

PRODUKTIVITETSLÄGET I SVENSKT BYGGANDE, VVS 2018

**Christian Koch, Mohammad Ghaith Altarabichi,
May Shayboun och Tobias Nordlund**

2020-02-14

FÖRORD

Denna rapport redovisar en produktivitetmätning av VVS-uppdrag i svenska byggprojekt under 2018. Det är den andra av sitt slag och använder ett tillvägagångssätt som tidigare har använts inom Bygg och VVS.

I två systerrapporter redovisas resultatet för Bygg och EL:

- Produktivitetläget i Svenskt Bygande 2018 (omfattande lokal, flerbostadshus, gruppbyggda småhus och anläggning)
- Produktivitetläget i Svenskt EL 2018

Dessa har även genomförts tidigare, i 2013 och 2014.

Finansieringen kommer från flera källor:

- Elteknikbranschens Utvecklings AB, ETU, installationsföretagen
- Sveriges byggbransches utvecklingsfond (sbuf)
- Sveriges byggindustrier
- Rotpartner AB
- Chalmers Tekniska Högskola, Arkitektur och Samhällsbyggnadsteknik, Construction management

Professor PhD. Christian Koch har varit projektledare. Mohammad Ghaith Altarabichi och May Shayboun har varit projektmedarbetare. Tobias Nordlund, Rotpartner har varit inspiratör och kritisk granskare. Projekt- och referensgruppen bestod av representanter från Installatörsföretagen, Sveriges Byggindustrier, FoU-Väst, Rotpartner, Sverige Bygger och Chalmers.

Vi använder begreppet ”projektledare” om VVS entreprenadens projektledare, och även ”VVS projektledare”, ”VS projektledare” eller ”Ventilationsprojektledare”. Begreppet ”huvudentreprenör” används för den entreprenör som leder byggprojektet. Projektledarna är typiskt tjänstemän och kan ha olika titlar internt. ”Huvudentreprenör” används för att diskutera oberoende av entreprenadform och att det inom branschen används en rad olika begrepp.

Vid respektive diagram och tabell är angivet antal respondenter. För att få största möjliga urval, har alla svar till respektive frågor hanterats. Detta innebär att underlaget är olika för olika tabeller och diagram.

God läsning

Mohamad Ghaith Altarabichi

May Shayboun

Christian Koch

Tobias Nordlund

INNEHÅLL

FÖRORD	1
SAMMANFATTNING	3
1. <i>Introduktion</i>	7
2. <i>Produktivitet och processivitet i VVS projekt</i>	10
2.1. <i>Projektkostnader</i>	10
Slutsats summering	16
2.2. <i>Processivitet -arbetstider</i>	16
2.3. <i>ledtider</i>	26
2.4. <i>Störningar och dess kostnader</i>	33
2.5. <i>Störningsfrihet</i>	38
3. <i>Projektorganisationens prestationer i VVS</i>	43
3.1. <i>Beställarens prestationer</i>	43
3.2. <i>Konsulternas prestationer</i>	44
3.3. <i>Huvudentreprenörens prestation</i>	44
3.4. <i>VVS entreprenörernas egenprestation</i>	49
4. <i>Produktionsförutsättningar i VVS</i>	55
4.1. <i>Omgivningsfaktorer</i>	55
4.2. <i>Produkt och organisationsrelaterade förhållanden</i>	55
5. <i>Detaljanalys</i>	58
6. <i>Hur kan produktiviteten förbättras</i>	63
6.1. <i>Kontraktformer och samverkan Partneringprojekt</i>	63
6.2. <i>Användning av Building Information Modelling (BIM)</i>	66
6.3. <i>Användning av Lean Construction</i>	68
7. <i>Slutsatser</i>	72
8. <i>Bilagor</i>	76
<i>Bilaga 1 Geografisk läge för vvsprojekt</i>	76
<i>Bilaga 2 största störningar</i>	79
<i>Bilaga 3 lärdomer</i>	85
<i>Bilaga 4 metod</i>	91
<i>Bilaga 5 referenser</i>	94
<i>Bilaga 6 Diagram lista</i>	95
<i>Bilaga 7 Tabell lista</i>	97

SAMMANFATTNING

Installation blir en allt viktigare och större del av entreprenaderna inom nybyggnation, härunder VVS, Ventilation, Värme och Sanitet. Installation är ett viktigt bidrag till samhällsbyggnad, vilken är en viktig sektor i svensk ekonomi där produktionskostnaden har en direkt påverkan för investeringar i nyproduktion. Denna rapport redovisar en mätning på 199 VVS-projekt inom byggnation i Sverige. Projektets kostnader, resultat och den tid som använts för att producera är centrala parametra i ett välfärdssamhälles förmåga att ”producera samhälle” till hög kvalitet, rätt pris och rätt tid.

I denna rapport är fokus på VVS uppdraget som en del av byggnation av lokaler och flerbostadshus. Mätningen är den andra av sitt slag, den första genomfördes 2014. Mätningen är troligtvis den största mätningen av projektproduktivitet i svenskt byggande som någonsin genomförts.

Detta sätt att mäta projektproduktivitet är ett väsentligt komplement till kunskapen om produktiviteten i svensk samhällsbyggnad. Den vanliga produktivetsdebatten inom svenskt byggande grundas på Statistiska Centralbyråns statistik som visar utvecklingen av produktiviteten i hela företag. Resultaten med den undersökningsmetoden, dvs fokus på företagsproduktivitet, visar sig inte vara positiv. Oavsett vad man anser om metoderna att mäta företagsproduktivitet eller projektets produktivitet, kan de åtminstone komplettera varandra i en strävan att få ett bättre underlag att utveckla produktiviteten i svenskt samhällsbyggande.

Den senaste tidens debatt handlar om skenande boendekostnader delvis beroende på ökade produktionskostnader. Detta gör att intresset och samhällsnyttan av optimering och utveckling av byggbranschen blir en viktig samhällsfråga. En viktig faktor för att skapa produktivitet är att skapa processer på plats som har bra framdrift, enkel att följa och med få störningar. I denna rapport används begreppet processivitet, som uttrycker effektiviteten av den process som leder till värdeproduktion, för byggprocessens effektivitet. En insats för bättre projektproduktivitet och processivitet är på inget sätt ett hinder för utvecklingen av byggföretag eller utveckling av försörjningskedjan, utan kompletterar bara dessa.

Denna undersökning utgår i likhet med rapporterna från 2013 och 2014 från en gemensam modell av produktivitet. Modellen anger produktivitet i kostnad, mätt i kronor per producerad kvadratmeter som värde för beställaren. Därefter diskuteras processiviteten, det vill säga den process som leder till värdeproduktion. Processen i ett VVS-uppdrag inom ett byggprojekt kan vara mer eller mindre produktiv och innebär en arbetsinsats och en leddtid samt störningar. Processen bygger på ett antal produktionsförutsättningar och på projektorganisationens prestationer. Projektorganisationens prestation mäts i de olika aktörernas uppfattning av bland annat samarbete, förmåga att hålla tidplan och produktkvalitet.

Undersökningen är enkätbaserad med uppföljning per telefon. Runt 500 VVS projektledare arbetande i 500 byggprojekt är tillfrågade. 212 projektledare har svarat. Detta motsvarar en svarprocent på 42%. Byggnation omfattar 140 flerbostadshus, 10 gruppbyggda småhus och 62 lokaler (affärslokaler, kontor, offentliga institutioner, verkstad). Totalareal är 1 018 335 kvadratmeter BTA.

Produktivitet per projekt

Oavsett byggtyp är variationen stor med avseende på kostnad per producerad yta, tid, arbetstid mm. Även inom respektive produkttyp varierar produktivetsdimensionerna.

Kostnaden för VVS-projekt i svenska kr/m² BTA varierar i huvuddrag från mindre än 250 kr/ m² BTA till mer än 2600 kr/ m² BTA. Medelvärdet är 1732 kr/ m² BTA och medianen är 966 kr/ m² BTA för VVS projekt samlat. I undersökningen finns dessutom ett projekt med extremt höga kostnader (21 500 kr/m² BTA).

VVS-projektens storlek varierar från små projekt till väldigt stora, 36% av projekten är dock mellan 5 000 och 70 000 kvadratmeter.

Den markant största beställarkategori i denna undersökning är företag, dvs. bostadsutvecklare (49 st. ut av 69). Stat, kommuner och landsting representerar tillsammans 19 projekt eller bara 28% av projekten.

Kostnaden för VVS-projekt varierar över landet beroende på var bygget sker. VVS-projektkostnaden är högst i södra Sverige (länsregion III och Stor-Malmö) och lägst i norra Sverige (Länsregion I). Skillnaden är cirka 57%, där VVS-projekt i södra Sverige är markant mer kostnadsdrivande än norra Sverige.

Inom respektive undergrupp: VS och Ventilation, är variationen på byggkostnad mer än 400% och 500% respektive.

Processivitet för VVS-projekt: störningsfrihet, arbets- och leddider

Processivitet mäts i arbetstider, leddider och störningar. Det är arbetstider för hantverkare, byggplatsledning, och delvis underentreprenörer som har uppmätts.

Montörernas arbetstid varierar mycket. Medelvärdet är 0,75 timmar/m² BTA, avvikelserna är stora t.ex. redovisar ett enskilt projekt i undersökningen 6 timmar/m² BTA på VVS projekt. Detta är inklusive underentreprenörernas arbetstid.

Projektledare för VVS-projekt använder i genomsnitt 0,07 timmar/m² BTA. Ration projektledare per montör är 0,23.

Undersökningen har vidare använt en bred definition av störningar, som även omfattar fel, brister och hinder. 21st av de tillfrågade VVS-projektledarna har uppgett att de inte haft några störningar alls i projektet, vilket motsvarar endast 10% av antalet svarande. Den stora merparten av de tillfrågade VVS-projektledarna har upplevt störningar. De dominerande typerna av störningar härleds till samspelet med huvudentreprenörens tidsplanering och rör sig dessutom om produktionstekniska utmaningar. Totalt har 110 största störningar identifierat av 194 VVS- projektledare.

Ledtiderna för VVS, VS och Ventilationsprojekt är 2018 längre jämfört med 2014, i genomsnittligt 24%. Efter korrigeras för projektvolymen i 2018 undersökningen är leddiderna mätt i timmar/kvadratmeter, 107% mer för VS och 162% mer för Ventilation.

Många störningar anges vara kostsamma. 25% av VVS projektledarnas störningar anges ha kostat mellan 200 000 och 5 miljoner kronor. Och ytterligare 10% uppskattar kostnaden för den enskilt största störningen till mellan 100 tSEK och 200tSEK.

Den förväntade felkostnadsbilden, var att kostnaderna för störningarna skulle vara lägre. Både denna rapport och Josephson (2013) hanterar endast projektens största störning,

vilken används som en indikation på processiviteten. I Josephson (2013) inom flerbostadsbyggnation är VVS-projektens största störningar mindre kostsamma och de mest kostsamma störningarna är på en lägre nivå.

Störningsfrihetsindex är en annan central del av processiviteten. Den är uppmätt för VVS-projekt till mellan 50% och 71 % med ett genomsnitt på 59%, vilket är relativt lågt. Förmåga att hålla tidplan är genomsnittlig på 57% och svänger mellan 53% och 61%.

Produktivitetspåverkande faktorer

Projektorganisationens prestationer är ramsättande för produktiviteten. Prestationen har här mätts per aktör.

Beställarens prestation, enligt VVS-projektledaren, är på en bra hög nivå avseende tydliga mål. Värderingen varierar per region, bäst utvärdering får beställare i Region Nord (I) och sämst i Stor-Göteborg.

VVS-projektledaren är markant mer nöjda med konsulternas prestation i region III, när det gäller byggarbete och möjlighet för samtal.

Av beställarna får entreprenörerna högst utvärdering inom arbetsmiljö och produktionskvalitet och sämst när det gäller innovation och kvalitet av tidsplan. Detta varierar per region. Samarbete är bäst i Region III (syd) och sämst i Stor-Stockholm.

VVS-projektledarna har utvärderat sitt eget företags insats gällande stöd i det administrativa arbetet, bemanning för att utföra projektet, medbestämmande vid val av UE och företagets prioritering av projektet. Resultatet är en hög nivå av nöjdhet när det gäller den ledande montörens engagemang, montörernas tydliga framförning av önskemål och arbetslagets engagemang.

VVS-materielleverantörernas prestation är värderad av VVS-projektledaren. Leveranssäkerhet värderas relativt lågt (drygt 80%).

Produktionstekniska förhållanden

Hälften av VVS-projektledarna angav att projekten haft produktionstekniska utmaningar och något färre än hälften angav att projektet hade problem med trång byggarbetsplats. Denna typ av utmaning är i hög grad fördelad över hela Sverige, vilket visar att upplevelsen av trånga förhållanden kan uppstå även utanför storstadsregionerna.

Detaljanalys

Detaljanalys av VVS-projektkostnader inom skolor, flerbostadshus och kontor visar att även inom samma projektgrupp hittas stor kostnadsvariation. Vid urval av dessa grupper måste uppmärksammas att de blir ganska små och mätningen därför mer osäker.

Förbättringar av produktiviteten

Många av de genomförda analyserna visar omedelbart var förbättringsåtgärder kan sättas in. Exempel är huvudentreprenörens planering och styrning och samverkan mellan VVS- uppdraget och huvudentreprenören. Men undersökningen fokuserar också specifikt på flera förbättringsstrategier:

Bättre samverkan i form av kontrakt lyfts ofta fram som produktivitetsfrämjande. Det gäller även partnering. Genomsnittligt är VVS-projektledarna mera kritiska när det gäller kontraktsformen än beställaren och huvudentreprenören. VVS-projektledaren värderar genomsnittligt samarbetet, leveranssäkerheten, produktions- och produktkvaliteten lägre. Detta kan tolkas som att VVS-projektledare värderar att samarbetet med huvudentreprenören är utmanande.

VVS-projektledaren har i 22 av projekten angivit att man har tillämpat partnering (ut av 204 projekt totalt). Kostnaden för VVS-entreprenaderna ligger i genomsnitt markant lägre i denna urvalsgrupp än de projekt som inte uppgett att de arbetar i partnering.

När det gäller värderingen av samarbetet i partneringprojekt är resultatet acceptabelt jämfört med byggprojekt, medan resultatet är lägre för leveranssäkerhet, produktions- och produktkvalitet. VVS-projektledarna är främst kritiska gentemot huvudentreprenören när det gäller produktionsplan-tidshållning, men efterfrågar också samarbete. Även med tillämpning av partnering är VVS-projektledarna alltså flertydiga när det gäller samarbetet med huvudentreprenören.

När det gäller BIM använder en stor grupp av de undersökta VVS projekt *inte* BIM. Men om man fokuserar på de projekt som gör det, och sammanställer BIM användning med kostnad för VVS-projektet framkommer ett tydligt resultat att BIM kan reducera kostnaden i ett VVS-projekt, kostnadsgrupp för kostnadsgrupp.

BIM influerar positivt på störningsfrihet i produktionsprocessen medan påverkan att hålla tidplan bättre är mindre tydlig.

Användning av Lean Construction inom VVS är begränsat; 19 utav 204 projekt svarade att de använder Lean. I denna grupp är erfarenheterna även blandade, faktisk övervägande ogynnsamma. Lean leder inte till kostnadsreduktion eller bättre processivitet.

VVS-projektledaren tillfrågades även om andra tillvägagångssätt för förbättrad produktivitet. Flera typer av förbättrad planering lyfts fram av några få projektledare. VVS-projekten tillämpade *inte* Virtual Design & Construction (VDC), Integrated Project Design eller tidig involvering av entreprenören.

Förslag till förbättringsinsatser

Förbättringar av produktivitet kan uppnås genom att utveckla organisation och ledning. Det kan till exempel röra sig om gemensam tillämpning av last planner för att förbättra koordinationen emellan huvudentreprenör och underentreprenörer (bland andra VVS). Förbättringar kan dessutom realiseras genom att använda digitaliseringsteknologi och genom planering och användning av utrustning.

Rekommenderar fortsatt mätning

Den svenska byggmarknaden är liten, innehåller stor variation av produkten och många företag. Det begränsar värdet av mätning, men det föreslås att viderutveckla mätningar och mätvärden som kan stimulera och vägleda förbättringsinsatser också i det enskilda företaget. Samhället investerar stora summor i bygg och anläggning och förtjänar ett bra pris för värdet som produceras.

1. INTRODUKTION

Installationsmarknaden och installationsföretagen växer i Sverige. Mellan 2015 och 2018 växte de 20 största företagen från 26 mdkr SEK till 36 mdkr SEK i omsättning, vilket antagligen avspeglar en betydlig koncentration i branschen, visserligen delvis genom gemensamt ägande av många små företag i ganska lösa nätverksmodeller. Emellertid är tillväxt inte det samma som att mer värde skapas, en mer produktiv produktion av VVS tjänster. Syftet med denna undersökning är därför att utveckla kunskap om vad projektproduktivitet innebär och vilka möjligheter och hinder det finns för ökad projektproduktivitet.

Rapportens struktur följer undersökningsmodellen som beskrivs nedan. Först anges basdata för undersökta projekt, sen behandlas byggkostnad, och processiviteten dvs arbetstid, ledtid och störningar. Slutligen diskuteras erfarenheter med produktivitetens främjandekoncepter som partnering, BIM och Lean Construction. Efter slutsatserna finns bilagor som täcker geografiskt läge, störningar och lärdomar.

Figur 1: Produktivitetens grundmodell



Modellen visar en beskrivning av produktivitet: VVS-projektets input beror av produktionsförutsättningarna (botten av figur 1) och genomlöper sedan en process, där störningar sker, som tar tid och arbetstid, och som uppbringar kostnader (högra sidan av figur 1) Detta leder till projektets output, ett värde som här mäts i kronor per kvadratmeter bruttototalareal (BTA, SCB 2018). Under processen är VVS-projektet dessutom beroende av projektorganisationens prestationer (vänstra sidan av figur 1). Dessa prestationer beror av byggets huvudaktörer; beställaren, konsulterna, byggtreprenörerna och leverantörerna.

Begreppet processivitet används för hur effektivt processen löper, och för att understryka att produktivitet rör sig om mer än input och output. Processivitet förstås och mäts som arbetstider, ledtider och störningar. Där fokuseras på montörer och tjänstemäns arbetstid, VVS-projektets ledtid, största störningar, störningskostnaden och graden av störningsfrihet.

Undersökta projekt

Tabell 1 - Antal VVS-projekt och svarande. N=212

Svar	Totalt
Antal respondenter, varav	212
VS-entreprenörer	108
Ventilationsentreprenörer	104

VVS-uppdraget ingår i byggnation av 140 flerbostadshus, 10 gruppbyggda småhus och 62 lokaler (affärslokaler, kontor, offentliga institutioner, verkstäder). Det är alltså betydligt vikt på flerbostadshus i undersökningen som utgör två tredjedelar (66%).

Den totala arealen BTA som ingår är 1 018 335 kvadratmeter fördelad på 527 240 kvadratmeter för ventilationsentreprenörerna och 491 095 för VS entreprenörerna. I tabell 2 ses fördelningen på projekten utifrån storlek. Kvadratmeter BTA refererar till hela den delen av projektet som täcks av VVS-entreprenaden. Då det enligt metoden, är de största projekten avslutade 2018 som är utvalda, är fördelningen som förväntat: 34% av VS-projekten är större än 4000 kvm och 30% av ventilationsprojekten.

Tabell 2 - VVS-projektens storlek i BTA fördelat i procent. N = 86

Projektets storlek (m ² BTA)	VS-entreprenörer	Ventilationsentreprenörer
1–999	0%	0%
1,000–1,999	1%	0%
2,000–2,999	3%	5%
3,000–3,999	2%	7%
4,000–4,999	6%	2%
5,000–5,999	1%	2%
6,000–7,999	5%	7%
8,000–9,999	9%	9%
10,000–19,999	13%	10%
20,000-	8%	8%
Summa	49%	51%

I tabell 3 är projekten angivna i antal i de olika storlekskategorierna. 31 projekt ut av 42 hos VS-entreprenörerna är större än 5,000 kvm och 32 projekt av 44 hos ventilationsentreprenörerna är större än 5,000 kvm. Projekten är markant större än i 2014 undersökningen (mer än 100% fler kvadratmeter).

Tabell 3 – VVS projektens storlek i BTA fördelat på antal. N = 86

Projektets storlek (m2 BTA)	VS-entreprenörer	Ventilationsentreprenörer
1–999	0	0
1,000–1,999	1	0
2,000–2,999	3	4
3,000–3,999	2	6
4,000–4,999	5	2
5,000–5,999	1	2
6,000–7,999	4	6
8,000–9,999	8	8
10,000–19,999	11	9
20,000-	7	7
Summa	42	44

Tabell 4 visar det geografiska läget av undersökningens projekt. I likhet med de övriga rapporterna om produktivitetsläget i svenskt byggande 2018 är huvudvikten av antal projekt i länsregion II, följt av Stor-Stockholm. Jämfört med den samlade byggprojektportföljen i Sverige 2018 visar denna undersökning på en annan tyngdfördelning av projekt, framförallt med avseende på Stockholm och Göteborg. Det kan dels förklaras av att rapporten har valt att fokusera på de största projekten som avslutats i Sverige under 2018, alltså inte en representativ del men också på den definition vi valt att följa med regionindelning SCB. Resultatet blir att Stockholm och Göteborg här har en snävare definition och Region II har en proportionerlig övervikt.

Tabell 4 - Antal VVS projekt per länsregion och storstadsområde. N = 212

Region	VS-entreprenörer (st)	Ventilationsentreprenörer (st)
Länsregion I	3	11
Länsregion II	43	35
Länsregion III	17	13
Stor-Göteborg	11	15
Stor-Malmö	5	4
Stor-Stockholm	29	26
Hela Sverige	108	104

2. PRODUKTIVITET OCH PROCESSIVITET I VVS PROJEKT

2.1. PROJEKTKOSTNADER

I tabell 5 är projektkostnaderna angivna som verklig kostnad, alltså den kostnad projektledaren angivit att den faktiska projektkostnaden blev och inte vad budget var (se senare). Tabell 5 motsvaras av diagram 1.

Medelvärde är 1,732 kr per kvm BTA för alla VVS projekt

Tabell 5 – Kostnad (percentil) VVS projekt. N=68

Percentil	Verklig kostnad (kr/m ² BTA)
10-percentil	252
25-percentil	632
50-percentil (medianvärde)	966
75-percentil	1,351
90-percentil	2,371

I tabell 6 är VS projektkostnad angiven som verklig kostnad, medelvärde är 6,256 kr per kvm BTA för alla VS projekt. Motsvaras av diagram 3

Tabell 6 – Kostnad (percentil) VS projekt. N=34

Percentil	Kostnad (kr/m ² BTA)
10-percentil	586
25-percentil	848
50-percentil (medianvärde)	1,002
50-percentil (medelvärde)	2131
75-percentil	1,516
90-percentil	3,821

I tabell 7 är ventilationsprojektkostnad angiven som verklig kostnad, medelvärde är 1,322 kr per kvm BTA för alla ventilationsprojekt.

Tabell 7 – Kostnad (percentil) Ventilation. N=34

Percentil	Kostnad (kr/m ² BTA)
10-percentil	238
25-percentil	486
50-percentil (medianvärde)	863
75-percentil	1223
90-percentil	1590

I Diagram 1 visas kostnaden för samtliga 68 projekt. Där ses att det förekommer 5 projekt i undersökningen med "onormalt" höga VVS-kostnader. Dessa 5 projekt påverkar den totala bilden av genomsnittsprjekt och kan ge en snedvriden bild av branschen. Därför fokuseras diagram 2 på projekt under 3,000 sek per kvm BTA. Då medianvärdet är 966 kr/kvm BTA fokuseras in på projekt mindre än 3000 kr /kvm BTA i diagram 2.

