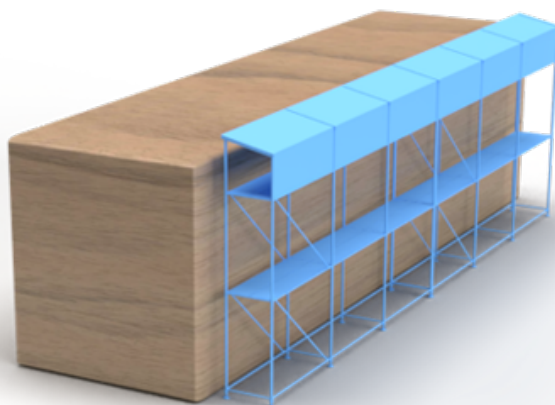


# SCAFFCALC OCH SCAFFINSPECT

*Säkrar byggställningsbranschen mot olyckor*



**Viktor Skoglund, Jonas Isacson & Kevin Walian**

**2021-06-18**

# Förord

Inledningsvis vill vi tacka Byggnads och framförallt Ulf Kvarnström som drivit projektet från deras sida. Ulf har varit till stor hjälp både kompetensmässigt och som samlare av intressenter och skyddsombud Sverige över. Vidare vill vi tacka SBUF för förtroendet, samt möjligheten för oss att sprida våra säkerhetsverktyg till byggsektorn.

Vi vill dessutom rikta ett stort tack till alla byggställningsentreprenörer som ställt upp på testning, som gett oss feedback och som tror på oss i vått och torrt. Det är med er hjälp vi gör ett stort säkerhetslyft i branschen. Tillsammans fortsätter vi att skapa användarvänliga och intuitiva verktyg.

Slutligen vill vi tacka de representanter från byggbolag som ställt upp på intervjuer och som agerat referenspunkter i projektet.

På återseende,  
Viktor Skoglund

*Affärsutvecklare och grundare  
Scaffcalc och Scaffinspect  
Fredag, 11 juni, 2021*

# Sammanfattning

I februari 2018 inträffade ett byggställningsras vid Avenyn i Göteborg. Trots placeringen och storleken på ställningen skadades ingen, vilket många ansåg vara mirakulöst. Det här var bara ett av 50 ras som inträffar varje år i Sverige. Tillsammans med byggställningsentreprenörer har Scaffcalc tagit fram ett beräkningsprogram som tillhandager fullständiga dimensioneringshandlingar - som står till grund för säkrare och högkvalitativa projekt.

Under det här SBUF-projektet har vi byggt vidare på beräkningsverktyget Scaffcalc, samtidigt som vi har utvecklat en parallell produkt vid namn Scaffinspect. Tillsammans med Byggnads har vi analyserat ställningsproblematiken i Sverige och gått till botten med orsakerna, för att säkra ställningarna proaktivt, innan olyckan inträffar. Efter en effektiv testperiod konstaterade vi att bristerna är många och att vi behöver bjuda in fler aktörer till verktyget. Vi tog därför kontakt med en rad olika byggbolag för att undersöka om problemen var den samma även för dem. Bevisligen fanns problemen även där, men önskemålen skiljde sig något från det Byggnads önskade i produkten. Med hjälp en rad olika tekniska lösningar tog vi fram attribut som vi kan delge olika användare, för att skapa en mer skräddarsydd tjänst som passar fler aktörer än skyddsombuden på Byggnads. Byggbolagen har visat ett stort intresse och de har varit mycket behjälpliga under projektets gång, och vi fortsätter våra samarbeten för att skapa ett säkrare Sverige.

Slutligen kommer vi att fortsätta utveckla verktygen och göra dem lättillgängliga för hela byggbranschen. Vi välkomnar nya samarbetsförslag med öppna armar.

# Bakgrund

## Inledande ord om problemställningen

I Sverige uppförs tusentals byggställningar varje år, men de flesta saknar dimensioneringshandlingar. Enligt en undersökning vi skickade ut i slutet av december, 2019, visade det sig att majoriteten av byggställningsentreprenörerna i Sverige bygger ställningar baserat på erfarenhet och känsla istället för de dimensioneringskrav som beskrivs i bland annat AFS 2013:4.

I en studie utförd av Arbetsmiljöverket och Byggnads under Arbetsmiljöveckan 2019 uppkom antalet saknade dimensioneringshandlingar till över 50 %, varav resterande handlingar inte nödvändigtvis var korrekt utförda (*uppgifter från Ulf Kvarnström, Byggnads*). Det innebär att majoriteten saknar information om hur ställningen ska uppföras. Enligt arbetsskadestatistik från Arbetsmiljöverket har 193 ras/fall/bristningar inträffat under perioden 2012-2016 (*Arbetsmiljöverket, 2020*).

## Kort historik kring problemet

I februari 2018 inträffade ett byggställningsras vid Avenyn i Göteborg. Trots placeringen och storleken på ställningen skadades ingen, vilket många ansåg vara mirakulöst (*Expressen, 2018*). Min medgrundare Kevin, som då studerade väg- och vattenbyggnadsprogrammet på Chalmers, ville ta sig an ett verkligt fall utanför studierna och valde därför att beräkna hållfastheten på den tidigare stående byggställningen för att ta reda på orsaken bakom raset. Kevin kom fram till många brister i utförandet och började undersöka fler byggställningar, där han gång på gång såg stora brister. Ras visade sig vara ett stort problem i ställningsbranschen och något som inträffar ca 40 gånger per år i Sverige (*Arbetsmiljöverket, 2020*). "Kompetensen är bristfällig hos många", säger Jörgen Conradsson i en intervju av SVT (*SVT Nyheter, 2019*).

Tillsammans studerade vi branschen närmare och fann snabbt två utstickande brister:

1. Alldeles för många projekt saknar rätt eller riktiga dimensioneringshandlingar om det överhuvudtaget finns några.
2. Ett stort problem för branschen är att andra yrkesgrupper än ställningsbyggare flyttar på förankringar för att komma åt bättre. Det gör att säkerheten äventyras.

Efter vår undersökning dök fler uppmärksammade fall upp, däribland skadade civila (*SVT Nyheter, 2019*). Nu vill vi säkra upp branschen och minska antalet ställningsras.

På följande länk finns mer information om Scaffcalcs historia:

- [Byggnadsarbetaren, 2020](#)
- [Chalmers Ventures, 2020](#)

## Vad man vet och hur man gör i dagsläget

Dagens lösning är att beräkna ställningarna med hjälp av dyra beräkningskonsulter eller med hjälp av komplicerade beräkningsprogram som är tidskrävande och påfrestande för entreprenören. Vi skickade ofta fakturor på 15 000 kr och uppåt per beräkning vilket vi inte anser är ekonomiskt hållbart för byggställningsentreprenören. Beräkningarna var dessutom väldigt tidskrävande till en början vilket innebar långa leveranstider.

## Syfte

Scaffcalc's uppdrag är att säkra gatorna mot byggställningsras - världen över. Men först vill vi hjälpa byggställningsentreprenörerna i Sverige. Syftet med projektet är att underlätta för byggställningsentreprenörer att ta fram dimensioneringshandlingar för varje projekt, så att varje byggställning upprättas enligt rekommendationer från bland annat Arbetsmiljöverkets föreskrifter.

Vi har under ett halvår påbörjat utvecklingen av ett webbaserat beräkningsprogram för ställningsbyggare som vi kallar för Scaffcalc. Användaren skriver in byggställningens position och storlek – och den kraftfulla algoritmen levererar fullständiga dimensioneringshandlingar med kvalificerade instruktioner och rekommendationer.

