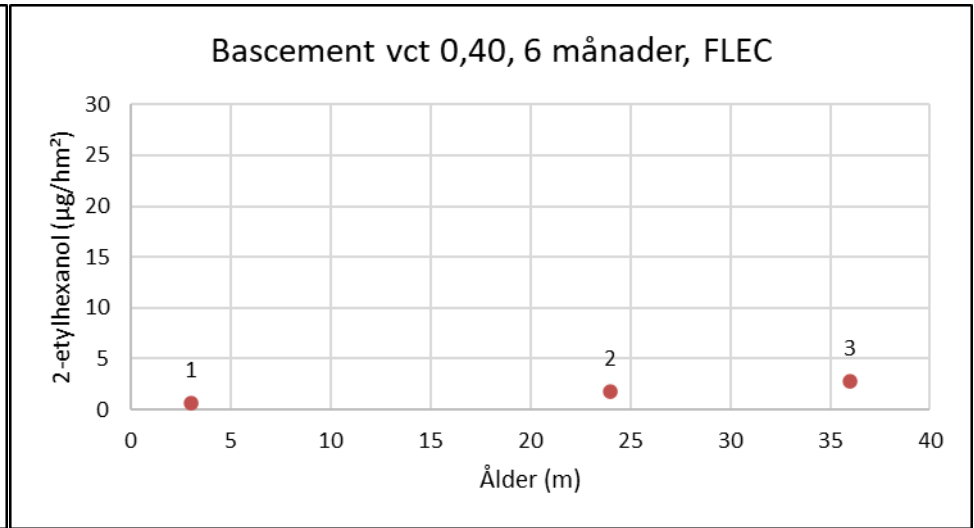
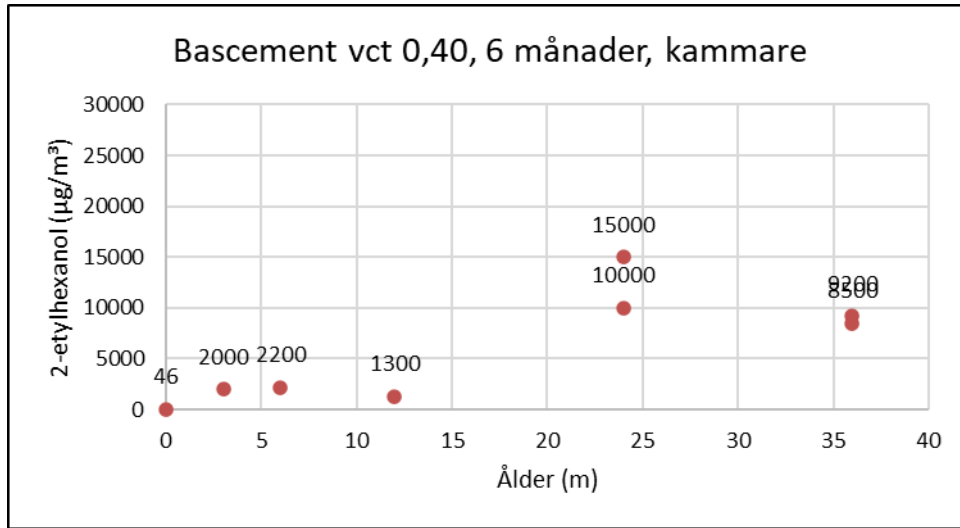
| Ålder (m) | TVOC | bensen | n-dekan | a-pinen | toluen | n-hexanal | n-butanol | m-xylen | 3-careen | limonen | 1-okten-3-ol | 2-etylhexanol | benzylalkohol | TXIB | naftalen | nonanol |
|-----------|-------|--------|---------|---------|--------|-----------|-----------|---------|----------|---------|--------------|---------------|---------------|------|----------|---------|
| 0 | 520 | 6 | 2,7 | 12 | 7,4 | 3 | 43 | 3,1 | 6,1 | 1,3 | <1 | 46 | 1,4 | <1 | <1 | 0 |
| 3 | 8800 | 6,9 | <1 | 32 | 10 | <1 | 630 | 3,4 | <1 | 2,6 | <1 | 2000 | 1,1 | <1 | <1 | 0 |
| 6 | 9500 | 2,2 | 18 | 140 | 4,9 | <1 | 590 | 1,9 | <1 | 3,8 | <1 | 2200 | <1 | <1 | <1 | 0 |
| 12 | 7600 | - | <1 | 160 | 8,3 | <1 | 690 | 2,4 | 17 | 2,1 | <1 | 1300 | <1 | <1 | <1 | 3 |
| 24 | 21000 | 2,6 | 18 | 190 | 5,5 | <1 | 1700 | 1,6 | <1 | 8,3 | <1 | 10000 | <1 | <1 | <1 | 24 |
| 24 | 25000 | 2,3 | 20 | 100 | 5,4 | <1 | 1300 | 1,9 | <1 | 3,8 | <1 | 15000 | <1 | <1 | <1 | 34 |
| 36 | 12000 | <1 | <1 | 95 | 2,1 | 41 | 2000 | 1,2 | <1 | 4,6 | <1 | 8500 | <1 | <1 | <1 | 1,2 |
| 36 | 13000 | <1 | <1 | 77 | <1 | 31 | 2300 | <1 | <1 | 3,9 | <1 | 9200 | <1 | <1 | <1 | 16 |

10.2.2 FLEC ($\mu\text{g}/\text{hm}^2$)

| Ålder (m) | TVOC | bensen | n-dekan | a-pinen | toluen | n-hexanal | n-butanol | m-xylen | 3-careen | limonen | 1-okten-3-ol | 2-etylhexanol | benzylalkohol | TXIB | naftalen | nonanol |
|-----------|------|--------|---------|---------|--------|-----------|-----------|---------|----------|---------|--------------|---------------|---------------|------|----------|---------|
| 3 | 10 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | 1 | <1 | <1 | <1 | <1 | 1 | <1 | <1 | <1 | 0 |
| 24 | 9 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | 1 | <1 | <1 | <1 | <1 | 2 | <1 | <1 | <1 | 0 |
| 36 | 12 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | 2 | <1 | <1 | <1 | <1 | 6 | <1 | <1 | <1 | 0 |

10.2.3 Diagram för valda indikatorämnen



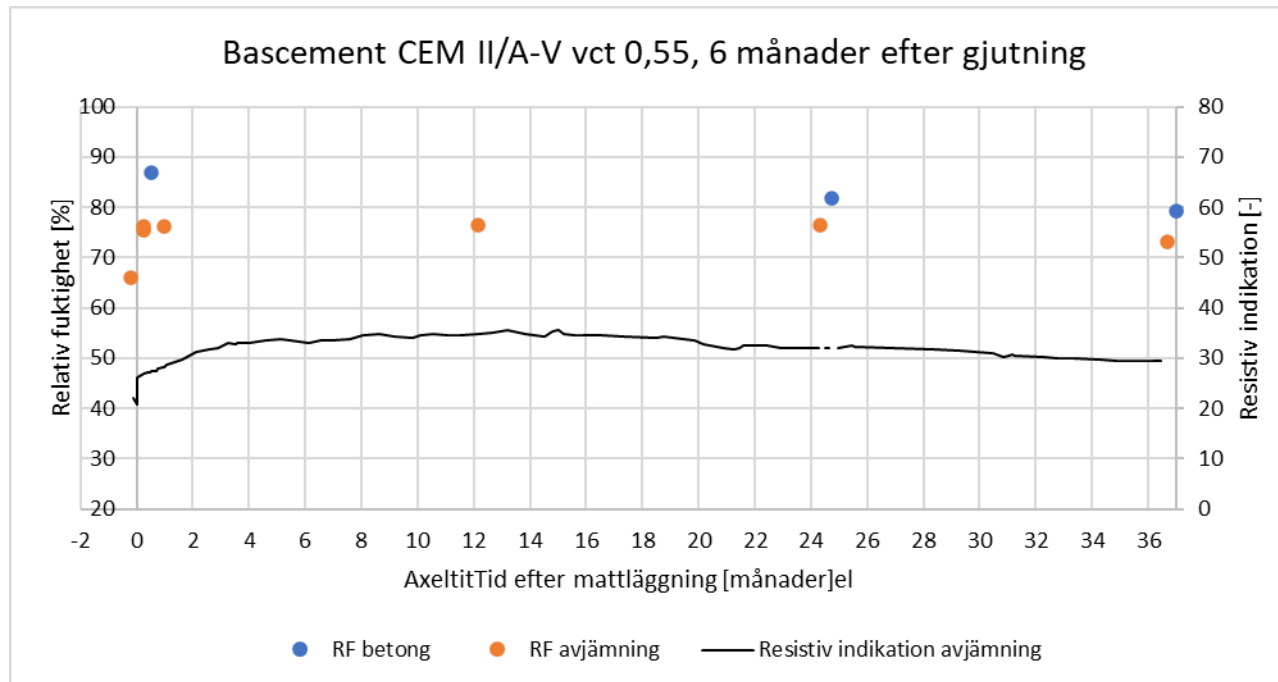


11 Bascement CEM II/A-V (gamla) vct 0,55, 6 månaders

Mätobjektet är en platta bestående av 110 mm betong, ca 15–19 mm avjämnning, samt lim och matta enligt tabell nedan:

| | |
|--------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| Betongsammansättning | Bascement CEM II/A-V (gamla), vct 0,55 |
| Uttorkning | 6 månader förseglad |
| RF ekvivalent djup vid mattläggning (utan påslag för mätosäkerhet) | 86,8 +/- 2,0 % RF |
| Avjämnning | Weberfloor 140 Nova |
| RF i avjämnning vid mattläggning (utan påslag för mätosäkerhet) | 65,9 +/- 1,7 % RF |
| Lim | CascoProff Extra LE |
| Ytskikt | Tarkett IQ Granit |

11.1 Fukt



11.2 Emissioner

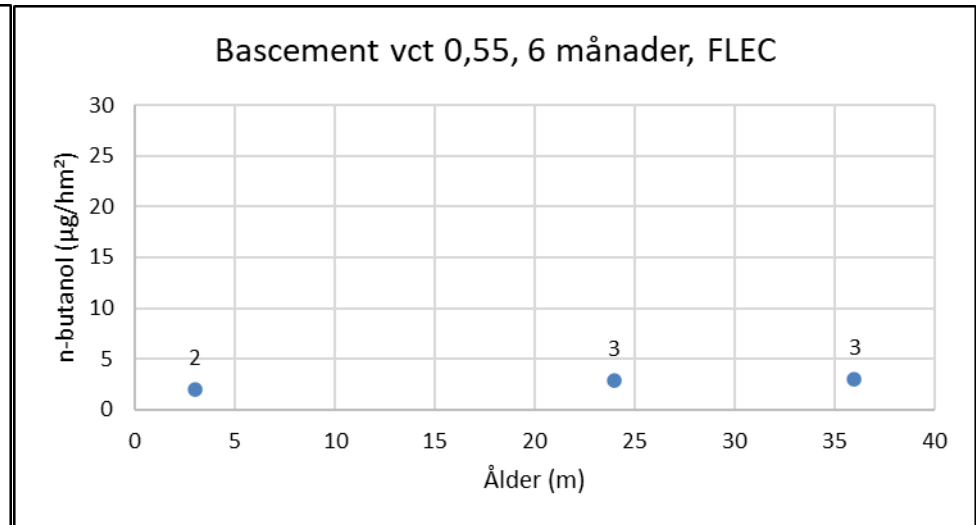
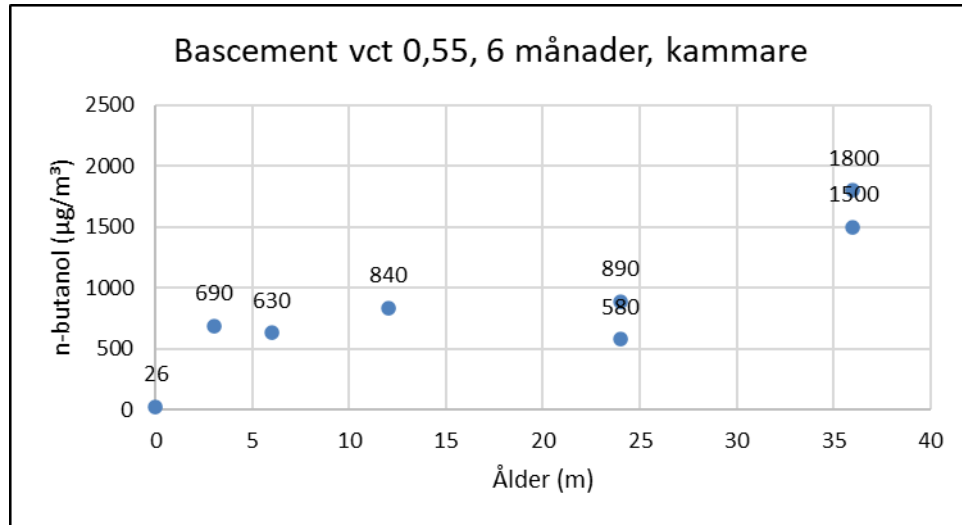
11.2.1 Kammarmätning ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