Diagram 1 - Verkliga kostnader för VVS-projekt rangordnade efter kostnad (kr/m²). N=68

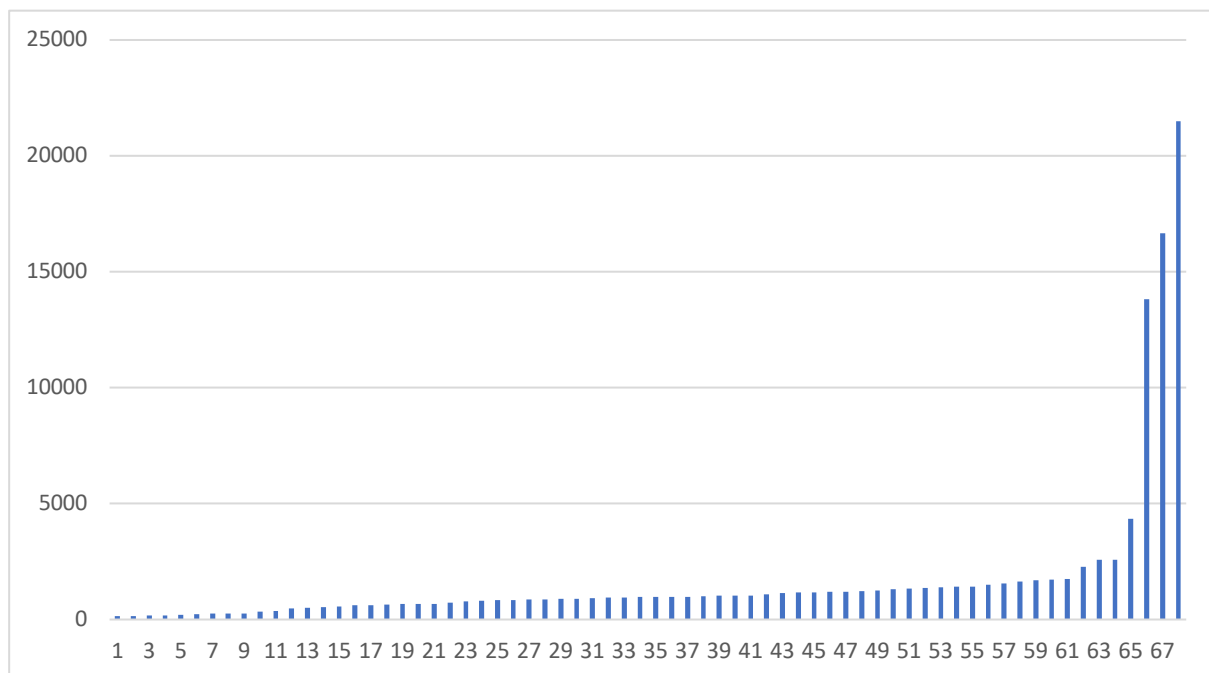
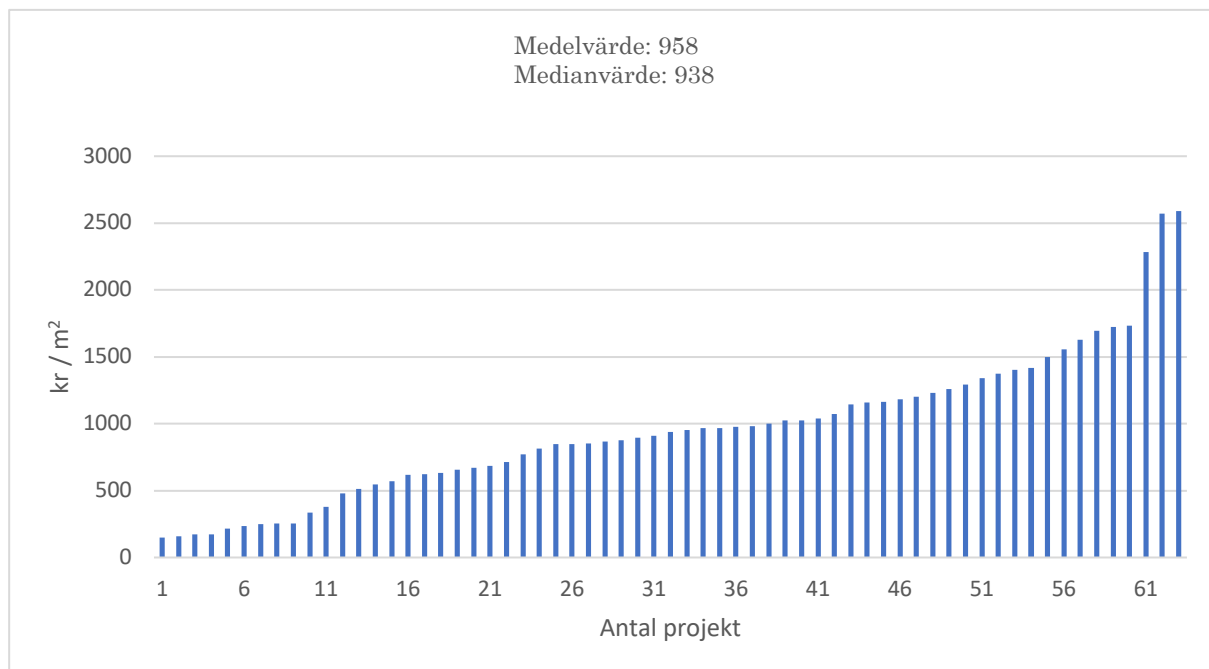


Diagram 2 - Verkliga kostnader för VVS-projekt rangordnade efter kostnad (kr/m²) understigande 3 tkr/kvm BTA. N=63



På samma sätt visar diagram 3 och 4 hela VS projektportföljen respektive bara dem under 3tSEK. I diagram 3 är medianen 1 002 kr /kvm BTA. När de två extrema projekten tas bort sjunker medelvärdet markant, från 6 000 till 1 000 medan medianen nästan inte ändras. Det är med andra ord få, stora projekt som dominerar bilden.

Diagram 3 - Verkliga kostnader för VS-projekt rangordnade efter kostnad (kr/m²). N = 34

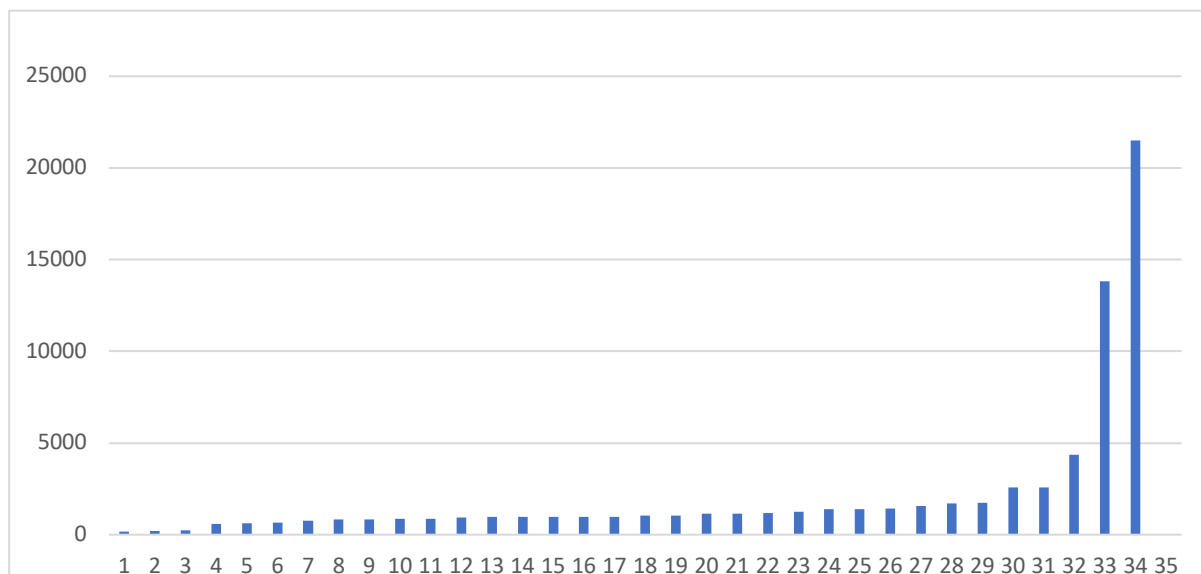


Diagram 4 - Verkliga kostnader för VS-projekt rangordnade efter kostnad (kr/m²) understigande 3 tkr/kvm BTA. N = 30

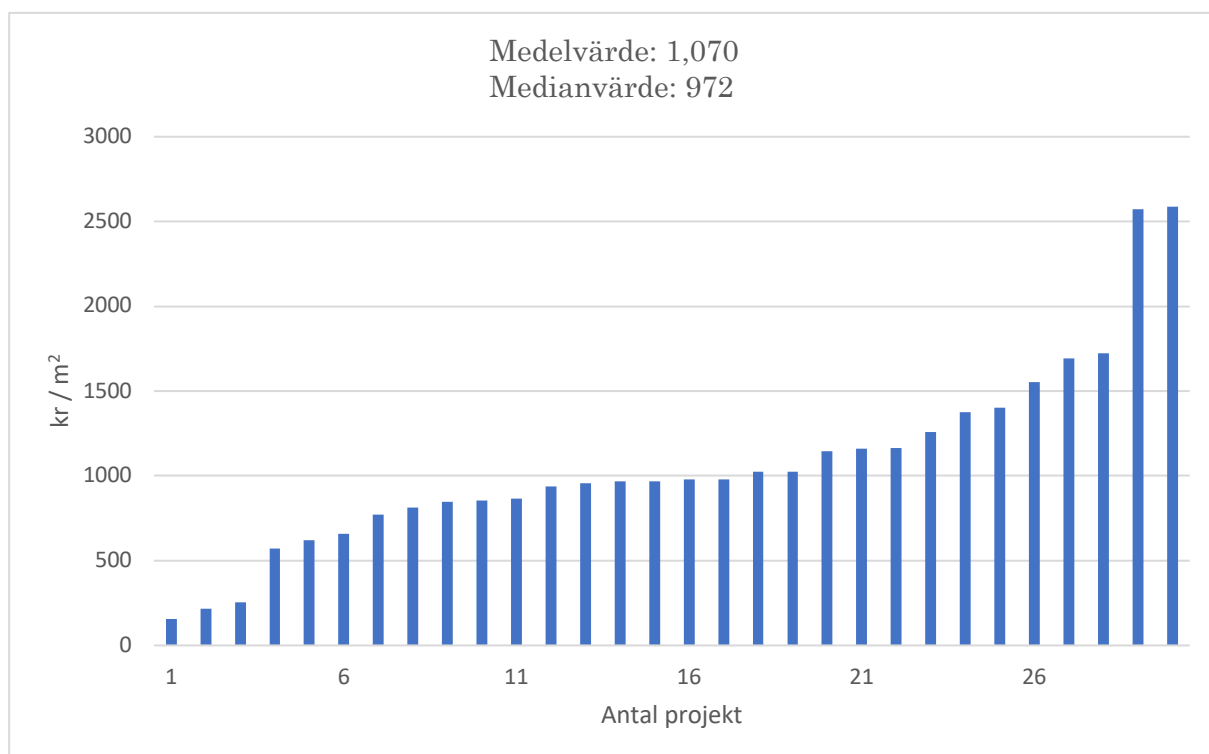


Diagram 5 och 6 motsvarande för ventilationsprojekt (som i Tabell 7):

Diagram 5 - Verkliga kostnader för Ventilationsprojekt rangordnade efter kostnad (kr/m²). N = 34

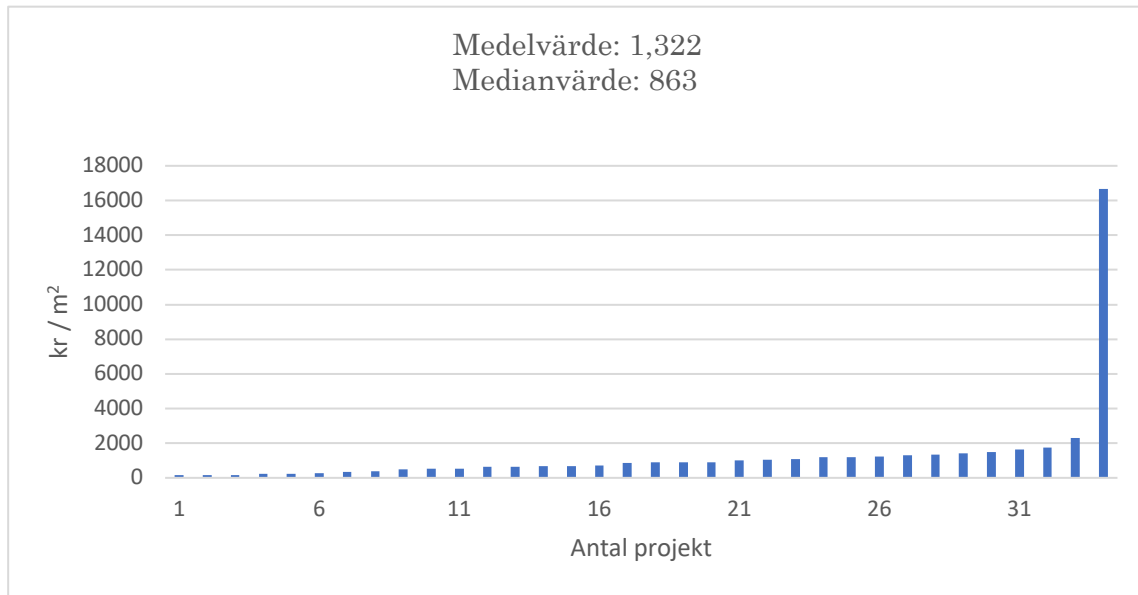
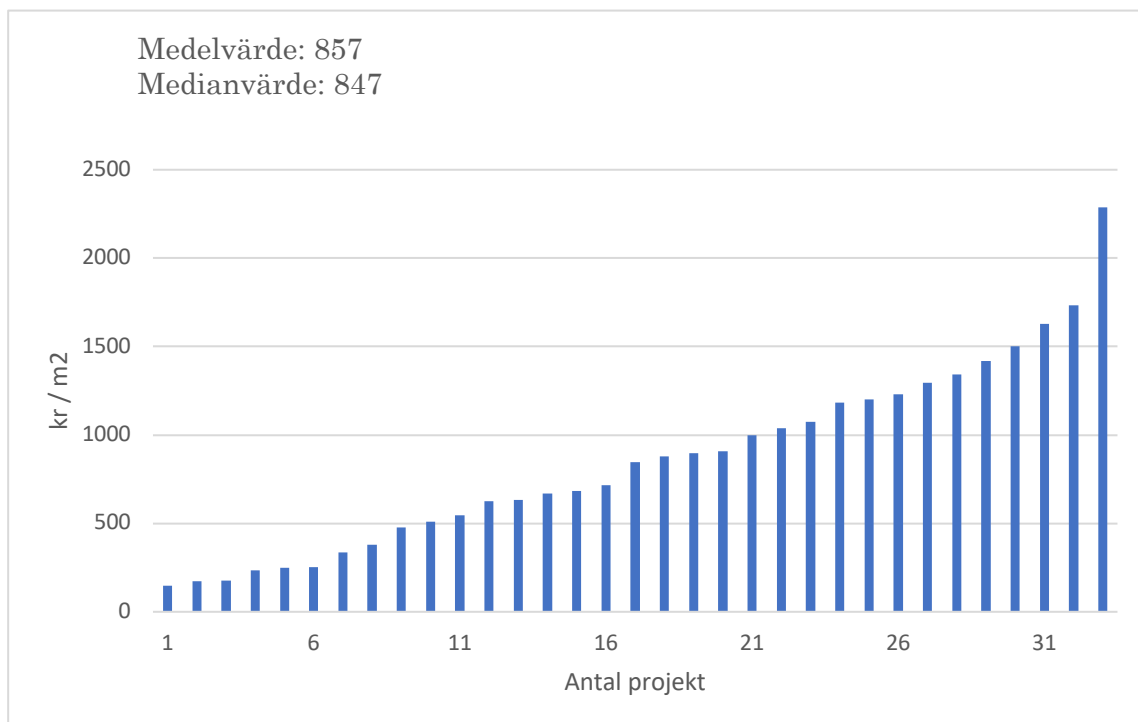


Diagram 6 - Verkliga kostnader för Ventilationsprojekt rangordnade efter kostnad (kr/m²) understigande 3 tkr/kvm BTA. N = 33



Tabell 8 – Verklig kostnad (median) för samtliga VVS-projekt i kr/m2 BTA. N=68

Bruttototalarea, BTA (m)	Verklig kostnad VS-entreprenörer (kr/m2 BTA)	Verklig kostnad Ventilationsentreprenörer (kr/m2 BTA)
0–999	NA	NA
1,000–2,999	4,350	1,351
3,000–4,999	1,534	1,342
5,000–7,999	1,257	1,183
8,000-	860	585
Alla projekt	1,002	863

I tabell 9 är sammanställt genomsnittstal för alla VVS projekt i 2014 och 2018. Det ses att kostnaden är på samma nivå som i 2014 vid korrigering för 13% prisutveckling.

Tabell 9 – Verklig kostnad kr/m2 BTA jämförelse 2014, 2018 hela population. N=107, 2014 N=68, 2018

År	Byggkostnad kr/m2 (Medelvärde)	
	2014	2018 (Deflaterad 13%)
Byggkostnad kr/m2 (Medelvärde)	3256	3296
Antal	107	68

Tabell 9:s genomsnittsbetraktning är sedan uppdelad i kostnadsgrupper i Tabell 10. Här ses en kostnadsökning i de lägre kostnadsgrupperna och stabilitet i de högre.

Tabell 10 – Percentiler Verklig kostnad kr/m2 BTA jämförelse 2014, 2018 hela population. N=107, 2014, N=68, 2018

Percentil	2014	2018 (13 % inflations korrigerad)
	Byggkostnad (kr/m2 BTA)	Byggkostnad (kr/m2 BTA)
10-percentil	173	220
25-percentil	438	550
50-percentil (medianvärde)	791	841
75-percentil	1239	1175
90-percentil	2000	2063
Antal	107	68

Tabell 11 – Antal projekt i respektive urvalsgrupp. N=68

Bruttototalarea, BTA (m ²)	Antal Projekt Ventilation	Antal Projekt VS	Antal Projekt Totalt
0–999	0	0	0
1,000–2,999	2	3	5
3,000–4,999	5	6	11
5,000–7,999	7	5	12
8,000-	20	20	40
Alla projekt	34	34	68

Summerande har vi ovan sett att de undersökta projekten är ganska stora; 34% av VS-projekten är större än 4,000 kvm och 30% av ventilationsprojekten. Kostnaden per kvadratmeter för VVS-uppdrag varierar mycket, även när de största projekten sorteras bort.

Tabell 12 visar VVS-projektkostnad variation per typ av beställare. De 7st bostadsprojekten för kommunala bostadsbolag är de största projekten i undersökningen och samtidigt de med lägst VVS-kostnader per kvm BTA. Kategorin "Förening" täcker både bostadsrättsförening och ekonomiska föreningar. Utav 22 bostadsrättsföreningar och ekonomiska föreningar som deltagit i studien, är det tyvärr bara ett projekt representerat med tillräckliga data för att kunna behandlas här i VVS-rapporten.

Tabell 12 – VVS projektkostnad och BTA (median) fördelat på typ av beställare för samtliga VVS-projekt. N=68

Typ av beställare	VVS projektkostnad (kr/m ² BTA)	Bruttototalarea, BTA (m ²) (median)	Antal projekt (st)
Förening	3,500	9,196	1
Företag	938	8,600	49
Kommunal	1,419	6,000	9
Kommunalt bostadsbolag	854	13,000	7
Landsting/Region	1,257	7,000	1
Stat/myndighet	980	3,000	1
Alla projekt	966	8,550	68

Tabell 13 – VVS projektkostnad och BTA (median) fördelat på typ av beställare för samtliga VVS-projekt. N=68

Region	Verklig kostnad (kr/m ² BTA)	Bruttototalarea BTA (m ²)	Antal projekt (st)
Länsregion I	847	8,500	3
Länsregion II	961	8,600	34
Länsregion III	1,438	4,922	10
Stor-Göteborg	917	7,345	6
Stor-Malmö	1,381	13,000	2
Stor-Stockholm	966	8,800	13
Hela Sverige	966	8,550	68

Tabell 14 nedan beskriver mediankostnad per region för VS-projekt. Det är stor variation på kostnaderna mellan regionerna i VS-projekten. Tabell 14 visar att kostnaden för VS är högst i Stor-Malmö och lägst i länsregion I (nord). Skillnaden är större än 300% (uppmärksamma dock att Stor-Malmö bara är representerat av ett projekt)

Tabell 14 – VS projektkostnad och BTA (median) fördelat på Region för samtliga VS-projekt. N=34

Region	Verklig kostnad (kr/m ² BTA)	Bruttototalarea BTA (m ²)	Antal projekt (st)
Länsregion I	590	15,450	2
Länsregion II	972	8,341	16
Länsregion III	1,549	4,922	8
Stor-Göteborg	596	17,500	2
Stor-Malmö	2,588	8,500	1
Stor-Stockholm	1,025	8,800	5
Hela Sverige	1,002	8,550	34

Tabell 15 nedan beskriver mediankostnad per region för ventilationsprojekt. På samma sätt som vid VS projekt är det stor kostnadsvariation mellan regionen i Sverige. I denna undersökning har Stor-Göteborg högst nivå och Stor-Malmö lägst, skillnaden är större än 450% (uppmärksamma dock att Stor Malmö bara är representerat av ett projekt). Variationen emellan de övriga är mindre. Stor-Stockholm ligger överraskande lågt.

Tabell 15 – Verklig kostnad och BTA (median) fördelat på Region för samtliga Ventilationsprojekt. N=34

Region	Verklig kostnad (kr/m ² BTA)	Bruttototalarea BTA (m ²)	Antal projekt (st)
Länsregion I	847	8,500	1
Länsregion II	797	8,763	18
Länsregion III	940	5,598	2
Stor-Göteborg	984	6,995	4
Stor-Malmö	173	17,500	1
Stor-Stockholm	772	10,400	8
Hela Sverige	863	8550	34

Slutsats summering

2.2. PROCESSIVITET -ARBETSTIDER

Efter att ha fokuserat på slutkostnader växlas nu fokus över till produktivitet av processerna, som leder till produktens slutliga egenskap. I detta avsnitt är det arbetstider, följt av avsnitt 2.3 om ledtider. Arbetstider mättes för montörer och för VVS-projektledningen. Diagram 7 visar arbetstimmar för montörer per kvadratmeter för samtliga VVS projekt. Egna montörer och montörer hos underentreprenörer ingår i data för montörernas arbetstid.

**Diagram 7 - Antalet timmar per m2 BTA för montörer för samtliga VVS-projekt.
N = 65**

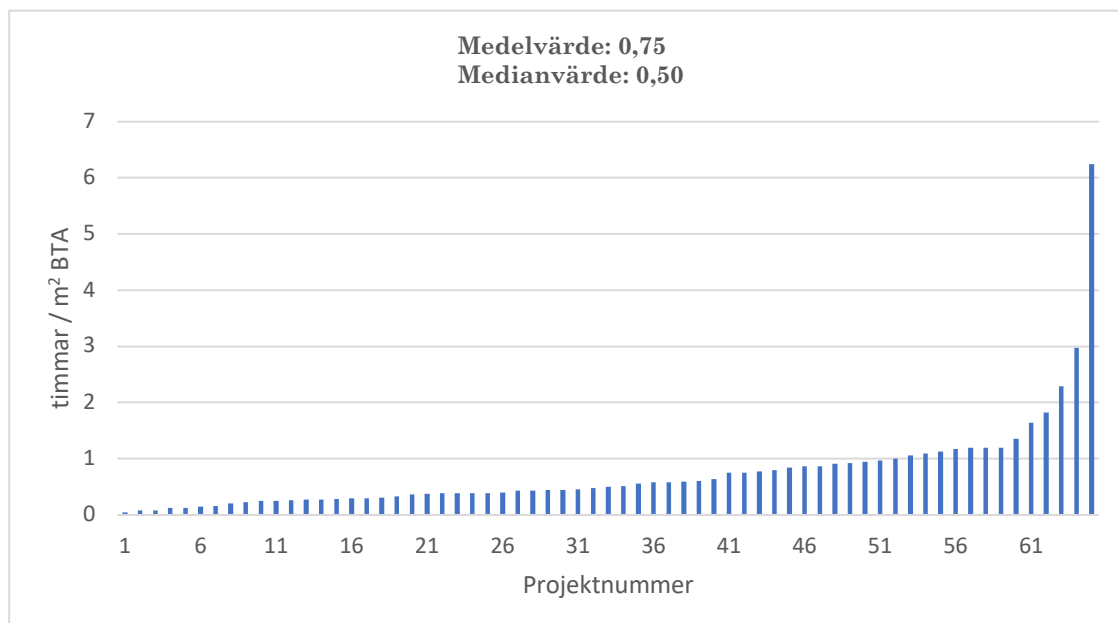


Diagram 7 visar stor variation i timmar för montörer för samtliga VVS uppdrag. Diagram 8 nedan visar stor variation för VS projekt även om det extrema projektet bortses från. I de två diagrammen förekommer ett projekt med synnerligen hög arbetsinsats. Detta projekt hade utmaningar med inhyrd personal, där extremt många timmar användes. Projektets slutkostnad var dock lägre än budget.

**Diagram 8 - Antalet timmar per m2 BTA för montörer för samtliga VS-projekt.
N = 30**

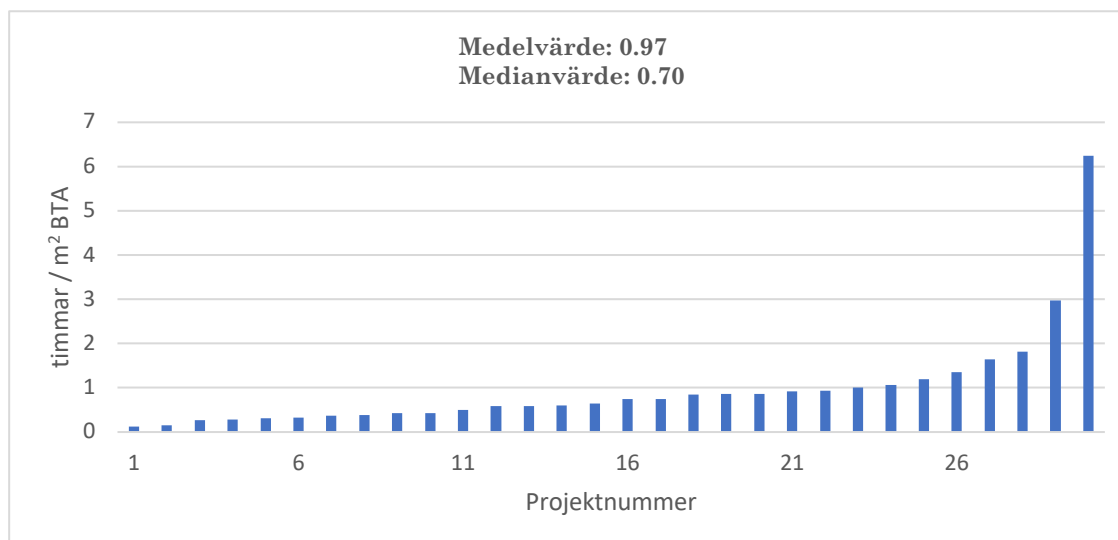
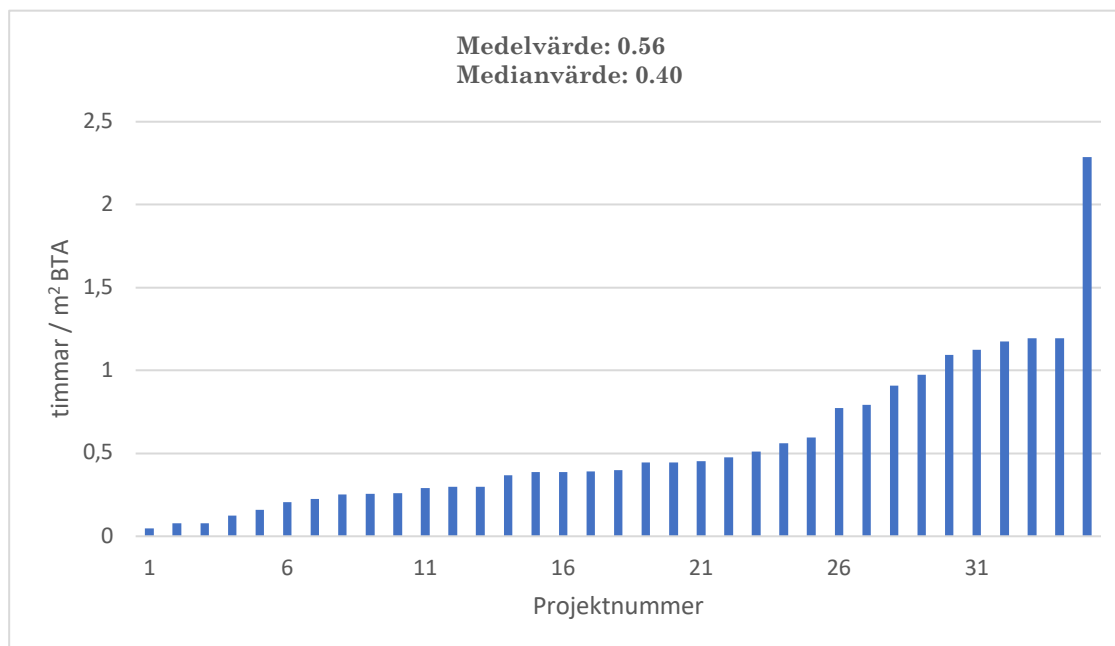


Diagram 9 visar variation av arbetstimmar på ventilationsprojekten. Även här ses stor variation i timmar för montörernas uppdrag. Även efter det extrema projektet bortses från, är variationen stor. Det extrema projekt som ses här, hade stor insats av egna montörer och ventilationsprojektet fördröjades 14%.