Målet med arbetet är att sätta kalkylatorn i händerna på samtliga byggställningsentreprenörer i Sverige för att eliminera ras som beror på felaktiga eller uteblivna dimensioneringshandlingar.

## Projektets anknytning till SBUF:s mål och inriktning

### Scaffcalc

Scaffcalc innebär stort mervärde för kund, där de får obegränsat antal byggställningsberäkningar genom en månadsprenumeration. Istället för att kontakta konsulter som tar veckor på sig för att utföra enskilda beräkningar kan byggställaren framställa dimensioneringshandlingar på nolltid, som sedan sparas i molnet på deras Scaffcalc-konto.

I Scaffcalc kommer ett visualiseringsverktyg att finnas som hjälper kunden med placering av förankringar, vilket i dagsläget är ett stort frågetecken hos byggställningsentreprenörer. Istället för fakta så utgår majoriteten av byggställningsentreprenörer från erfarenhet när de placerar förankringar, vilket var något vi insåg under en tidig förundersökning med ett femtiotal deltagare. Det här leder många gånger till oacceptabla spirlaster som i sin tur kan leda till ras.

### Scaffinspect

I samtal med Byggnads och STIB har en variant på byggställningskalkylatorn diskuterats. Byggnads eftersöker ett inspektionsverktyg som ska underlätta arbetet för samtliga skyddsombud och inspektörer. Verkyget kommer vara baserat på samma kraftfulla algoritm som byggställningsentreprenörens verktyg Scaffcalc, men resultatet kommer bara att visa det som är väsentligt för en inspektör. Utöver beräkningsunderlag kommer föreslagna åtgärder presenteras för inspektören, så att eventuella problem kan lösas på plats istället för att bygget ska stoppas och stjälp projektets framfart. Verkyget med arbetsnamnet Scaffinspect utvecklas parallellt med Scaffcalc.

### Avgränsningar

Under projektet Scaffcalc och Scaffinspect kommer vi fokusera på utveckling av två stabila plattformar, fullkomligt korrekta algoritmer och användarvänliga gränssnitt. Tillsammans med våra intervjuobjekt, dvs. dagliga Scaffcalc-användare, skyddsombud, KMA-samordnare och inspektörer, kommer vi djupdyka i föreskrifter och ta fram det mest väsentliga för både byggställningsentreprenörer och inspektörer. Vi vet att verkyget har potential att säkra branschen och

vill därmed undersöka hur vi gör det på bästa möjliga sätt och därmed utveckla en plattform i vilken vi kan utföra ytterligare undersökningar.

## Metod

Studien genomfördes med en kvalitativ forskningsdesign på grund av brist på tidigare data och litteratur om ämnet. (Bryman and Bell 2011) säger att kvalitativ forskning är bäst lämpad när det saknas data för att göra en kvantitativ studie och när studiens karaktär är av kvalitativ karaktär. Denna forskningsdesign möjliggjorde en djupare förståelse av forskningsfrågorna eftersom den bygger på ett mindre studerat och praxisbaserat ämne. Den kvalitativa studien består av halvstrukturerade intervjuer gjorda med ställningsentreprenörer och beställare för produkten Scaffcalc och inspektörer, skyddsombud och KMA-samordnare för produkten Scaffinspect. Semistrukturerade intervjuer är en lämplig metod i denna studie på grund av möjligheten att låta intervjupersonerna vägleda oss genom forskningsfrågorna utan att vara partiska eller påverkas av vår tidigare kunskap inom området.

Studien gjordes med ett abduktivt synsätt. Därför lät vi den teoretiska ramen och litteraturstudien vägleda oss i vilka frågor vi ställer, men främst arbetade vi med teori och empiri parallellt när vi fick mer insikter. Vi anser att detta är en lämplig strategi på grund av egenskaperna hos de kvalitativa uppgifter vi söker. Men med detta tillvägagångssätt behövde vi se till att vi hade tillräcklig bakgrundkunskap för att ställa intelligenta frågor till våra intervjuobjekt.

Vidare utfördes en kvantitativ studie i samarbete med Byggnads förtroendevalda skyddsombud med hjälp av det nybyggda verktyget Scaffinspect (ett resultat av detta bidrag) vilket gav ett bättre underlag som visade på större brister i branschen än väntat.

## Intervjuer

Intervjuerna kunde delas in i två kategorier: ställningsentreprenörer som har behov av ett förenklat beräkningsverktyg och aktörer inom Byggnads eller beställare som undersöker och/eller säkerställer kvaliteten av ställningsprojekt. De kvalitativa uppgifter som dokumenterats från de semistrukturerade intervjuerna gjordes digitalt på grund av de nuvarande begränsningarna i och med Covid-19. Vi arbetade aktivt för att få tillräckligt många svar för att besvara våra forskningsfrågor.

## Urvalsprocessen

Den kvalitativa kategoriseringen av empiriska data och intervjupersoner gjordes med flera parametrar som riktlinjer. Först undersökte vi grundbehoven bland ställningsentreprenörer och skyddsombud genom att använda oss av Design Thinking Methodology (Dekker and den Dekker 2020). Sedan kontrollerade vi bolagens storlek och påverkan på branschen som helhet. Vi prioriterade de ställningsentreprenörer som låg i framkant vad gäller framtagande av beräkningsunderlag av hög kvalitet, samt KMA-samordnare och skyddsombud med gedigna protokoll för ställningskontroller.

## Empirisk datainsamling

Tillvägagångssättet med semistrukturerade intervjuer var lämpligt eftersom det bygger på förutbestämda öppna frågor som gör det möjligt för intervjuade att svara fritt och därför delar andra

perspektiv än vad vi ursprungligen haft (Greener 2008). På så sätt minimerar vi partiskhet i vår studie från våra egna erfarenheter och åsikter.

Intervjuerna hölls digitalt med kommunikationsverktyg som Zoom, Microsoft Teams och Google Meet. Intervjuerna hölls på svenska och var cirka 50-70 minuter långa. Av sekretesskäl gentemot entreprenörerna har vi valt att anonymisera namn. Vissa av intervjuerna spelades in efter godkännande från intervjupersonen.

## Dataanalys

De kvalitativa uppgifterna från intervjuerna analyserades både oberoende och kombinerades för att få en utförlig analys av data. Detta gjordes för att undvika partiskhet från intrycket av intervjun och för att hålla resultaten sakliga och relaterade till forskningsfrågorna. Intervjuerna sammanfattades sedan och konverterades till grafiska gränssnitt, som intervjuobjekten därefter tog del av. Senare jämfördes resultaten i den empiriska ramen med den respons vi samlat under testning så att vi kunde uppdatera produkterna efter deras önskemål.

## Scaffcalc

### Problemförståelse

Byggställningsentreprenörer har i dagsläget svårt att dimensionera ställningar som frångår typkontrollintyg, vid exempelvis inklädnad av ställning. Detta skapar dels oro hos företaget eftersom föreskrifterna i AFS 2013:4 kräver beräkningsunderlag samt en oro för olycksfall som kan inträffa vid ras. Om ställningsentreprenören saknar dimensioneringshandling för projektet vid inspektion, blir företaget sannolikt skyldigt till sanktionsavgifter.

### Problemlösning och utveckling

För att underlätta för ställningsentreprenörer kommer mjukvaran Scaffcalc vidareutvecklas. Genom att följa föreskriften AFS 2013:4 kommer riktlinjer gällande dimensioneringshandlingar och dess hänvisningar av beräkningsnormer för tillfälliga konstruktioner att framställas och distribueras via tjänsten Scaffcalc.

I samråd med tilltänkta slutanvändare (byggställningsentreprenörer, skyddsombud, inspektörer m.fl) framtas en design som itereras över tid för att passa alla nämnda aktörer.