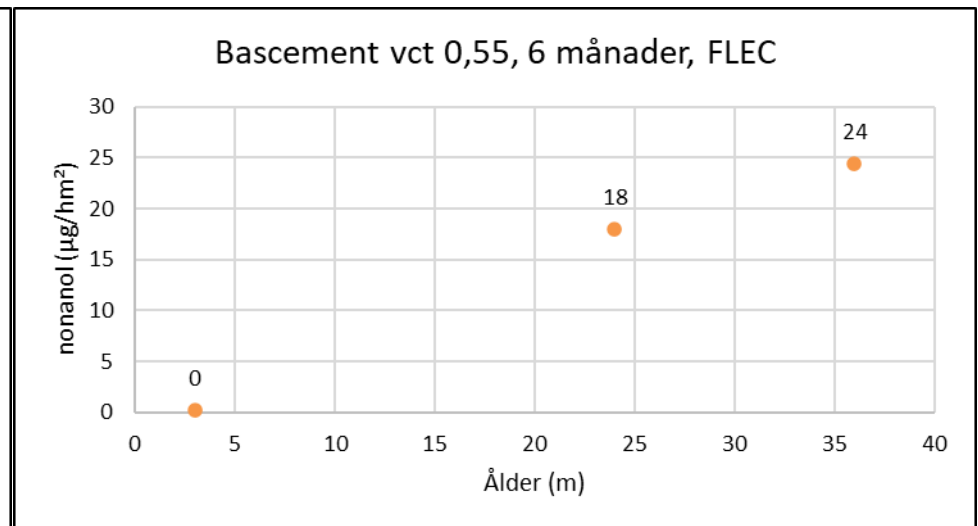
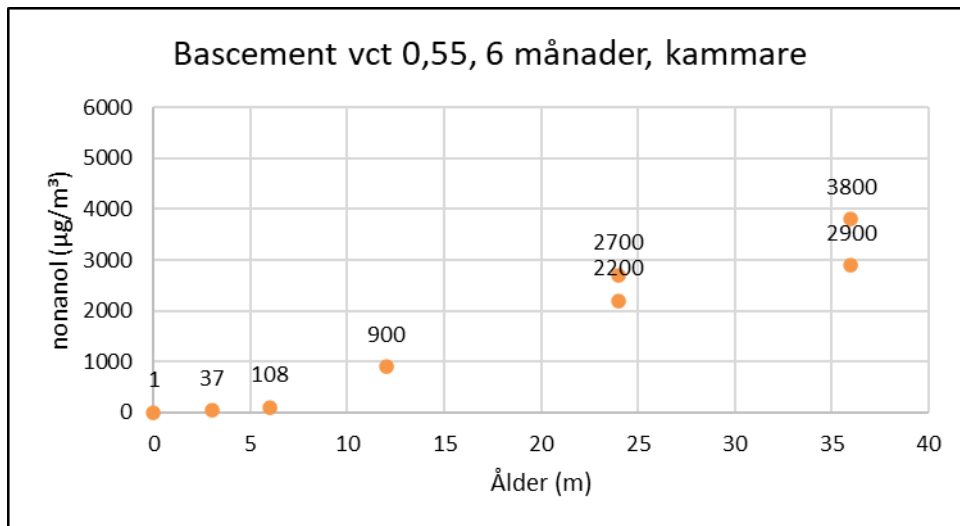
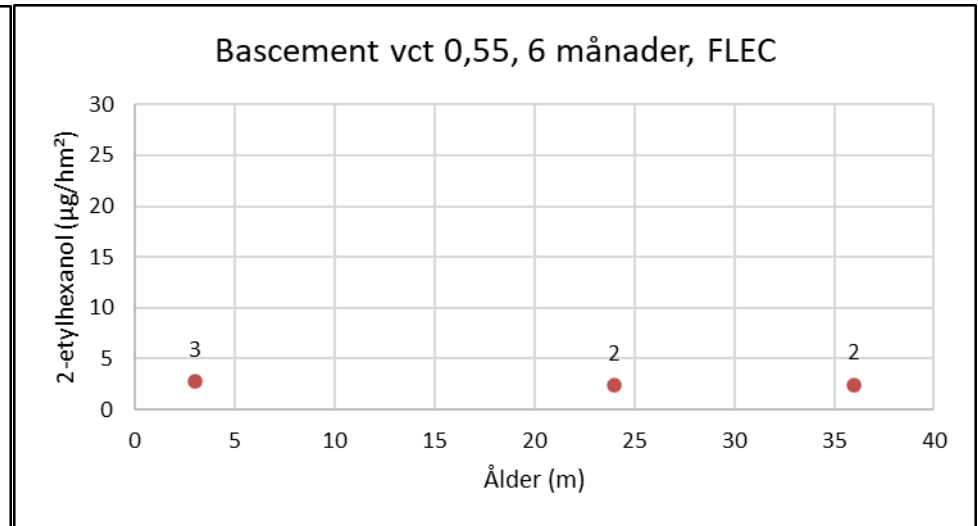
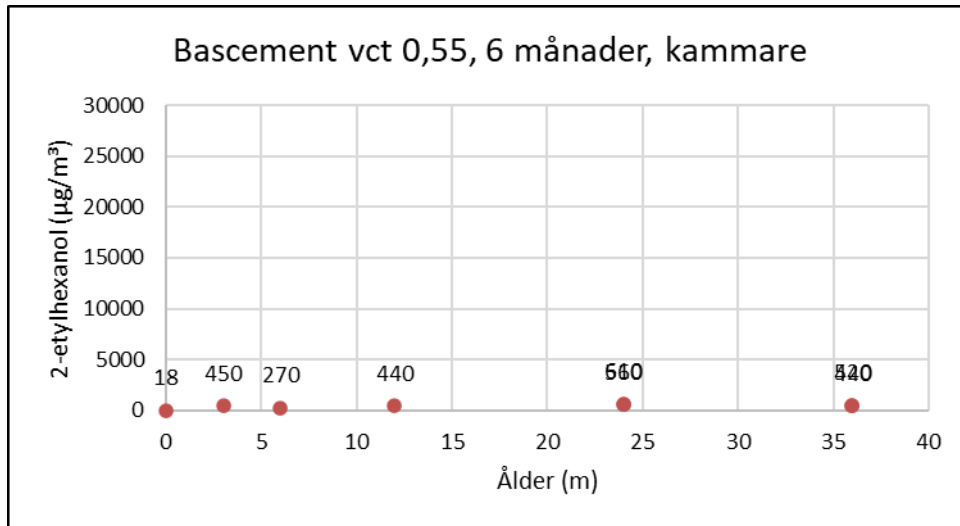
| Ålder (m) | TVOC | bensen | n-dekan | a-pinen | toluenn | n-hexanal | n-butanol | m-xylen | 3-careen | limonen | 1-okten-3-ol | 2-ethylhexanol | benzylalkohol | TXIB | naftalen | nonanol |
|-----------|-------|--------|---------|---------|---------|-----------|-----------|---------|----------|---------|--------------|----------------|---------------|------|----------|---------|
| 0 | 760 | 5,1 | 2,1 | 14 | 7 | 3,2 | 26 | 3 | 7,9 | 1,7 | <1 | 18 | <1 | <1 | <1 | 1,1 |
| 3 | 5200 | 8,3 | 2,8 | 56 | 12 | <1 | 690 | 3,3 | 11 | 2,7 | <1 | 450 | 1,2 | <1 | <1 | 37 |
| 6 | 5300 | 2,8 | 17 | 39 | 4 | <1 | 630 | 1,5 | 9,7 | 3,1 | <1 | 270 | 1,4 | <1 | <1 | 108 |
| 12 | 7100 | - | 7,8 | 350 | 14 | 8,2 | 840 | 2,5 | 120 | 5,1 | <1 | 440 | 1,9 | <1 | <1 | 900 |
| 24 | 9400 | 4,7 | 3,6 | 68 | 4,4 | <1 | 580 | <1 | 6,8 | 13 | <1 | 560 | <1 | <1 | <1 | 2700 |
| 24 | 11000 | 5,2 | 3 | 42 | 4,5 | <1 | 890 | <1 | 6,8 | 2,1 | <1 | 610 | <1 | <1 | <1 | 2200 |
| 36 | 5600 | <1 | 1,3 | 53 | 1,5 | 22 | 1800 | <1 | 7,3 | 4,4 | <1 | 440 | <1 | <1 | <1 | 2900 |
| 36 | 6800 | <1 | 2 | 240 | <1 | 33 | 1500 | <1 | 110 | 6,8 | <1 | 520 | 3,1 | <1 | <1 | 3800 |

11.2.2 FLEC ($\mu\text{g}/\text{hm}^2$)

| Ålder (m) | TVOC | bensen | n-dekan | a-pinen | toluenn | n-hexanal | n-butanol | m-xylen | 3-careen | limonen | 1-okten-3-ol | 2-ethylhexanol | benzylalkohol | TXIB | naftalen | nonanol |
|-----------|------|--------|---------|---------|---------|-----------|-----------|---------|----------|---------|--------------|----------------|---------------|------|----------|---------|
| 3 | 37 | <1 | <1 | <1 | <1 | 1 | 2 | <1 | <1 | <1 | <1 | 3 | <1 | <1 | <1 | 0 |
| 24 | 32 | <1 | <1 | <1 | <1 | 0 | 3 | <1 | <1 | <1 | <1 | 2 | <1 | <1 | <1 | 18 |
| 36 | 31 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | 3 | <2 | <2 | <2 | <2 | 2 | <2 | <2 | <2 | 24 |

11.2.3 Diagram för valda indikatorämnen



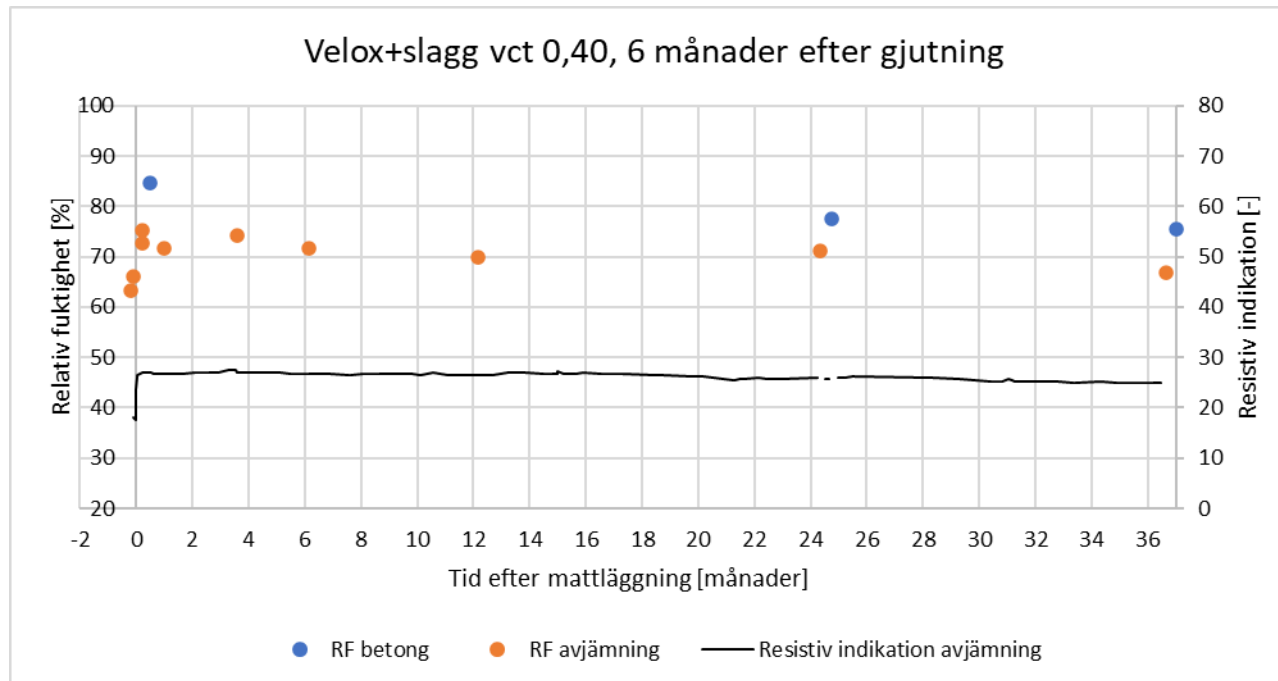


12 Velox + 30% slagg vct 0,40, 6 månaders

Mätobjektet är en platta bestående av 110 mm betong, ca 15–19 mm avjämning, samt lim och matta enligt tabell nedan:

| | |
|--------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| Betongsammansättning | Velox + 30% slagg, vct 0,40 |
| Uttorkning | 6 månader förseglad |
| RF ekvivalent djup vid mattläggning (utan påslag för mätosäkerhet) | 84,5 +/- 2,0 % RF |
| Avjämning | Weberfloor 140 Nova |
| RF i avjämning vid mattläggning (utan påslag för mätosäkerhet) | 66,0 +/- 1,7 % RF |
| Lim | CascoProff Extra LE |
| Ytskikt | Forbo Sphera |

12.1 Fukt



12.2 Emissioner

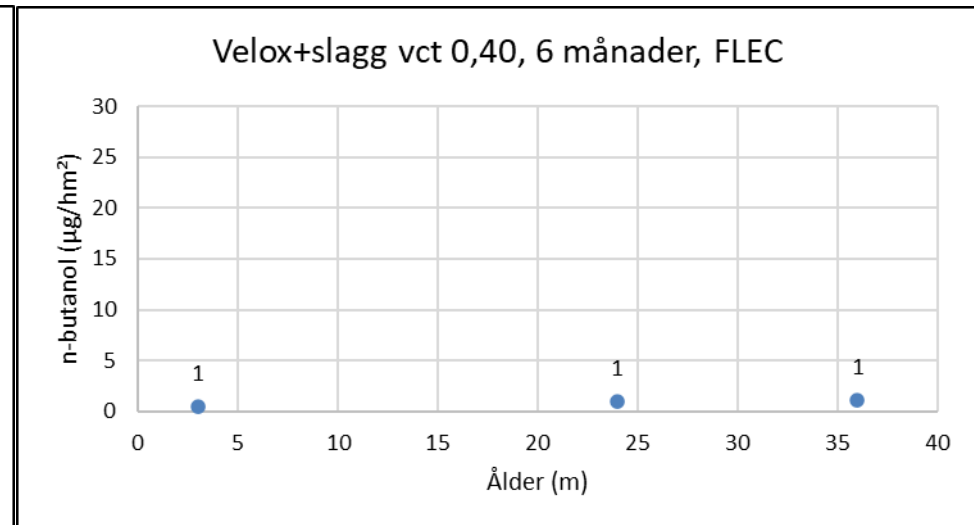
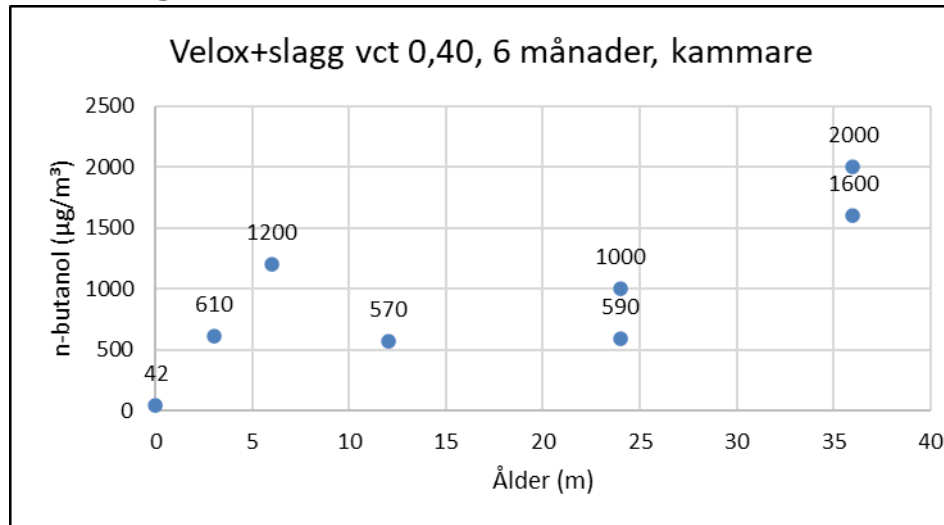
12.2.1 Kammarmätning ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