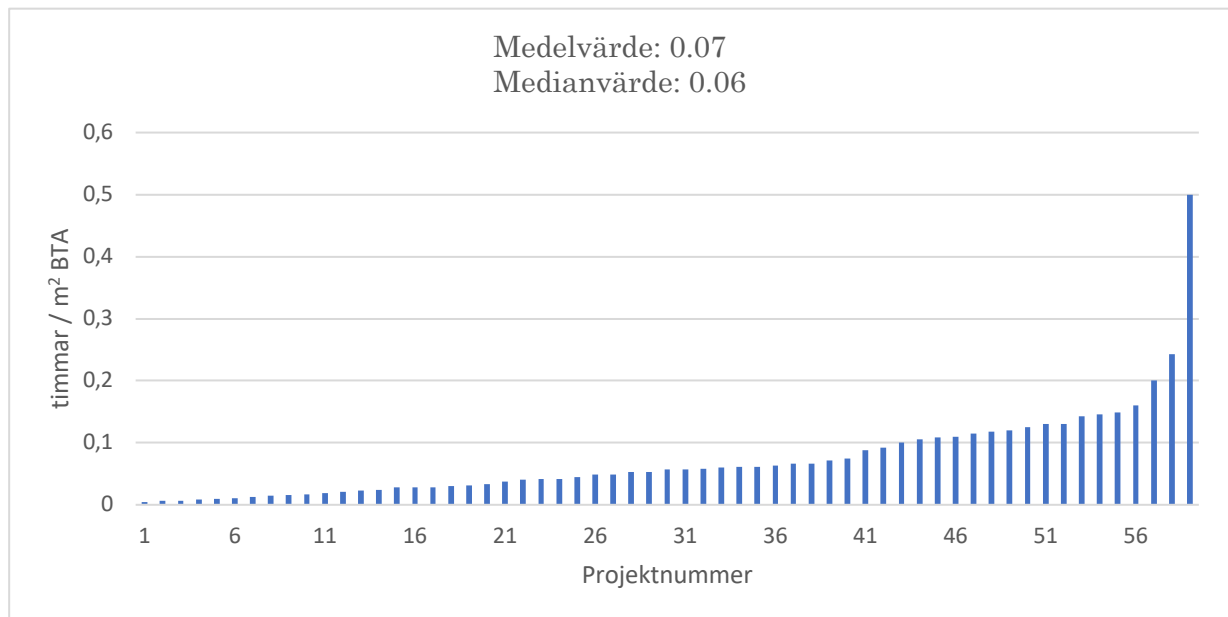
Diagram 9 - Antalet timmar per m2 BTA för montörer för samtliga Ventilationsprojekt. N = 35



Även ledningsinsatsen från VVS-entreprenören bidrar till produktiviteten. De projektansvariga för VVS tillfrågades om hur många arbetstimmar som utfördes av egna tjänstemännen. Det ger en mätning av företagets användning av tid till arbets- och projektledning av det enskilda projektet. Det benämns här byggplatsledningstid.

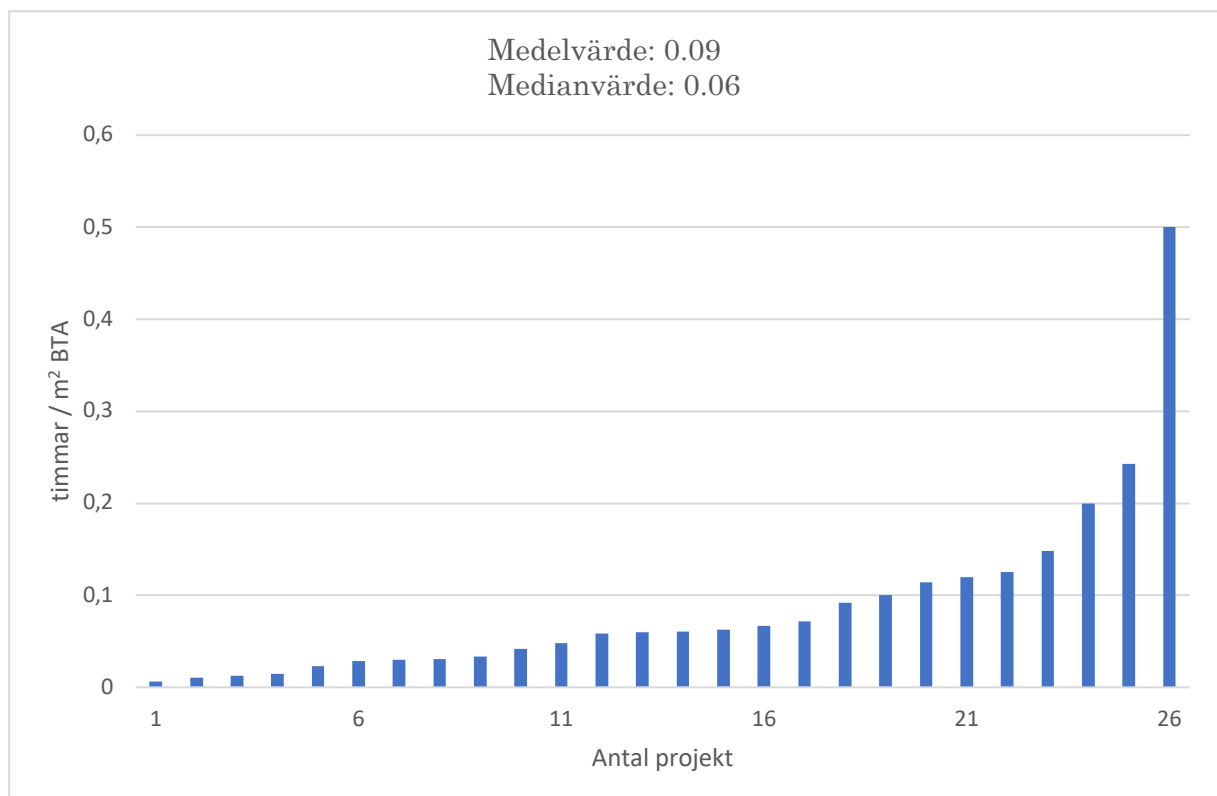
Byggplatsledningstiden varierar, och går upp till 0,5 timmar per kvm BTA- se diagram 10. Det motsvarande resultat från 2014 var 2,5 timmar per m² BTA. Det ledningsintensiva projektet i diagram 10 är samma extremprojekt som i diagram 8 och 9. Projektet hade utmaningar med många externt inhyrda montörer, men höll ändå tid och budget.

Diagram 10 - Byggplatsledningstid rangordnad efter timförbrukning för VVS-projekt. N = 59



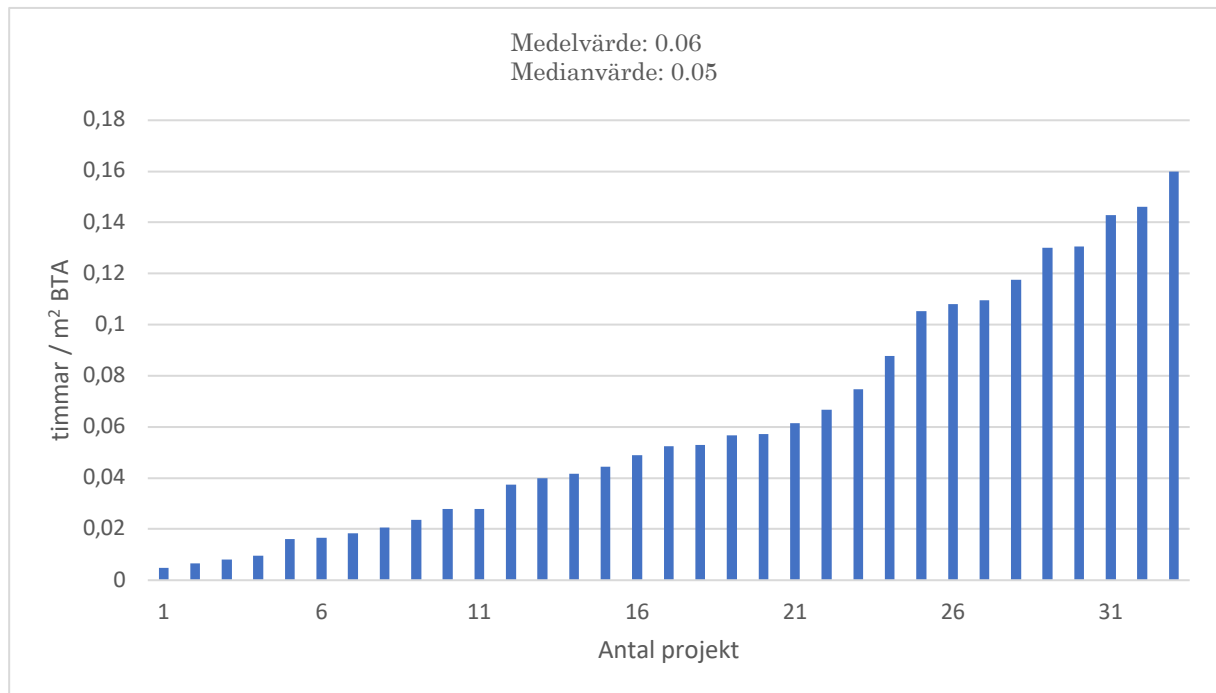
På samma sätt för VS projekt.

Diagram 11 - Byggplatsledningstid rangordnad efter timförbrukning för VS-projekt. N = 26



Och ventilationsprojekt

Diagram 12 - Byggplatsledningstid rangordnad efter timförbrukning för ventilationsprojektens. N = 33



Byggplatsledningstätheten är ett mått för resursanvändningen för ledningen på plats. Härunder arbetsledning. Här används två typer:

Byggplatsledningstäthet I: *Kvoten mellan antalet arbetstimmar som VVS-entreprenörens tjänstemän utfört på byggplatsen och antal arbetstimmar utförda av montörer, inklusive underentreprenörers montörer.*

Byggplatsledningstäthet II: *Kvoten mellan antalet arbetstimmar som VVS-entreprenörens tjänstemän utfört på byggplatsen och antal arbetstimmar utförda av entreprenörens egna montörer.*

Typ två är den vanligaste (Josephson 2013) men inledningsvis redovisas Byggplatsledningstäthet I:

Diagram 13 - Byggplatsledningstäthet I (antal arbetsledare per montör, inkl. UEs montörer) för samtliga VVS-projekt. N =140

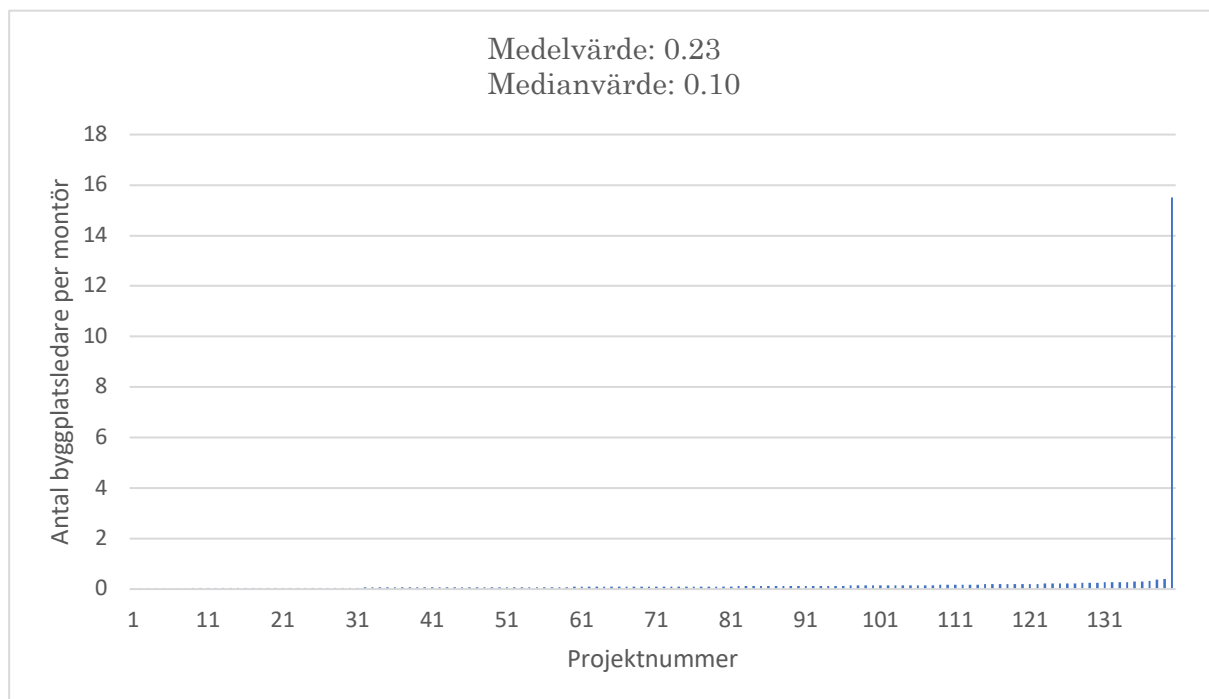


Diagram 13 visar hur ett projekt dominerar. I diagram 15 har detta extremprojekt bortsetts från.

Diagram 14 - Byggplatsledningstäthet I (antal arbetsledare per montör, inkl. UEs montörer) för VS-projekt. N=69

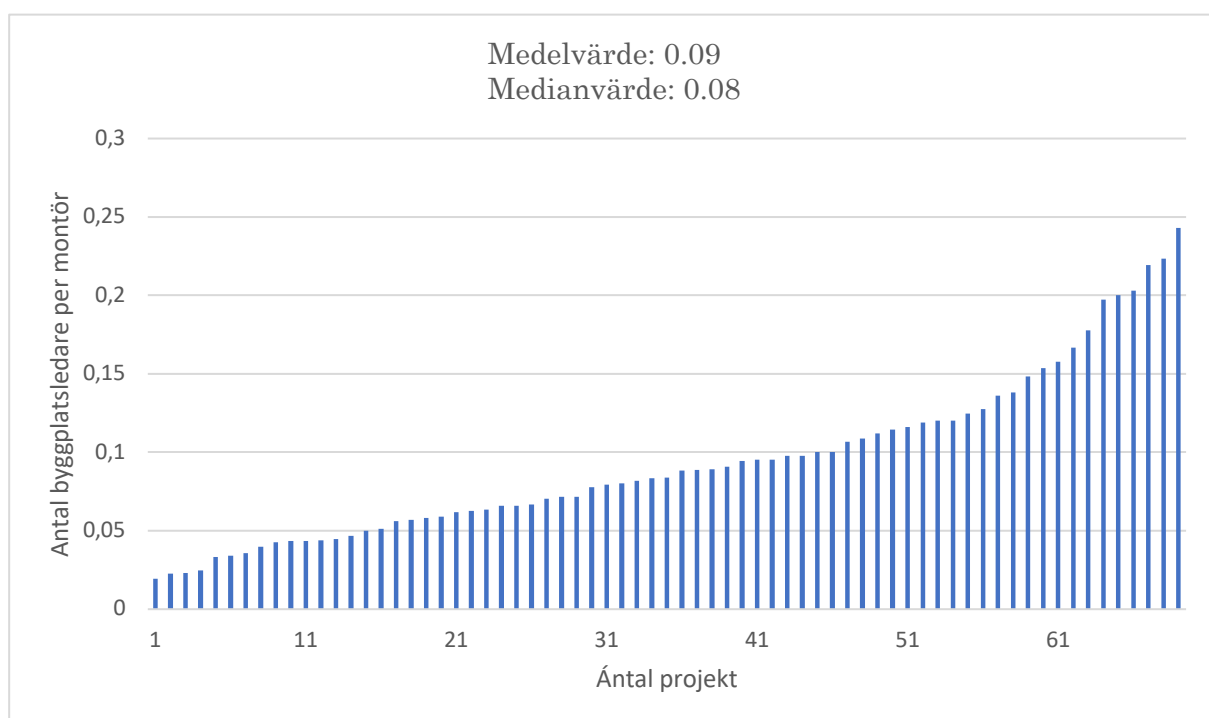


Diagram 15 - Byggplatsledningstäthet I (antal arbetsledare per montör, inkl. UEs montörer) för Ventilationsprojekt understigande 1 timme byggplatsledning/montör. N=70

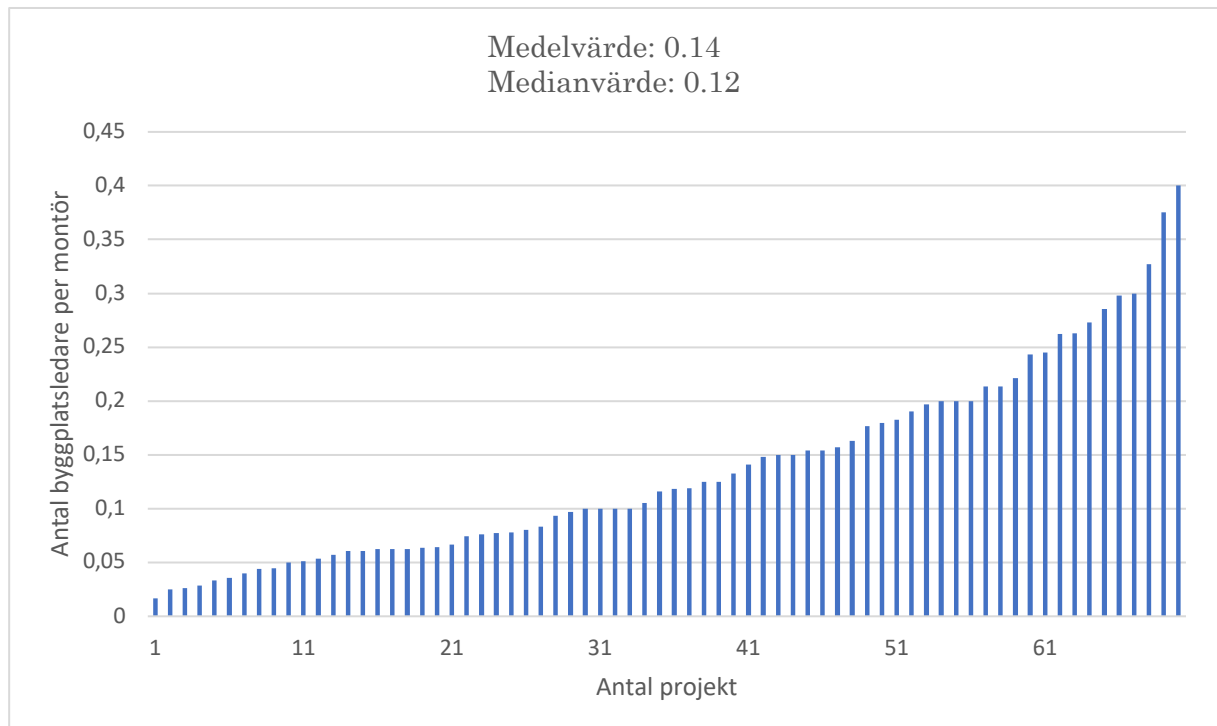
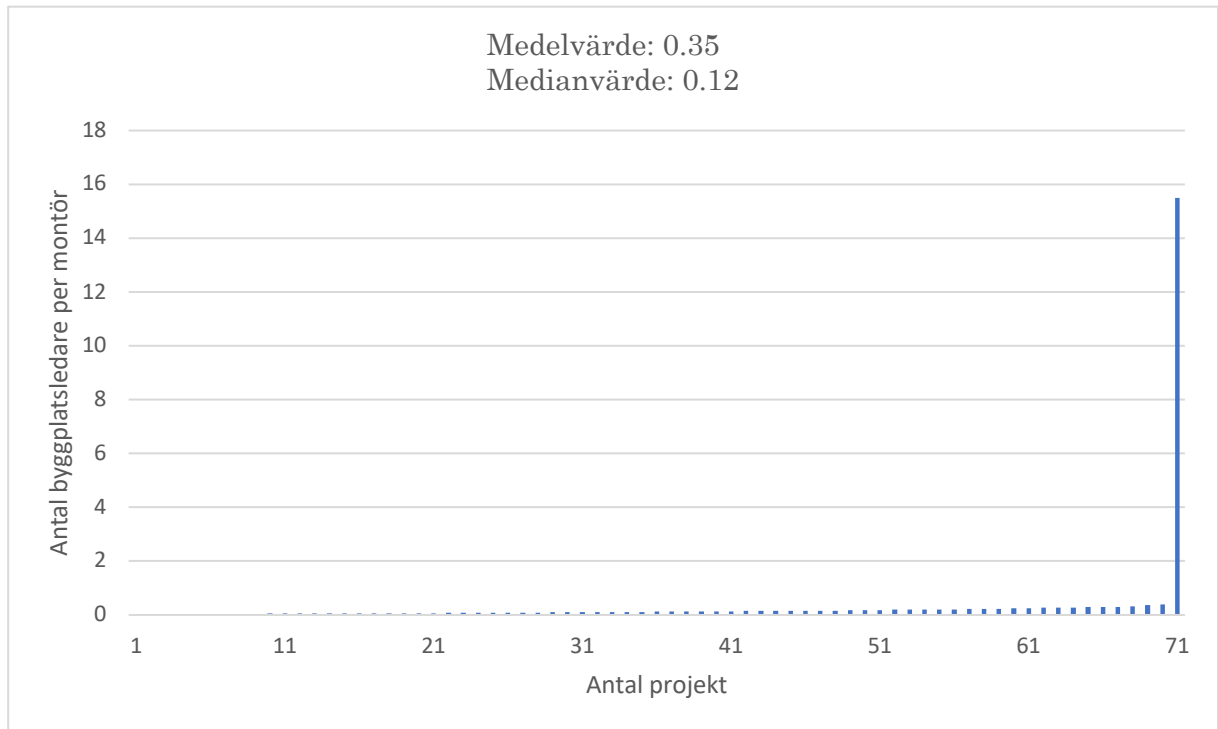


Diagram 16 - Byggplatsledningstäthet I (antal ledare per montör, inkl. UEs montörer) för Ventilationsprojekt. N=71



I diagram 17 är det extrema projekt exkluderat:

Diagram 17 - Byggplatsledningstäthet I (antal ledare per montör, inkl. UEs montörer) för Ventilationsprojekt. N=70 <0,5

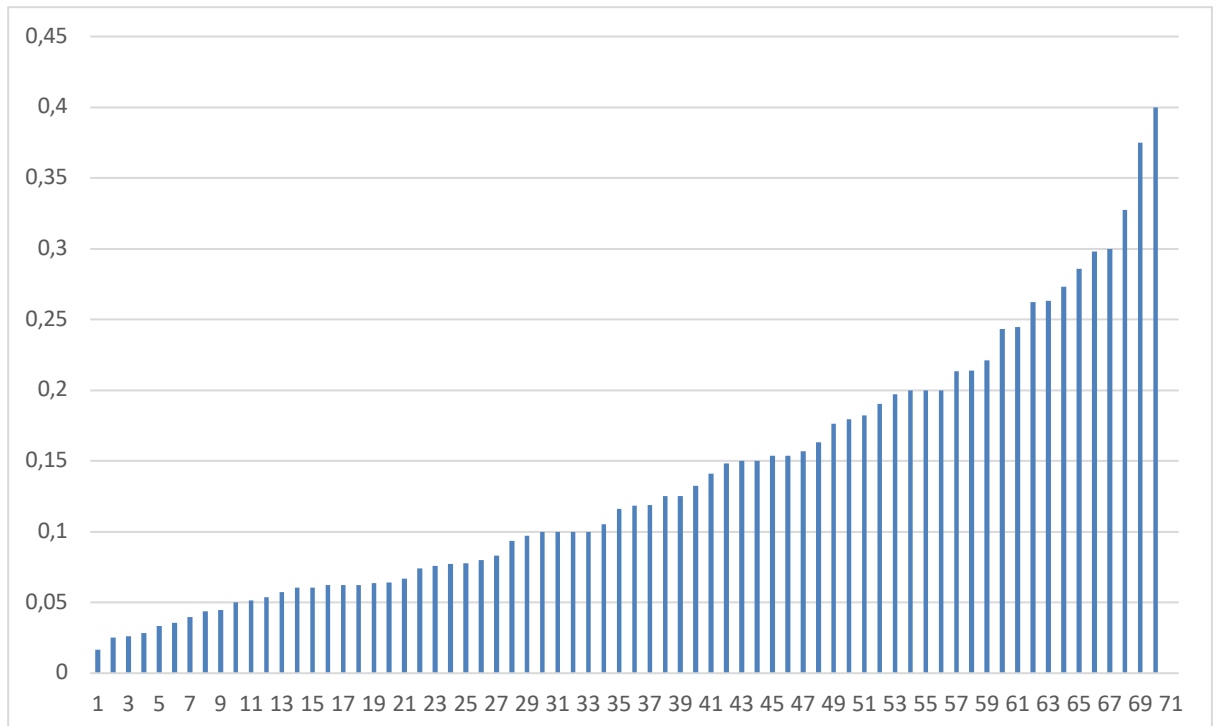
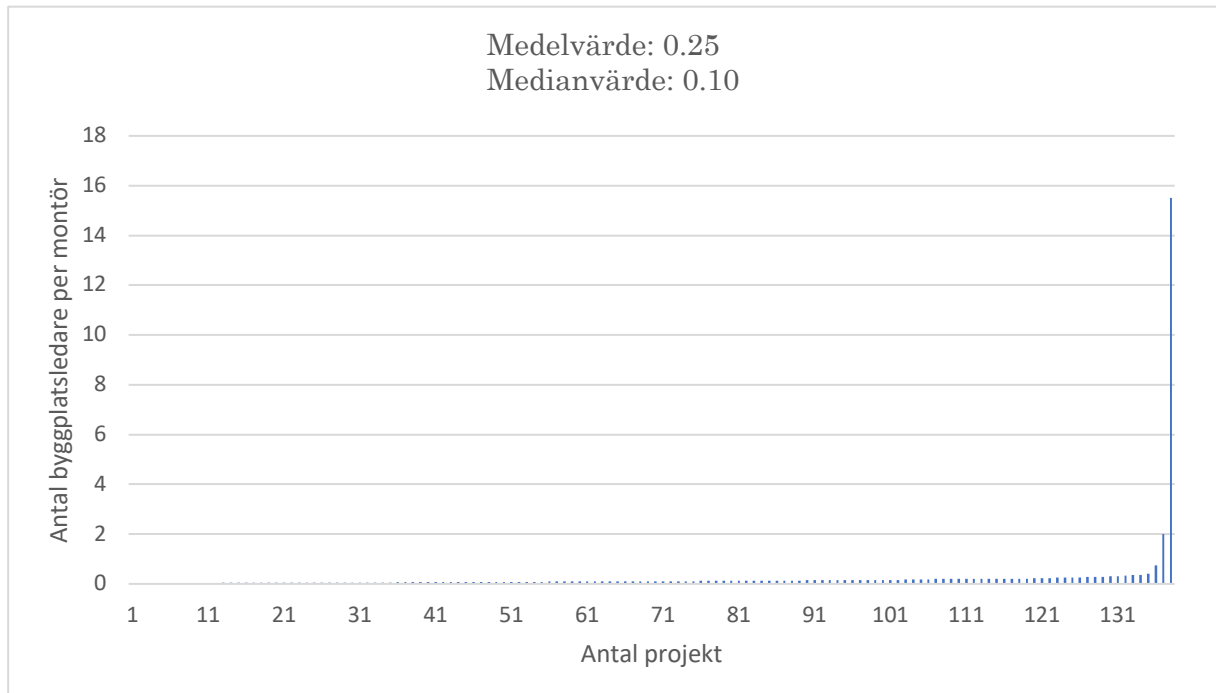