### Testning

För att uppnå projektets syfte krävs att samtliga aktörer blir informerade om programmets simplicitet, utsträckning och avgränsningar. Aktörer som visat sig vara relevanta och visat stort engagemang till projektet listas enligt nedan:

- Byggställningsentreprenörer
- Certifierade byggställningsskolor
- BAS-U

- KMA-samordnare
- Arbetsmiljöchefer
- Byggentreprenörer
- Skyddsombud
- Förtroendevalda från Byggnads
- Inspektörer från myndigheter
- Övriga branschrelaterade intressenter: Försäkringsbolag

## Resultat

Scaffcalcprojektet inleddes med en genomgående analys av det svenska byggställningslandskapet genom intervjuer och platsbesök. Resultaten från den kvalitativa studien visar på att ställningsbyggare känner till problematiken kring uteblivna dimensioneringshandlingar, men blir sällan kontrollerade och medger därför att de bygger på erfarenhet och känsla före fakta; ställningsbyggare anser att exceldokument är bristfälliga och ökar risken för felaktig inmatning, som i sin tur leder till felaktiga beräkningar och ofullständiga materiallistor; den främsta anledningen till att ställningsentreprenörer inte framställer tillräckliga dimensioneringshandlingar är för att det saknas programvaror för ändamålet; ställningsbyggare önskar användarvänligt gränssnitt med så få inparametrar som möjligt, som inkluderar en enklare projektskiss, redovisning av vindlaster och spirlaster, fullständig materiallista för respektive ställningsleverantör (HAKI, Layher, Plus8) och i vissa fall även rapport om kritiska punkter på konstruktionen.

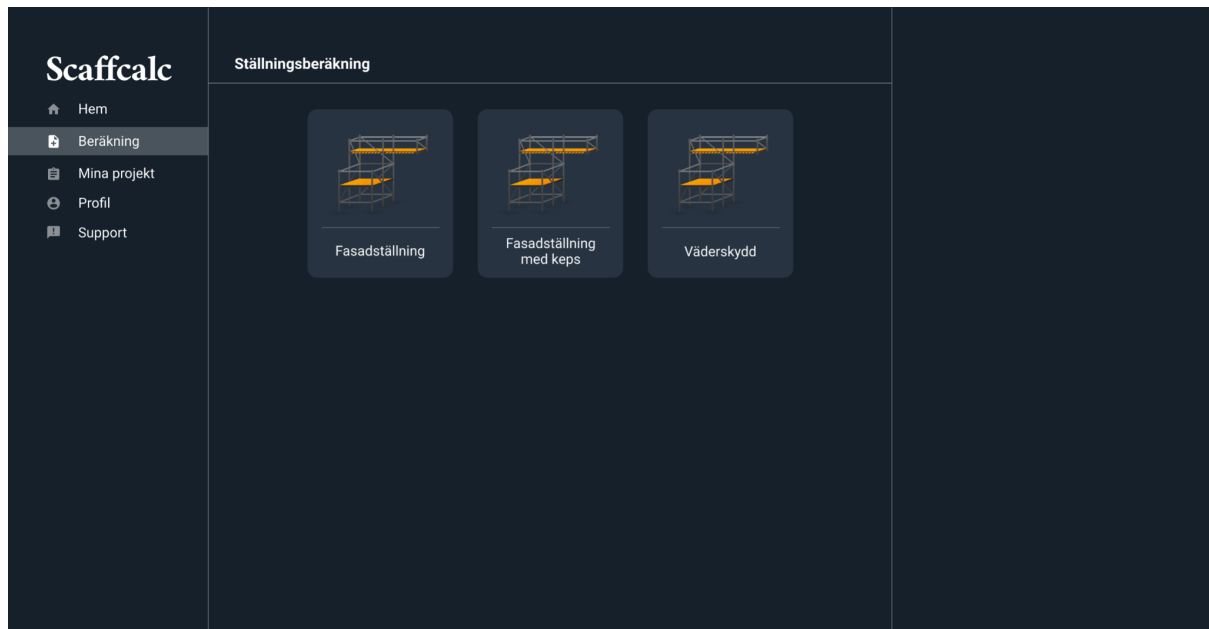
Med den sammanfattade produktspecifikationen inledde Scaffcalc utvecklingsarbetet med att skapa mockups på tilltänkt gränssnitt.



## Mockup - Scaffcalc

Nedan följer en serie bilder på Scaffcalcs mockup som framställdes och itererades efter genomförda intervjuer med över 25 byggställningsentreprenörer.

### Del 0 - Meny

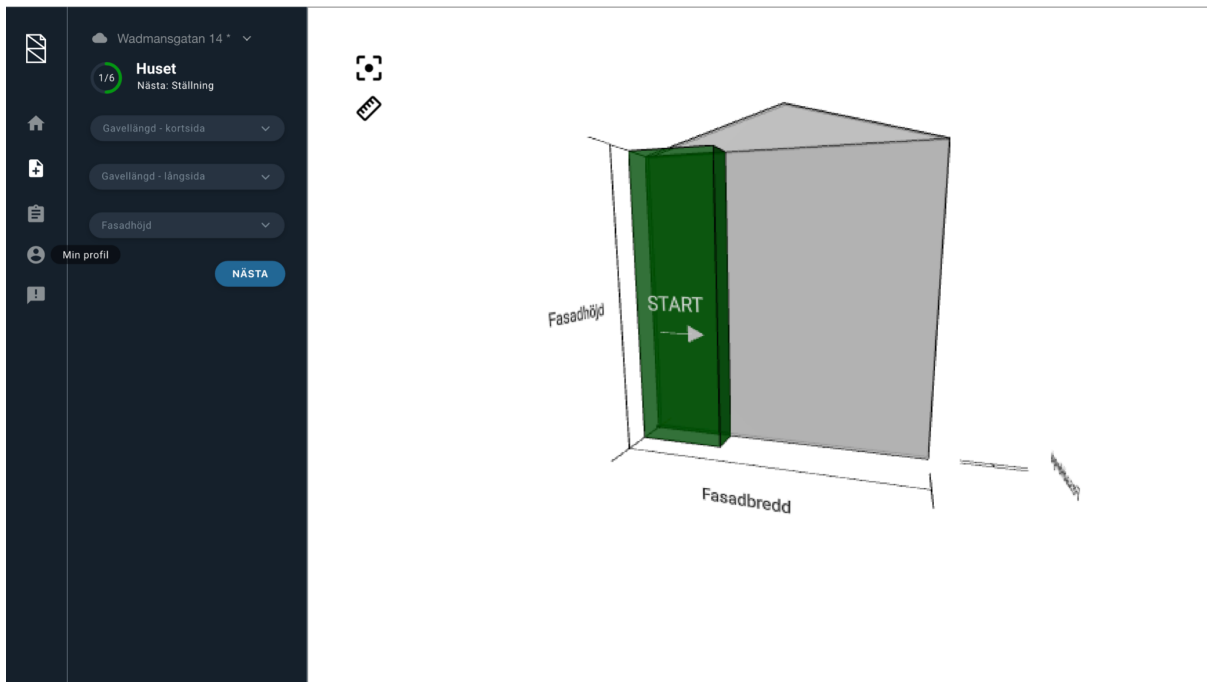


*Figur 1: Meny för ställningsberäkning*

Inledningsvis väljer användaren vilken typ av ställning som ska beräknas. I menyn finns några exempel: Fasadställning; Fasadställning med regntak (benämnt Keps i exemplet) och; Väderskydd - en modul som är under utveckling men som inte faller under SBUF-projektets beskrivning. Fasadställningar är den mest använda modulen i Scaffcalc och har varit det sedan start. Väderskyddsmodulen är under uppbyggnad och fungerar idag som en konsulttjänst där användaren skriver in sina projektspecifika uppgifter som vi sedan räknar för hand och skickar tillbaka inom en vecka.