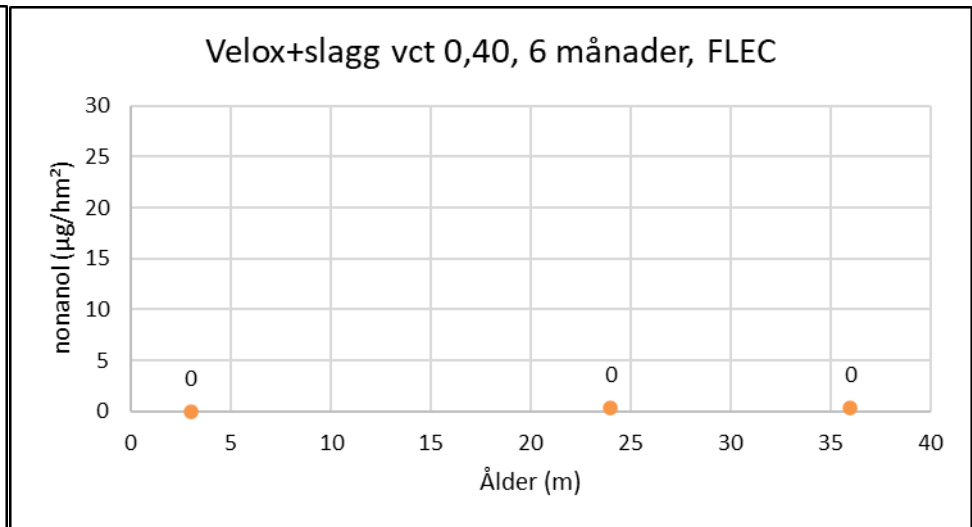
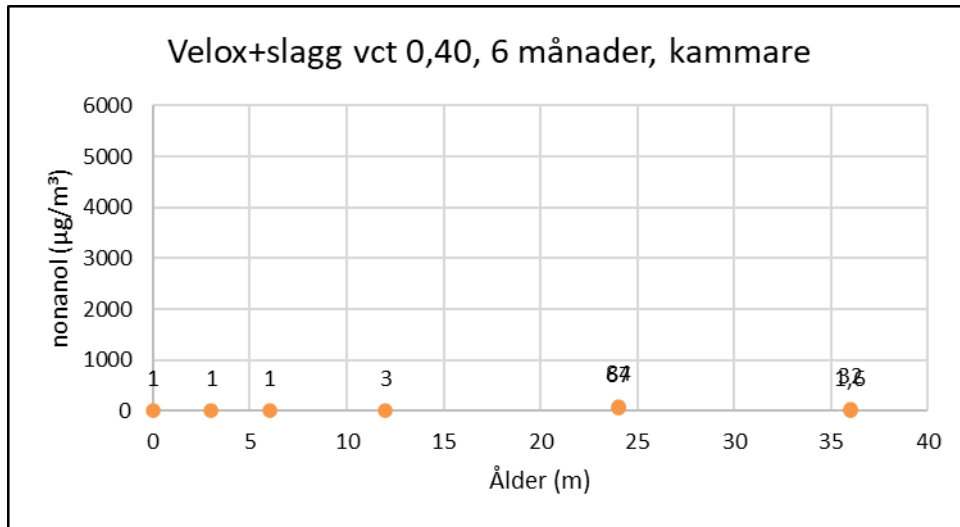
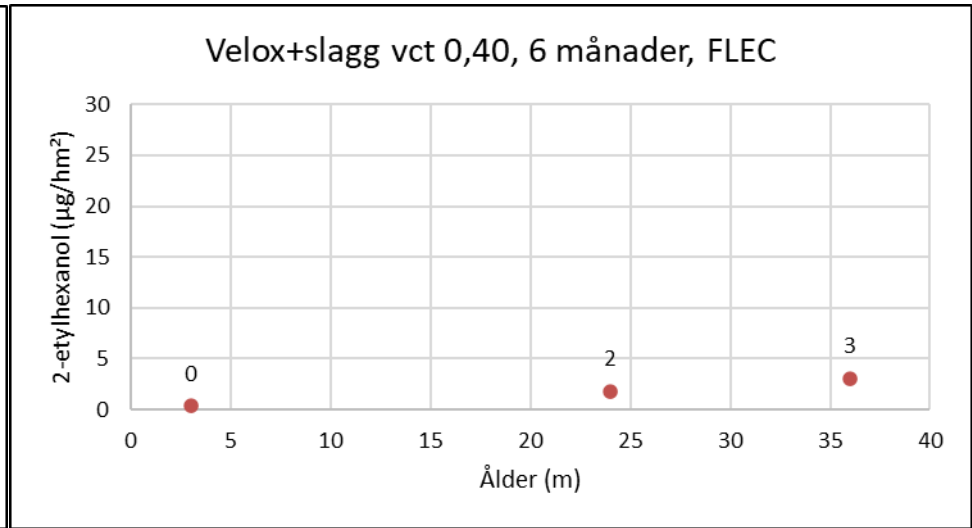
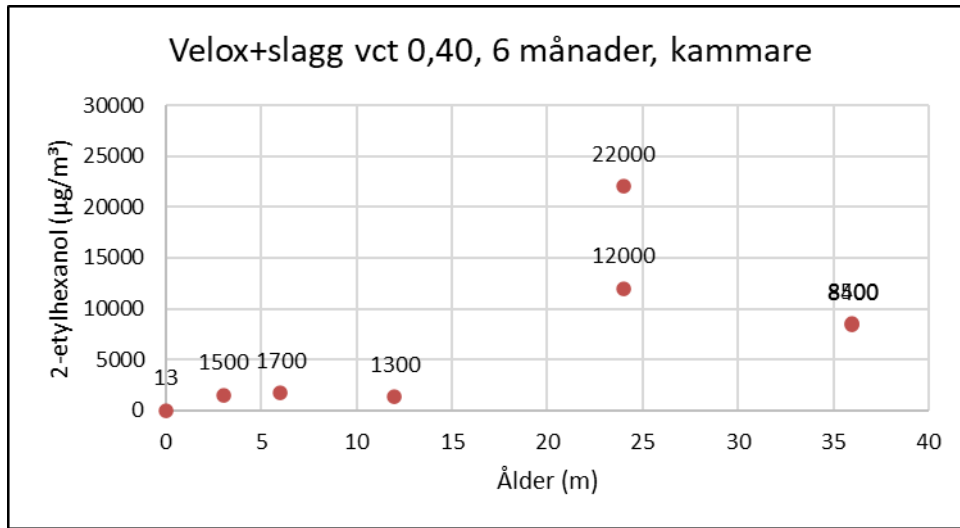
| Ålder (m) | TVOC | bensen | n-dekan | a-pinen | toluen | n-hexanal | n-butanol | m-xylen | 3-caren | limonen | 1-okten-3-ol | 2-etylhexanol | benzylalkohol | TXIB | naftalen | nonanol |
|-----------|-------|--------|---------|---------|--------|-----------|-----------|---------|---------|---------|--------------|---------------|---------------|------|----------|---------|
| 0 | 440 | 5,2 | 2,4 | 10 | 6,8 | 4,5 | 42 | 2,6 | 5,8 | 1,4 | <1 | 13 | <1 | <1 | <1 | 1 |
| 3 | 8600 | 7,7 | <1 | 53 | 6,5 | <1 | 610 | 2,5 | 19 | 2,6 | <1 | 1500 | <1 | <1 | <1 | 1 |
| 6 | 9400 | 2,7 | 22 | 61 | 2,7 | <1 | 1200 | 1,3 | <1 | 2,5 | <1 | 1700 | <1 | <1 | <1 | 1 |
| 12 | 6900 | - | <1 | 62 | 7,1 | <1 | 570 | 2,3 | 17 | 2 | <1 | 1300 | <1 | <1 | <1 | 3 |
| 24 | 19000 | 2,9 | 17 | 50 | 4,4 | <1 | 590 | 1,2 | 6 | 6,7 | <1 | 12000 | <1 | <1 | <1 | 84 |
| 24 | 29000 | 2,7 | 18 | 20 | 4,2 | <1 | 1000 | 1,3 | <1 | 2,6 | <1 | 22000 | <1 | <1 | <1 | 67 |
| 36 | 12000 | <1 | <1 | 54 | 1,6 | 35 | 2000 | 1,3 | <1 | 9,4 | <1 | 8500 | <1 | <1 | <1 | 1,6 |
| 36 | 11000 | <1 | <1 | 33 | <1 | 48 | 1600 | <1 | <1 | 3 | <1 | 8400 | <1 | <1 | <1 | 32 |

12.2.2 FLEC ($\mu\text{g}/\text{hm}^2$)

| Ålder (m) | TVOC | bensen | n-dekan | a-pinen | toluen | n-hexanal | n-butanol | m-xylen | 3-caren | limonen | 1-okten-3-ol | 2-etylhexanol | benzylalkohol | TXIB | naftalen | nonanol |
|-----------|------|--------|---------|---------|--------|-----------|-----------|---------|---------|---------|--------------|---------------|---------------|------|----------|---------|
| 3 | 19 | <1 | <1 | <1 | <1 | 1 | 1 | <1 | <1 | <1 | <1 | 0 | <1 | <1 | <1 | 0 |
| 24 | 11 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | 1 | <1 | <1 | <1 | <1 | 2 | <1 | <1 | <1 | 0 |
| 36 | 11 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | 1 | <1 | <1 | <1 | <1 | 3 | <1 | <1 | <1 | 0 |

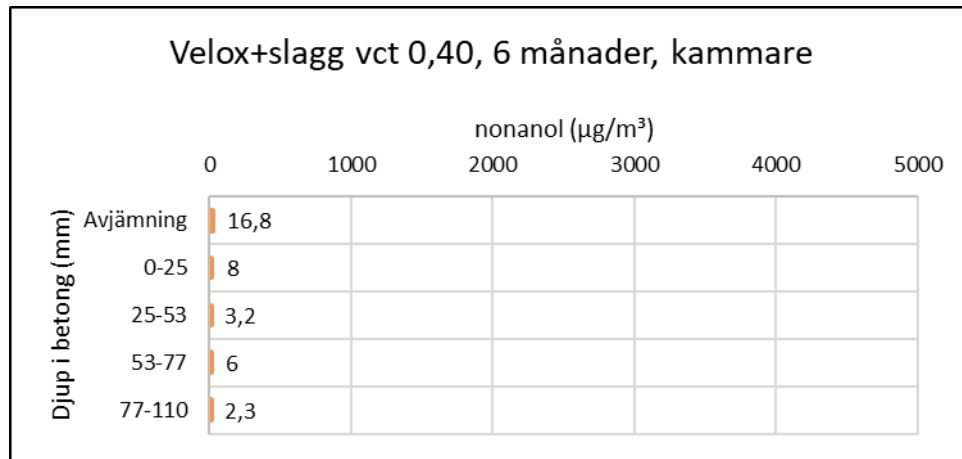
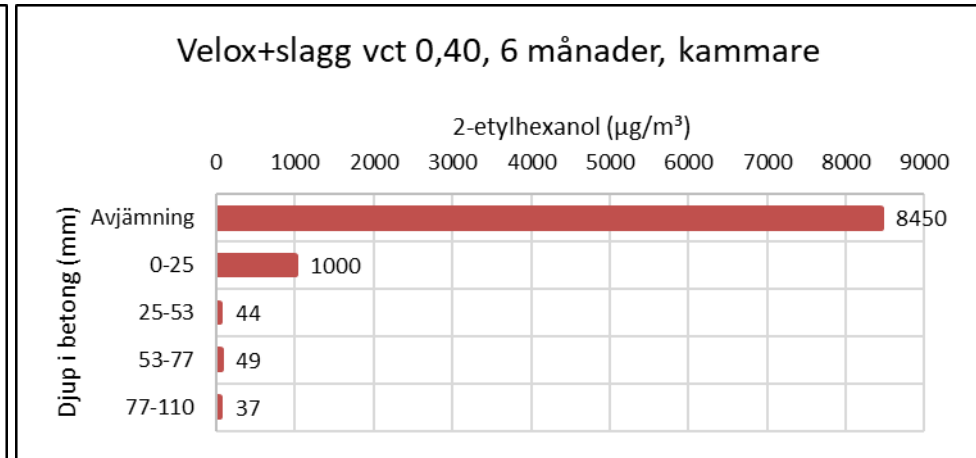
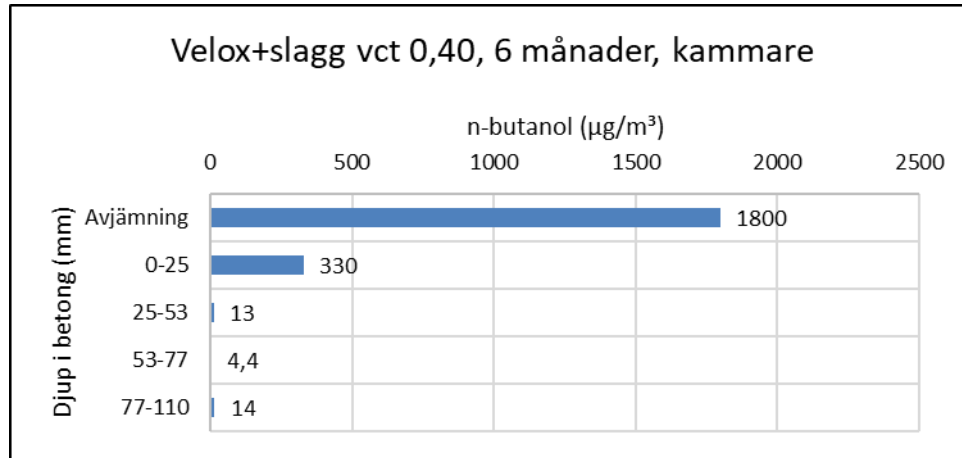
12.2.3 Diagram för valda indikatorämnen





12.2.4 Profilmätning (kammare) i betong 36 månader efter mattläggning

| Djup (mm) | TVOC | bensen | n-dekan | a-pinen | toluen | n-hexanal | n-butanol | m-xylen | 3-caren | limonen | 1-okten-3-ol | 2-etylhexanol | benzylalkohol | TXIB | naftalen | nonanol |
|-----------|------|--------|---------|---------|--------|-----------|-----------|---------|---------|---------|--------------|---------------|---------------|------|----------|---------|
| 0-25 | 1300 | <1 | <1 | 6,5 | <1 | 20 | 330 | <1 | 3 | <1 | <1 | 1000 | <1 | <1 | <1 | 8 |
| 25-53 | 130 | <1 | <1 | 1,4 | <1 | 24 | 13 | <1 | <1 | <1 | <1 | 44 | 1,1 | <1 | <1 | 3,2 |
| 53-77 | 170 | <1 | <1 | 1,5 | <1 | 34 | 4,4 | <1 | 1 | <1 | <1 | 49 | <1 | <1 | <1 | 6 |
| 77-110 | 1900 | <1 | <1 | 9,2 | <1 | 17 | 14 | <1 | 4,4 | <1 | <1 | 37 | 1,8 | <1 | <1 | 2,3 |

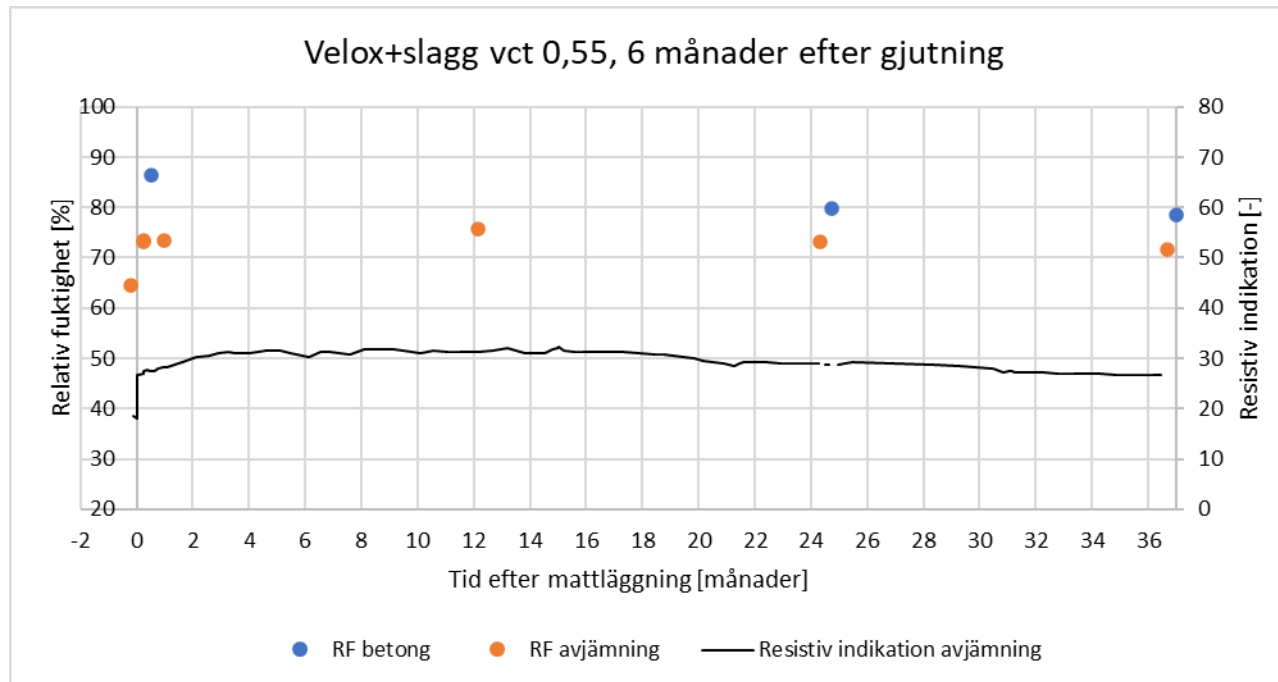


13 Velox + 30% slagg vct 0,55, 6 månaders

Mätobjektet är en platta bestående av 110 mm betong, ca 15–19 mm avjämnning, samt lim och matta enligt tabell nedan:

| | |
|--------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| Betongsammansättning | Velox + 30% slagg, vct 0,55 |
| Uttorkning | 6 månader förseglad |
| RF ekvivalent djup vid mattläggning (utan påslag för mätosäkerhet) | 86,4 +/- 2,0 % RF |
| Avjämnning | Weberfloor 140 Nova |
| RF i avjämnning vid mattläggning (utan påslag för mätosäkerhet) | 64,6 +/- 1,7 % RF |
| Lim | CascoProff Extra LE |
| Ytskikt | Tarkett IQ Granit |

13.1 Fukt



13.2 Emissioner

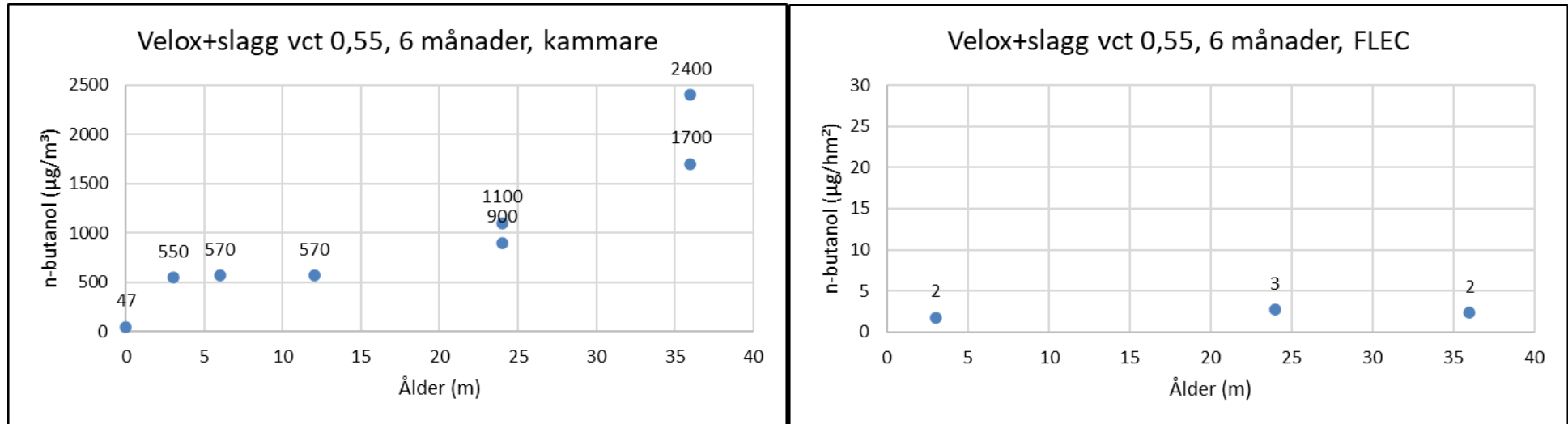
13.2.1 Kammarmätning ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