Diagram 18 - Byggplatsledningstäthet II (antal ledare per montör) för samtliga VVS-projekt. N =138



I diagram 19 är det extrema projektet exkluderat

Diagram 19 - Byggplatsledningstäthet II (antal ledare per montör) för VVS-projekt < 1. N =136

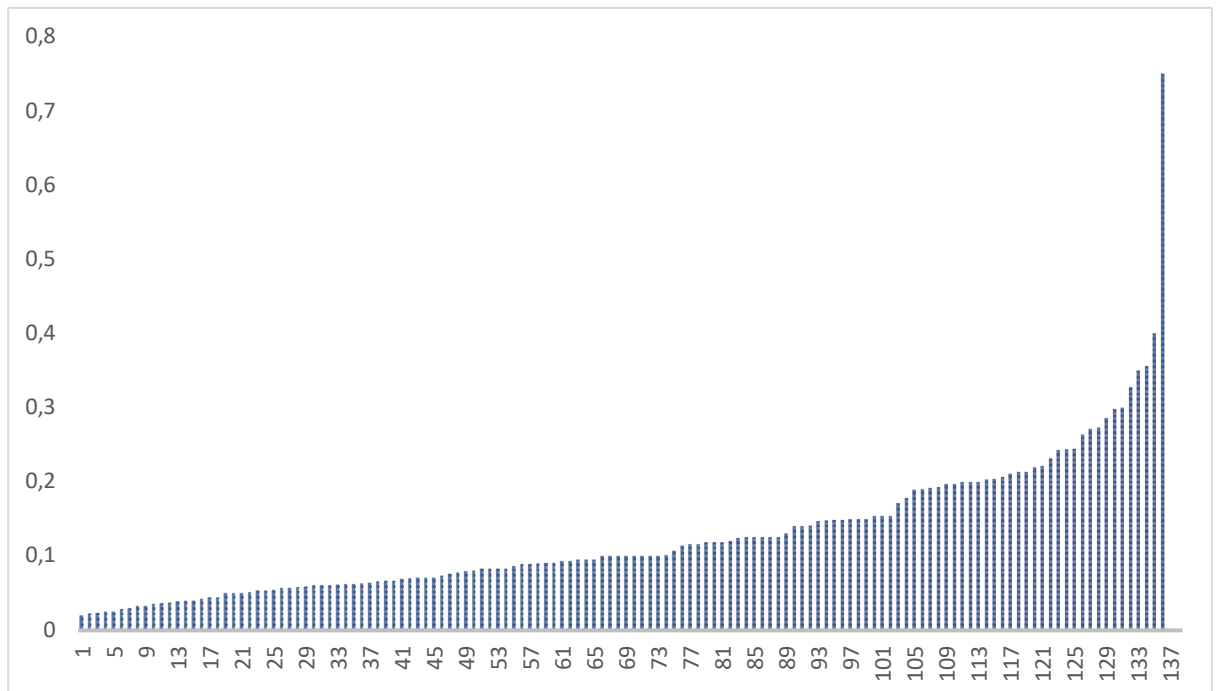


Diagram 20 - Byggplatsledningstäthet II (antal arbetsledare per montör) för VS-projekt. N=69

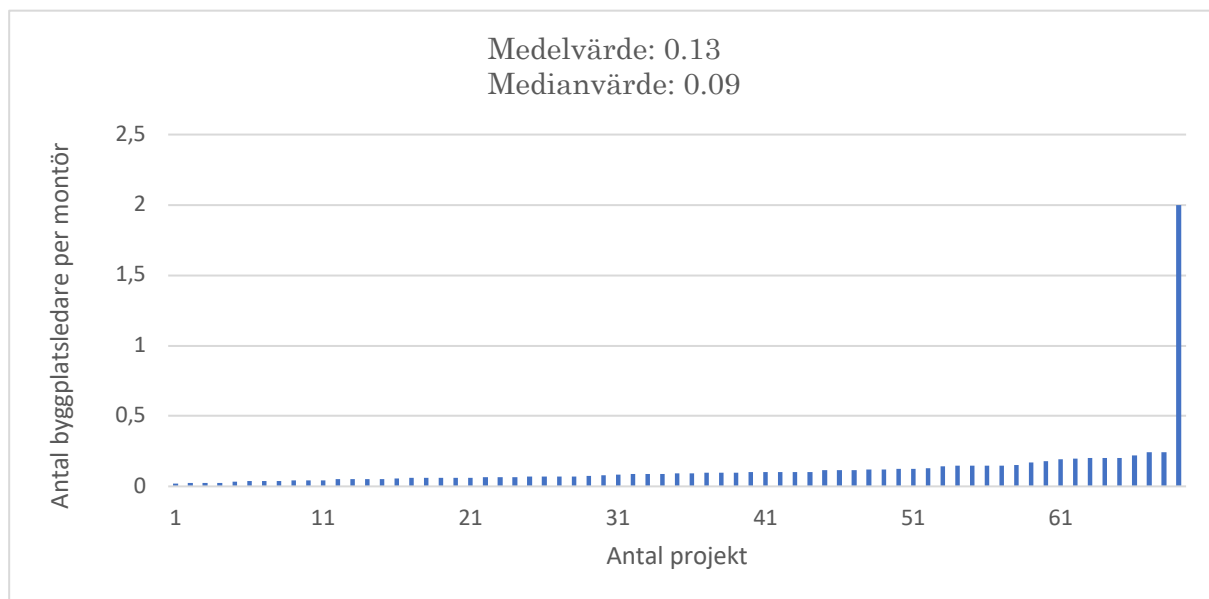
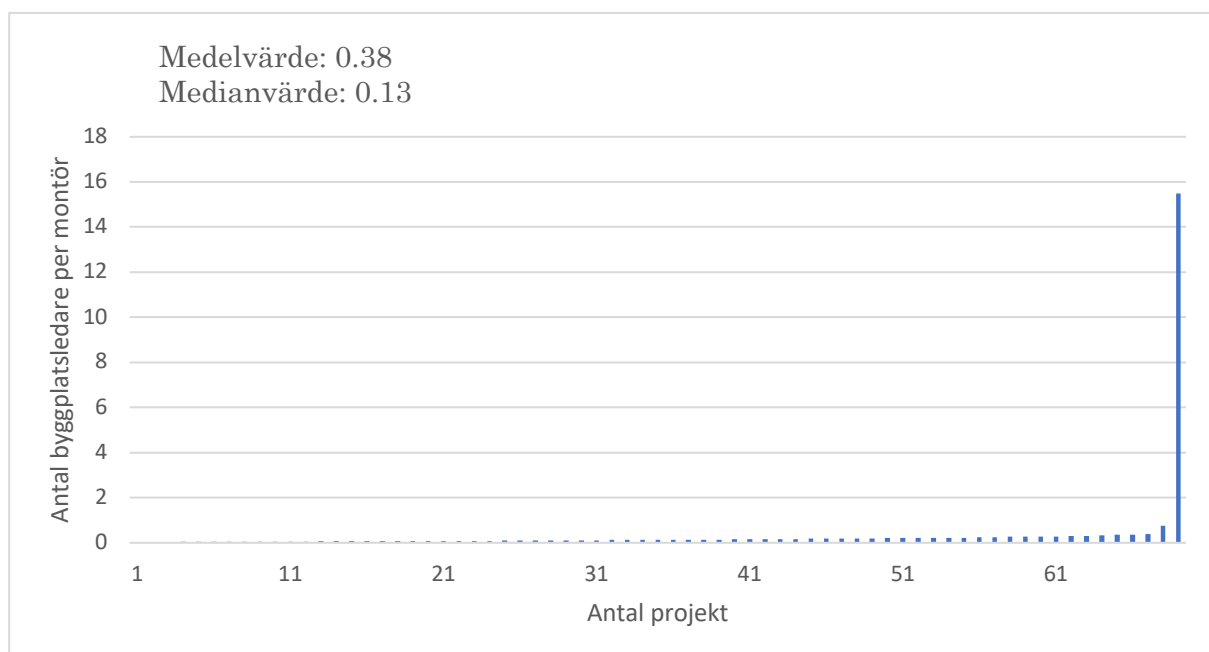


Diagram 21 - Byggplatsledningstäthet II (antal arbetsledare per montör) för Ventilationsprojekt. N=69



Tabell 16 visar ledningsinsatsen fördelad på byggnadstyp. Som väntat har komplexa industrianläggningar (kraftverk och sjukvårdbyggnad) höga ledningsinsatser (och kostnader), medan det kanske är mer överraskande att förskolor ligger relativt högt när det gäller ledningsinsats. Förskolor låg även högt i 2014 undersökningen (Koch & Brycker 2018)

Tabell 16 - Byggplatsledningstäthet (median) utifrån byggnadstyp för samtliga VVS-projekt

Byggnads- typ	Byggplatsledartäthet I (byggplatsledare/alla VVS- montörer)	Antal projekt (st)	Byggplatsledartäthet II (arbetsledare/egna montörer)	Antal proje kt (st)
Affärs- lokaler	0.04	3	0.05	3
Flerbostads hus	0.10	91	0.10	90
Gruppbyggd a småhus	0.09	8	0.10	8
Hotell / Restaurang	0.12	2	0.13	2
Idrott Inomhus	0.11	2	0.11	2
Industrier / Verkstad / Lager	0.09	7	0.20	7
Kontorsbygg nader	0.06	7	0.06	7
Samfärdselb yggnader	0.14	6	0.15	5
Sjuk- & Hälsövård	0.11	5	0.12	5
Skola / Förskola	0.12	9	0.14	9
Alla svar	0.10	140	0.10	138

De varierande antal svar i andra och fjärde kolumnen av tabell 16 bör uppmärksammas; det finns väldigt olika antal svar/projekt för varje byggnadstyp. Dessutom saknas data om byggplatsledning i ganska många projektsvar.

Summerande: i avsnittet om arbetstider visas först variationen i montörers arbetstid, sen variationen i ledningsinsatsen- Även om extrema projekt togs bort var variationen fortfarande markant.

2.3. LEDTIDER

Ledtider är ett annat mått för produktivitet, från start till slut oavsett vad som hänt under resans gång. Att förbättra ledtiden kan vara avgörande för kundens uppfattning av projektet. Vissa kostnader i projektet har direkt koppling till projektets längd varför ett annat mått av produktivitet uppnås genom kortare ledtider. Förbättringar kan erhållas genom att fokusera på störningar, planering, organisation och på samverkan.

Här har följande tider använts; byggstart, byggslut, planerad byggtid för montage, verklig byggtid, tid för planering innan montage och tid för åtgärdande av slutbesiktningsanmärkningar med fokus på VVS-uppdrag. Detta innebär att tiden före byggstart, inte är inkluderad i data. Start räknas alltså från kontraktet, och tiden från kontrakt till montagestart räknas som planering.

De VVS-projektansvariga, tillfrågades om planeringstid (från kontrakt till start montage), planerad byggtid mätt som tid i månader från start av montage till slutbesiktning och verklig byggtid på samma sätt. Tiden för åtgärdande av slutbesiktningens anmärkningar mättes som tiden från slutbesiktning till sista åtgärd var utförd. Den VVS-projektansvariga är ombedd att värdera när detta förväntades att ske, om status var att inte alla åtgärder var genomförda.

Diagram 22 visar den totala ledtiden för VVS projekt.

Diagram 22- Tid från start (kontrakt) till korrigerade slutbesiktningar för samtliga VVS-projekt. N=206

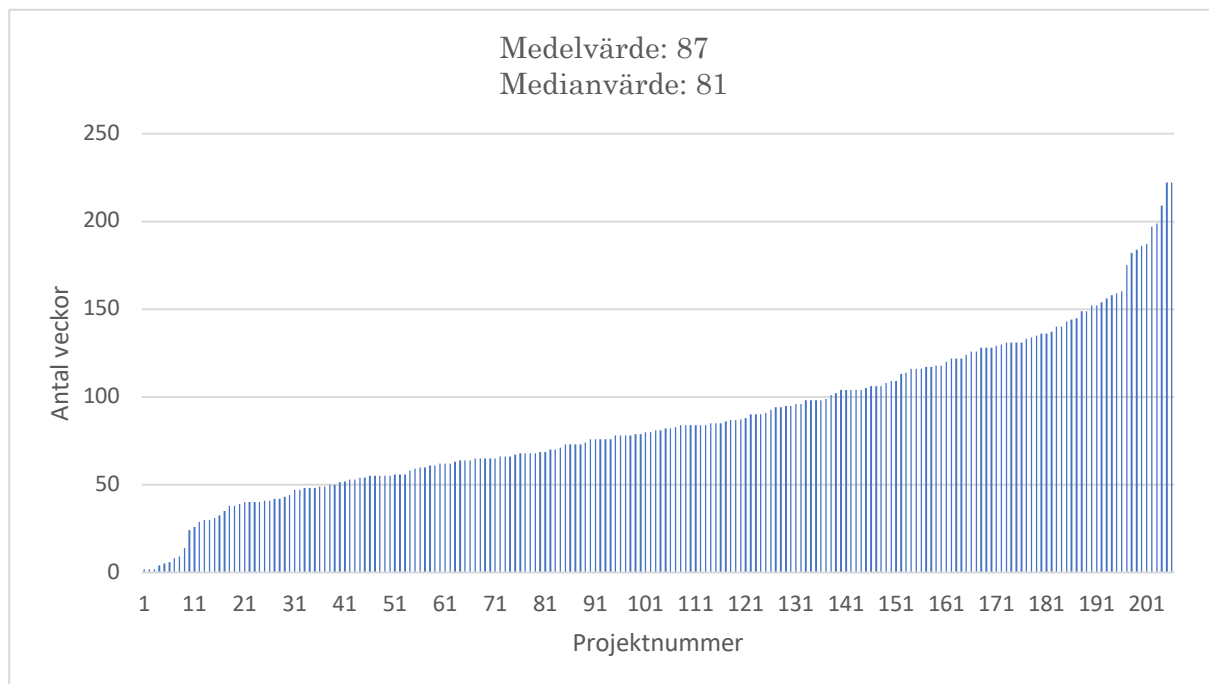


Diagram 23 - Tid från start (kontrakt) till korrigerade slutbesiktningar för VS-projekt. N=105

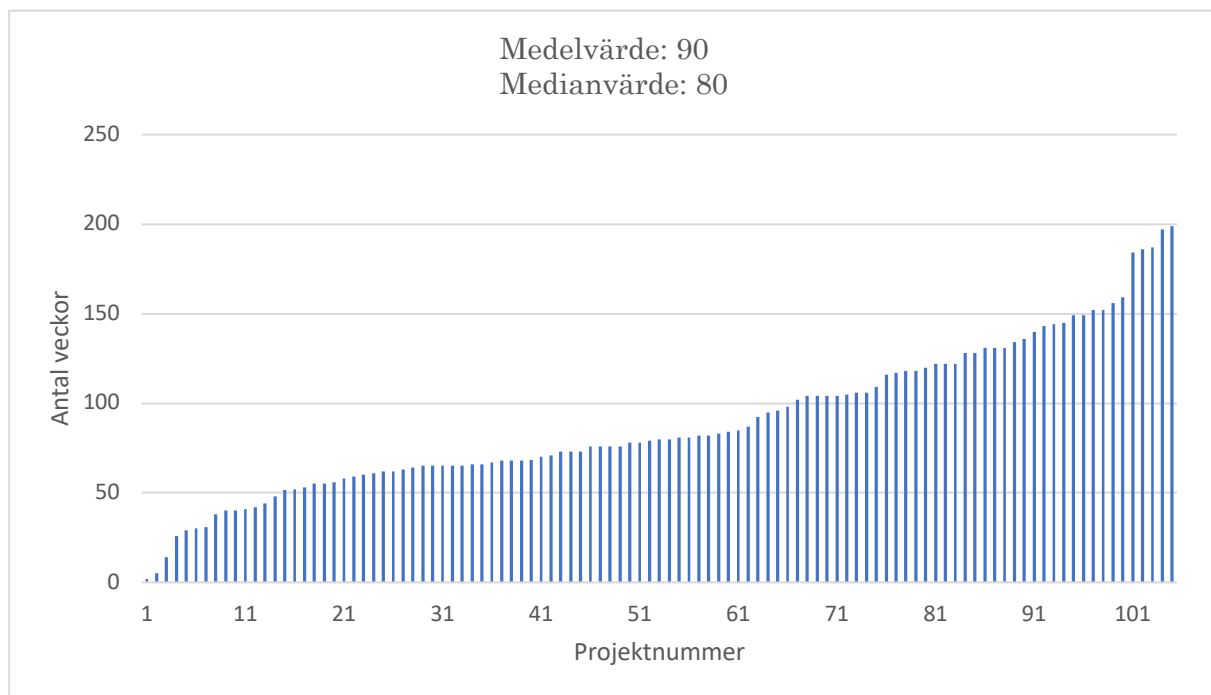


Diagram 24 - Tid från start (kontrakt) till korrigerade slutbesiktningar för VS-projekt understigande 120 veckor. N=79

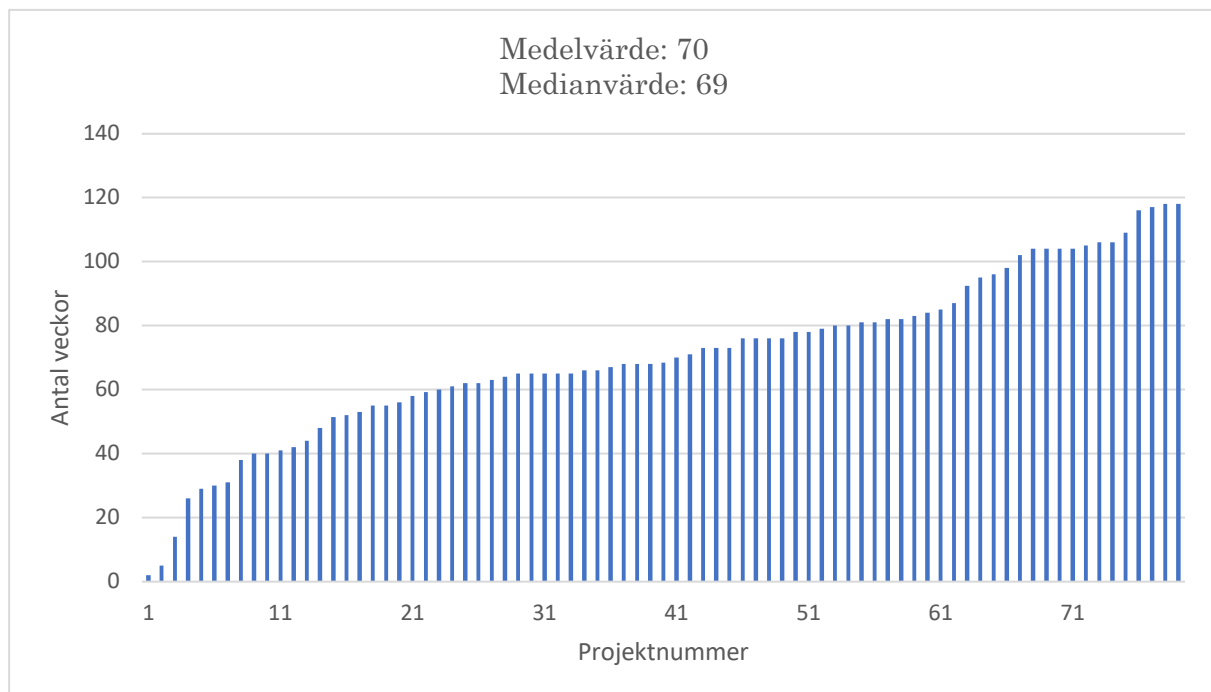


Diagram 25 - Tid från start (kontrakt) till korrigerade slutbesiktningar för Ventilationsprojekt. N=101

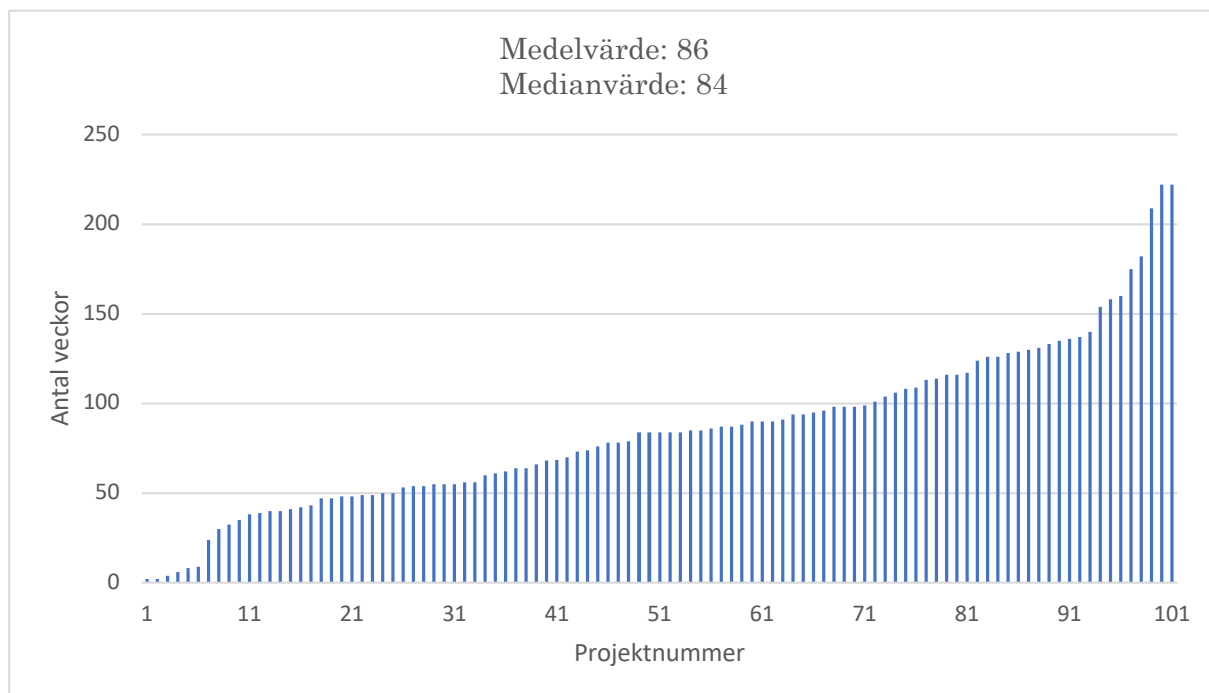
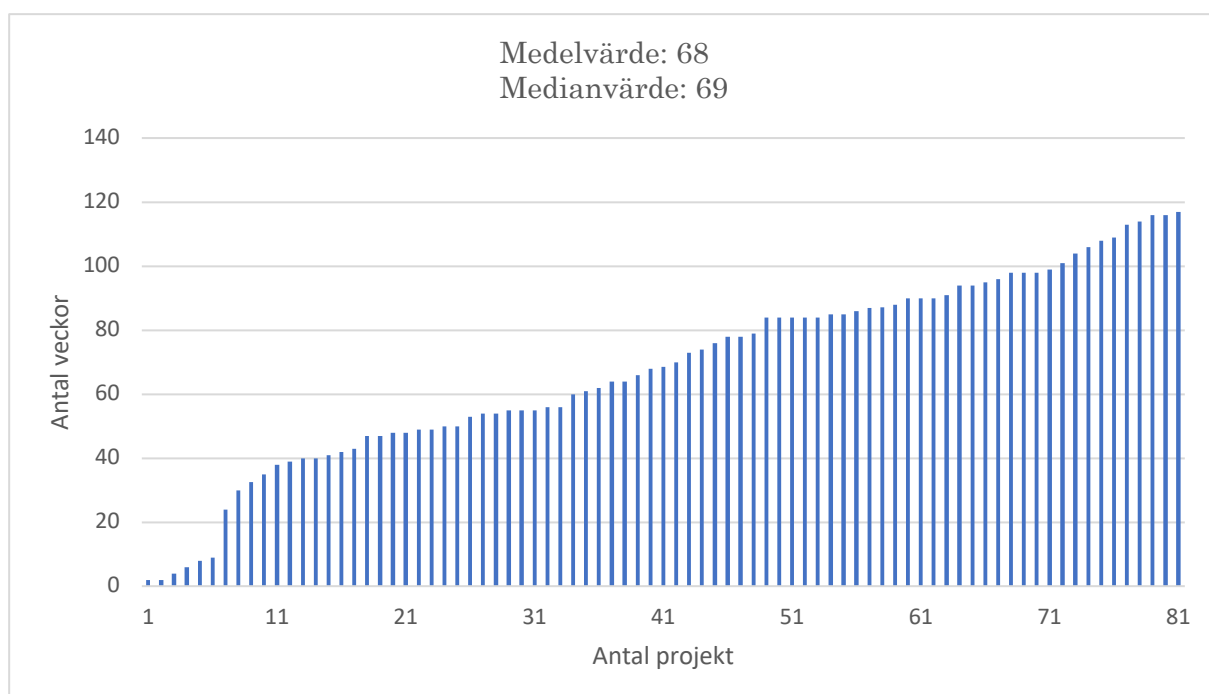