I den vänstra menyn finner användaren sina projekt som sparas i molnet. Vidare har användaren möjlighet att ändra profiluppgifter och önska support.

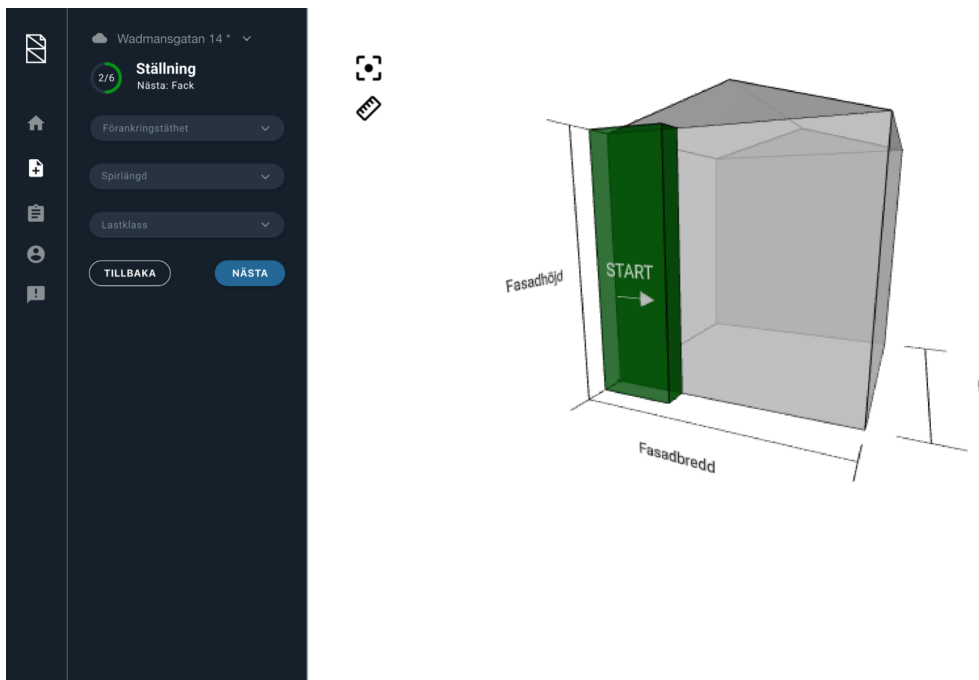
## Del 1 - Huset



*Figur 2: Huset*

När användaren valt ställningstyp inleds beräkningsformuläret där husets storlek definieras. Användare väljer gavellängder och fasadhöjd som grund till ställningsprojektet. I dagsläget kan användaren inte beräkna ställningar som saknar husgrund, utan endast förankringsbara ställningsprojekt. Gränssnittet är byggt med en “Stepper” (se den gröna cirkeln till vänster om rubriken “Huset”). Steppers visar framsteg genom en sekvens av logiska och numrerade steg. De kan också användas för navigering. Steppers kan visa ett övergående återkopplingsmeddelande efter att ett steg har sparats för att guida användaren.

## Del 2 - Ställning



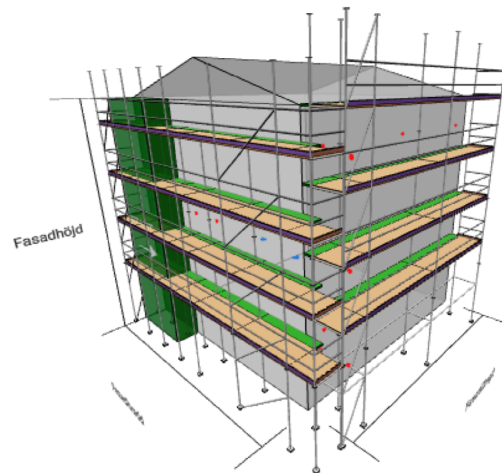
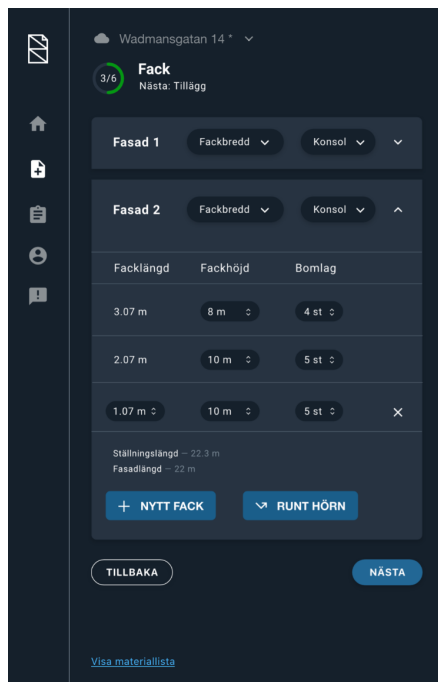
Figur 3: Ställning

I steg två av beräkning tillåts användaren att börja dimensionera sin ställning. Här väljs förankringstäthet, spirallängd och lastklass. Efter återkoppling från ställningsentreprenörerna har vi lagt till informationsrutor bakom varje parameter, för att utbilda användaren under användandet. I nuvarande version visar vi exempelvis skillnaden mellan att förankra varannan meter och var tredje meter och beskriver dess påverkan på tillkommande laster.

Spirans längd påverkar också hållfastheten. Därför finns även en informationsruta bakom denna parameter.

Vad gäller lastklass är det tillräckligt intuitivt för användaren idag, men vi har valt att skapa en informationsruta även där eftersom att verktyget ska passa alla erfarenhetsnivåer. Den gröna boxen som befinner sig på ställningsfasaden är till för att ge användaren en uppfattning om skalan på huset, samt indikerar var startpositionen på projektet är.

## Del 3 - Fack

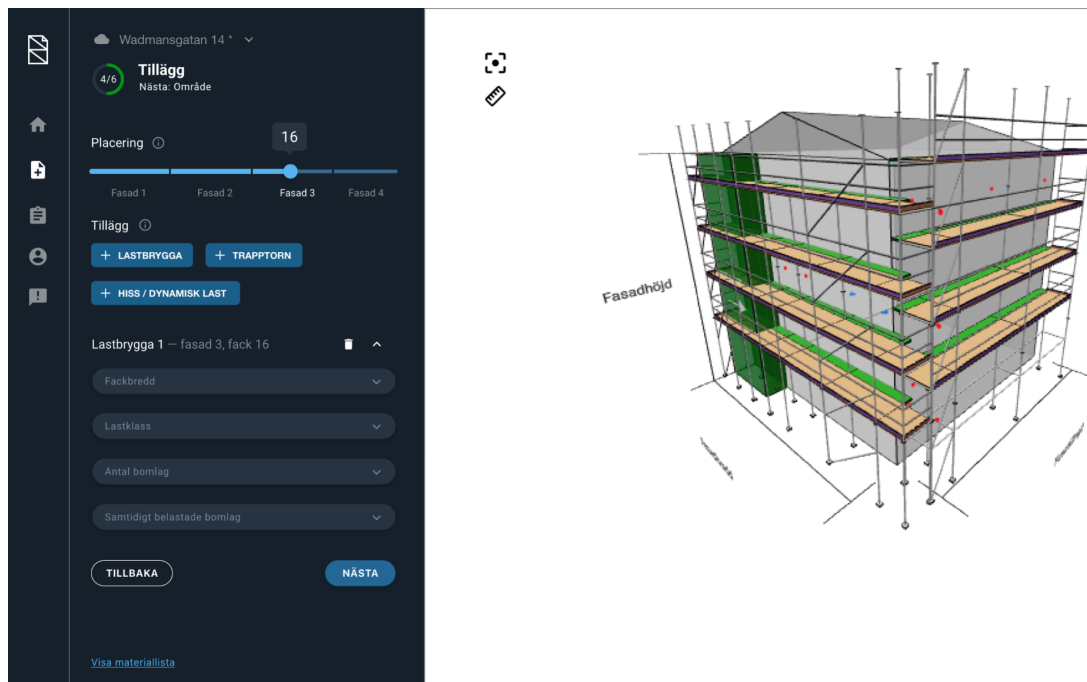


Figur 4: Fack

I del tre av beräkningen bygger användaren sin ställning genom att konstruera fack. Dessa bestäms utefter längd, höjd och antal bomlag, och placeras därefter på fasaden. När användaren fyllt hela fasaden och hamnar utanför ett hörn, har användaren möjlighet att bygga runt hörnet. Detta sker genom att klicka på knappen "Runt hörn" som belyses först när användaren byggt tillräckligt nära fasadens slut.