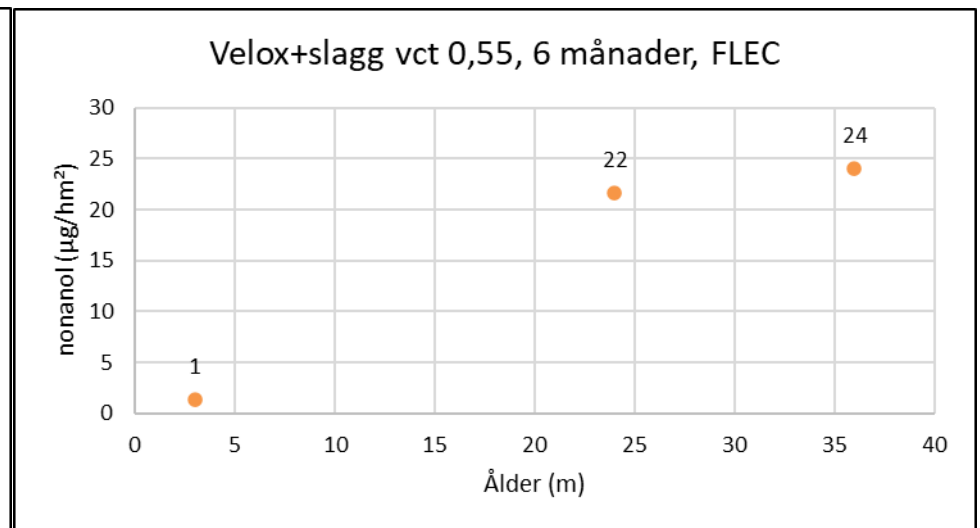
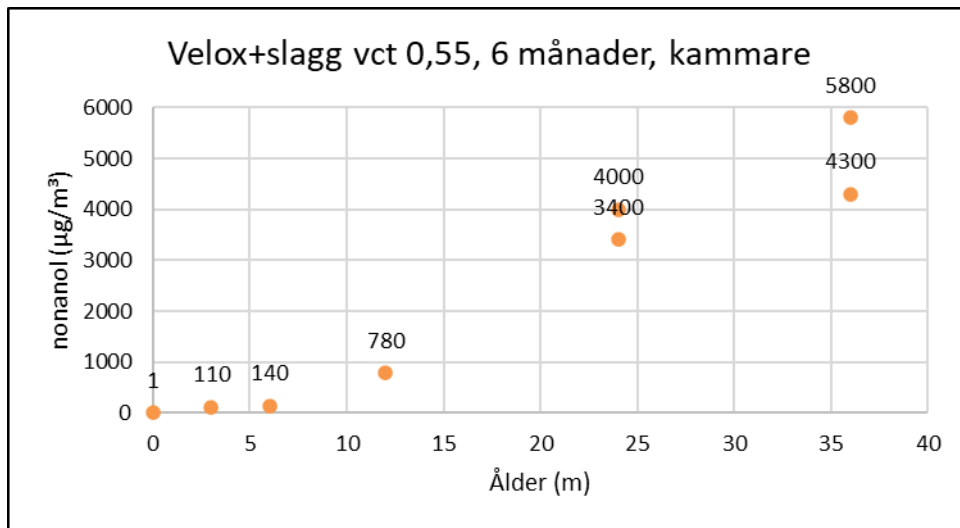
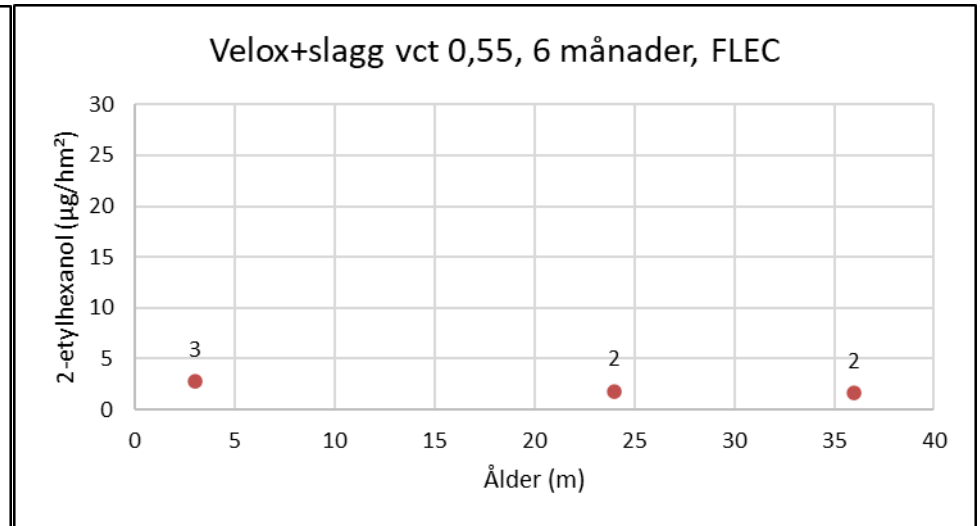
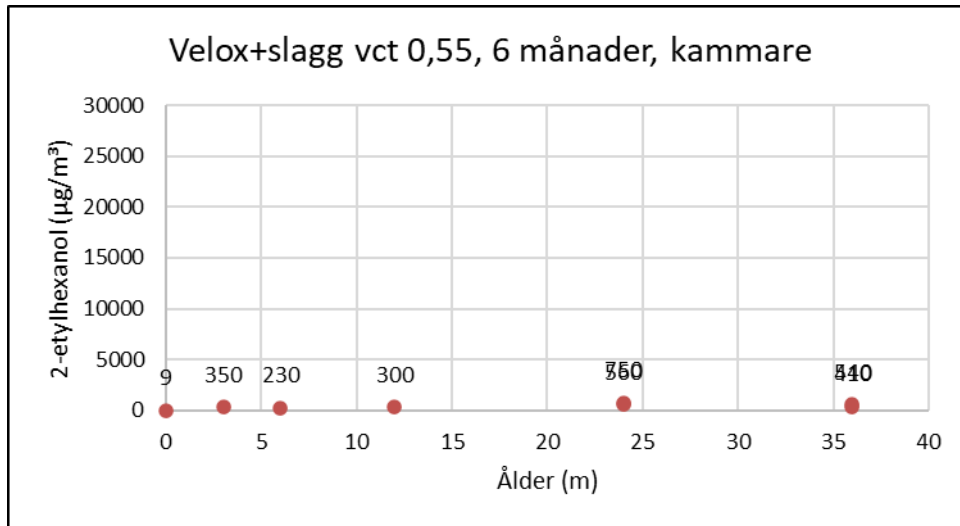
| Ålder (m) | TVOC | bensen | n-dekan | a-pinen | toluen | n-hexanal | n-butanol | m-xylen | 3-careen | limonen | 1-okten-3-ol | 2-etylhexanol | benzylalkohol | TXIB | naftalen | nonanol |
|-----------|-------|--------|---------|---------|--------|-----------|-----------|---------|----------|---------|--------------|---------------|---------------|------|----------|---------|
| 0 | 450 | 7,7 | 2,4 | 8 | 5,4 | <1 | 47 | 2 | <1 | 1,6 | <1 | 8,9 | <1 | <1 | <1 | 1 |
| 3 | 4900 | 5,8 | 2,8 | 33 | 7,4 | <1 | 550 | 2,4 | 10 | 1,8 | <1 | 350 | <1 | <1 | <1 | 110 |
| 6 | 5100 | 2 | 19 | 35 | 3,1 | <1 | 570 | 1,2 | 12 | 1,7 | <1 | 230 | <1 | <1 | <1 | 140 |
| 12 | 5500 | - | 3,7 | 87 | 6,5 | <1 | 570 | 1,8 | 16 | 1,4 | <1 | 300 | <1 | <1 | <1 | 780 |
| 24 | 11000 | 5,4 | 4,4 | 35 | 3,9 | <1 | 900 | <1 | 5,8 | 3,9 | <1 | 560 | <1 | <1 | <1 | 3400 |
| 24 | 13000 | 5,6 | 3,9 | 25 | 4,6 | <1 | 1100 | <1 | <1 | 1,4 | <1 | 750 | <1 | <1 | <1 | 4000 |
| 36 | 7400 | <1 | 3 | 40 | 1,4 | 30 | 1700 | <1 | <1 | 2,5 | <1 | 410 | <1 | <1 | <1 | 4300 |
| 36 | 9300 | 8,4 | 2,6 | 39 | <1 | 31 | 2400 | <1 | 13 | 1,5 | <1 | 540 | 1,3 | <1 | <1 | 5800 |

13.2.2 FLEC ($\mu\text{g}/\text{hm}^2$)

| Ålder (m) | TVOC | bensen | n-dekan | a-pinen | toluen | n-hexanal | n-butanol | m-xylen | 3-careen | limonen | 1-okten-3-ol | 2-etylhexanol | benzylalkohol | TXIB | naftalen | nonanol |
|-----------|------|--------|---------|---------|--------|-----------|-----------|---------|----------|---------|--------------|---------------|---------------|------|----------|---------|
| 3 | 47 | <1 | <1 | <1 | <1 | 1 | 2 | <1 | <1 | <1 | <1 | 3 | <1 | <1 | <1 | 1 |
| 24 | 31 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | 3 | <1 | <1 | <1 | <1 | 2 | <1 | <1 | <1 | 22 |
| 36 | 26 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | 2 | <1 | <1 | <1 | <1 | 2 | <1 | <1 | <1 | 24 |

13.2.3 Diagram för valda indikatorämnen



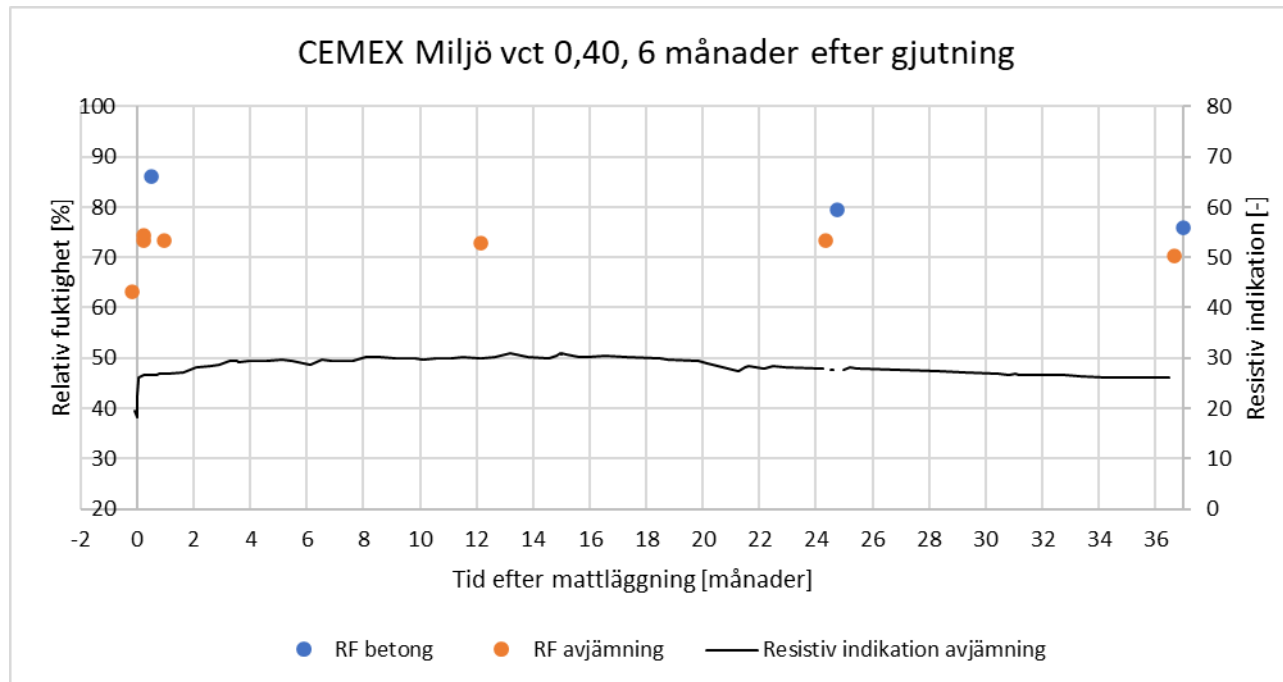


14 CEMEX Miljö vct 0,40, 6 månaders

Mätobjektet är en platta bestående av 110 mm betong, ca 15–19 mm avjämning, samt lim och matta enligt tabell nedan:

| | |
|--------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Betongsammansättning | CEMEX Miljö, vct 0,40 |
| Uttorkning | 6 månader förseglad |
| RF ekvivalent djup vid mattläggning (utan påslag för mätosäkerhet) | 86,1 +/- 2,0 % RF |
| Avjämning | Weberfloor 140 Nova |
| RF i avjämning vid mattläggning (utan påslag för mätosäkerhet) | 63,2 +/- 1,7 % RF |
| Lim | CascoProff Extra LE |
| Ytskikt | Tarkett IQ Granit |

14.1 Fukt



14.2 Emissioner

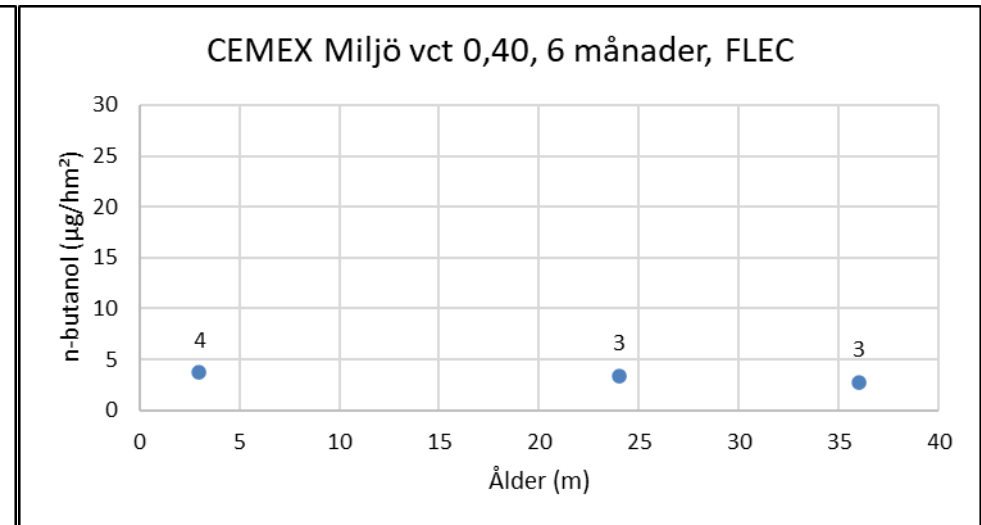
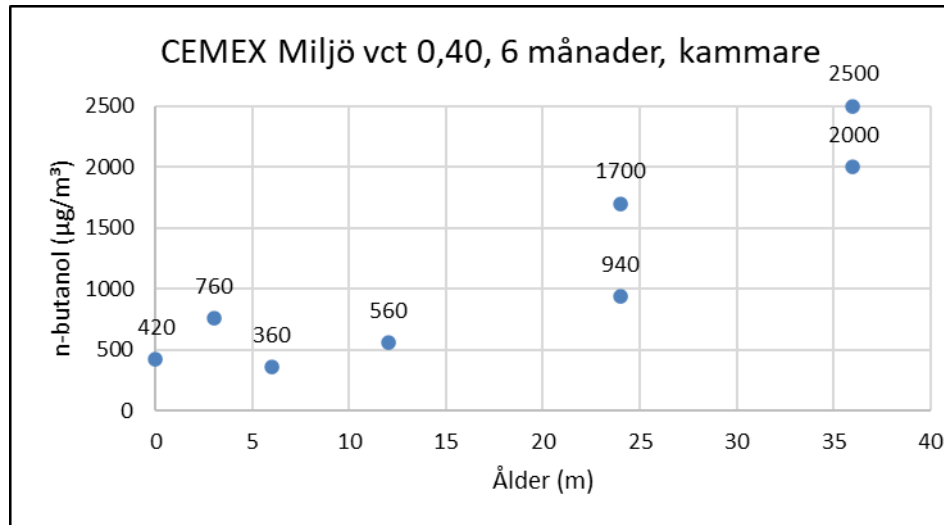
14.2.1 Kammarmätning ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