Diagram 26 - Tid från start (kontrakt) till korrigerade slutbesiktningar för Ventilationsprojekt understigande 120 veckor. N=81



Vid jämförelse av ledtider från 2014 med ledtider 2018 -se tabell 17- har ledtiderna ökat markant, men det har även projektstorleken, projektvolymen, mätt i kvadratmeter. Den

volymkorrigerade ökning är i genomsnitt 24 % alltså mätt på ledtid per kvadratmeter. Projektvolymen har ökat 107% för VS och 162% för ventilation se tabell 15

Tabell 17 - ledtider jämfört 2014 och 2018

	genomsnittlig 2014 veckor	ledtid	genomsnittlig ledtid 2018 veckor	Volym- korrigerad förändring veckor/kvm %
VVS	56		87	24
VS	52-56		90	32
Ventilation	52-56		86	24

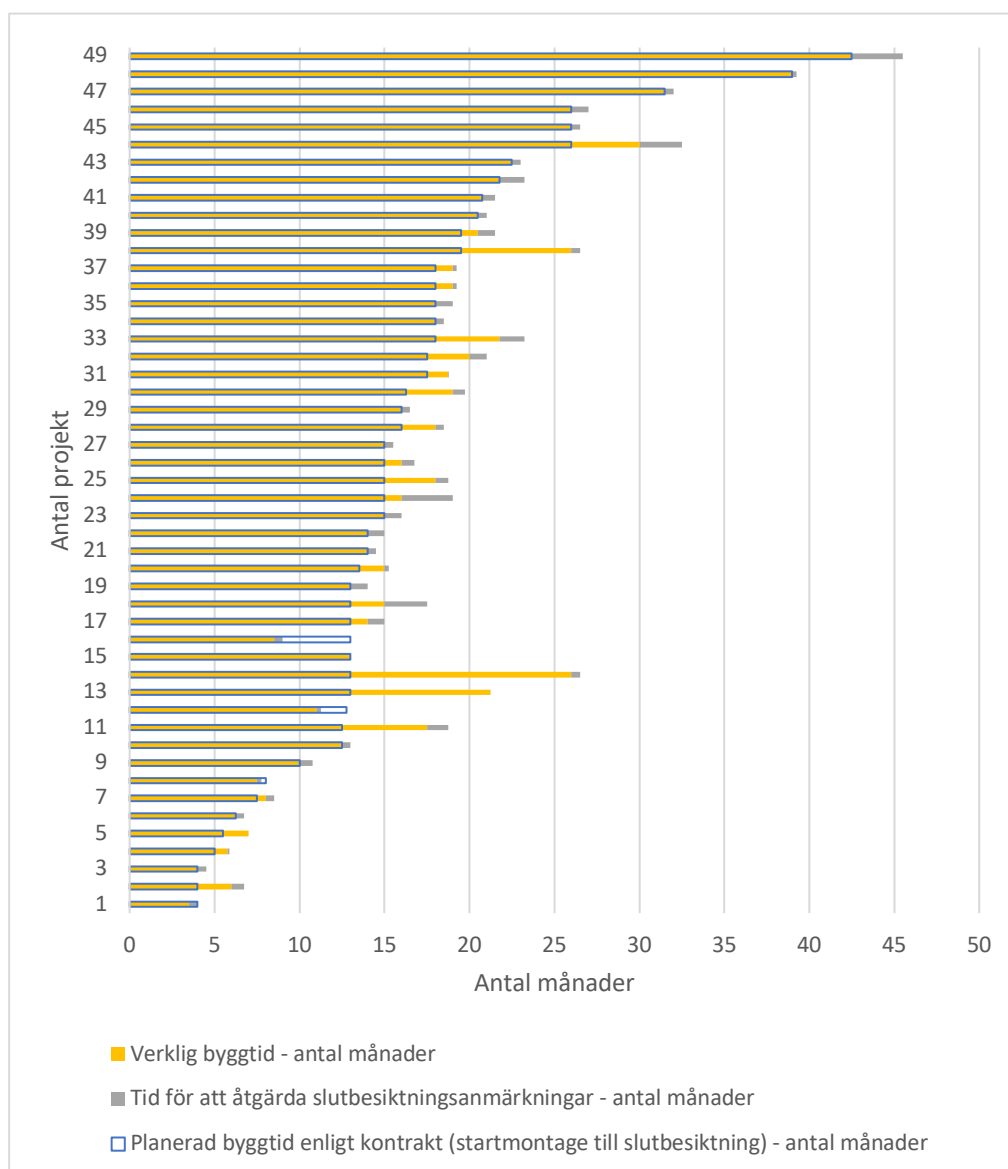
I tabell 18 anges de olika komponenter av ledtiden, planerad byggtid, tid för slutbesiktningsanmärkningar, verklig byggtid och byggstart-slut.

Tabell 18 - Ledtider i antal månader (median- & medelvärde) för processer under produktframtagningen för samtliga VVS-projekt. N=212

Ledtid	Medianvärde	Medelvärde	Antal projekt (st)
Planeringstid	3.9	4.9	196
Planerad Byggtid	15	16.7	195
Tid för att åtgärda slutbesiktningsanmärkningar	0.5	0.7	195
Verklig byggtid	17,5	17.7	192
Byggstart-Byggslut	19	20	192

Diagram 25 fokuserar på region Stor-Stockholm. Här ses stor variation av ledtiden. Jämfört med 2014 är ledtiden längre och projekten större.

Diagram 27 - Ledtider samtliga VVS-projekt i Stockholm. N=53



Sett till hela Sverige, se tabell 19 -20 - 21, finns de längsta genomsnittliga ledtiderna i Göteborg, mellersta och södra Sverige (region II och III). Förklaringen till de långa ledtiderna i region mellersta Sverige är att det här förekommer tre tunga projekt med långa ledtider. Dessa tre är två köpcenter, med lägenheter och ett av projekten är ett stort flerbostadshus. Dessa gör den genomsnittliga ledtiden för regionen längre.

Tabell 19 - Ledtider (median & medel i veckor) per region för samtliga VVS-projekt. N=212

Region	Planeringstid (median)	Planeringstid (medel)	Verklig byggtid (median)	Verklig byggtid (medel)	Planerad byggtid (median)	Planerad byggtid medel	Tid för att åtgärda slutbesiktnings-anmärkningar (median)	Tid för att åtgärda slutbesiktningsanmärkningar (medel)	Byggstart-byggslut (median)	Byggstart-byggslut (medel)
Läns-region I	8	12	58	60	58	59	2	3	80	89
Läns-region II	16	21	70	72	64	69	2	3	78	83
Läns-region III	16	21	58	72	54	64	3	3	78	74
Stor Göteborg	16	19	78	77	72	73	2	3	94	95
Stor Malmö	20	19	65	66	78	69	2	2	87	79
Stor Stockholm	12	20	70	69	60	65	2	3	85	87

Tabell 20 visar median och medel per region för att skapa överblick.

Tabell 20 - Ledtider (median & medel i veckor) per region för samtliga VVS-projekt. N=212

Region	Verklig byggtid (median)	Verklig byggtid (medel)
Länsregion I	58	60
Länsregion II	70	72
Länsregion III	58	72
Stor Göteborg	78	77
Stor Malmö	65	66
Stor Stockholm	70	69

Tabell 21 jämför den planerade byggtiden med den samlade byggtiden, inklusive åtgärder efter slutbesiktning och sammanställer fördelningen på regioner.

Tabell 21 - Överstigande av planerad tid (medelvärde) per region för samtliga VVS-projekt. N=212

Region	Planerad tid överstigs (i antal veckor)	Planerad tid överstigs (i procent)
Länsregion I	51	30
Länsregion II	20	14
Länsregion III	16	10
Stor Göteborg	30	22
Stor Malmö	14	10
Stor Stockholm	34	22

Utifrån en genomsnittsbereäkning är alla projekt mellan 10 och 30% försenade. Det är stora skillnaden mellan regionerna. Utifrån leddiderna i tabell 17 skulle man kanske förvänta att Region II och III (samt Göteborg) skulle ha högsta överstigande, men de har några av de lägsta överstigande, 10%. Alltså långa leddider och låg överstigande är gällande för samma projekt – i en genomsnittsbetraktning.

2.4. STÖRNINGAR OCH DESS KOSTNADER

Störningar är ett hinder mot processflödet och reducerar produktiviteten. De VVS-projektansvariga har tillfrågats om vilken som var den enskilt största störningen och vilken merkostnad den resulterade i. Frågan ställdes som en öppen fråga och de projektansvariga pekar på många olika typer av störningar; fel, hinder och brister (se tabell 21). En mer detaljerad analys finns i bilaga 2.

Tabell 22 - Största störning enligt VVS projektledaren

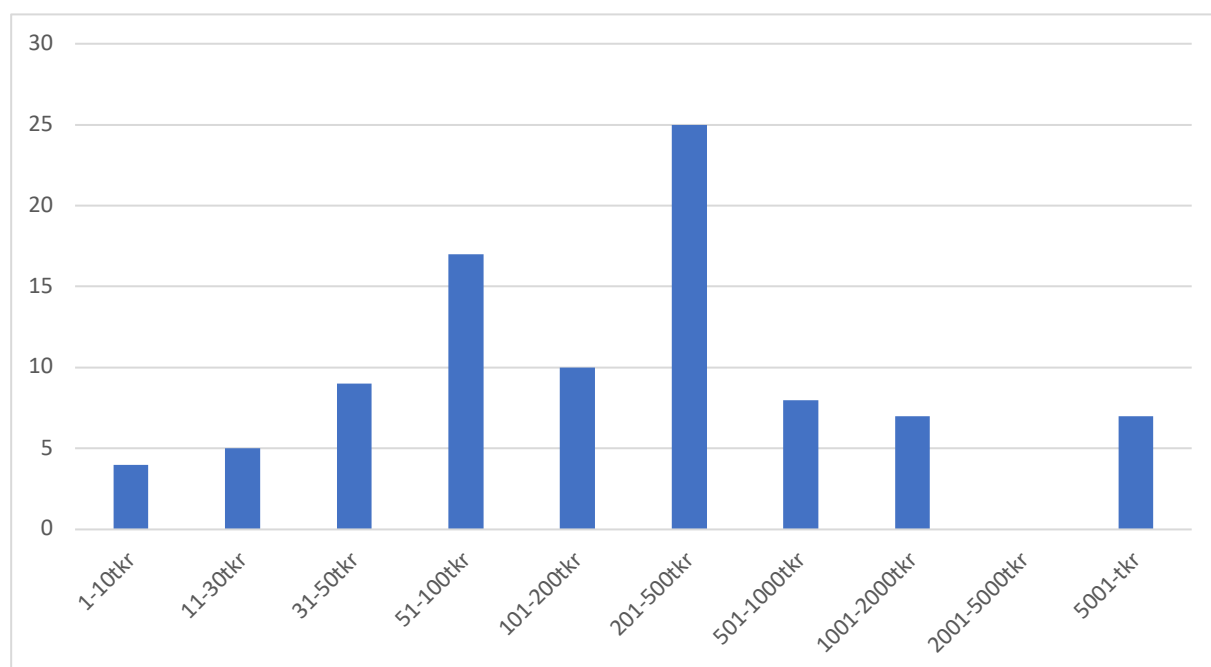
Inga Störningar	21
Väder	14
Planering och tid	40
produktions- och produktteknik	26
Organisation och ledning	27
Projektering	19
Byggplats	6
Materialleverans	8
Kommun	3
Beställaren	5
Annat	7
Svårdefinierad	4
Vet ej	3
Ej svarat	32
Sum	216

Även projektledaren tillfrågades om den största störningen, många svarar att störningar är mer komplicerade och flerfaldiga och att det är svårt att identifiera en enskild orsak. Ett exempel på detta är följande svar:

”Försenade rivnings- och markarbeten pga. berg som var tvunget att sågas för att få plats med installationer i mark. Dålig samordning från beställare. Att beställaren tillät sena besked från hyresgäster som innebar ändringar på redan monterade delar. Extremt dåliga handlingar som ej stämde överens med verkligheten.” (VVS-projektledare)

Nedan redovisas de projektansvarigas estimering av kostnaden för den enskilt största störningen i projekten. I diagram 28 redovisas kostnaderna för samtliga VVS-projekt, därefter följer kostnaderna för ventilationsprojekten i diagram 27 och sist kostnaderna för VS-projekten i diagram 30.

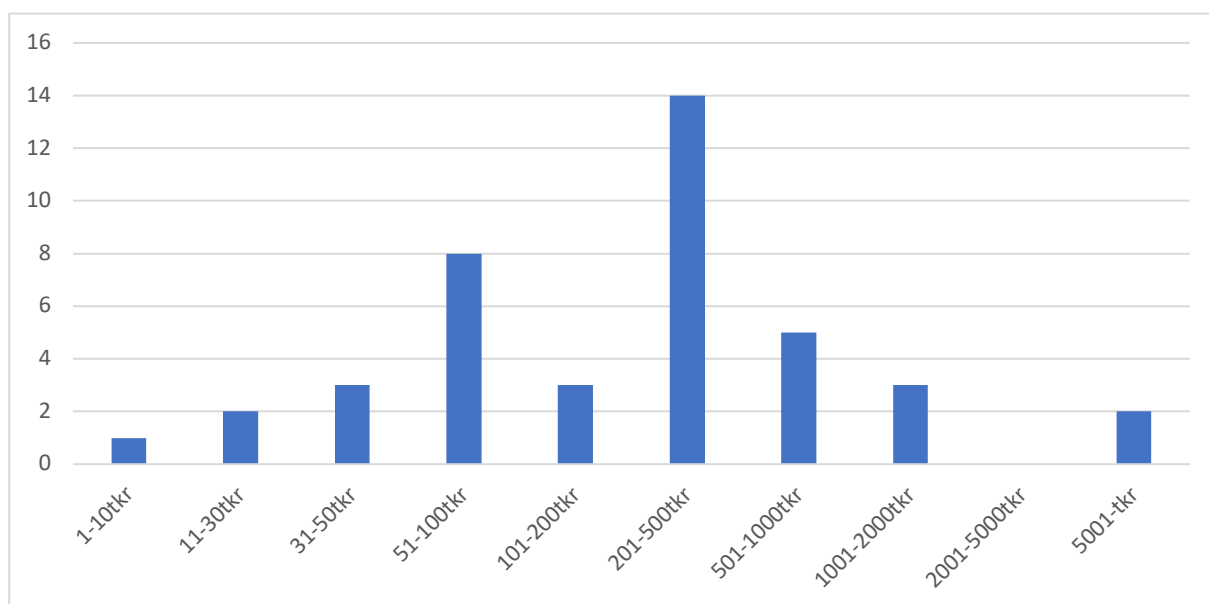
Diagram 28 - Kostnader för de enskilt största störningarna i samtliga VVS-projekt. N=92



Enligt VVS-projektledarens svar är kostnaderna för den största störningen oftast(51%) mellan 50 000 och 500 000.

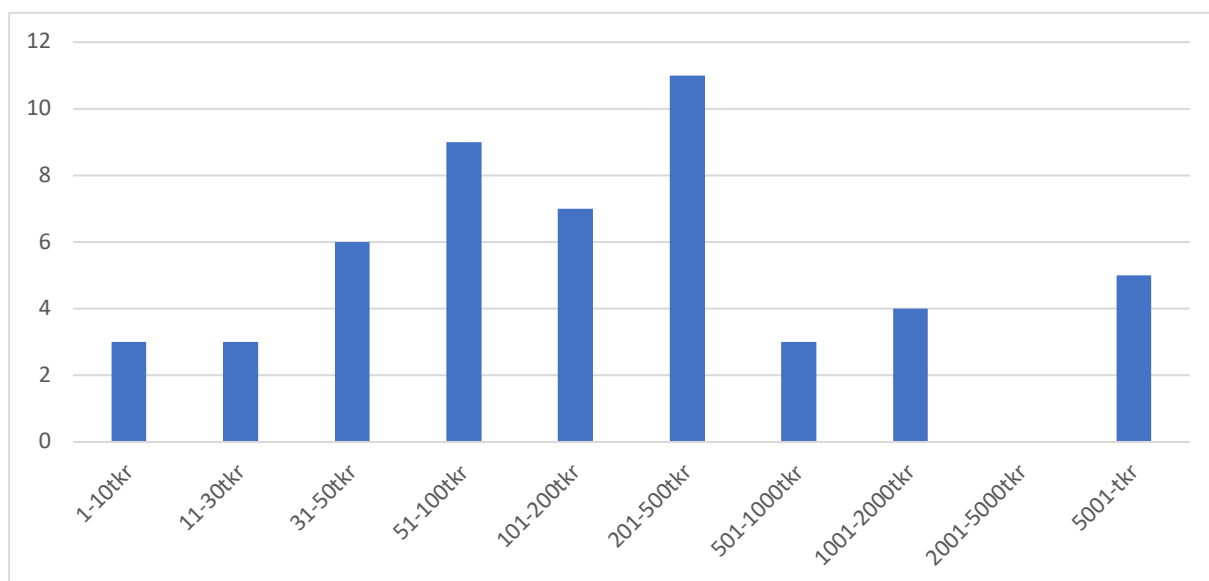
Ventilationsprojekten utgör hälften av VVS projekten.

Diagram 29 - Kostnader för de största störningarna i Ventilationsprojekt. N=41



VS projekten är den andra hälften av VVS.

Diagram 30 - Kostnader för de största störningarna i VS-projekt. N=51



Tabell 23 uppvisar en relativt jämn spridning av kostnadsgrupper när kostnaden för största störning jämförs med VVS-projektets kostnader. VVS-projekten är även karakteriserad av många projekt med låg kostnadsprocent (mindre är 0,19%)

Tabell 23 - Störningskostnad i % av projektkostnad för samtliga VVS-projekt. N=98

Störningskostnad (% av VVS projektkostnad)	Antal projekt
0,0–0,19	22
0,2–0,49	8
0,5–0,99	12
1,0–1,99	7
2,0–2,99	6
3,0–4,99	14
5,0–9,99	15
10,0-	14
Summa	98

Tabell 24, ventilationsprojekt, som är hälften av VVS projekt visar en mer ojämn fördelning för störningskostnad med relativt många låga kostnader, relativt hela Ventilationsprojektets kostnad.

Tabell 24 - Största störning kostnad i % av kostnad för Ventilationsprojekt. N=45

Störningskostnad (% av byggkostnad)	Antal projekt
0,0–0,19	14
0,2–0,49	2
0,5–0,99	4
1,0–1,99	1
2,0–2,99	3
3,0–4,99	7
5,0–9,99	6
10,0-	8
Summa	45

VS-projekten är hälften av VVS-projekten. Tabell 25 uppvisar en relativt jämn fördelning på kostnadsgrupper när kostnaden för största störning jämförs med VVS-projektets kostnader (tabell 20)

Tabell 25 - Största störning kostnad i % av kostnad för VS-projekt. N=53

Störningskostnad (% av projektkostnad)	Antal projekt
0,0–0,19	8
0,2–0,49	6
0,5–0,99	8
1,0–1,99	6
2,0–2,99	3
3,0–4,99	7
5,0–9,99	9
10,0-	6
Summa	53

I tabell 26 och 27 nedan är de största störningarna och deras kostnader sammanställda.

Tabell 26 - Mest kostsamma störningar i % utifrån byggkostnaden för samtliga VVS-projekt. N=98

Störning i % av byggkostnad	Den enskilt största störningen
50%	Det var beställt badrum men badrumstillverkaren gick i konkurs.
49%	Mycket fel-projrat från Z företag
47%	Dålig planering av byggarbetena
30%	Personalomsättningen, fel bemannat
18%	Besvärligare med montagen i valven än vi hade räknat med, detta gjorde att vi backade 900,000:- på detta projekt
18%	Material som X företag skulle tillhandahålla fanns inte på plats
15%	Forceringen.
14%	Ej samplottade ritningar för de olika yrkesgrupperna som el, vvs samt bygg.
13%	Ostrukturerad byggare
11%	Starttiden blev försenat med 2 år
11%	Oerfaren byggare/platsledning resulterade i dåligt flöde/flyt samt många störningar. Utländsk arbetskraft och svårigheter med kommunikationen på arbetsplatsen. Tidsåtgången blev ca 50% större än kalkylerad
11%	Att inte bygget kom igång i tid!
9%	Källarplan var det låg takhöjd på helt i onödan.
9%	Leverans och material.
9%	Brist på planeringen, blev bråttom med tid (personal planeringen)

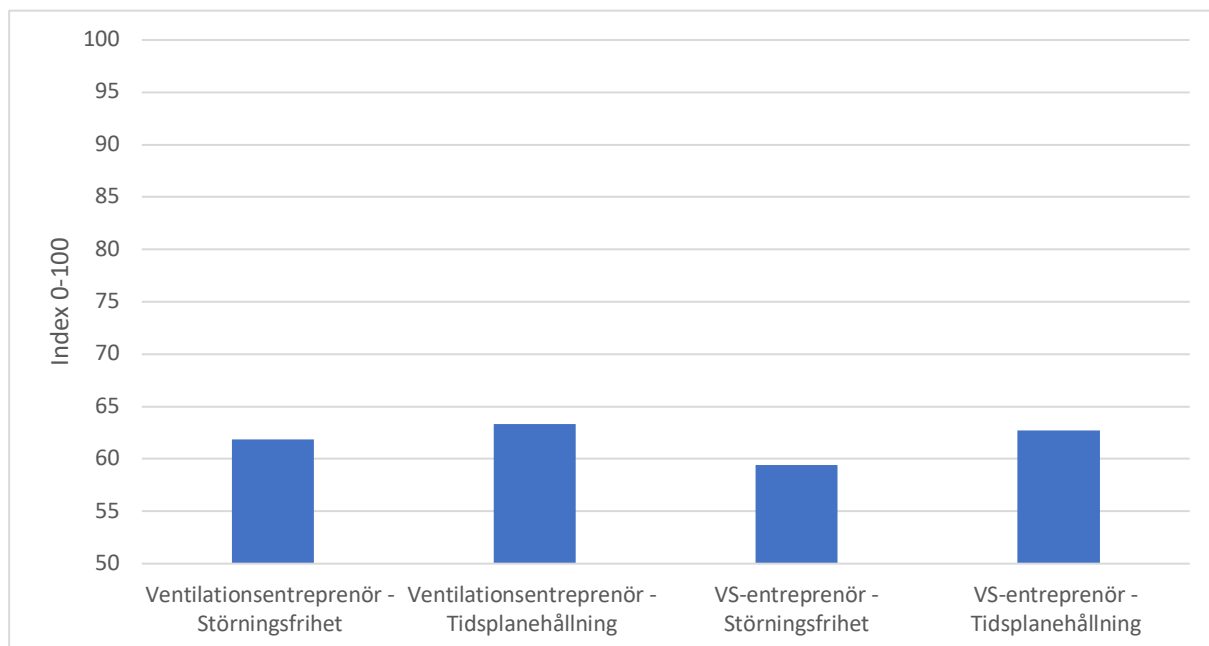
Tabell 27 - Största störningen och dess merkostnad för samtliga VVS-projekt

Typ av entreprenör	Den enskilt största störningen för projektet	Merkostnad (kr) som störningen medförde
VS-entreprenör	Dålig planering av byggarbetena	200,000
Ventilationsentreprenör	För oss var det lagning, byte av kanaler som blivit förstörda vid gjutning och bilning	100,000
VS-entreprenör	Material som X företag skulle tillhandahålla fanns inte på plats	81,120
Ventilationsentreprenör	Framkomligheten	60,000
VS-entreprenör	Sidoentreprenader	25,000
VS-entreprenör	Värdet	10,000
Ventilationsentreprenör	Personalomsättningen, fel bemannat	2,000
VS-entreprenör	Oerfaren byggare/platsledning resulterade i dåligt flöde/flyt samt många störningar. Utländsk arbetskraft och svårigheter med kommunikationen på arbetsplatsen. Tidsåtgången blev ca 50% större än kalkylerad	2,000
VS-entreprenör	Många och sena PM vilket medfört sena bygghandlingar.	2,000

2.5. STÖRNINGSFRIHET

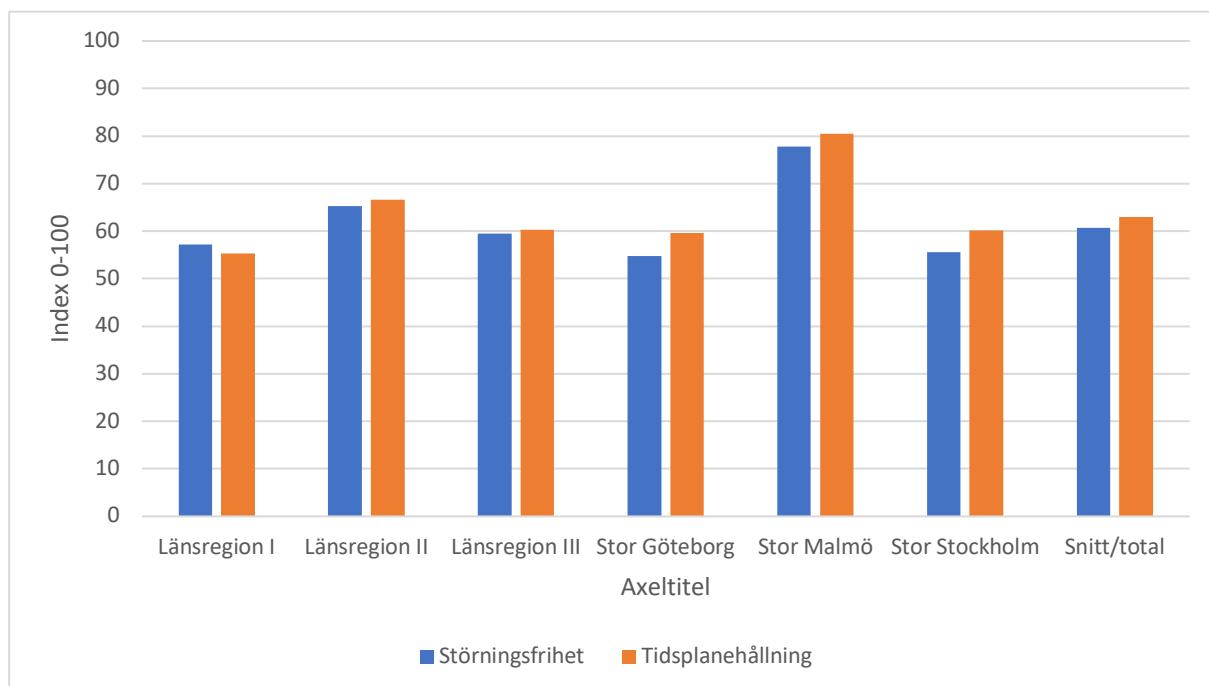
De projektansvariga tillfrågades om deras uppskattning kring störningsfrihet och förmåga att hålla tidplan i projektet. Svaren omsattes till ett index från 0–100. I diagram 29 ligger nivån omkring index 60 för alla parametrar, vilket är relativt lågt (i likhet med 2014 undersökningen Koch & Brycker 2018). Det högsta värdet har ventilationsentreprenörer på index 63 och det lägsta värdet har VS-entreprenörerna på index 58.