Användaren har dessutom möjlighet att lägga till konsoler mot fasaden (grön markering bakom bomlag). Dessa utgör en last för facket och innebär ytterligare beräkningsbehov - något som Scaffcalc tar hand om i programmets backend. När användaren är nöjd med sin ställning klickar den sig vidare genom att trycka på "Nästa". Längst ner på sidan finns även möjlighet att undersöka den materiallista som genererats under ritandet. Materiallistan var högt upp på samtliga intervjuade entreprenörers önskelista och har förbättrats många gånger om sedan projektets start.

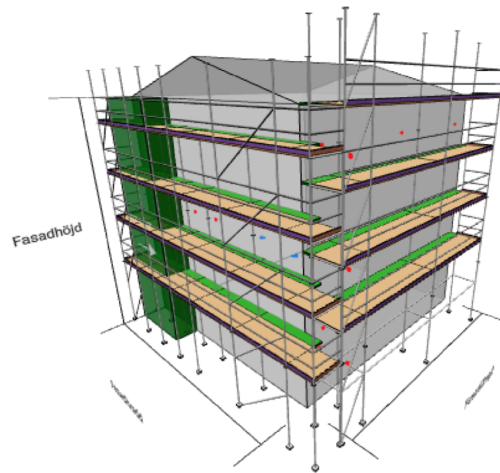
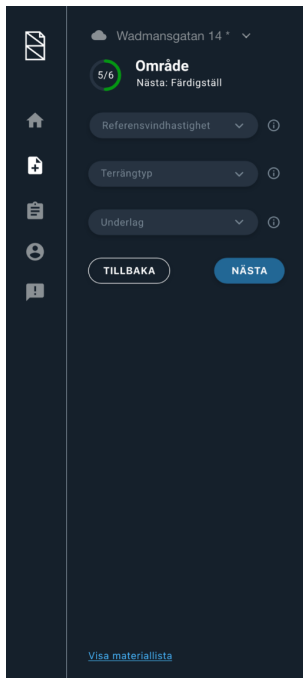
## Del 4 - Tillägg



Figur 5: Tillägg

I steg fyra har användaren möjlighet att lägga till ytterligare objekt på ställningen. Tillägg som lastbryggor, trapporn och hissar har utvecklats för att hjälpa entreprenören rita en så trovärdig och fullständig ställning som möjligt. När en lastbrygga lagts till behövs ytterligare information i form av fackbredd, lastklass, antal bomlag och samtidigt belastade bomlag, för att ge en så bra beräkningsgrund som möjligt. Algoritmerna i backend tar sedan hand om värdena och beräknar och presenterar laster i den genererade dimensioneringshandlingen.

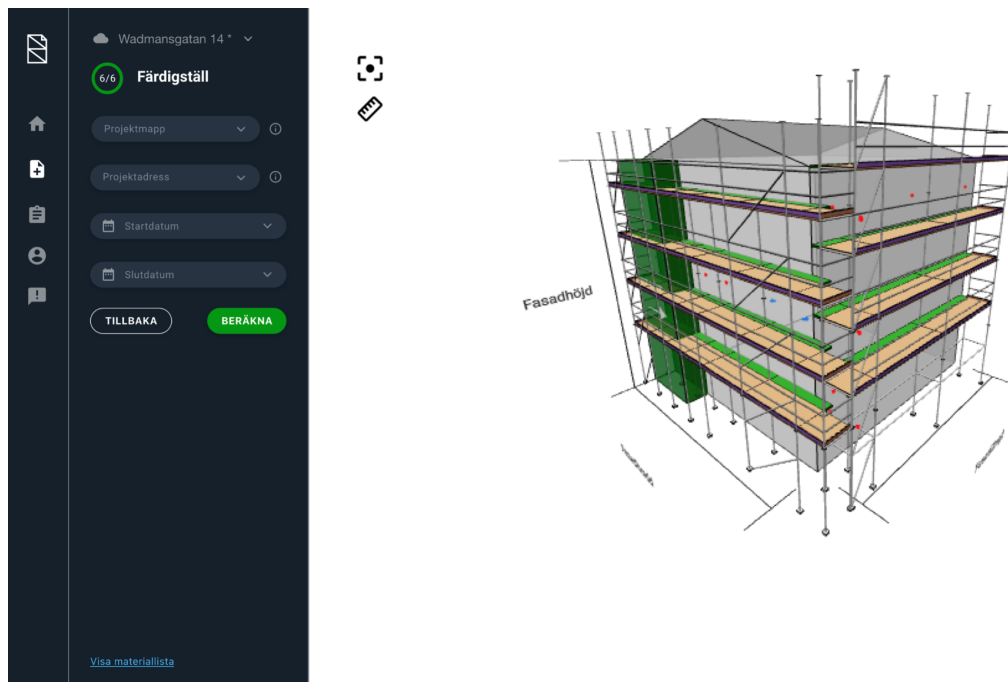
## Del 5 - Område



Figur 6: Område

Användaren får i detta steg definiera området som ställning ska placeras på. Detta står till grund för vindlaster och spirlaster som uppkommer. För att välja referensvindhastighet klickar användaren på informationsknappen till höger om inparametern varpå en vindhastighetskarta dyker upp. Användaren väljer den referensvindhastighet som gäller för projektområdet och väljer därefter terrängtyp. Vidare väljer användaren underlag och klickar sig fram till nästa steg med hjälp av knappen "Nästa".

## Del 5 - Färdigställ



*Figur 7: Färdigställ projekt*

När användaren fyllt i alla ställningsrelaterade uppgifter är det dags att spara projektet. Användaren fyller i projektmap och -adress samt start- och slutdatum. Användaren har därmed fyllt i alla uppgifter som krävs för framställandet av en fullständig dimensioneringshandling.

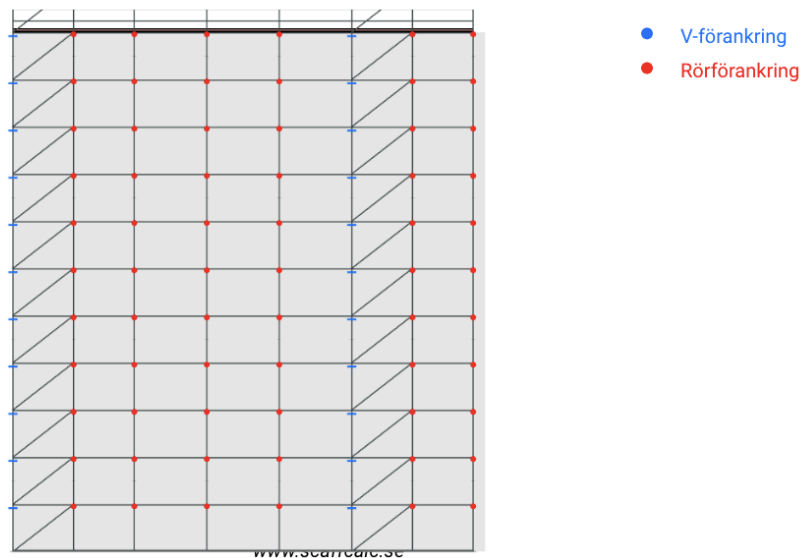
Ovanstående illustrationer är exempel i vår mockup och nuvarande programvara visar mer detaljerade och exakta ställningskonstruktioner.