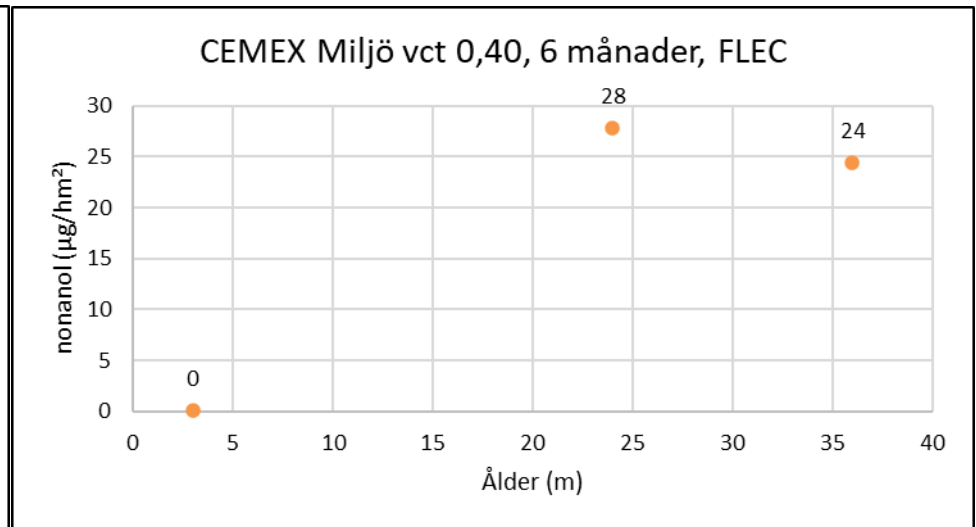
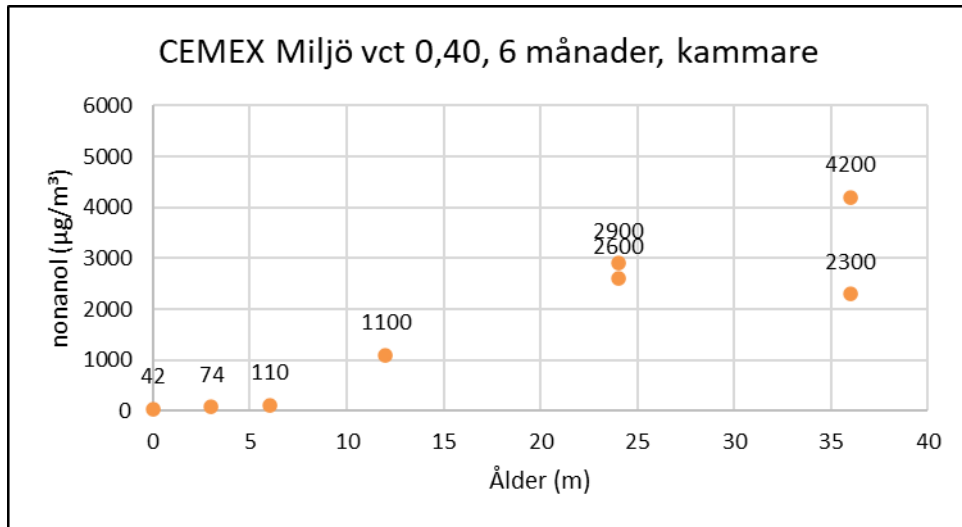
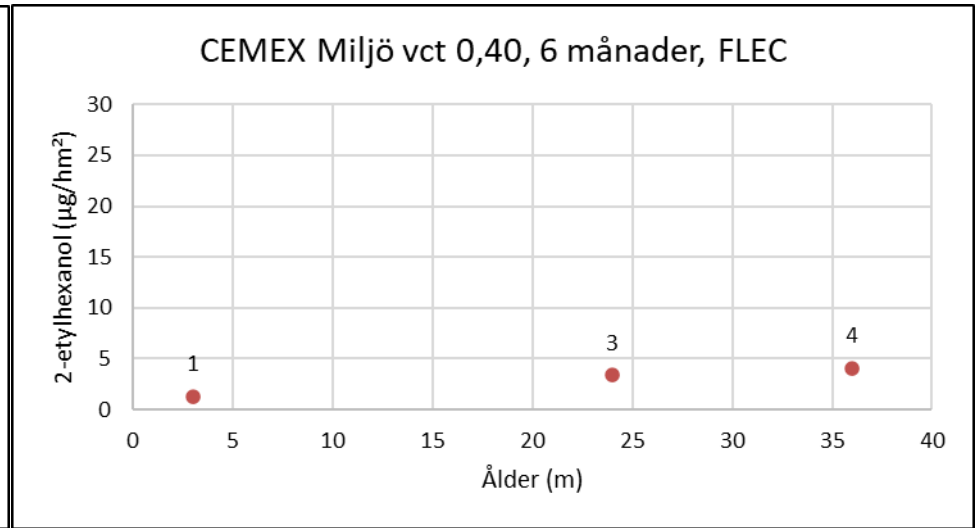
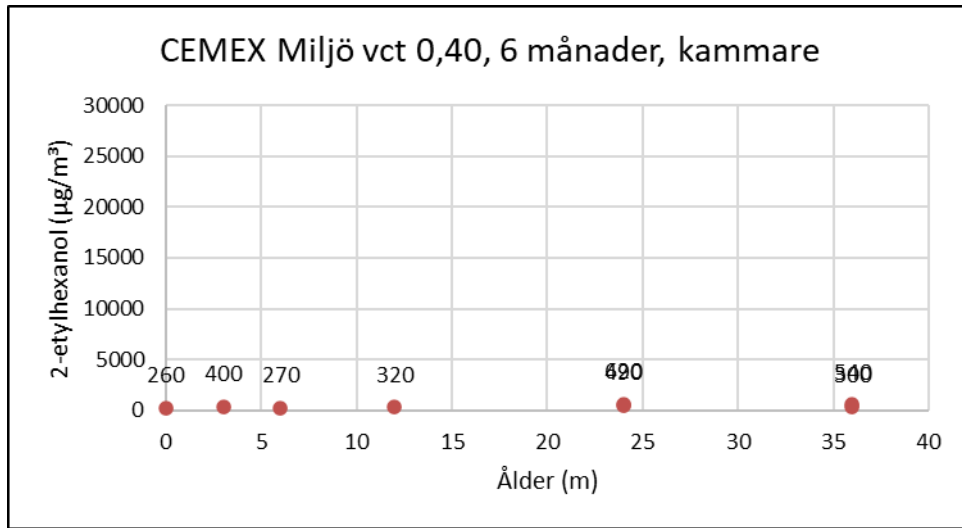
| Ålder (m) | TVOC | bensen | n-dekan | a-pinen | toluen | n-hexanal | n-butanol | m-xylen | 3-careen | limonen | 1-okten-3-ol | 2-etylhexanol | benzylalkohol | TXIB | naftalen | nonanol |
|-----------|-------|--------|---------|---------|--------|-----------|-----------|---------|----------|---------|--------------|---------------|---------------|------|----------|---------|
| 0 | 1500 | 4,8 | 2,6 | 11 | 7,9 | 4,3 | 420 | 2,5 | 6,4 | 1,9 | <1 | 260 | 3,5 | <1 | <1 | 42 |
| 3 | 5400 | 8,8 | 4,6 | 57 | 12 | 15 | 760 | 3,2 | 16 | 2,7 | <1 | 400 | 2,3 | <1 | <1 | 74 |
| 6 | 4400 | 2,8 | 4,5 | 80 | 6,1 | <1 | 360 | 1,8 | 24 | 1,7 | <1 | 270 | 1,6 | <1 | <1 | 110 |
| 12 | 5700 | - | 5,6 | 260 | 20 | 9,9 | 560 | 2,1 | 120 | 5 | <1 | 320 | 2,1 | <1 | <1 | 1100 |
| 24 | 12000 | 4 | 3,2 | 70 | 3,4 | <1 | 940 | <1 | 15 | 5,1 | <1 | 490 | <1 | <1 | <1 | 2900 |
| 24 | 14000 | 4,8 | 3,6 | 58 | 3,6 | <1 | 1700 | <1 | <1 | 1,8 | <1 | 620 | 1,8 | 1,3 | <1 | 2600 |
| 36 | 8900 | <1 | 1,1 | 37 | 2,6 | 18 | 2500 | <1 | <1 | 3,5 | <1 | 540 | 1,5 | <1 | <1 | 4200 |
| 36 | 5600 | <1 | 1,5 | 82 | <1 | 25 | 2000 | <1 | 20 | <1 | <1 | 300 | <1 | <1 | <1 | 2300 |

14.2.2 FLEC ($\mu\text{g}/\text{hm}^2$)

| Ålder (m) | TVOC | bensen | n-dekan | a-pinen | toluen | n-hexanal | n-butanol | m-xylen | 3-careen | limonen | 1-okten-3-ol | 2-etylhexanol | benzylalkohol | TXIB | naftalen | nonanol |
|-----------|------|--------|---------|---------|--------|-----------|-----------|---------|----------|---------|--------------|---------------|---------------|------|----------|---------|
| 3 | 14 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | 4 | <1 | <1 | <1 | <1 | 1 | <1 | <1 | <1 | 0 |
| 24 | 47 | <1 | <1 | <1 | <1 | 1 | 3 | <1 | <1 | <1 | <1 | 3 | <1 | <1 | <1 | 28 |
| 36 | 32 | <1 | <1 | <1 | <1 | 1 | 3 | <1 | <1 | <1 | <1 | 4 | <1 | <1 | <1 | 24 |

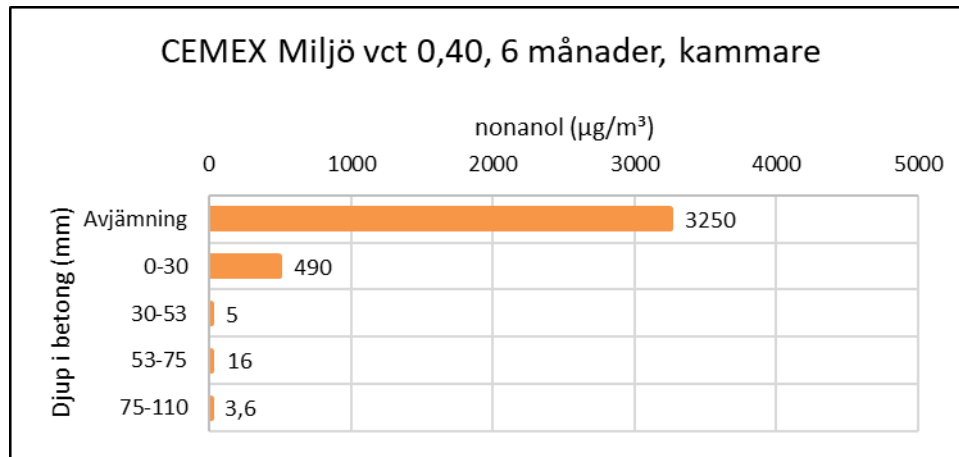
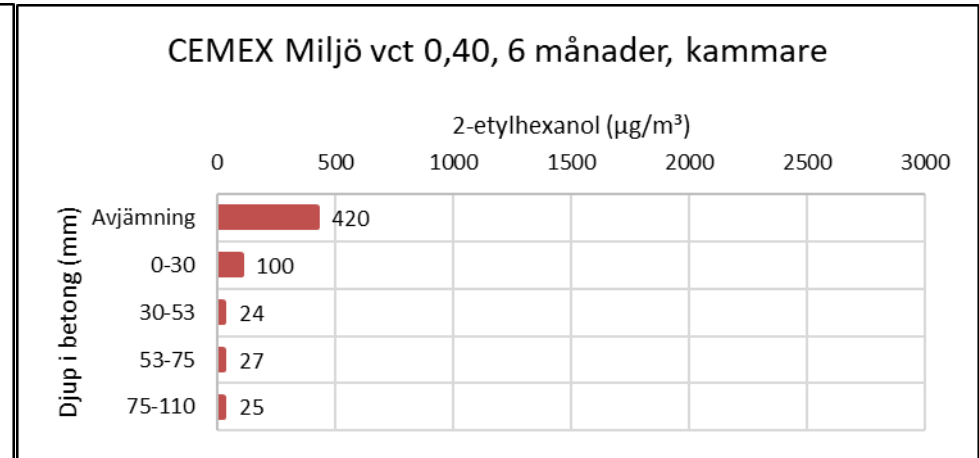
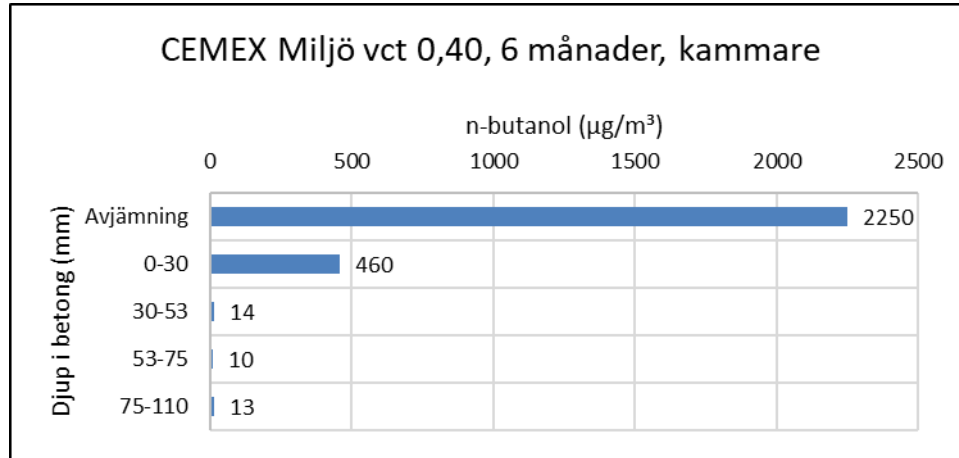
14.2.3 Diagram för valda indikatorämnen





14.2.4 Profilmätning (kammare) i betong 36 månader efter mattläggning

| Djup (mm) | TVOC | bensen | n-dekan | a-pinen | toluen | n-hexanal | n-butanol | m-xylen | 3-careen | limonen | 1-okten-3-ol | 2-etylhexanol | benzylalkohol | TXIB | naftalen | nonanol |
|-----------|------|--------|---------|---------|--------|-----------|-----------|---------|----------|---------|--------------|---------------|---------------|------|----------|---------|
| 0-30 | 1600 | <1 | <1 | 1,6 | <1 | <1 | 460 | <1 | 1,3 | <1 | <1 | 100 | 1,1 | <1 | <1 | 490 |
| 30-53 | 93 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | 14 | <1 | <1 | <1 | <1 | 24 | 3 | <1 | <1 | 5 |
| 53-75 | 140 | <1 | <1 | <1 | <1 | 11 | 10 | <1 | <1 | <1 | <1 | 27 | <1 | <1 | <1 | 16 |
| 75-110 | 370 | <1 | <1 | 5,5 | <1 | 9,8 | 13 | <1 | 4,4 | <1 | <1 | 25 | <1 | <1 | <1 | 3,6 |

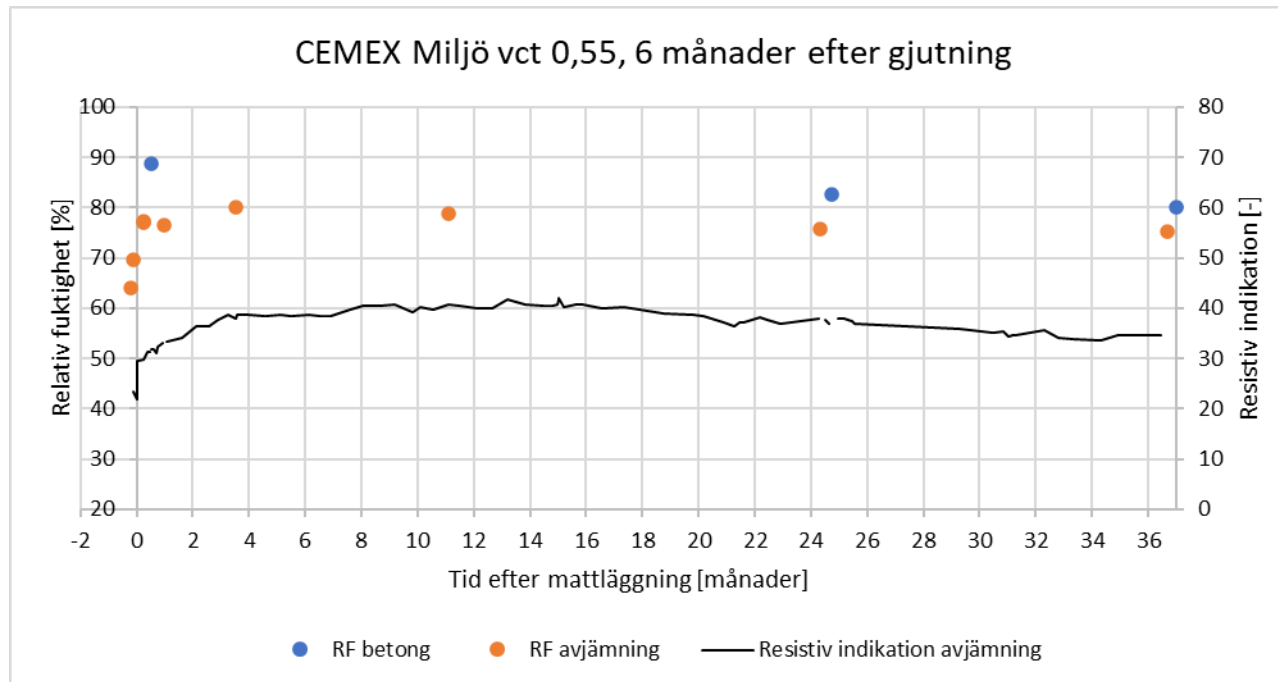


15 CEMEX Miljö vct 0,55, 6 månaders

Mätobjektet är en platta bestående av 110 mm betong, ca 15–19 mm avjämnning, samt lim och matta enligt tabell nedan:

| | |
|--------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Betongsammansättning | CEMEX Miljö, vct 0,55 |
| Uttorkning | 6 månader förseglad |
| RF ekvivalent djup vid mattläggning (utan påslag för mätosäkerhet) | 88,7 +/- 2,1 % RF |
| Avjämnning | Weberfloor 140 Nova |
| RF i avjämnning vid mattläggning (utan påslag för mätosäkerhet) | 69,6 +/- 1,7 % RF |
| Lim | CascoProff Extra LE |
| Ytskikt | Forbo Sphera |