Diagram 31 - Störningsfrihet och förmåga att hålla tidplan för samtliga VVS-projekt. N=209



I diagram 32 är störningsfriheten och Förmåga att hålla tidplan uppdelat per region. Där ses att Stor-Malmö urskiljer sig positivt.

Diagram 32 - Störningsfrihet och förmåga att hålla tidplan för samtliga VVS-projekt. N=209



I diagram 33 värderas 7 förbestämda störningsfaktorer, uppmärksamma att de tre första faktorer gärna skall vara låga medan de fyra sista gärna skall vara höga, för hög produktivitet. VVS projektlederna svarar på om faktorer ”stämmer lite” till ”stämmer

mycket väl”. En fingervisning är att för de tre första ”negativa” påståenden är svar under 30% acceptabelt, medan index mellan 30%-50% kan anses vara utmanande.

Det vill säga att trång arbetsplats (svårt med transporter och lagerutrymmen), montering och tidsplanering kan sägas vara generella utmaningar i projekten. Motsvarande kan sägas för de fyra sista staplarna med ”positiva” påståenden att svar 50%-70% kan anses acceptabelt och svar 70%-90% ger goda möjligheter. Det innebär att svaren visar att det finns goda möjligheter för samtal med projektören (index 81), medan byggbarheten anses acceptabel (index 68).

Bilden är i stort det samma när det gäller VS-projekt se Diagram 34. Dock ges bra målbild från beställaren en hög utvärdering (index 75).

Diagram 33 - Störningsfaktorer samtliga VVS-projekt. N=212

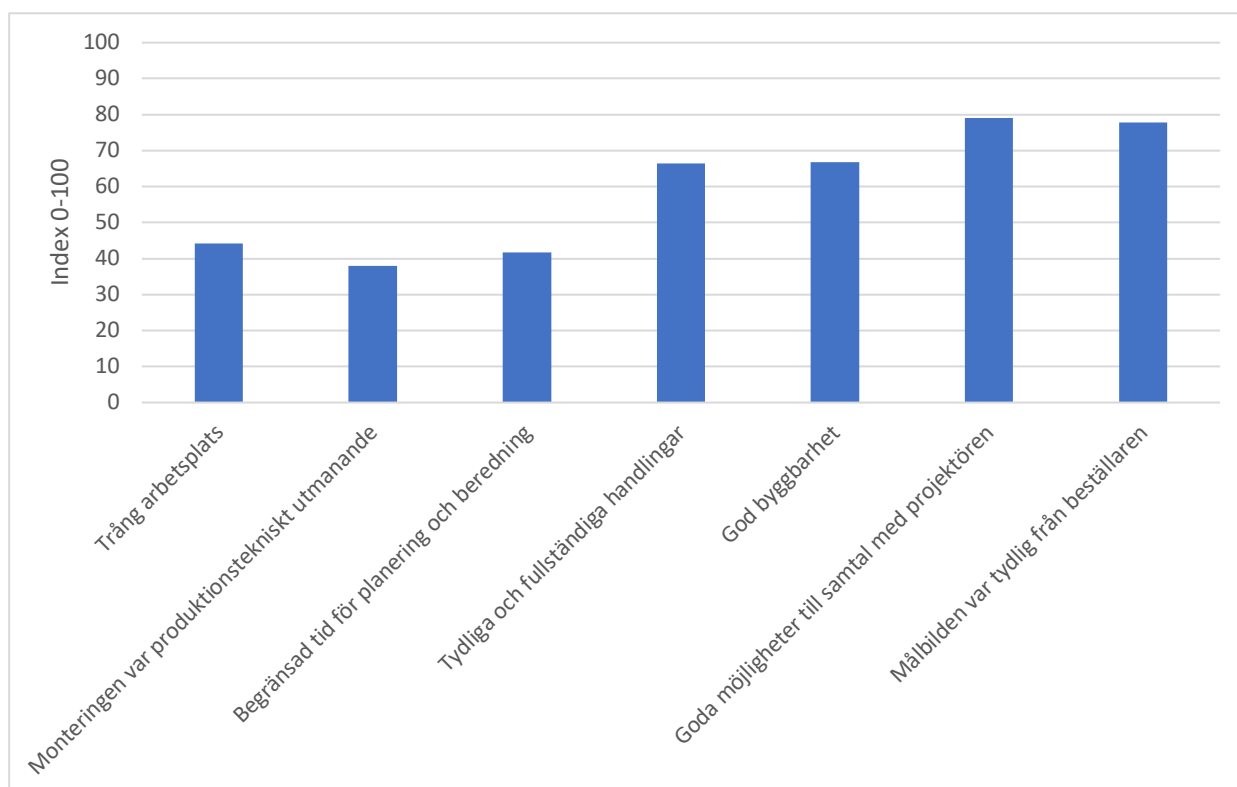


Diagram 34 - Störningsfaktorer VS-projekt. N=108

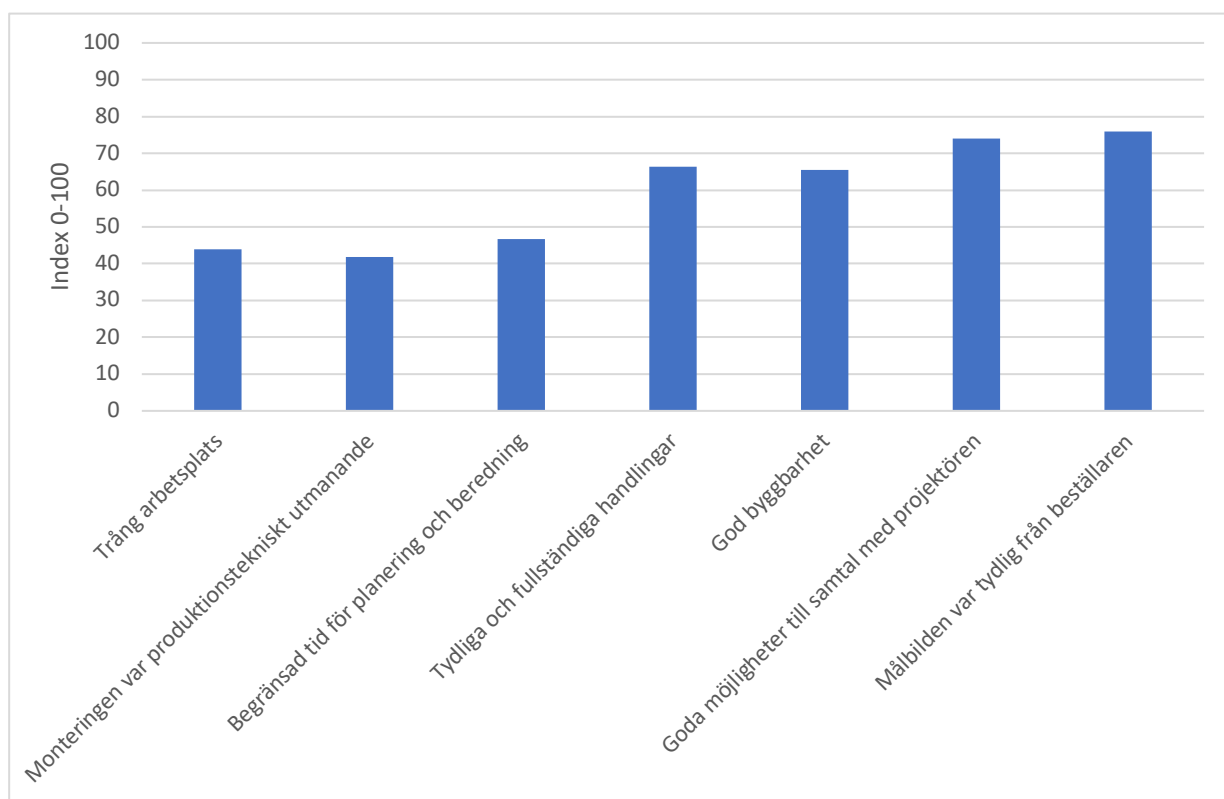
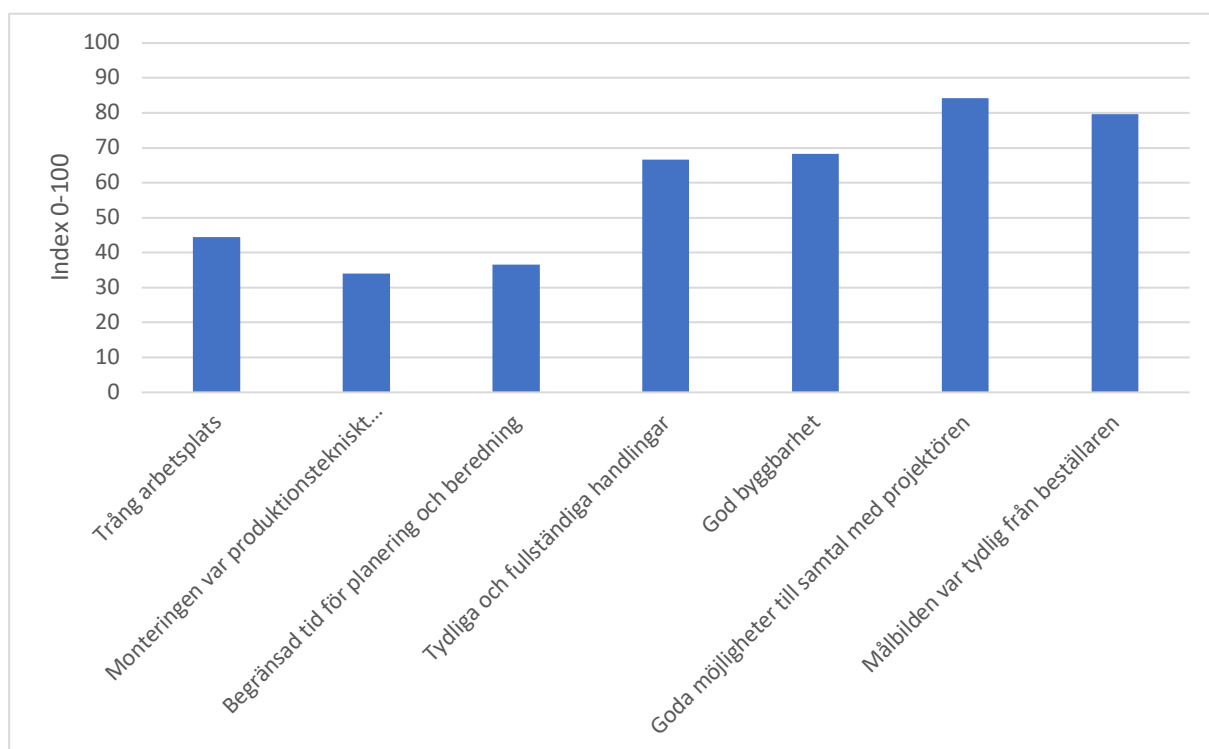


Diagram 35 nedan visar att Ventilationsprojekten ligger lite lägra på de första tre parametrarna (vilket är bra) än VS-projekt gör, men annars närmre VVS projekt genomsnitt.

Diagram 35 - Störningsfaktorer Ventilationsprojekt. N=104



Summering

Kapitel 2.2-2.5 har fokuserat på processiviteten, alltså hur bra flödet i processerna har varit i VVS-uppdragen. Processiviteten är i första hand mycket varierad. Det gäller arbetstider, ledtider och störningar. VS- och Ventilation projekten följs åt till stor del.

Montörernas arbetstid varierar mycket. Medelvärdet är 0,75 timmar/m² BTA, men ett projekt är uppe på 6 timmar/m² BTA på VVS-projekt. Detta är inklusive underentreprenörernas arbetstid.

Projektledningens tjänstemän, som är VVS-entreprenörernas ledning på plats använder genomsnittligt 0,07 timmar/m² BTA. För antal projektledare per antal montörer inklusive underentreprenörer ligger fördelningen genomsnittligt på 0,09 timmar/m² BTA.

Undersökningen har använt en bred definition av störningar, som även omfattar fel, brister och hinder. 21 av de tillfrågade VVS-projektledare (10%) har uppgett att de inte haft några störningar. De altdominerande störningar kommer från samspelet med huvudentreprenörens tidsplanering och rör sig dessutom om produktionstekniska utmaningar. Totalt har 110 största störningar identifierat av 194 VVS-projektledare.

Ledtider för VVS, VS och Ventilationsprojekt år 2018, jämfört med 2014, längre mätt i arbetstimmar per kvadratmeter, i storleken genomsnittligt 24%. Detta är intressant eftersom projekten 2018 också är större, fler kvadratmeter per projekt. I 2018 undersökningen är projekten, mätt i kvadratmeter, 107% större för VS och 162% större för Ventilation.

Många störningar är kostsamma. 25% av VVS projektledarnas störningar anges ha kostat mellan 200 000 och 5 miljoner kronor. Och ytterligare 10% uppskattar kostnaden för den enskilt största störningen till mellan 100 tSEK och. 200tSEK.

Den förväntade felkostnadsbilden var att kostnaderna för störningarna skulle vara lägre. Både denna rapport och Josephson (2013) hanterar endast projektens största störning, vilken används som en indikation på processiviteten. I Josephson (2013) inom flerbostadsbyggnation är projektens största störningar mindre kostsamma och de mest kostsamma största störningarna är på en lägre nivå. I denne undersökning är 66% av projekten inom flerbostadshus.

Störningsfrihetsindex har mätts för VVS-projekt till mellan 50% och 71 % med ett genomsnitt på 59%, vilket är relativt lågt. Förmåga att hålla tidplan är genomsnittlig på 57% och svänger mellan 53% och 61%.

3. PROJEKTORGANISATIONENS PRESTATIONER I VVS

Denna undersökning utgår från att projektorganisationen och de medverkande utgör en central roll för projektproduktiviteten. Tankesättet är att byggprocessens förutsättningar kommer av projektorganisationen. Detta kapitel fokuserar därför på de olika aktörernas prestationer i VVS-projekten. Aktörerna går igenom i följande ordning: beställare, konsulter, huvudentreprenör, VVS-entreprenören (eget företag). Vi är numera i undersökningsmodellens vänstersida:

Figur 2: Produktivitetens grundmodell



3.1. BESTÄLLARENS PRESTATIONER

Tabell 28 visar att inom ventilation värderar ventilationsprojektledaren att beställaren ställer upp en tydlig målbild:

Tabell 28 - Beställare prestationer enligt index 0–100. N=208

Typ av entreprenör	Målbilden var tydlig från beställaren (Index 0–100)	Antal
VS	76	106
Ventilation	80	102
VVS	78	208

I tabell 29 ses samma fråga uppdelad per region– tydlig målbild. Viss regional skillnad kan urskiljas till exempel mellan Nordsverige (region I) och Stor Malmö.

Tabell 29 – Tydlig målbild utifrån region enligt index 0–100. N=208

Region	Målbilden var tydlig från beställaren. (Index 0–100)	Antal
Länsregion I	70	14
Länsregion II	81	75
Länsregion III	76	30
Stor-Göteborg	74	26

Stor-Malmö	83	9
Stor-Stockholm	77	54
Totalt	78	208

Vid regionuppdelning av utvärderingarna av ”byggbarhet” och ”Goda möjligheter till samtal” visar att de regionala skillnaderna är stora och att särskilt Stor-Malmö och Stor-Göteborg står ut i positiv mening.

Tabell 30 - Byggbarhet och möjlighet till samtal med projektören per region. N=204

Region	God byggbarhet (produktionstekniskt bra lösningar)	Goda möjligheter till samtal med projektören	Antal projekt
Länsregion I	54	79	14
Länsregion II	68	79	73
Länsregion III	68	82	30
Stor-Göteborg	64	84	26
Stor-Malmö	75	89	9
Stor-Stockholm	66	73	52

3.2. KONSULTERNAS PRESTATIONER

När det gäller konsulternas prestationer, är VVS-projektledarna, summerat VS och Ventilation något mindre nöjda med de produktionstekniska lösningarna. Ventilation-projektledaren sticker ur mängden med högre nöjdhet med samtal med projektören, än de andra.

Tabell 31 - Konsulternas prestationer enligt index 0–100. N=204

Typ av entreprenör	God byggbarhet (produktionstekniskt bra lösningar) (Index 0–100)	Goda möjligheter till samtal med projektören (Index 0–100)	Antal projekt
VS	66	74	104
Ventilation	68	84	100
VVS	67	79	204

3.3. HUVUDENTREPRENÖRENS PRESTATION

VVS-entreprenören är i många fall beroende av huvudentreprenörens styrning, planering och ledning. VS, Ventilation och andra VVS-uppdrag skall ofta anpassas i byggprojektets samlade flöde och koordineras med andra entreprenörer på plats. VVS entreprenörernas

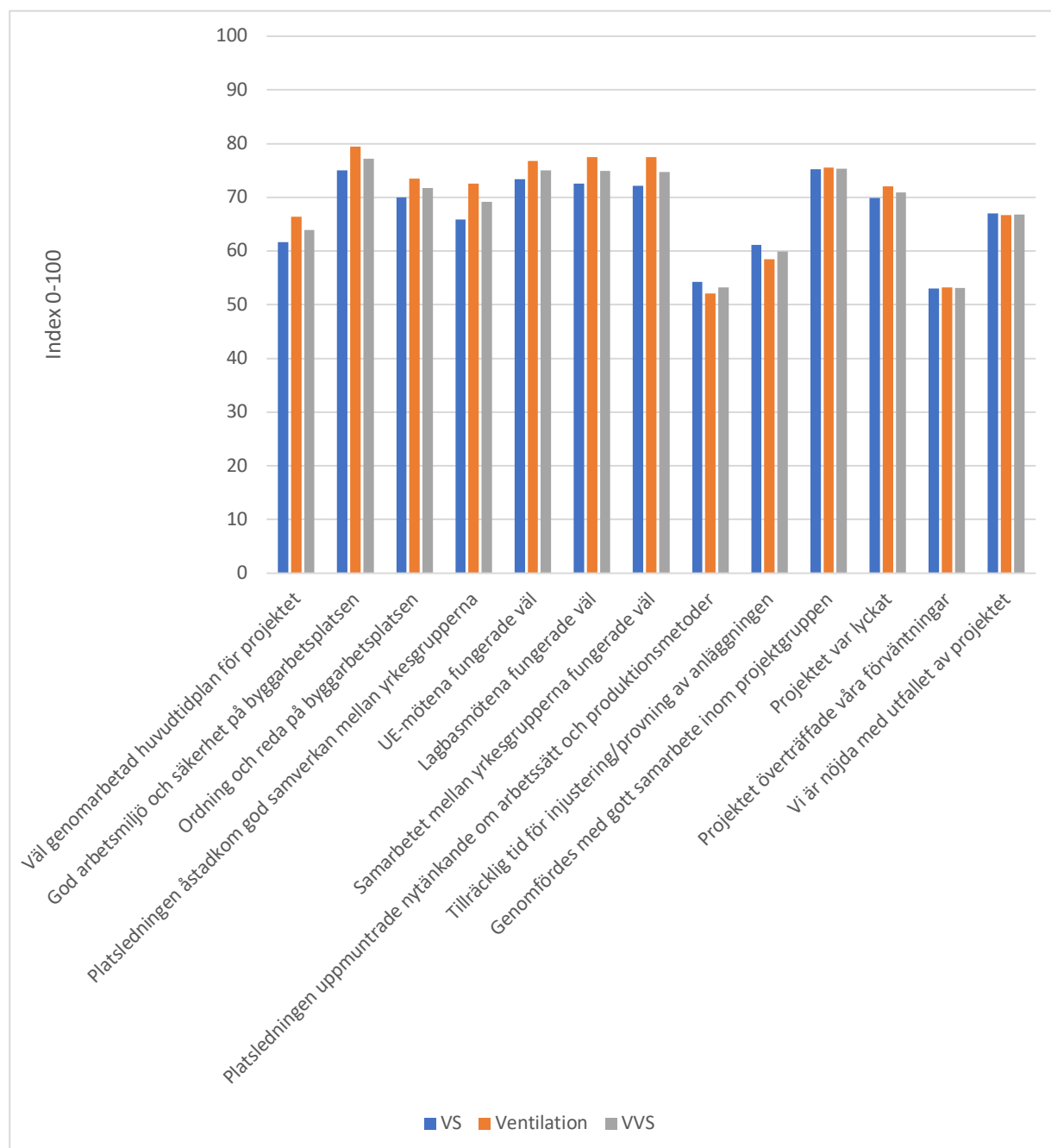
produktivitet och processivitet är därför direkt beroende av huvudentreprenörens förmåga inom flera olika områden.

De VVS-projektansvariga tillfrågades hur de uppfattar projektets huvudentreprenör i följande dimensioner:

- Väl genomarbetad huvudtidplan för projektet
- God arbetsmiljö och säkerhet på byggarbetsplatsen
- Ordning och reda på byggarbetsplatsen
- Platsledningen åstadkom god samverkan mellan yrkesgrupperna
- UE-mötena fungerade väl
- Lagbasmötena fungerade väl
- Samarbetet mellan yrkesgrupperna fungerade väl
- Platsledningen uppmuntrade nytänkande om arbetssätt och produktionsmetoder
- Tillräcklig tid för injustering/provning av anläggningen
- Genomfördes med gott samarbete inom projektgruppen
- Projektet var lyckat
- Projektet överträffade våra förväntningar
- Vi är nöjda med utfallet av projektet

Se diagram 36:

Diagram 36 - Huvudentreprenörens prestation enligt VVS-projektledaren index 0-100. N=212



Profilen är ganska precis den samma som i 2014 rapporten. Det är fyra dimensioner som får en lägre bedömning och sticker därmed ut. Enligt VVS-projektledaren är platschefen från huvudentreprenören sämre på att uppmuntra till innovation. Projekten som utvärderas överträffar generellt sett inte heller förväntningarna. De två andra parametrarna med sämre bedömning: "tid till injustering" och "väl inarbetat tidsplan" är båda kopplade direkt till planerings och förberedelsearbete. En intressant diskussion att ta kopplat till detta är VVS-uppdragets och projektledarens beroende av huvudentreprenörens tidplan och att de i regel inte har rådighet över sin egen planering. Platschefen, övergripande planering och andra aktörer/aktiviteter på byggarbetsplatsen

avgör när VVS-montörerna kan genomföra sitt arbete. Provnings av installationen blir ofta en av de sista aktiviteterna att färdigställa och genomförs därför i regel under tidspress. Vi såg tidigare hur VVS projekten ofta är försenade.