Efter flera omgångar iterationer har en slutgiltig version för SBUF-projektet framställts som vi kallar för Scaffcalc 2.0. Under arbetet dök flera nya utvecklingsidéer upp från både projektgruppen och ställningsentreprenörerna, vilket vi dokumenterat. Denna information står till grund för kommande utveckling men kräver ytterligare finansiering från antingen flera användare eller nytt projektstöd.

## Scaffcalc

### 4: Förankringar

Lägesfaktor Cs	1
Förankringsarea	6.14 m <sup>2</sup>
Karaktäristiskt hastighetstryck	0.55 kN/m <sup>2</sup>
Förankringsnivå:	Provdrag inkl. $\gamma_f=1,5$
22 m	4.61 kN
20 m	4.45 kN
18 m	4.2 kN
16 m	4.03 kN
14 m	3.78 kN
12 m	3.44 kN
10 m	3.11 kN
8 m	3.11 kN
6 m	3.11 kN
4 m	3.11 kN
2 m	3.11 kN
Dim. förankringskraft (inkl. leverantörskrav)	4.61 kN
Dim. V-förankring (inkl. leverantörskrav)	6.58 kN



Figur 8: Del av dimensioneringshandling

När användaren gått igenom tidigare steg och trycker på knappen “Beräkna” genereras en fullständig dimensioneringshandling. I dimensioneringshandlingen ingår projektinformation med data som konstruktionstyp, projektadress, mailadress till ansvarig, beställare och entreprenör. Vidare



presenteras ställningens utformning och läge med all den information som användaren tilldelat programmet. Därefter presenteras spirlast, ställningens egenvikt, bäryta, dimensionerande bottenskruv, markbärlighet, nyttolast och rekommenderad storlek på underlägg. I figur 8 visas förankringsschemat med information om provdrag på varje höjdmeter där infästningar sker. Bilden visar var entreprenören ska fästa diagonalstag och hur ofta V-förankringar ska återkomma.

Den sista delen av dimensioneringshandlingar presenterar en materiallista som genererats utifrån användarens indata. Materiallistan var ett vanligt förekommande önskemål från ställningsentreprenörerna.

# Scaffcalc

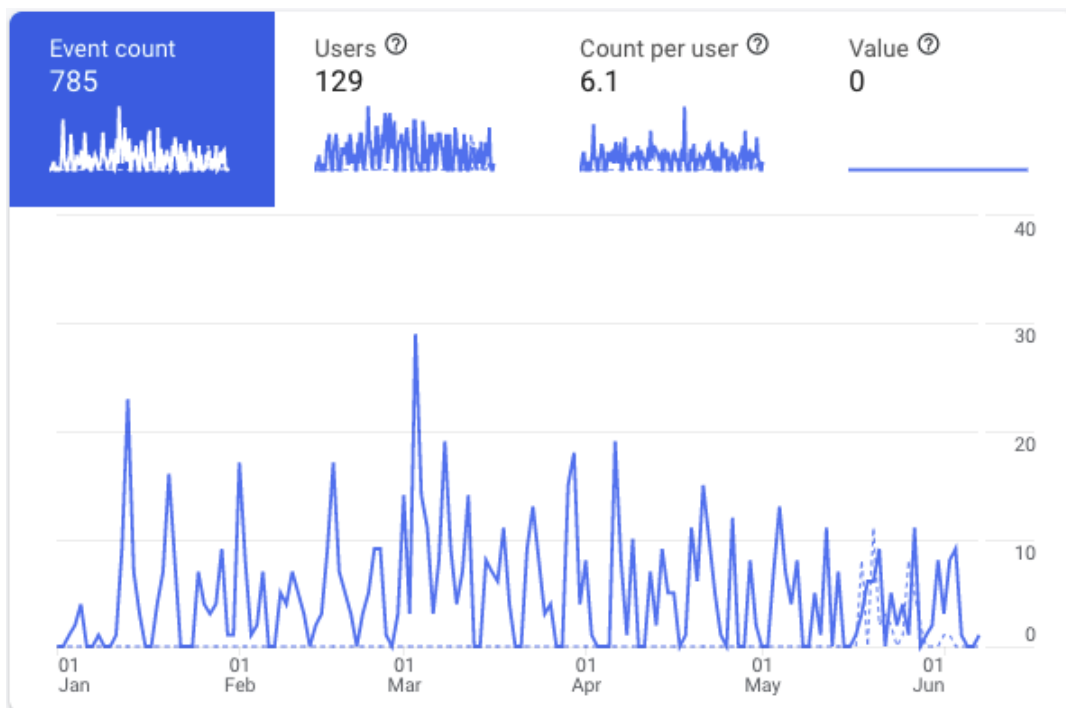
## 5. Materiallista

Komponent	Antal	Total vikt	Medplockad?
Konsolplank 0,32 Stål 3,07 m	3 st.	65 kg	[ ]
Bottenskruv + detalj	16 st.	85 kg	[ ]
Förankring	110 st.	110 kg	[ ]
Horisontalstag 0,73 (Räcke)	4 st.	12 kg	[ ]
Horisontalstag 2,57	96 st.	816 kg	[ ]
Horisontalstag 2,57 (Räcke)	8 st.	68 kg	[ ]
Horisontalstag 3,07	72 st.	727 kg	[ ]
Horisontalstag 3,07 (Räcke)	6 st.	61 kg	[ ]
Konsol 0,39	8 st.	31 kg	[ ]
Konsolplank 0,32 Stål 2,57 m	4 st.	73 kg	[ ]
Diagonalstag 2,57x2m	24 st.	228 kg	[ ]
Sparklist 0,73 (tvärgående)	2 st.	3 kg	[ ]
Sparklist 2,57 (längsgående)	4 st.	23 kg	[ ]
Sparklist 3,07 (längsgående)	3 st.	21 kg	[ ]
Spira, 1m (Toppspira)	6 st.	33 kg	[ ]
Spira, 3m	112 st.	1534 kg	[ ]
Spira, 3m (Toppspira)	10 st.	137 kg	[ ]
Stålp plank 0,32 bred 2,57 lång	8 st.	146 kg	[ ]
Stålp plank 0,32 bred 3,07 lång	6 st.	129 kg	[ ]
U-Tvärbom 0,73	96 st.	298 kg	[ ]

Figur 9: Materiallista

## Testning

Efter utveckling och iterering av Scaffcalc påbörjades testningen. Denna testning gjordes för att säkerställa algoritmernas äkthet och för att hitta eventuella buggar och fel i systemet. Testningen resulterade i ytterligare iterationer där produkten förbättrades många gånger om - vi lade bland annat till möjligheten att förändra materiallistans innehåll manuellt, möjligheten att lägga till upp till tre lastbryggor i följd på samma facknummer och flera hissalternativ.