15.1 Fukt



15.2 Emissioner

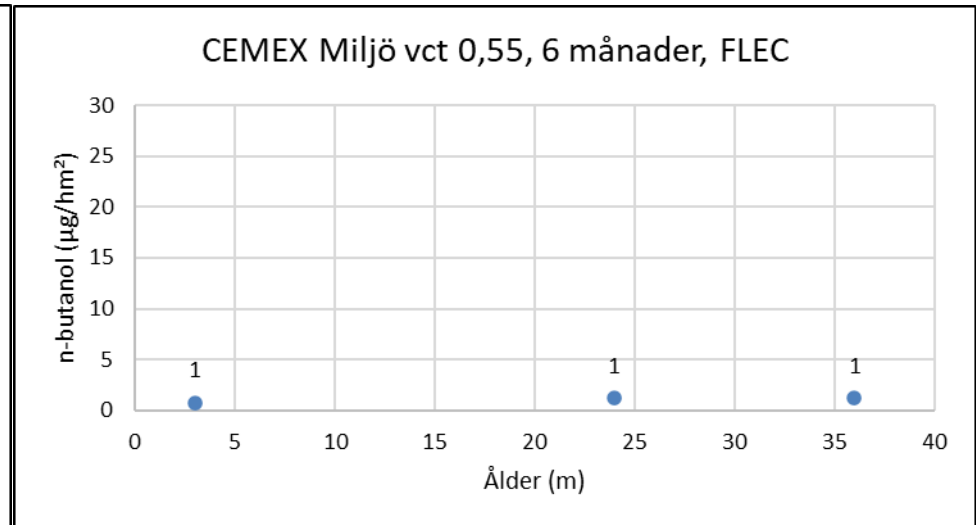
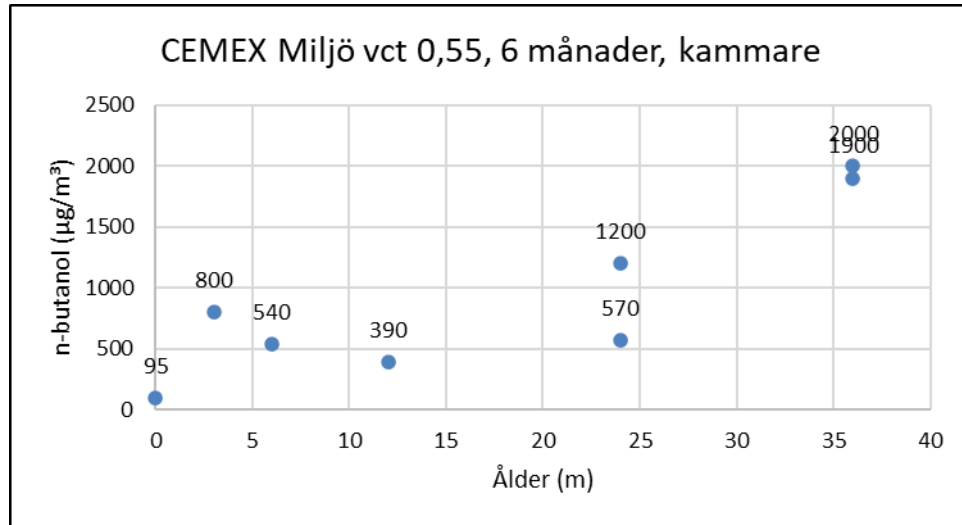
15.2.1 Kammarmätning ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

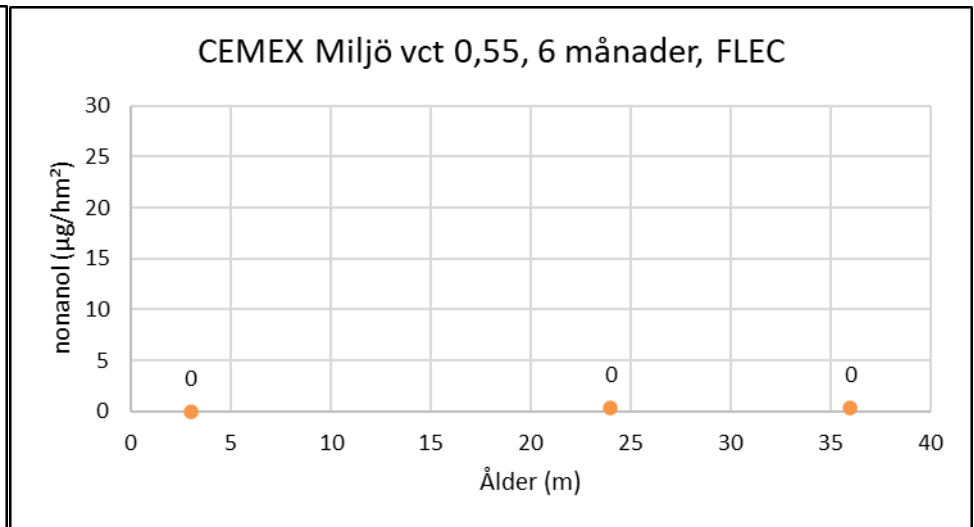
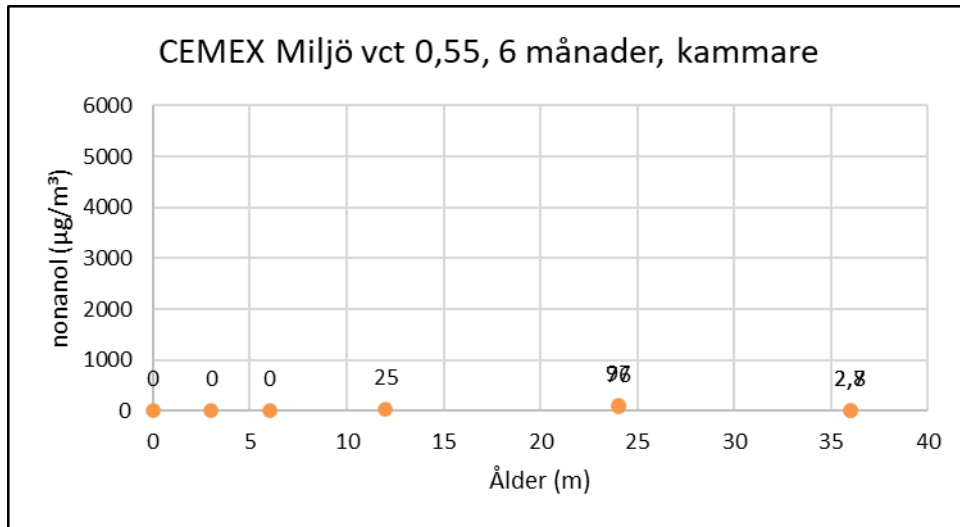
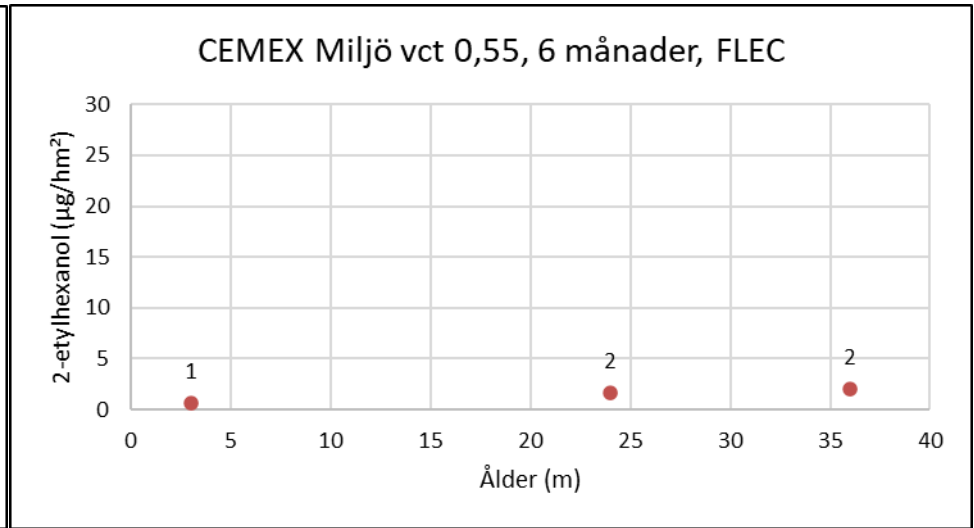
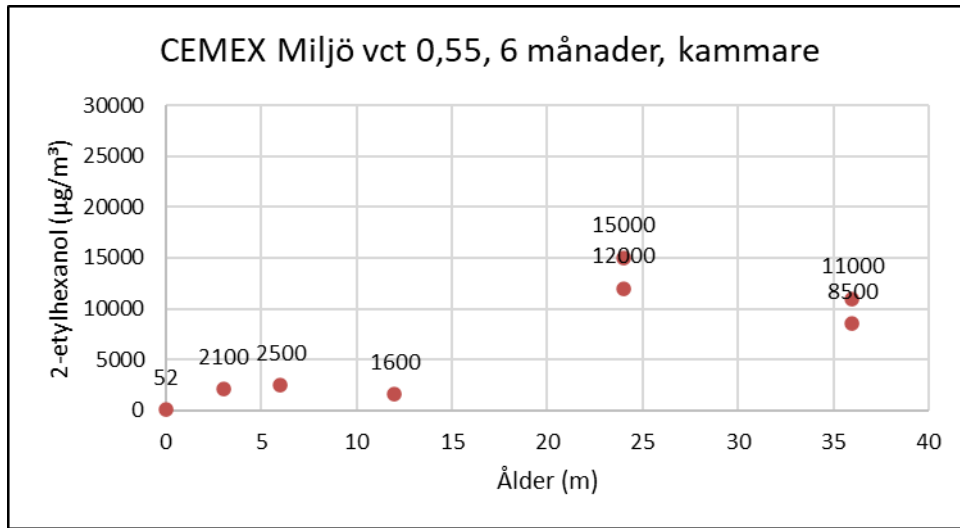
| Ålder (m) | TVOC | bensen | n-dekan | a-pinen | toluen | n-hexanal | n-butanol | m-xylen | 3-careen | limonen | 1-okten-3-ol | 2-ethylhexanol | benzylalkohol | TXIB | naftalen | nonanol |
|-----------|-------|--------|---------|---------|--------|-----------|-----------|---------|----------|---------|--------------|----------------|---------------|------|----------|---------|
| 0 | 530 | 5,7 | 2,2 | 7,7 | 6,4 | 3,9 | 95 | 1,9 | 5,3 | 1,5 | <1 | 52 | 1,4 | <1 | <1 | 0 |
| 3 | 11000 | 7,2 | <1 | 140 | 9,6 | <1 | 800 | 3,5 | <1 | 3,3 | <1 | 2100 | <1 | <1 | <1 | 0 |
| 6 | 8600 | 2,2 | 9,8 | 73 | 3,6 | <1 | 540 | 1,6 | <1 | 4,3 | <1 | 2500 | <1 | <1 | <1 | 0 |
| 12 | 7500 | - | <1 | 220 | 11 | <1 | 390 | 2,3 | 100 | 4,9 | <1 | 1600 | <1 | <1 | <1 | 25 |
| 24 | 18000 | 2,3 | 17 | 54 | 4,6 | <1 | 570 | 1,4 | 11 | 5,4 | <1 | 12000 | <1 | <1 | <1 | 97 |
| 24 | 24000 | 2,1 | 19 | 70 | 3,8 | <1 | 1200 | 1,7 | <1 | 2,7 | <1 | 15000 | <1 | <1 | <1 | 76 |
| 36 | 13000 | <1 | 14 | 140 | 1,8 | <1 | 2000 | 1,5 | <1 | 12 | <1 | 11000 | <1 | <1 | <1 | 2,8 |
| 36 | 10000 | <1 | <1 | 68 | <1 | <1 | 1900 | <1 | <1 | 3,2 | <1 | 8500 | <1 | <1 | <1 | 2,7 |

15.2.2 FLEC ($\mu\text{g}/\text{hm}^2$)

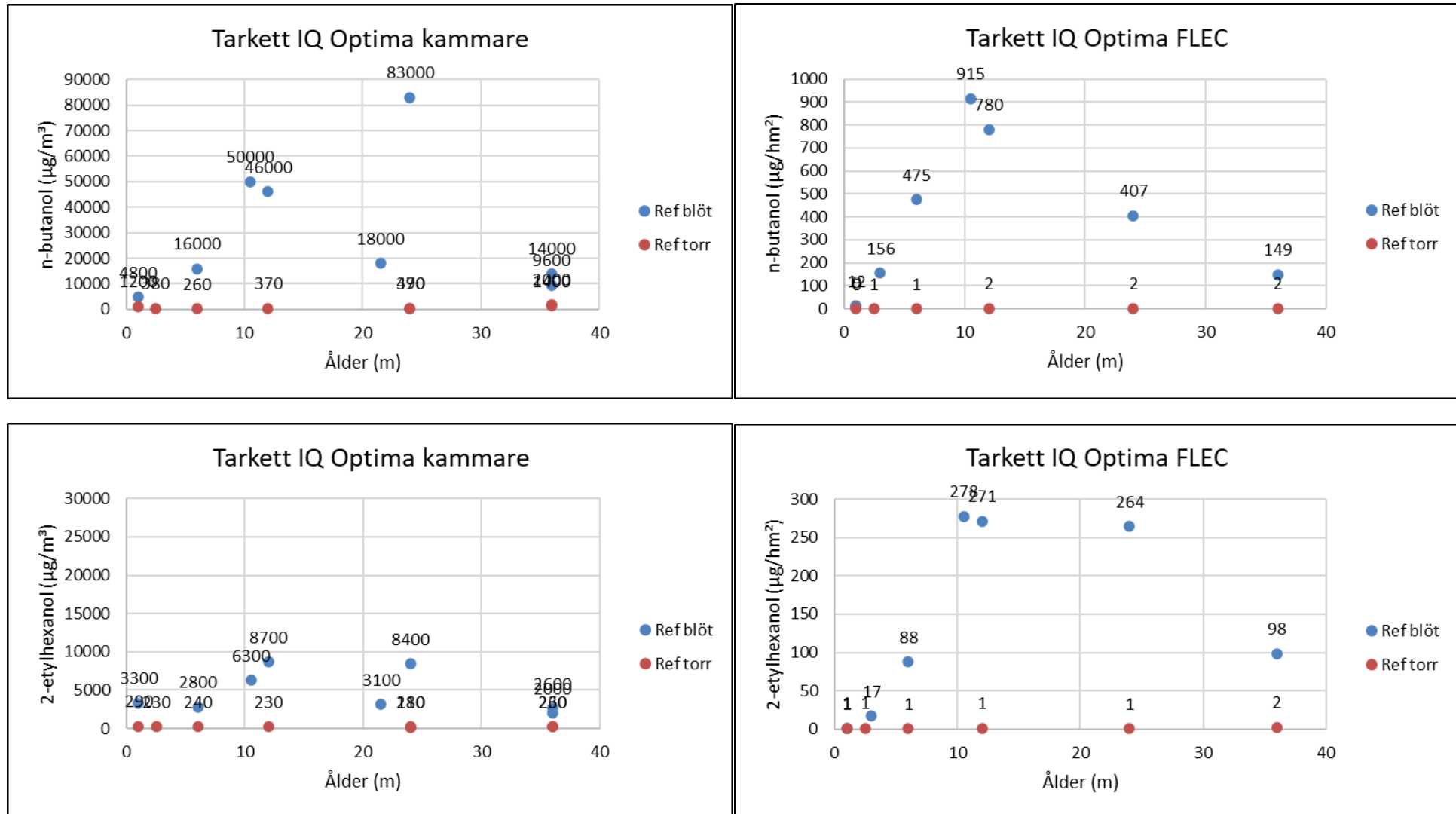
| Ålder (m) | TVOC | bensen | n-dekan | a-pinen | toluen | n-hexanal | n-butanol | m-xylen | 3-careen | limonen | 1-okten-3-ol | 2-ethylhexanol | benzylalkohol | TXIB | naftalen | nonanol |
|-----------|------|--------|---------|---------|--------|-----------|-----------|---------|----------|---------|--------------|----------------|---------------|------|----------|---------|
| 3 | 16 | <1 | <1 | <1 | 1 | <1 | 1 | <1 | <1 | <1 | <1 | 1 | 1 | <1 | <1 | 0 |
| 24 | 20 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | 1 | <1 | <1 | <1 | <1 | 2 | <1 | <1 | <1 | 0 |
| 36 | 9 | <1 | <1 | <1 | 1 | <1 | 1 | <1 | <1 | <1 | <1 | 2 | <1 | <1 | <1 | 0 |