Tabell 32 - Huvudentreprenörens förmåga per region för samtliga VVS projekt enligt index 0–100. N=212

Region	Länsregion I	Länsregion II	Länsregion III	Stor-Göteborg	Stor-Malmö	Stor-Stockholm
Väl genomarbetad huvudtidplan för projektet	54	63	64	66	88	63
God arbetsmiljö och säkerhet på byggarbetsplatsen	77	82	73	73	94	72
Ordning och reda på byggarbetsplatsen	66	76	70	73	91	65
Platsledningen åstadkom god samverkan mellan yrkesgrupperna	70	70	73	62	92	65
UE-mötena fungerade väl	70	78	81	66	88	71
Lagbasmötena fungerade väl	71	77	81	65	92	72
Samarbetet mellan yrkesgrupperna fungerade väl	71	79	75	72	94	67
Platsledningen uppmuntrade nytänkande om arbetssätt och produktionsmetoder	56	55	59	52	61	47
Tillräcklig tid för injustering/provning av anläggningen	45	66	57	67	86	49
Genomfördes med gott samarbete inom projektgruppen	70	81	77	71	89	67
Antal	14	78	30	26	9	55

Tabell 33 - Huvudentreprenörernas leveranssäkerhet för samtliga VVS-projekt enligt index 0–100. N=212

Region	Tillräcklig tid för injustering/provning av anläggningen	Följde tidplan väl (var i fas varje vecka)	Antal
Länsregion I	45	55	14
Länsregion II	66	67	78
Länsregion III	57	60	30
Stor-Göteborg	67	60	26
Stor-Malmö	86	81	9
Stor-Stockholm	49	60	55
Totalt	60	63	212

Diagram 37 - Huvudentreprenörernas leveranssäkerhet per region för samtliga VVS-projekt enligt index 0–100. N=212

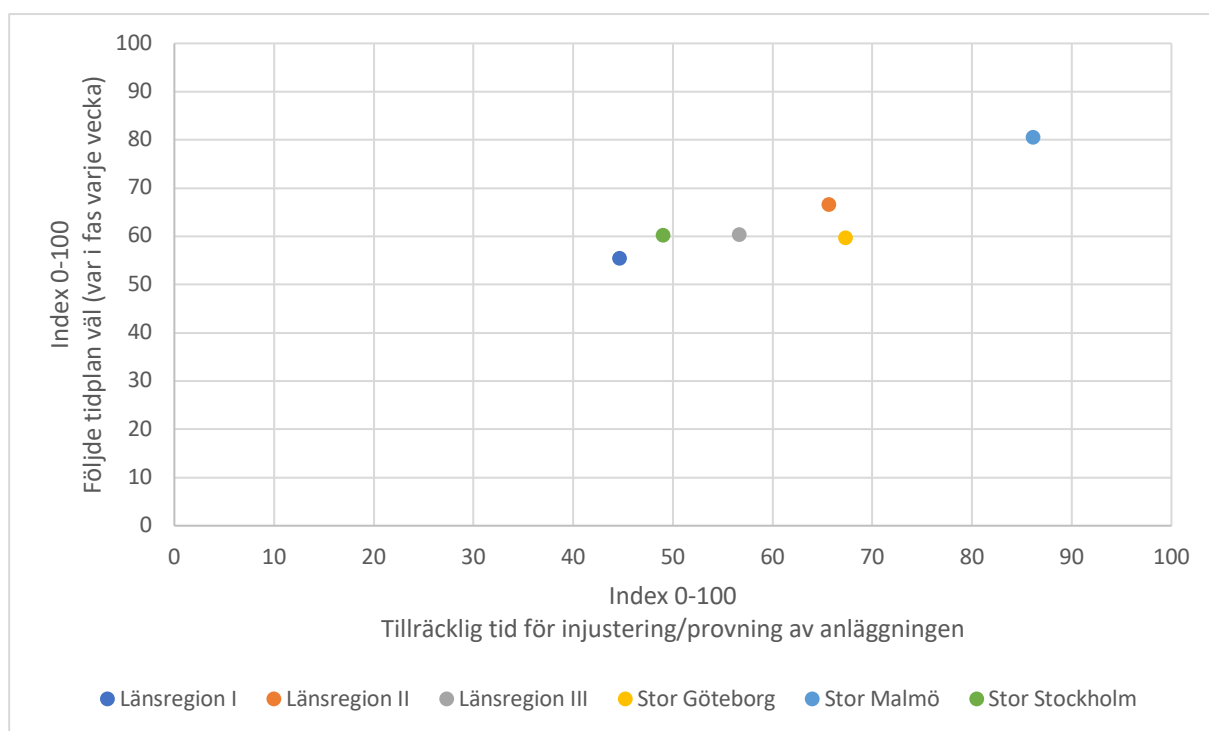
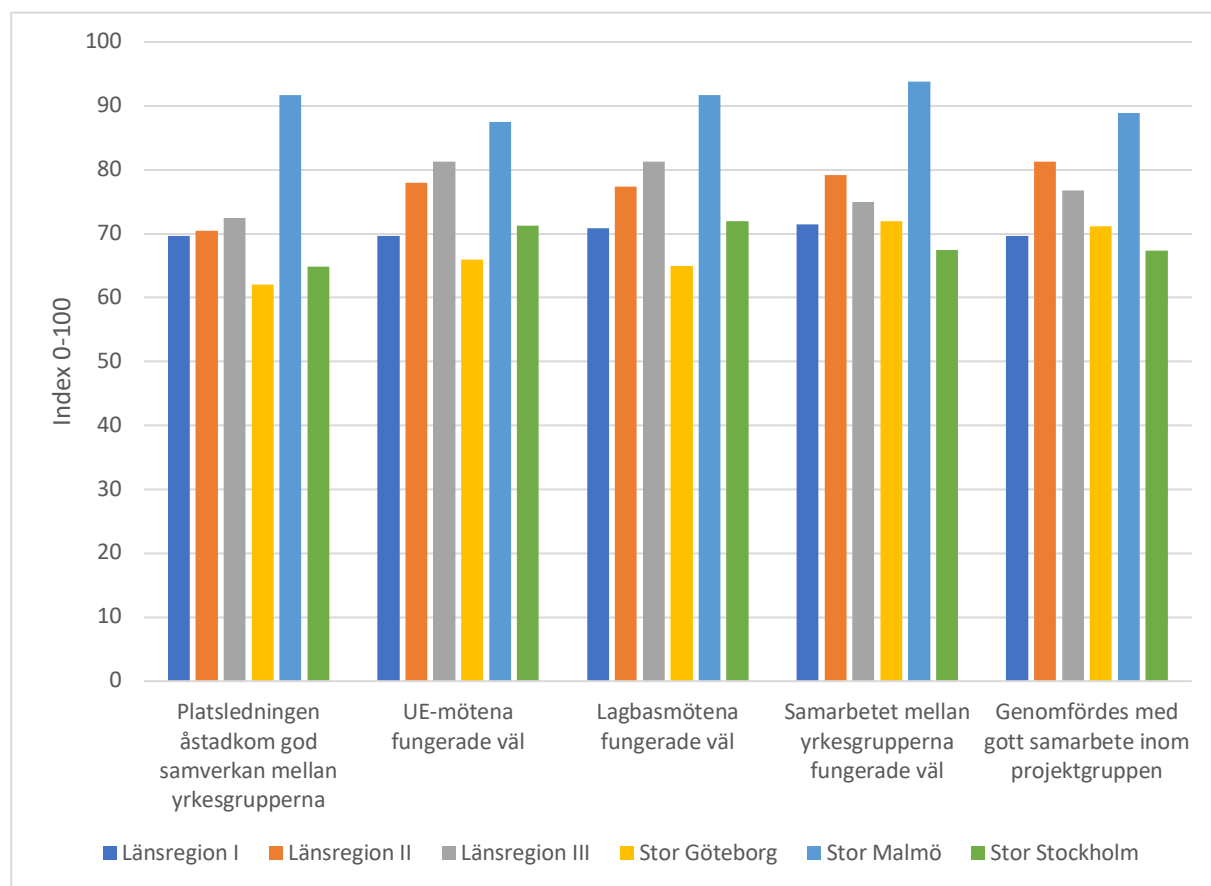


Diagram 38 - Huvudentreprenörens prestation för samtliga VVS-uppdrag enligt index 0-100. N=212



3.4. VVS ENTREPRENÖRERNAS EGENPRESTATION

Den VVS-projektansvariga ombads att genomföra en självskattning av hur det egna företaget presterat i följande dimensioner:

- Tillräcklig bemanning (montörer)
- Våra montörer framförde tydligt sina önskemål (till mig)
- Våra interna förberedelser fungerade väl
- Vi hade god ordning och reda genom hela projektet
- Vår egen tidplanering fungerade väl
- Överföringen av kalkylunderlag till projektledaren fungerade väl
- Startmötet med vår ledande montör var bra
- Vi upplevde ingen stress under projektet
- Vi hade tillräcklig tid för planering, ledning och uppföljning
- Den ledande montören visade engagemang, driv och självständighet
- Arbetslaget visade engagemang, driv och självständighet
- Vi hade en bra produktionskalkyl

I tabell 34 nedan redovisas index för varje dimension.

Tabell 34 - Självvärdering av stödet till byggarbetsplats från eget företag enligt index 0–100. N=212

Uppgift (stöd)	VVS	VS	Ventilation
Tillräcklig bemanning (montörer)	87	87	88
Våra montörer framförde tydligt sina önskemål (till mig)	87	86	88
Våra interna förberedelser fungerade väl	80	79	81
Vi hade god ordning och reda genom hela projektet	77	77	78
Vår egen tidsplanering fungerade väl	78	78	77
Överföringen av kalkylunderlag till projektledaren fungerade väl	81	78	83
Startmötet med vår ledande montör var bra	82	81	83
Vi upplevde ingen stress under projektet	54	53	55
Vi hade tillräcklig tid för planering, ledning och uppföljning	69	65	73
Den ledande montören visade engagemang, driv och självständighet	88	88	87
Arbetslaget visade engagemang, driv och självständighet	84	85	83
Vi hade en bra produktionskalkyl	76	76	74
Antal	212	108	104

Diagram 39 - Självvärdering av stödet till byggarbetsplats från eget företag enligt index 0-100. N=212

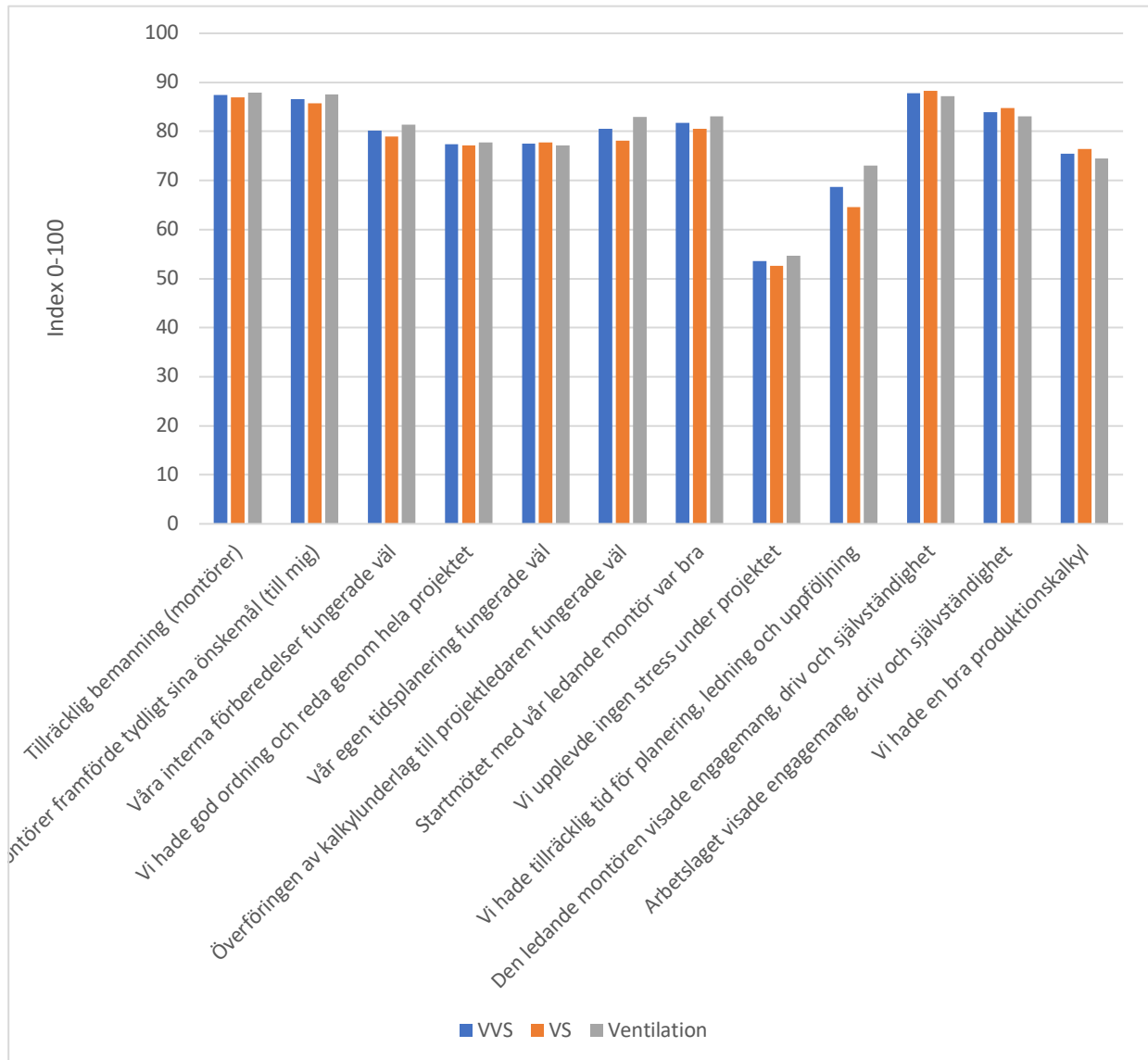


Diagram 40 - Självvärdering av stödet till byggarbetsplats från eget företag för samtliga VVS-projekt enligt index 0-100. N=212

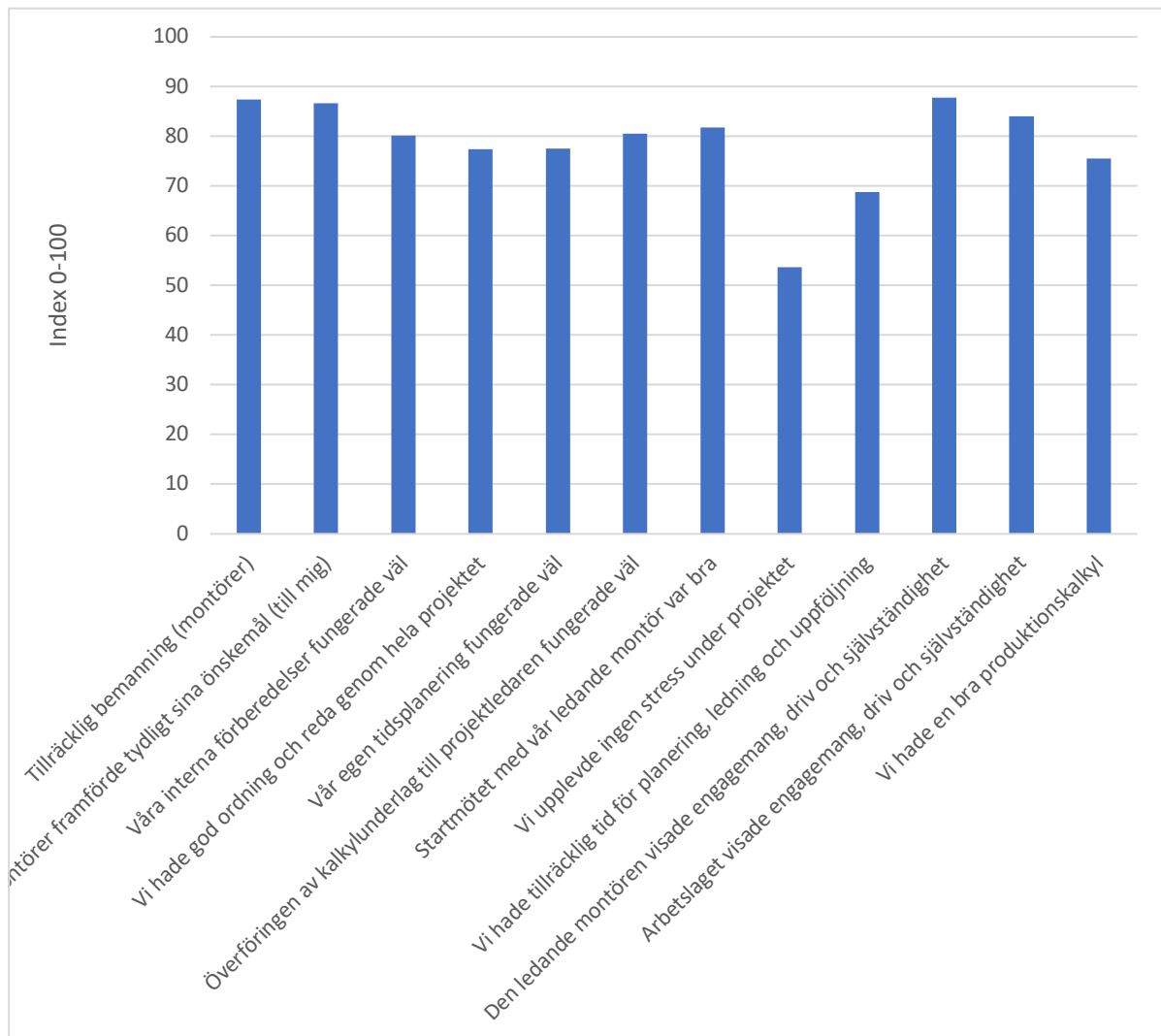


Diagram 41 - Självvärdering av stödet till byggarbetsplats från eget företag för samtliga VVS-projekt enligt index 0-100. N=212

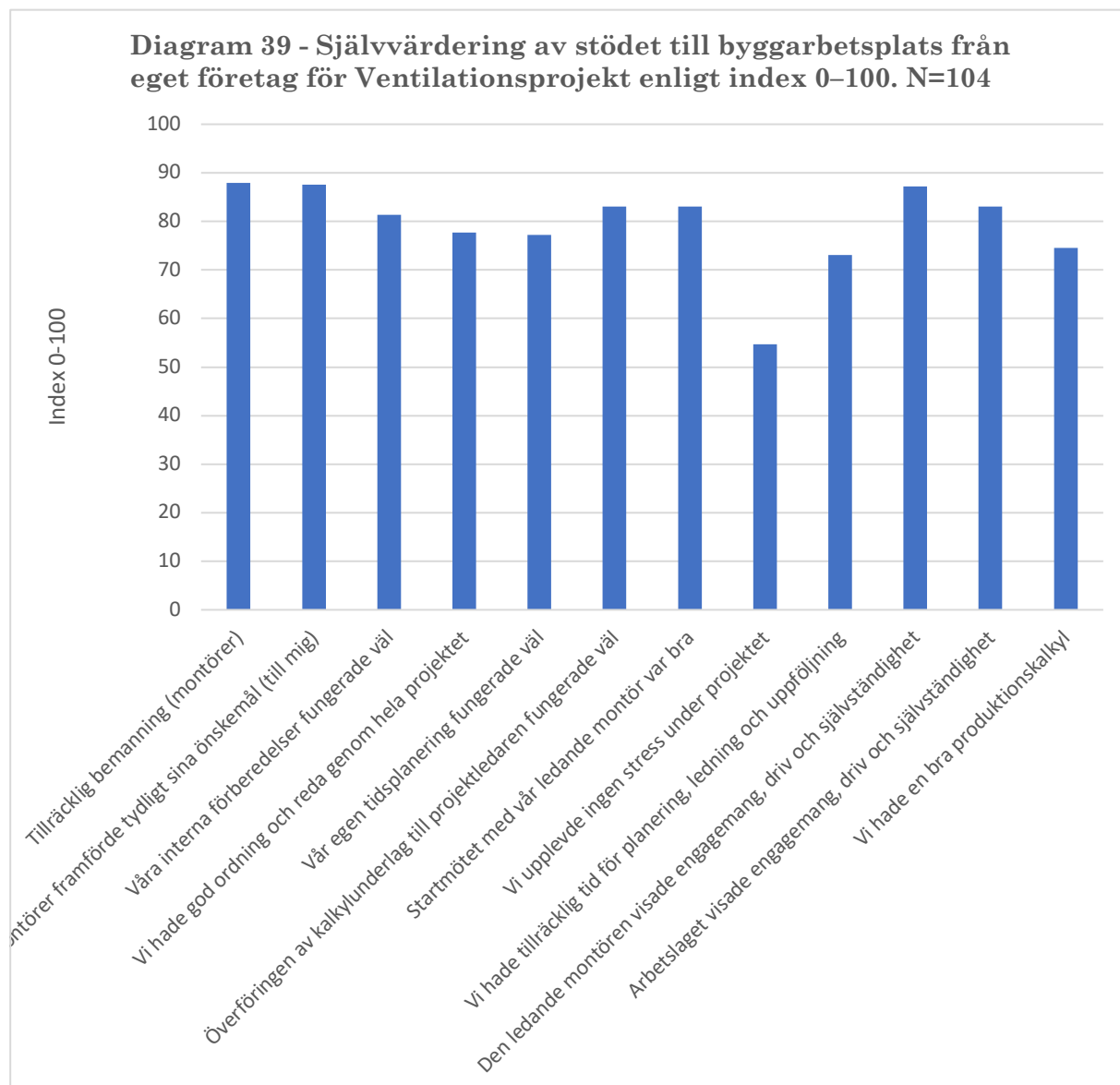
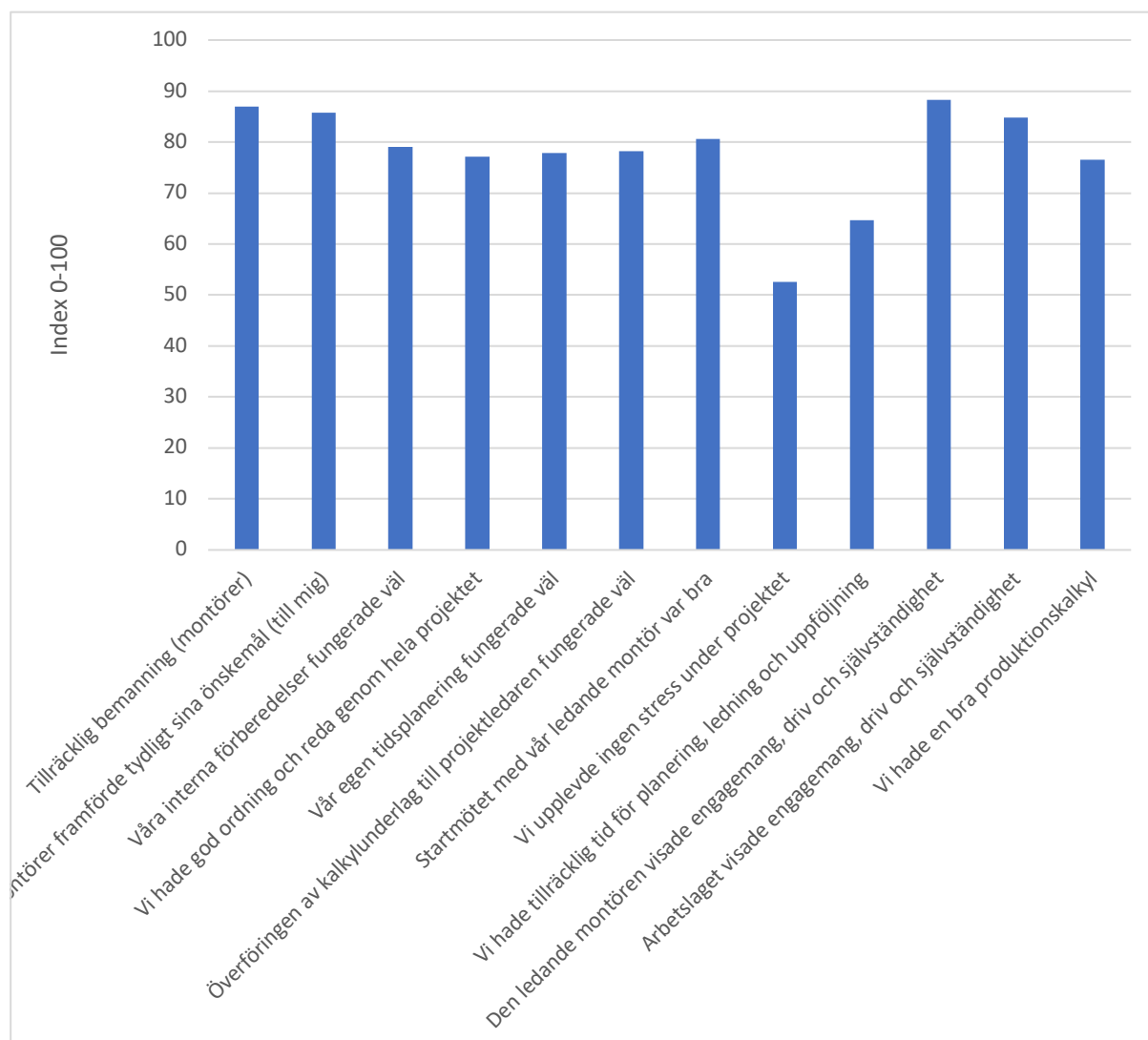


Diagram 42 - Självvärdering av stödet till byggarbetsplats från eget företag för VS-projekt enligt index 0-100. N=108



Tabell 35 - Materialleverantörens prestation för ventilationsprojekt enligt index 0-100. N=104

Typ av entreprenör	Aggregat	Spjäll och ljuddämpare	Kanaler med tillbehör	Don
Ventilation	91	88	86	90

Tabell 36 - Materialleverantörens prestation för VS-projekt enligt index 0-100. N=104

Typ av entreprenör	Shuntgrupper	Ventiler	Rör med tillbehör	Radiatorer	Porslin och blandare
VS	87	88	85	79	83

Summering

Projektorganisationens prestationer är ramsättande för projektproduktiviteten och processiviteten. Beställarens prestation, enligt VVSprojektledaren, är på en bra hög nivå avseende tydliga mål. Värderingen varierar per region, bäst utvärdering får beställare i Region Nord (I) och sämst i Stor-Göteborg.

VVS-projektledarna värderar konsulternas prestation markant högre i region III än i övriga region, när det gäller byggbarhet och möjlighet för samtal. Detta varierar per region.

Huvudentreprenörens prestation mäts i 13 dimensioner med huvudrubrikerna: samarbete, leveranssäkerhet, produktions- och produktkvalitet. Entreprenörerna värderas av VVS-projektledarna som högst presterande inom arbetsmiljö och produktionskvalitet och sämst när det gäller innovation och kvalitet av tidsplan. Detta varierar per region. Samarbete är bäst i Region III (syd) och sämst i Stor-Stockholm.

VVS-projektledarna utvärderar eget företag högt. Det gäller stöd i det administrativa arbetet, bemanning för att utföra projektet, medbestämmande vid val av UE och företagets prioritering av projektet. Där är en hög nivå av nöjdhet när det gäller den ledande montörs engagemang, montörernas tydliga framförning av önskemål och arbetslagets engagemang.

VVS-materialleverantörernas prestation är värderad av VVS-projektledaren. Prestationen värderas på en acceptabel nivå (drygt 86%) för alla 9 byggmaterialgrupp (spjäll, don, ventiler, porslin m.m.). enda undantag är leverans av radiatorer.

4. PRODUKTIONSFÖRUTSÄTTNINGAR I VVS

Produktiviteten vid byggnation av olika VVS-installationer är beroende av att en rad produktionsförutsättningar är på plats. Ett antal omgivningsfaktorer, men också produkt- och organisationsrelaterade förhållanden.