*Figur 10: Kvantitativa testresultat*

Under 2021 har 64 användare lagts till i systemet, varav 50 % har testat Scaffcalc 2.0 medan resterande står kvar med den tidigare, mindre avancerade versionen, Scaffcalc 1.0. 785 beräkningar har utförts under perioden varav 150 har klassificerats som tester och resterande är fullständiga beräkningar. Totalt har Scaffcalc 129 användare uppdelat på 49 aktiva företag. Varje användare har utfört i snitt 6 beräkningar vardera. Kvantiteten är över förväntan och responsen har varit mycket positiv. Det har förekommit ett fåtal buggar och vi har fått många önskemål om ytterligare tillägg i programvaran. Buggarna har vi åtgärdat inom 48 timmar och önskemålen är dokumenterade för framtida uppdateringar. Vissa önskemål, såsom ytterligare leverantörsväl, lades till under testperioden.

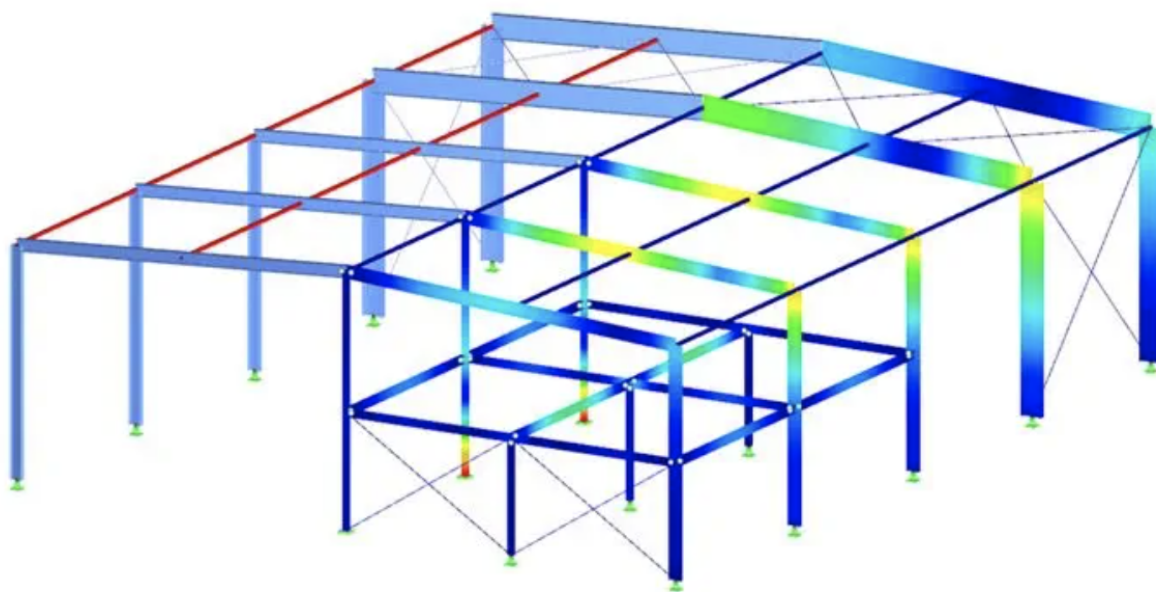
## Slutsats

I projektetdelen Scaffcalc har vi utfört en förstudie som visade på ett stort behov av ett användarvänligt dimensioneringsverktyg byggt särskilt för ställningsbyggare. Utvecklingen av programvaran gick felfritt tack vare det agila arbetssättet och all den hjälp som ställningsentreprenörerna bidragit med. Testningen gick över förväntan och samtliga samarbetspartners stannar kvar i programvaran efter SBUF-projektets slut. Något som indikerar på ett uppskattat projekt.

## Nästa steg

Programvaran är nu allmänt känd på den Svenska marknaden och används vid dagens datum av över 30 % av byggställningsbranschen i Sverige. Vi hoppas kunna nå ut även till aktörer i övriga Europa under slutet av 2021, men har inte allt för höga förhoppningar då vi har begränsade resurser. Just nu håller vi ögonen öppna för expansionsbidrag men fortsätter att agera på den Svenskas marknaden tills vidare. Med över 750 dimensioneringshandlingar skapade i Scaffcalc under 2021 ser vi hur branschen redan gjort ett stort lyft.

Vidare utforskar vi möjligheterna att implementera FEM-analys i ställningsstrukturerna direkt i webben. Med en FEM-analys visas strukturens alla bristfälliga punkter med hjälp av en "värmekarta" (se figur) som indikerar var konstruktionen är bristfällig och var den är som starkast. Med denna information får ställningsbyggaren en bättre förståelse för konstruktionens utformning och hållfasthet.



*Figur 11: Exempel på FEM-analys*

# Scaffinspect

## Problemförståelse

Målet med Scaffinspect är att alla som arbetar med ställning ska komma hem efter jobbet - varje dag. Tidigare undersökningar visar på stora brister i branschen, något vi ska ändra på.

För att skapa en bättre bild av ställningsproblematiken från beställarens och myndighetens sida anordnade vi ett flertal intervjuer med både små och stora aktörer från såväl Byggnads och myndigheter som KMA-samordnare, Arbetsmiljöexperter och arbetsledare på beställarsidan. Inledningsvis förde vi nära dialog med Ulf Kvarnström från Byggnads som anordnade flera samtalssessioner med förtroendevalda skyddsombud. Dessa samtal gav en bra grund för en produkt som underlättar för inspektörer och Byggnads skyddsombud, men information saknades för att säkerställa att det fungerar även för skyddsombud på beställarsidan.

För att ta reda på vad beställare har för behov inledde vi dialog med ett flertal stora byggföretag i Sverige. I vårt arbete kom vi i kontakt med såväl arbetsmiljöspecialister och KMA-samordnare som snickare och arbetsledare. Denna empiriska data skiljde sig i vissa fall från informationen vi tagit emot från ovanstående grupp, men grunden var densamma. Samtliga önskade ett förenklat sätt att tyda AFS 2013:4 och en användarvänlig digital plattform. Skillnaderna gällde främst mängden information som behöver fyllas i under inspektion, där skyddsombud från Byggnads och inspektörer från myndigheter önskar mer information medan beställare önskar ett mer kompakt formulär med färre inparametrar. Beställarsidan önskade dessutom en uppdelning av programmet, där användaren kan välja mellan faserna uppförande, överlämning och skyddsron. Anledningen till detta är att viss information som är relevant under skyddsroner, är irrelevant i förstadiet och vice versa.