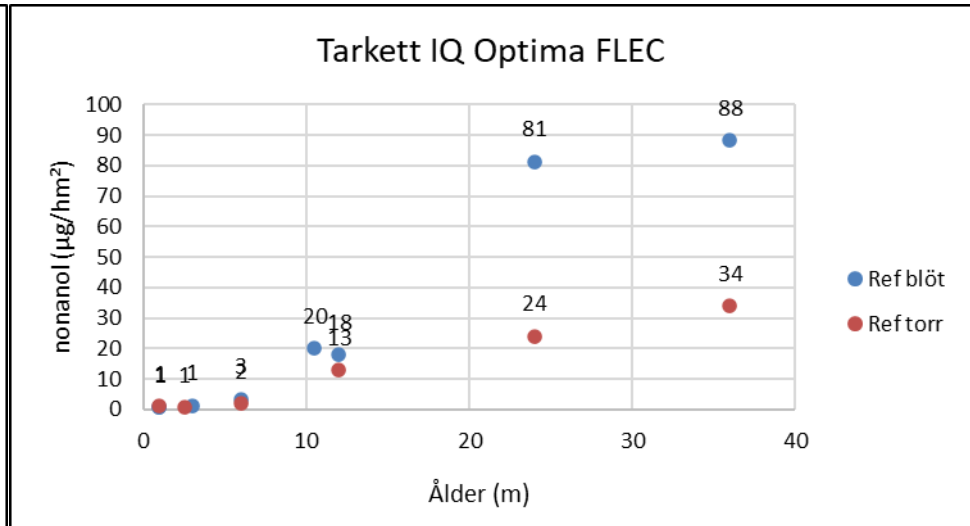
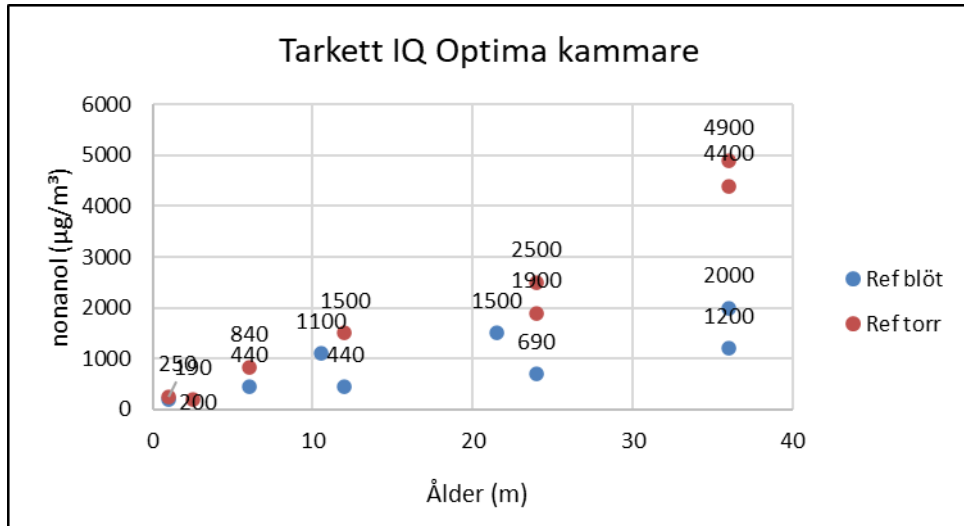
15.2.3 Diagram för valda indikatorämnen



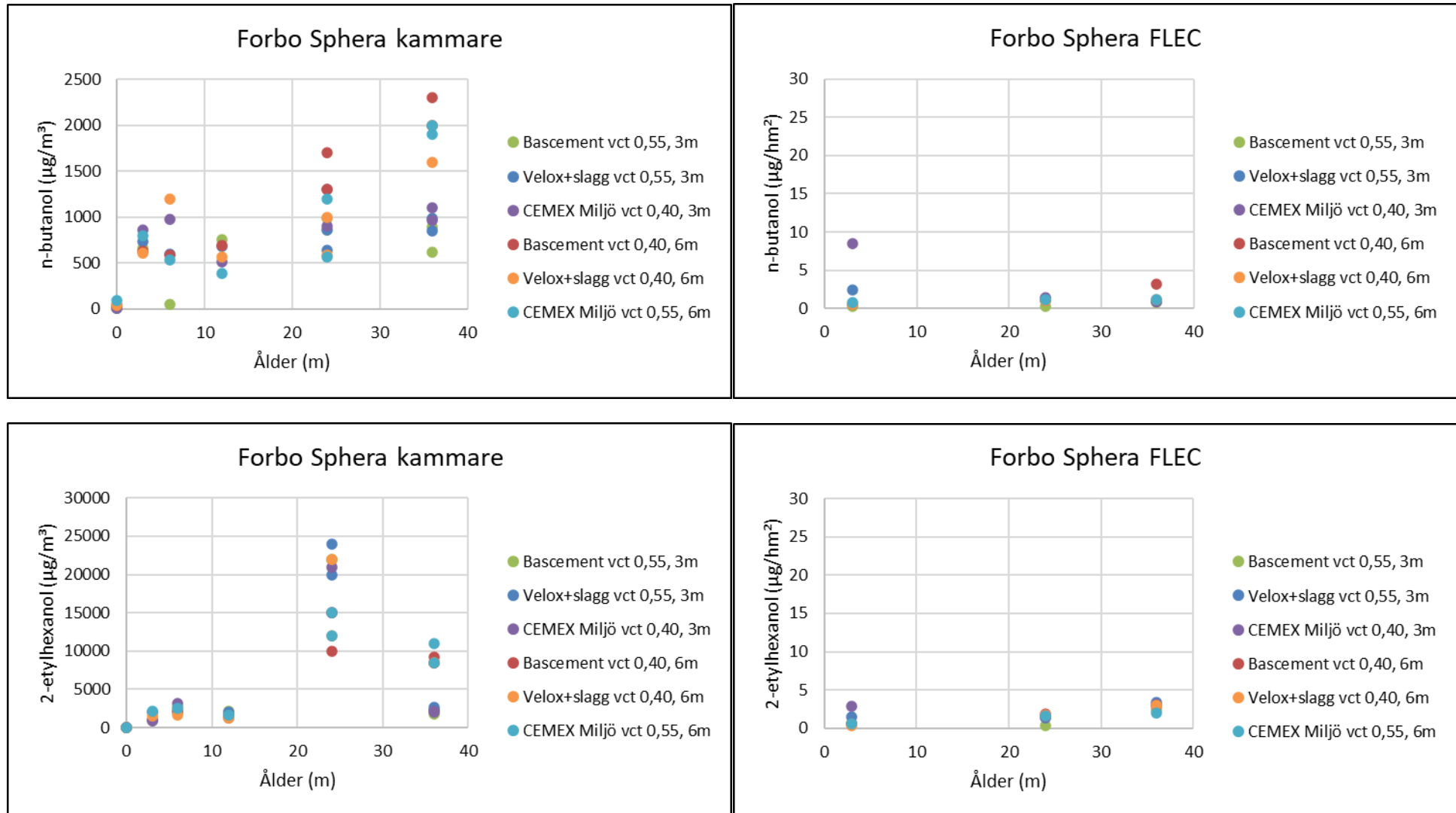


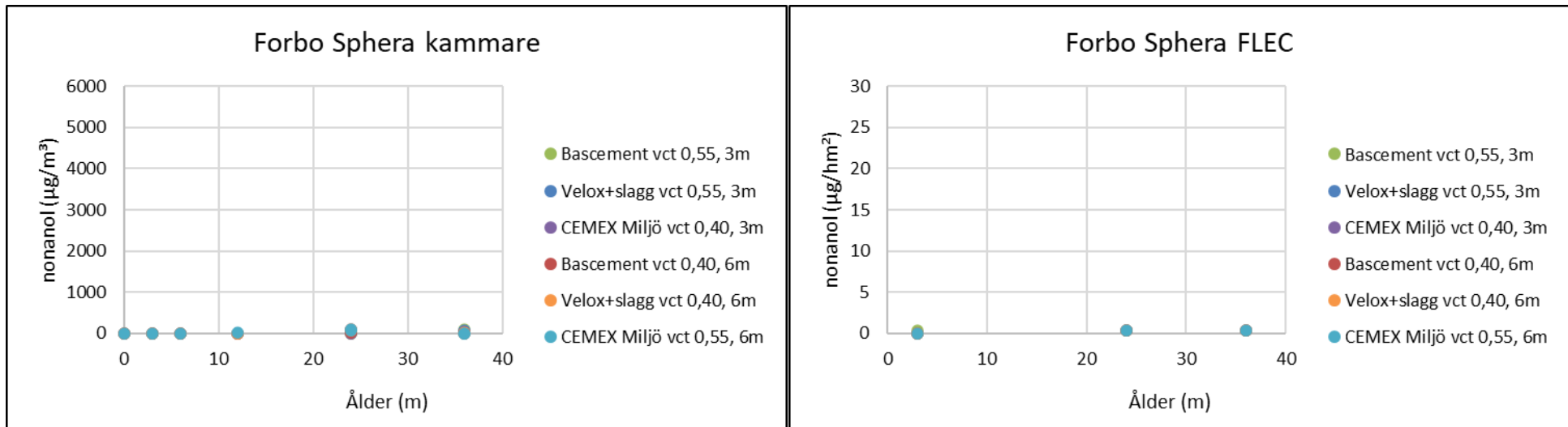
16 Sammanställning av emissioner för plattor med Tarkett iQ Optima



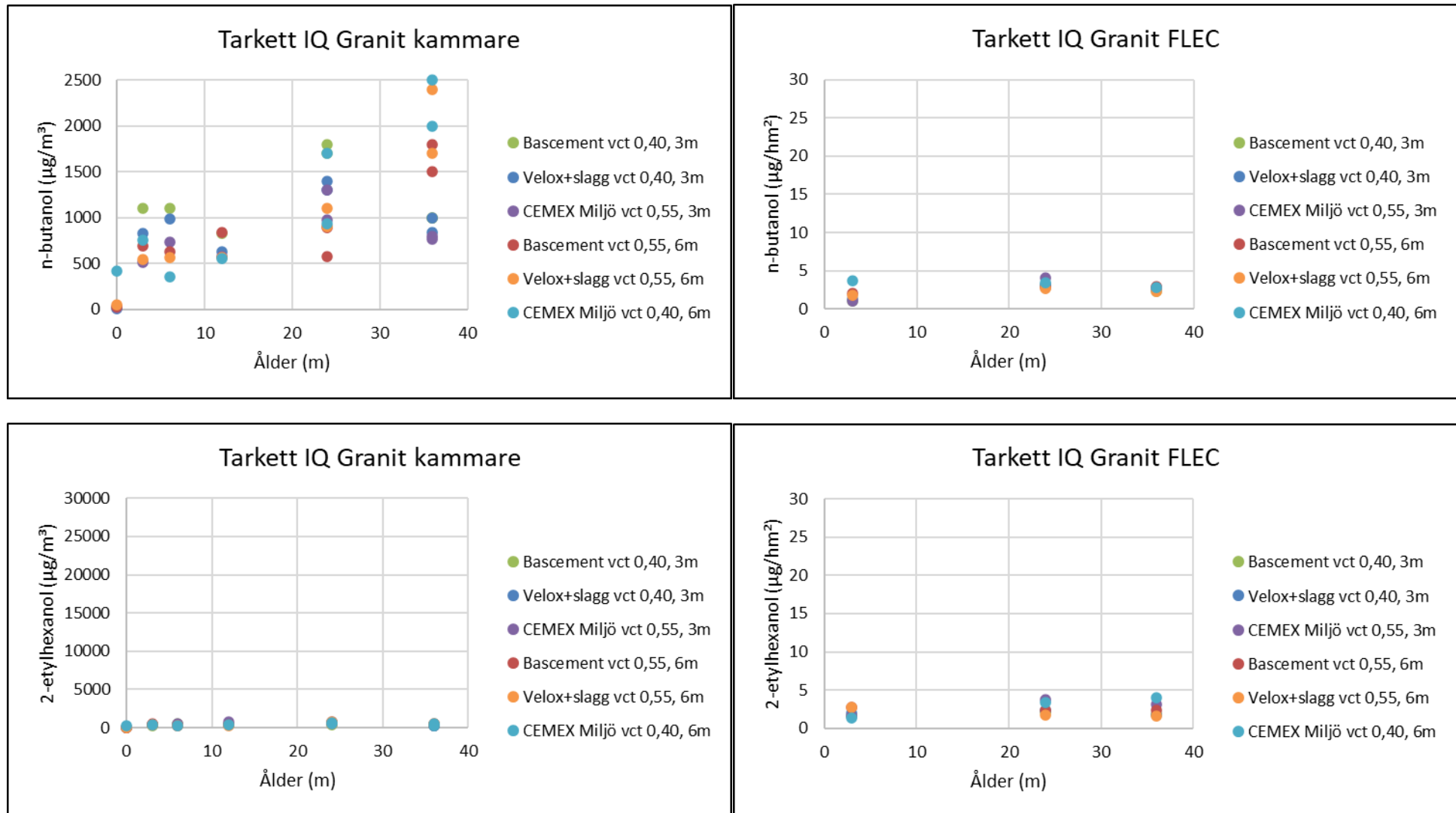


17 Sammanställning av emissioner för plattor med Forbo Sphera

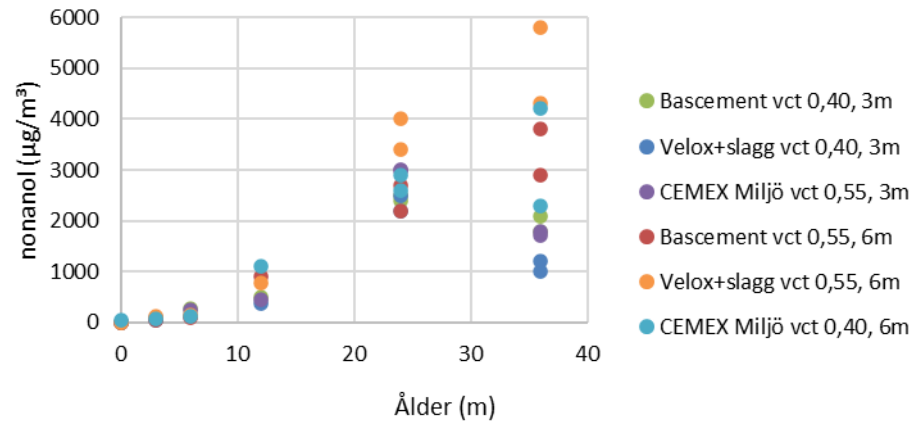




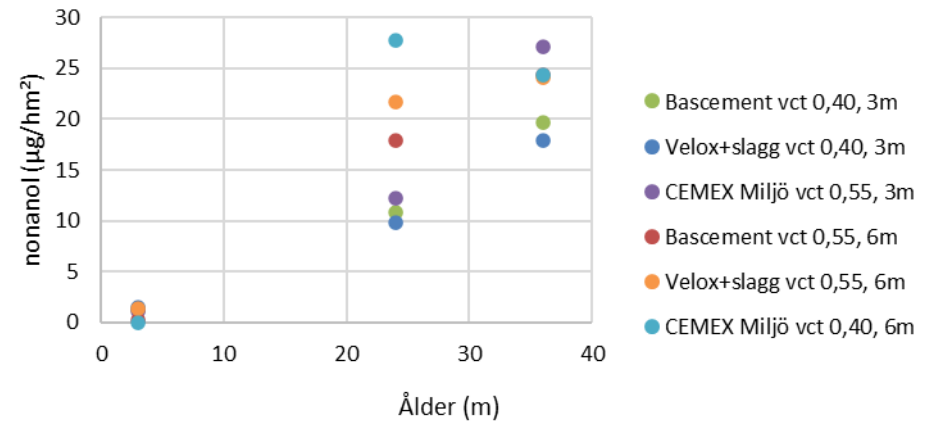
18 Sammanställning av emissioner för plattor med Tarkett iQ Granit



Tarkett IQ Granit kammare



Tarkett IQ Granit FLEC



19 Specialobjekt

19.1 Avjämnning på metallfolie med lim och ytskikt

Objektet för mätningarna är avjämnning ca 17 mm tjock som lagts ut på metallfolie och uttorkats till en nivå av 62,8 +/- 1,8 % RF. Därefter limmades ytskikt, Forbo Sphera på avjämnningen med samma lim som för de övriga objekten.

Mätningarna nedan är kammarmätningar på uttaget prov från avjämnningen, med $\mu\text{g}/\text{m}^3$ som enhet.

| Omständigheter | TVOC | bensen | n-dekan | a-pinen | toluen | n-hexanal | n-butanol | m-xylen | 3-careen | limonen | 1-okten-3-ol | 2-etylhexanol | benzylalkohol | TXIB | naftalen | nonanol |
|-----------------------------------|-------|--------|---------|---------|--------|-----------|-----------|---------|----------|---------|--------------|---------------|---------------|------|----------|---------|
| Före mattläggning | 530 | 3,1 | 3,3 | 7,7 | 4,1 | 6,5 | 3,7 | 1,5 | 4,3 | 3,4 | <1 | 6,6 | <1 | <1 | <1 | 5,7 |
| 27,5 m efter mattläggning, mitten | 22000 | 16 | <1 | 13 | 22 | <1 | 990 | 1,2 | <1 | <1 | <1 | 14000 | 1,3 | 1,6 | 11 | 1 |
| 27,5 m efter mattläggning, kant | 23000 | 14 | <1 | 10 | 13 | <1 | 810 | 1,3 | <1 | <1 | <1 | 14000 | 1,6 | <1 | 7,9 | 1 |
| 36 m efter mattläggning | 6200 | <1 | 12 | 26 | <1 | 20 | 840 | <1 | <1 | <1 | <1 | 2000 | <1 | <1 | <1 | 32 |
| 36 m efter mattläggning | 5700 | <1 | 3,9 | 14 | <1 | 32 | 750 | <1 | 3,2 | <1 | <1 | 1600 | <1 | <1 | <1 | 28 |

19.2 Punkterade mattor på plattor

Objekten för mätningar är två ordinarie plattor med modern tät betong, avjämnning, lim och ytskikt. Bägge plattorna har tidigare, dvs efter 24 månader, uppvisat höga nivåer avseende emissioner från hydrolys från ytskikt vid kammarmätning. Ytskikten har punkterats med hjälp av ett ca 2 cm långt hugg med ett stämjärn innan mätningen. Objekten har olika ytskikt med olika förväntade emissionsämnen (2-etylhexanol resp. nonanoler).

Mätningarna nedan är FLEC-mätningar mot ytskiktet med snittet under mätcellen, med $\mu\text{g}/\text{hm}^2$ som enhet.

| Objekt | TVOC | bensen | n-dekan | a-pinen | toluen | n-hexanal | n-butanol | m-xylen | 3-careen | limonen | 1-okten-3-ol | 2-etylhexanol | benzylalkohol | TXIB | naftalen | nonanol |
|-------------------------------|------|--------|---------|---------|--------|-----------|-----------|---------|----------|---------|--------------|---------------|---------------|------|----------|---------|
| Velox+30% slagg vct 0,55, 3 m | 115 | <1 | <1 | 7 | <1 | <1 | 26 | <1 | 1 | <1 | <1 | 41 | <1 | <1 | <1 | 0 |
| Basement vct 0,40, 3 m | 75 | <1 | <1 | 2 | <1 | 0 | 18 | <1 | 1 | <1 | <1 | 3 | <1 | <1 | <1 | 22 |

20 Egenemissioner

20.1 Kammarmätning ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

| Objekt | TVOC | bensen | n-dekan | a-pinen | toluen | n-hexanal | n-butanol | m-xylen | 3-careen | limonen | 1-okten-3-ol | 2-etylhexanol | benzylalkohol | TXIB | naftalen | nonanol |
|---------------------------------------------------------------|------|--------|---------|---------|--------|-----------|-----------|---------|----------|---------|--------------|---------------|---------------|------|----------|---------|
| Blöt referensbetong ¹ | 370 | 1,5 | 1,7 | 11 | 8,6 | 16 | 5,1 | <1 | 3,4 | 16 | <1 | 14 | <1 | 1,8 | <1 | 0,8 |
| Torr referensbetong ¹ | 310 | 7,4 | 1,2 | 6,7 | 4,4 | 11 | 12 | 1 | 4,7 | 3,2 | <1 | 15 | 2 | 1,4 | <1 | 2,3 |
| CEMEX vct 0,40, 3 månaders + avjämning ² | 170 | 2,1 | 1,3 | 11 | 3,6 | 4,8 | 13 | 1,3 | 6,4 | 2,6 | <1 | 4 | 1,5 | <1 | <1 | 0 |
| CEMEX vct 0,55, 3 månaders + avjämning ² | 250 | 1,8 | 2 | 9,2 | 13 | 9,6 | 22 | 3,8 | 5,6 | 2,5 | <1 | 3,2 | <1 | <1 | <1 | 1 |
| Basement vct 0,40, 3 månaders + avjämning ² | 250 | 2 | 2 | 9 | 4 | 5 | 18 | 2 | 5 | 2 | <1 | 4 | 2 | <1 | <1 | 0 |
| Basement vct 0,55, 3 månaders + avjämning ² | 260 | 2 | 2 | 15 | 3 | 5 | 11 | 1 | 10 | 3 | <1 | 3 | <1 | <1 | <1 | 1 |
| Velox+30% slagg vct 0,40, 3 månaders + avjämning ² | 610 | 1,8 | 2,5 | 10 | 3,3 | 3,7 | 12 | 1,5 | 7,8 | 22 | <1 | 9,3 | <1 | <1 | <1 | 0 |
| Velox+30% slagg vct 0,55, 3 månaders + avjämning ² | 230 | 2,3 | 1,6 | 9,5 | 6,4 | 3,7 | 11 | 1,6 | 5,1 | 2,8 | <1 | 3,3 | <1 | <1 | <1 | 0 |
| CEMEX vct 0,40, 6 månaders + avjämning ² | 1500 | 4,8 | 2,6 | 11 | 7,9 | 4,3 | 420 | 2,5 | 6,4 | 1,9 | <1 | 260 | 3,5 | <1 | <1 | 42 |
| CEMEX vct 0,55, 6 månaders + avjämning ² | 530 | 5,7 | 2,2 | 7,7 | 6,4 | 3,9 | 95 | 1,9 | 5,3 | 1,5 | <1 | 52 | 1,4 | <1 | <1 | 0 |
| Basement vct 0,40, 6 månaders + avjämning ² | 520 | 6 | 2,7 | 12 | 7,4 | 3 | 43 | 3,1 | 6,1 | 1,3 | <1 | 46 | 1,4 | <1 | <1 | 0 |
| Basement vct 0,55, 6 månaders + avjämning ² | 760 | 5,1 | 2,1 | 14 | 7 | 3,2 | 26 | 3 | 7,9 | 1,7 | <1 | 18 | <1 | <1 | <1 | 1,1 |
| Velox+30% slagg vct 0,40, 6 månaders + avjämning ² | 440 | 5,2 | 2,4 | 10 | 6,8 | 4,5 | 42 | 2,6 | 5,8 | 1,4 | <1 | 13 | <1 | <1 | <1 | 1 |
| Velox+30% slagg vct 0,55, 6 månaders + avjämning ² | 450 | 7,7 | 2,4 | 8 | 5,4 | <1 | 47 | 2 | <1 | 1,6 | <1 | 8,9 | <1 | <1 | <1 | 1 |

1 – kammarmätning på betongprov före mattläggning

2 – kammarmätning på avjämningsprov före mattläggning

| Objekt | TVOC | bensen | n-dekan | a-pinen | toluen | n-hexanal | n-butanol | m-xylen | 3-careen | limonen | 1-okten-3-ol | 2-etylhexanol | benzylalkohol | TXIB | naftalen | nonanol |
|-----------------------------------|-------|--------|---------|---------|--------|-----------|-----------|---------|----------|---------|--------------|---------------|---------------|------|----------|---------|
| Tarkett IQ Optima | 870 | 7,6 | < 1 | 9,1 | 29 | 210 | 10 | 1,3 | 3,6 | 14 | < 1 | 67 | 1,7 | 1,1 | < 1 | 63 |
| Tarkett IQ Granit | 1100 | 5,7 | 1,1 | 2,6 | 26 | 80 | 4,8 | 3 | 1,8 | 2,8 | < 1 | 58 | 2 | < 1 | < 1 | 29 |
| Forbo Sphera | 2800 | < 1 | < 1 | < 1 | 4,8 | < 1 | 1 | < 1 | < 1 | 2,2 | < 1 | 130 | < 1 | < 1 | < 1 | 0 |
| CascoProff Extra LE | 79000 | 8,6 | < 1 | 3,7 | 11 | < 1 | 44000 | < 1 | < 1 | < 1 | < 1 | 11000 | 2,7 | < 1 | < 1 | 1 |
| Tätningssmassa med aluminiumfolie | 12000 | 15 | 14 | 12 | 20 | < 1 | 1 | < 1 | < 1 | < 1 | < 1 | 130 | 1,1 | 1,3 | 34 | 1 |
| Tätningssmassa | 5600 | 25 | 3,6 | 13 | 14 | < 1 | 1 | 1 | < 1 | < 1 | < 1 | 44 | 1,3 | < 1 | 5,4 | 1 |
| Avjämning | 530 | 3,1 | 3,3 | 7,7 | 4,1 | 6,5 | 3,7 | 1,5 | 4,3 | 3,4 | < 1 | 6,6 | < 1 | < 1 | < 1 | 5,7 |

20.2 FLEC ($\mu\text{g}/\text{hm}^2$)

| Objekt | TVOC | bensen | n-dekan | a-pinen | toluen | n-hexanal | n-butanol | m-xylen | 3-careen | limonen | 1-okten-3-ol | 2-etylhexanol | benzylalkohol | TXIB | naftalen | nonanol |
|-----------------------------------------------------|------|--------|---------|---------|--------|-----------|-----------|---------|----------|---------|--------------|---------------|---------------|------|----------|---------|
| Tarkett IQ Optima ovansida | 12 | < 1 | < 1 | < 1 | < 1 | 1 | 0 | < 1 | < 1 | < 1 | < 1 | 1 | < 1 | < 1 | < 1 | 1 |
| Tarkett IQ Optima undersida | 61 | < 1 | < 1 | < 1 | < 1 | 9 | 0 | < 1 | < 1 | 1 | < 1 | 8 | < 1 | < 1 | < 1 | 7 |
| Tarkett IQ Granit ovansida | 41 | < 1 | < 1 | 1 | 11 | 4 | 1 | < 1 | 0 | 1 | < 1 | 3 | < 1 | < 1 | < 1 | 2 |
| Tarkett IQ Granit undersida | 71 | < 1 | < 1 | 1 | 3 | 18 | 1 | < 1 | 1 | 1 | < 1 | 14 | < 1 | < 1 | < 1 | 9 |
| Forbo Sphera ovansida | 16 | < 1 | < 1 | 1 | < 1 | 1 | 1 | < 1 | 0 | 1 | < 1 | 1 | < 1 | < 1 | < 1 | 0 |
| Forbo Sphera undersida | 193 | < 1 | < 1 | 1 | 5 | 2 | 0 | < 1 | < 1 | 1 | < 1 | 26 | < 1 | < 1 | < 1 | 0 |
| Avjämning på metallfolie | 31 | < 1 | < 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | < 1 | 0 | < 1 | < 1 | < 1 | 0 |
| Blöt referensbetong ¹ | 37 | < 1 | < 1 | < 1 | < 1 | 2 | 2 | < 1 | < 1 | < 1 | < 1 | 1 | < 1 | < 1 | < 1 | 0 |
| Avjämning på 3 månaders CEMEX vct 0,55 ² | 44 | < 1 | < 1 | 3 | 2 | 2 | 3 | 1 | 1 | 1 | < 1 | 1 | < 1 | < 1 | < 1 | 0 |
| Avjämning på 6 månaders CEMEX vct 0,55 ² | 92 | < 1 | 1 | 5 | 5 | 2 | 8 | 2 | 2 | 1 | < 1 | 1 | < 1 | < 1 | < 1 | 0 |

1 – FLEC-mätning mot betongyta före mattläggning

2 – FLEC-mätning mot avjämningsyta före mattläggning

21 Bakgrundsmätningar FLEC ($\mu\text{g}/\text{hm}^2$)

| Bakgrundsmätning nr | TVOC | bensen | n-dekan | a-pinen | toluen | n-hexanal | n-butanol | m-xylen | 3-careen | limonen | 1-okten-3-ol | 2-etylhexanol | benzylalkohol | TXIB | naftalen | nonanol |
|---------------------|------|--------|---------|---------|--------|-----------|-----------|---------|----------|---------|--------------|---------------|---------------|------|----------|---------|
| 1 | 8 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | 0 | <1 | <1 | <1 | <1 | 1 | <1 | <1 | <1 | - |
| 2 | 11 | <1 | <1 | 1 | <1 | 2 | 0 | <1 | 1 | 1 | <1 | 1 | <1 | <1 | <1 | 0 |
| 3 | 11 | <1 | <1 | 1 | <1 | 2 | 0 | <1 | <1 | 0 | <1 | 1 | <1 | <1 | <1 | 0 |
| 4 | 11 | <1 | <1 | 1 | <1 | 1 | 0 | <1 | 0 | 1 | <1 | 0 | <1 | <1 | <1 | 0 |
| 5 | 21 | <1 | <1 | 1 | <1 | 3 | 0 | <1 | 1 | <1 | <1 | 0 | <1 | <1 | <1 | 1 |
| 6 | 34 | <1 | <1 | <1 | <1 | 1 | 0 | <1 | <1 | <1 | <1 | 0 | <1 | <1 | <1 | 0 |
| 7 | 10 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | 0 | <1 | <1 | <1 | <1 | 0 | <1 | <1 | <1 | 0 |
| 8 | 18 | <1 | <1 | <1 | <1 | 1 | 3 | <1 | <1 | <1 | <1 | 0 | <1 | <1 | <1 | 0 |
| 9 | 8 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | 0 | <1 | <1 | <1 | <1 | 0 | <1 | <1 | <1 | 0 |
| 10 | 11 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | 0 | <1 | <1 | <1 | <1 | 0 | <1 | <1 | <1 | 0 |
| 11 | 9 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | 2 | <1 | <1 | <1 | <1 | 0 | <1 | <1 | <1 | 0 |
| 12 | 13 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | 0 | <1 | <1 | <1 | <1 | 1 | <1 | <1 | <1 | 0 |
| 13 | 41 | - | <1 | <1 | 1 | 1 | 0 | <1 | <1 | <1 | <1 | 0 | 1 | <1 | <1 | 0 |
| 14 | 22 | - | <1 | <1 | <1 | 1 | 0 | <1 | <1 | <1 | <1 | 0 | <1 | <1 | <1 | 0 |
| 15 | 15 | - | <1 | <1 | <1 | 1 | 0 | <1 | <1 | <1 | <1 | 0 | <1 | <1 | <1 | 0 |
| 16 | 11 | - | <1 | <1 | <1 | <1 | 0 | <1 | <1 | <1 | <1 | 0 | <1 | <1 | <1 | 0 |
| 17 | 20 | - | <1 | <1 | <1 | 1 | 1 | <1 | <1 | <1 | <1 | 1 | <1 | <1 | <1 | 0 |
| 18 | 5 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | 0 | <1 | <1 | <1 | <1 | 0 | <1 | <1 | <1 | 0 |
| 19 | 23 | <1 | <1 | <1 | <1 | 1 | 0 | <1 | <1 | <1 | <1 | 2 | <1 | <1 | <1 | 0 |
| 20 | 18 | <1 | <1 | <1 | <1 | 1 | 1 | <1 | <1 | <1 | <1 | 0 | <1 | <1 | <1 | 0 |
| 21 | 21 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | 0 | <1 | <1 | <1 | <1 | 0 | <1 | <1 | <1 | 0 |
| 22 | 14 | <1 | <1 | <1 | <1 | 1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | 0 | 1 | <1 | <1 | <1 |
| 23 | 7 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | 0 |
| 24 | 5 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | 1 | <1 | <1 | <1 | 0 |
| 25 | 5 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | 1 | <1 | <1 | <1 | 0 |
| 26 | 13 | <1 | <1 | <1 | 1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | 1 | <1 | <1 | <1 | 0 |
| 27 | 9 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | 0 |
| 28 | 16 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | 1 | <1 | <1 | <1 | 0 |