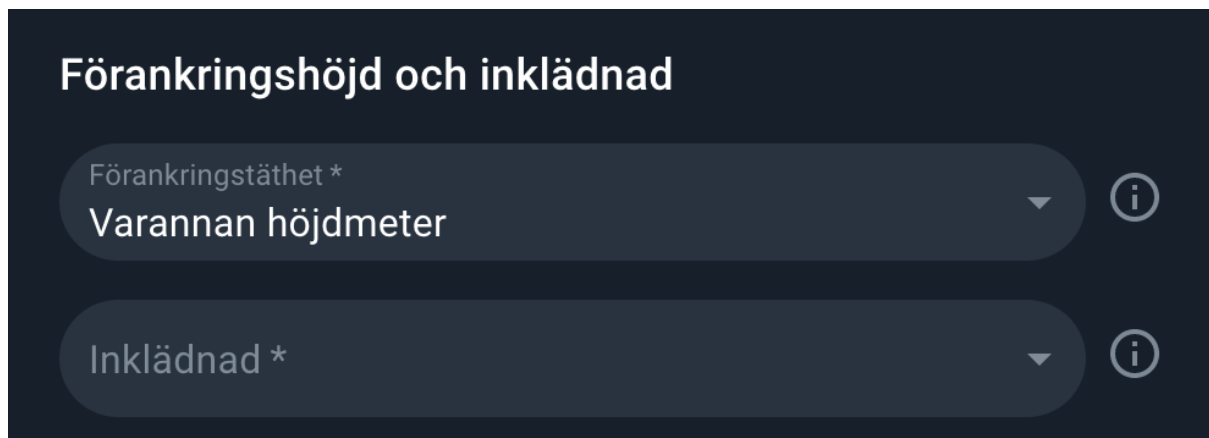
## Problemlösning

Med den empiriska datan gick vi återigen till skissbordet för att designa en tillförlitlig och användarvänlig plattform för såväl inspektörer som skyddsombud. Vi samlade in inspektionsmaterial från tidigare utförda inspektioner och kombinerade detta med Scaffcalcs hållfasthetsalgoritmer och information från de intervjuade. Eftersom att inspektörer inte delar skyddsombudens behov fullt ut delade vi upp användarna i två grupper och tilldelade dem olika attribut. Attributen fungerar som ett sätt att särskilja användare utan att behöva bygga flera olika plattformar. Istället får användare med attributet "Inspektör" tillgång till andra inparametrar, samtidigt som vi inte sparar någon data (önskemål från myndigheten). Användare med attributet "Skyddsombud" ser ett liknande, men något annorlunda flöde i plattformen och användarnas data sparas på deras konton för obegränsad tillgång.

## Utveckling

För att möjliggöra ett agilt arbetssätt är det viktigt att jobba abduktivt, vilket i praktiken innebar att vi intervjuade och utvecklade programvaran parallellt. Detta resulterade i en Beta-version som kunde testas av skyddsombud under tiden vi utvecklade, och innebar ett ständigt flöde av feedback från

fältet. Många användare önskade mer information framför varje inparameter för att kunna ta faktabaserade beslut, vilket vi tog till oss och möjliggjorde. En informationssymbol bakom varje inparameter innehållandes information från AFS 2013:4



*Figur 11: Inparameter med tillhörande informationssymbol*

Programmet är tänkt att användas ute på fält och behöver därför vara mobilanpassad och säker från buggar. Ett skyddsombud visade stolt upp Scaffinspect på sin iPhone 5 och var mycket nöjd med funktionaliteten. För att minimera mängden buggar skrev vi programmet med språket Typescript som är ett öppet källkodsspråk baserat på JavaScript. TypeScript sparar tid genom att fånga upp fel och tillhandahålla korrigeringar innan koden körs och har hittills hjälpt oss minimera mängden buggar. Hittills har inga kritiska buggar identifierats eller rapporterats.

## Testning

Nedan följer resultatet från den kvantitativa studien som utfördes i samarbete med Byggnads förtroendevalda skyddsombud. Efter en månad och över 23 inspektioner uppdelat på 15 användare ser vi följande brister: 67 % av alla inspekterade ställningar är underkända; 54 % av de inspekterade ställningarna placerar diagonalstag fel; 97 % saknar provdragningsprotokoll och; 61 % saknar dimensioneringshandlingar. Vidare finns ytterligare 16 punkter med ytterligare data, där resultaten används till nästa uppdatering av Scaffinspect.

Vad gäller feedback har vi mottagit både samtal och email under testperioden, där majoriteten av önskemålen handlar om ökad mängd information under informationsrutorna. Vår tolkning är att användaren önskar bilder istället för text, något vi även verifierat med användarna efter testningen. Idag jobbar vi för att ta fram illustrativa bilder och bättre förklaringar än de som vi tillhandager, men vill även understryka att vi gör detta med försiktighet eftersom att vi inte vill manipulera någon information från AFS 2013:4.

När Scaffinspect 1.0 stod klart efter testperioden med Byggnads och andra utvalda skyddsombud och inspektörer valde vi att undersöka beställarens behov för att försöka tillgodose även dessa. Vi har under maj månad fört dialog med tre av Sveriges största byggbolag med verksamheter över hela världen och inlett pilotprojekt med två av dem. Målet är att rulla ut testkonton till Sveriges 30 största byggbolag för att samla data inför nästa uppdatering - Scaffinspect 2.0 - inom ett till två år.

## Slutsats

Inledningsvis samlades stora mängder empirisk data genom intervjuer och tester där vi skapade oss en förståelse för problematiken. Vi analyserade och strukturerade datan för att möjliggöra faktabaserade design- och utvecklingsbeslut och landade i en tjänst som ansågs vara användarvänlig och intuitiv. Samtidigt tillhandahåller tjänsten tillräckligt mycket information för att användaren ska känna sig trygg i sina beslut ute på fältet.

Efter vår iterativa utvecklingsprocess stod Scaffinspect 1.0 klart som ett verktyg för skyddsombud som önskar inspektera ställningar med bättre grunder än tidigare. Utöver Byggnads har vi några av Sveriges största byggbolag under testning, vilket är en bonus och ingenting som var planerat vid ansökan av SBUF-bidraget.

Totalt sett ser vi Scaffinspect som en stor succé och något som gått långt över förväntan. Vi har lärt oss mycket om branschen under utvecklingen av Scaffcalc som vi applicerat direkt på Scaffinspect vilket resulterat i få friktionspunkter och snabbare utveckling.

## Nästa steg

Med all den positiva respons vi mottagit för utvecklingen av Scaffinspect ser vi stora möjligheter att erbjuda programvaran till alla som hanterar ställning. Vi har under vår projekttid ställt upp nya hypoteser som vi vill bekräfta. Två av Sveriges största byggföretag har visat ett stort intresse, men önskar en uppdelning av Scaffinspect innan de kan ta programmet vidare internt. Den nya idén är att dela upp Scaffinspect i *Förskede*, *uppförande* och *skyddsron*d. Med denna uppdatering kan skyddsombudet dela upp sitt arbete vilket leder till ökad användarvänlighet. Byggbolagen önskar även att varje genererad PDF ska vara editierbar så att användaren kan ändra tidigare utförda inspektioner - något vi ser som nästa utvecklingspunkt för Scaffinspect. För att nå en olycksfri ställningsbransch snabbare krävs ytterligare ett kapitaltillskott i form av bidrag eller extern finansiering. Alternativet är en något långsammare utveckling och expansion där vi finansierar allt med egna medel.

# Innehållsförteckning

- Arbetsmiljöverket. (2020, November 16). Arbetskadestatistik om ställningar - Arbetsmiljöverket. <https://www.av.se/produktion-industri-och-logistik/stallningar/arbetskadestatistik-om-stallningar/>
- Bryman, Alan, and Emma Bell. 2011. *Business Research Methods 3e*. Oxford University Press.
- Chalmers Ventures. (2020, February 5). Scaffcalc. <https://www.chalmersventures.com/startups/scaffcalc/>
- Dekker, Teun den, and Teun den Dekker. 2020. "Design Thinking Is a Way of Thinking." *Design Thinking*. <https://doi.org/10.4324/9781003154532-2>.
- Rogsten, E., Olsson, D., Berntsson, J., Andersson, J., Bergh, L., & Börjesson, C. (2018, February 27). Ställning rasade: "Ser ut som ett bombnedslag". Expressen. <https://www.expressen.se/gt/byggnadsstallning-har-rasat-i-centrala-goteborg/>
- Pozar, T. (2020, February 24). Kraftfull algoritm vill säkra ställningsbranschen. Byggnadsarbetaren. <https://www.byggnadsarbetaren.se/kraftfull-algitm-vill-sakra-stallningsbranschen/>
- Wiklund, L. (2019, September 16). 18 månader efter ställningsraset i Göteborg: Därför dröjer åtal. SVT Nyheter. <https://www.svt.se/nyheter/lokalt/vast/annu-inget-atal-for-stallningsraset>