4.1. OMGIVNINGSAKTÖRER

Omgivningsfaktorer för VVS projekt är något annorlunda än för andra aktörer i byggbranschen. Detta omfattar till exempel marknadsrelation, placering och roll på marknaden, och väderförhållanden som andra entreprenörer i hög grad påverkas av, men inte VVS.

Även politiskt relaterade förhållanden så som kommunala beslut har sällan haft direkta konsekvenser för enskilda VVS projekt, bedömt utifrån respondenternas svar om de största störningarna.

4.2. PRODUKT OCH ORGANISATIONSRELATERADE FÖRHÅLLANDEN

En omgivningsfaktor kan sägas att vara beställare och vilken kontraktrelation det finns mellan beställare och byggaktörer. Typ av beställare framgår av tabell 37. I denna undersökning finns många företag som är beställare (138 svarar till 65% av beställarna). En stor grupp av dessa jobbar med bostadsutveckling och är representerade här med flerbostadshusprojekt (90 eller 43%) Andre kontraktrelaterade förhållanden är redovisat i kapitel 6 om produktivitetsförbättringar (kapitel 6.1). Lagen om offentlig upphandling

tillämpades i cirka 35% av projekten. I undersökningen finns en bra andel partneringsprojekt som VVS-entreprenören har deltagit i (se kapitel 6.1 för partnering).

Tabell 37 - Typ av beställare för samtliga VVS-projekt. N=211

Beställartyp	Antal
Företag	138
Kommunalt bostadsbolag	32
Kommunal	17
Bostadsrättsförening	14
Förening	8
Stat/myndighet	1
Landsting/Region	1
	211

Tabell 38 - Samtliga VVS-projekt som varit produktionstekniskt utmanande per region enligt index 0–100. N=210

Dimensioner	Länsregion I	Länsregion II	Länsregion III	Stor-Göteborg	Stor-Malmö	Stor-Stockholm
Trång arbetsplats (svårt med transporter och lagerutrymmen)	41	43	52	49	33	42
Monteringen var produktionstekniskt utmanande	27	41	43	40	11	38
Begränsad tid för planering och beredning	45	39	52	37	36	43
Tydliga och fullständiga handlingar	55	67	72	65	67	66
God byggbarhet (produktionstekniskt bra lösningar)	54	69	68	64	75	67
Goda möjligheter till samtal med projektören	79	79	82	84	89	74
Målbilden var tydlig från beställaren	70	81	76	74	83	77
Antal	14	77	30	26	9	54

Tabell 38 visar en del geografisk spridning på produktionstekniska utmaningar. Uppdragslederna är å ena sidan kritiska åt kvalitén på handlingarna och å andra sidan uppfattas möjligheterna för dialog med projektören som goda. Många av VVS-företagen är lokalt förankrade och det är sannolikt att även projektören är från ett lokalt företag där flera av aktörerna känner varandra sedan tidigare och betraktas som långsiktig affärspartner.

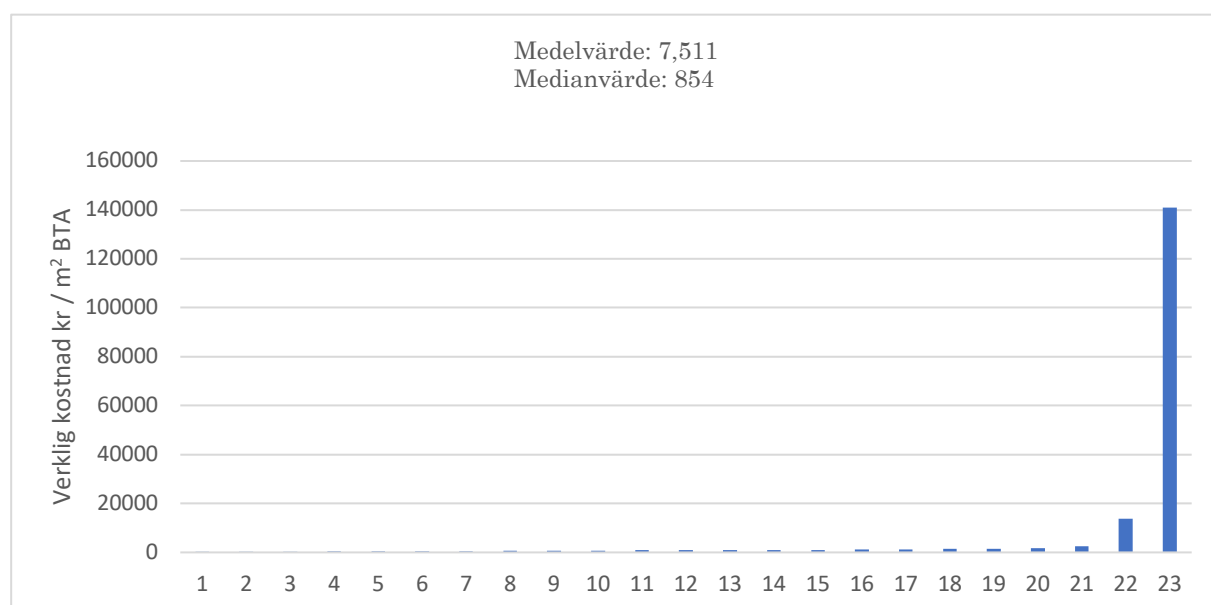
Summerande har detta avsnitt fokuserat på ett urval av produktionsförutsättningarna för VVS-projekt. I denna undersökning är många VVS-uppdrag initierad av privata företags bostadsutveckling eller fastighetsutveckling och därav följande investeringar, medan endast 33% är offentliga beställare. I huvuddrag har projekten inte varit utsatta för alvarliga produktionstekniska utmaningar. VVS-projektledarna angav att projekten haft sådana utmaningar i cirka 43% av fallen och något färre än hälften (43%) angav att projektet hade problem med trång byggarbetsplats som kunna tänkas att relatera till lokala geografiska förhållanden. Denna typ av utmaning är i hög grad fördelad över hela Sverige, vilket visar att upplevelsen av trånga förhållanden kan uppstå även utanför storstadsregionerna.

5. DETALJANALYS

En fråga är om variationen i kostnad per kvadratmeter kan härledas till att många olika produktkategorier är hopslagna. I detta avsnitt redovisas därför mer i detalj de tre produktkategorierna: flerbostadshus, skolor/förskolor och kontorsbyggnad, för att efterfråga förklaringar på variationerna.

Diagram 43 visar kostnader per kvadratmeter för VVS-uppdrag i flerbostadshus. Diagrammet domineras av två projekt med höga kostnaden (22 och 23). Dessa tas bort i diagram 44. I Diagram 44 ses att variationen är stor även mellan projekt 1-21.

Diagram 43 - Kostnad för Flerbostadshus för VVS-projekt. N=23

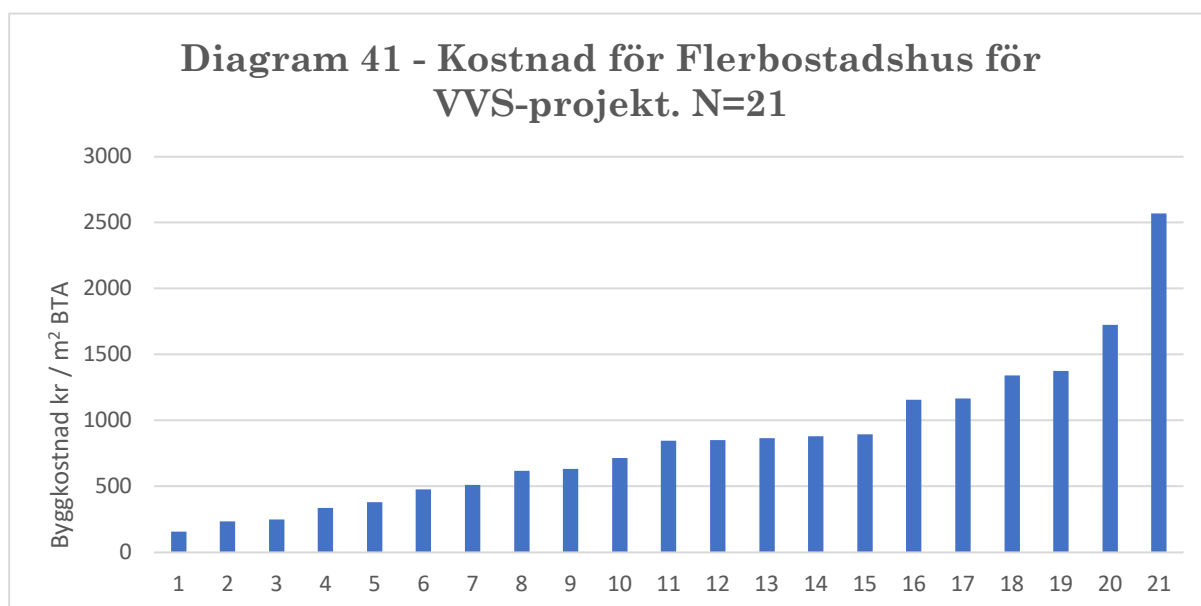


I diagram 44 är medelvärdet 857 kr /kvm BTA och median 846 kr /kvm BTA. Vid jämförelse av projekt nr18 och projekt nr3 är variationen mer än 400%.

Projekt nr3 är tre blockhus med 5 våningar vardera, total 10,000 kvadratmeter till en kostnad på 250 kr /kvm BTA.

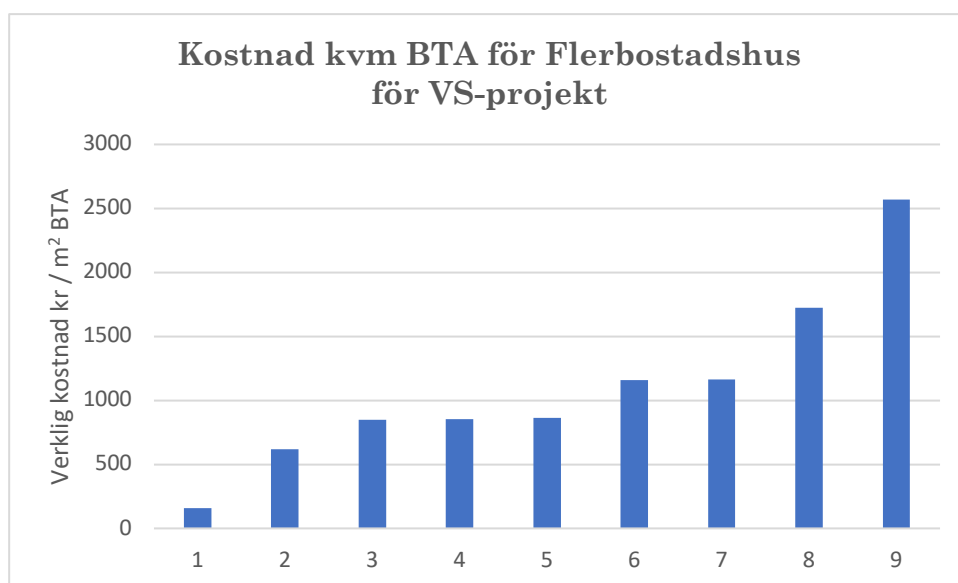
Projekt nr18 är ett blockhus på 9 våningar, totalt 4,500 kvadratmeter till en kostnad på 1,340 kr/kvm BTA. Båda projekten är i region II, mellersta Sverige, och det geografiska avståndet mellan de två byggarbetsplatserna är cirka 200 km och avståndet till Stockholm är stort, mer än 200 km. Båda projekten är VS-entreprenader.

Diagram 44 - Kostnad för Flerbostadshus för VVS-projekt. N=21



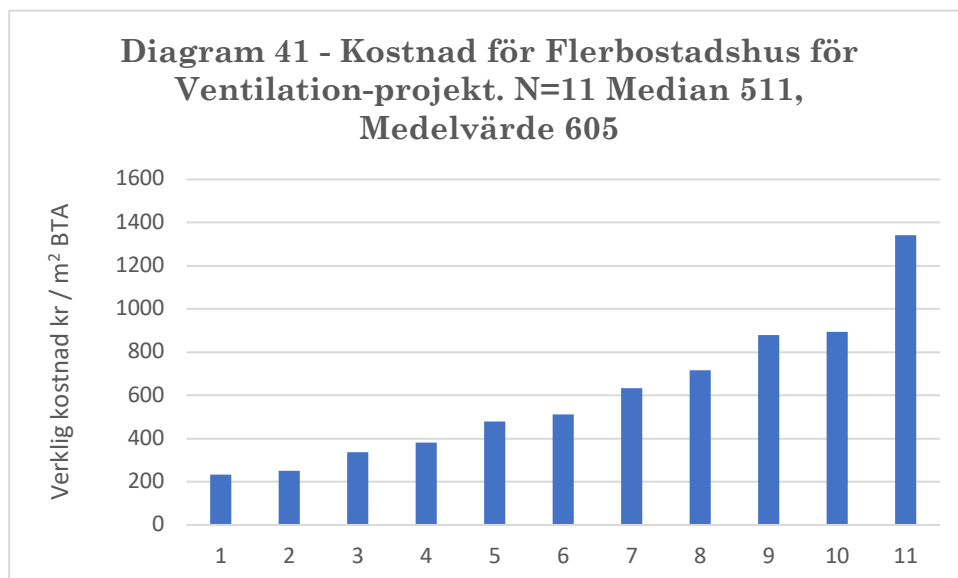
Nedan visas VS och Ventilation separat.

Diagram 45 - Kostnad kvm BTA för Flerbostadshus för VS-projekt



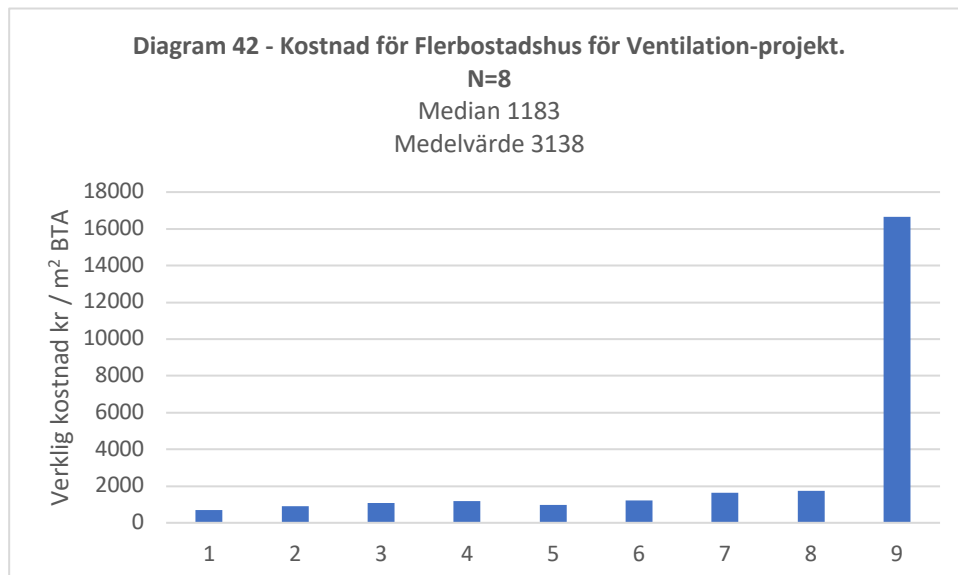
Resultatet blir allt mer osäkert ju mer man går i detalj. Men det gemensamma resultatet är att kostnad per kvadratmeter varier mycket både i VS- och i Ventilation-entreprenader.

Diagram 46 - Kostnad för Flerbostadshus för Ventilation-projekt. N=11 Median 511, Medelvärde 605



Om man sen ser på VVS-projekt i skolbyggnation visar diagram 47 fördelningen av de 9 Ventilations projekt som finns i undersökningen:

Diagram 47 - Kostnad för Skola/Förskola för Ventilations-projekt. N=9



Projekt nr9 är en skola för 4-9 år, som blev försenad och ändrings- och tilläggsarbeten i projektet är en stor del av kostnaden. Det kan upplevas som att projekt nr9 dominerar bilden och drar upp medelvärde och median. Men kostnadsvariationen mellan projekt 1 och 8 är ändå mer än 100%. Projekt 1 kostade 683 kr/m² BTA och projekt 7; 1,735 kr / m².BTA Om projekt nr9 tas bort är medelvärdet 1,178 kr /kvm BTA (istället för 2,897 kr / kvm BTA).

Av dessa 9 projekt är fem av typ F-6 skola, alltså skola för de första 7 årskurserna. Alla projekt är ventilationsentreprenader. Tabellen nedan har sammanställt dessa:

Tabell 39 - Kostnad per kvm BTA Ventilation F-6 skolar

m ² BTA	Kr	Kostnad/kvm	Elever
8800	8500	966	704
3325	3569	1073	330
6000	7100	1183	350
4300	7000	1628	350
5000	8675	1735	540

Av tabellen framgår att skolorna är byggda för olika antal elever till viss del, men de största byggnationerna visar här både den högsta och den lägsta kostnadsnivån, skillnaden mellan dessa är drygt 100% i kostnad. Variationen mellan de tre med nästan samma elevtal (330–350) är från 1,073 till 1,628 kr per kvadratmeter. Det är en variation på 52%.

I diagram 48 visas kostnadsvariationen för kontorsbyggnad. Variationen är här något mer begränsad. Jämförs projekt nr2 med projekt nr10 är variationen 137 % (alltså väsentligt mindre än vad vi såg under flerbostadshus ovan och i stora drag på nivå med skolbyggnation-variationen). Om projekt nr1 borttogs är medelvärde 990 kr/kvm BTA, median 1000 kr/kvm/BTA.

Diagram 48- Kostnad för Kontorsbyggnader för VVS-projekt. N=10

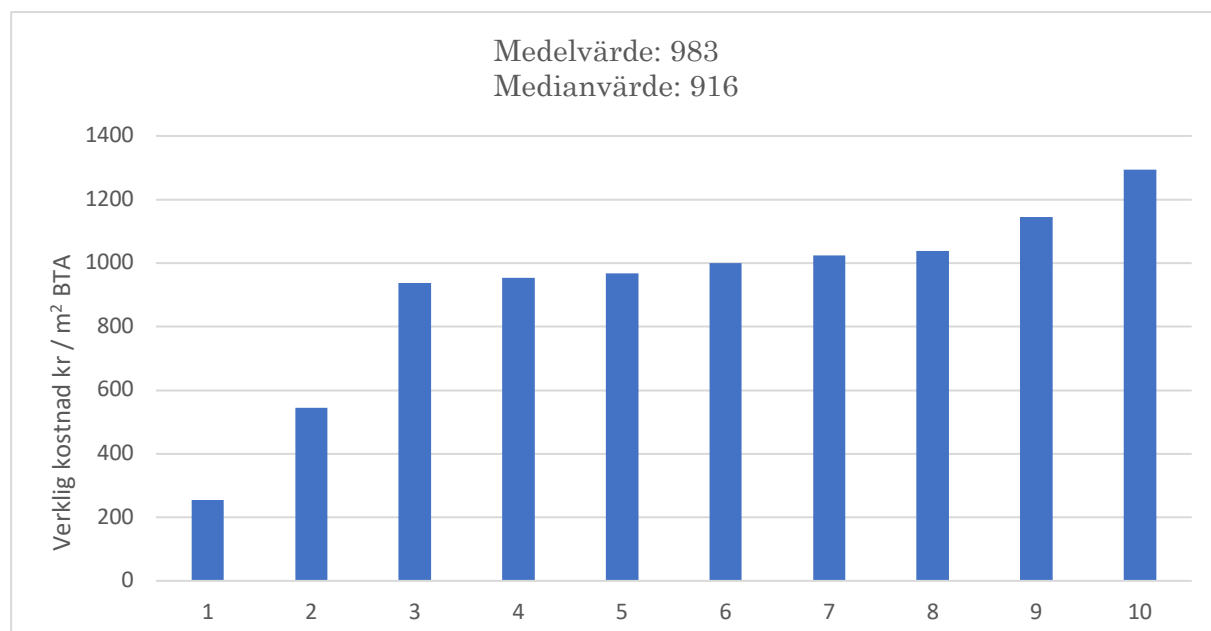


Diagram 49 - Kostnad för Kontorsbyggnader för VS-projekt. N=6

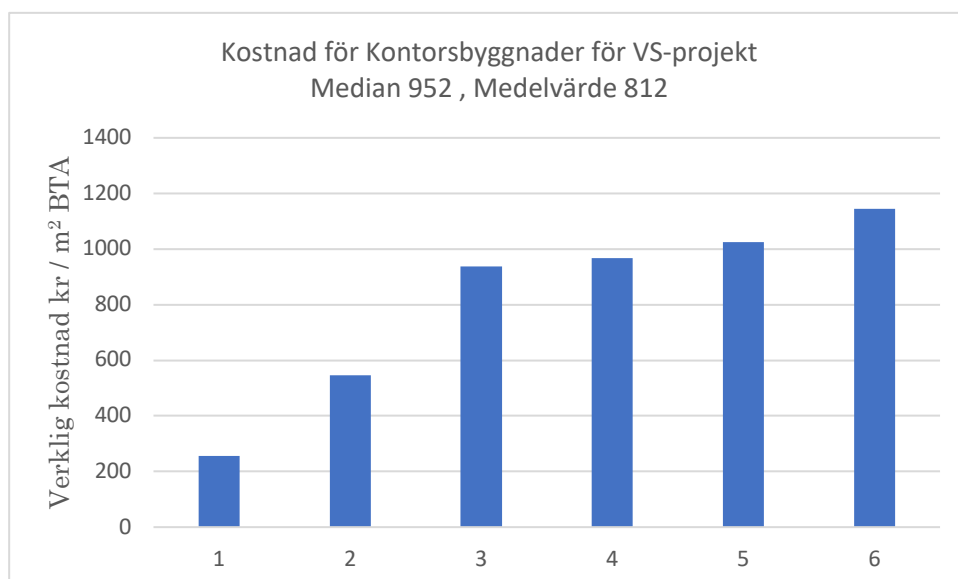
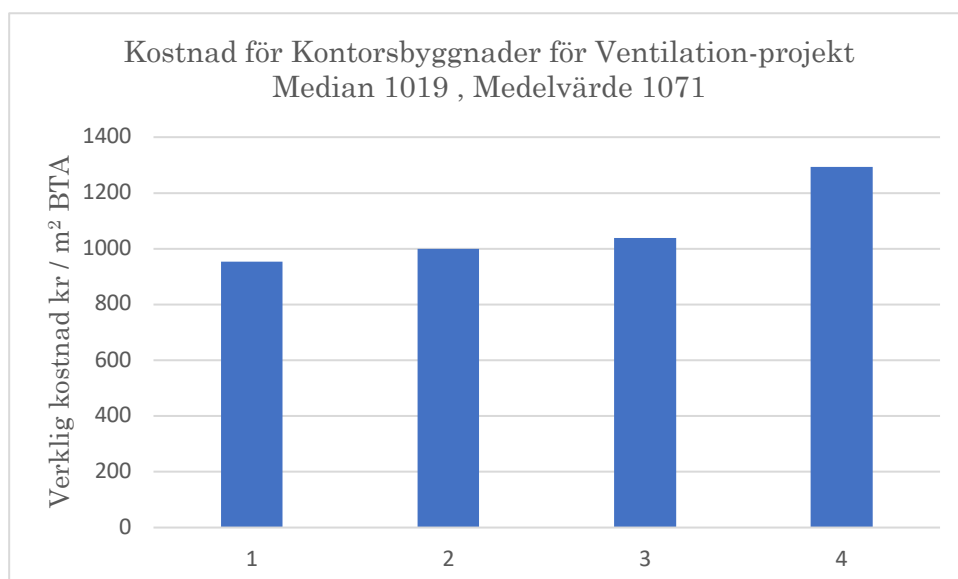


Diagram 50 - Kostnad för Kontorsbyggnader för Ventilationsprojekt. N=4



Summerande har detaljanalys i detta avsnitt undersökt om ett starkare produktfokus på flerbostadshus, skolor och kontorslokaler skulle kunna ge en mer homogen kostnadsbild, och därmed förklara kostnadsvariationen i VVS-uppdrag. Detaljanalysen visar att variationen inom Ventilation och VS är grundat i andra förhållande än produktvariation, tydligast i skol-analysen där sex jämförbara skol-ventilationsprojekt uppvisar i princip lika stor variation som generellt i undersökningens VVS entreprenader. Samtidig blir resultatet mer osäkert, några få projekt skärskådas.

6. HUR KAN PRODUKTIVITETEN FÖRBÄTTRAS

I kapitlet ovan behandlades läget för produktivitet igenom inom VVS-uppdraget för 2018, för lokal och flerbostadshus. Här ställs nu frågan hur produktiviteten kan förbättras inom VVS-uppdraget. Denna fråga kan ta utgångspunkt i de lärdomar analysen ovan har lagt fram, som representerar läget i byggprojekt just nu men också utifrån vad som många företag i branschen har identifierat skulle kunna förbättra produktiviteten. I denna undersökning fokuseras på kontraktsformer och samverkan där nya kontraktsformer som partnering hoppas kunna förbättra produktiviteten. Building Information Modelling BIM har haft stor uppmärksamhet i en lång period, och motsvarande har Lean Construction lyfts fram som strategi för att förbättra byggprocesser. Vi har frågat VVS-projektledaren om deras erfarenheter med dessa strategier, men har också ställt frågan om där eventuellt också finns andra tillvägagångssätt som har gett produktivitetseffekter. Slutligen finns i enkäten också öppna frågor om lärdomar och störningar. Kapitel 6 har därför detta innehåll:

- Kontraktsformer och samverkan
- Användning av building information modelling (BIM)
- Användning av Lean Construction
- Andra tillvägagångssätt
- Lärdomar (utifrån störningar)

6.1. KONTRAKTSFORMER OCH SAMVERKAN PARTNERINGPROJEKT

I detta avsnitt fokuseras på användning av partnering. Partnering är en samarbetsform som anses kunna åtgärda koordinations- och samverkansutmaningar i bygg- och anläggningsprojekt. I enkäten presenterades beställarens projektledare för denna definition av partnering:

”Partnering= samverkansform baserad på strukturerat och förtroendefullt samarbete, ofta med gemensamma mål, gemensamma aktiviteter och gemensam /öppen ekonomi.”

VVS-projektledaren har i 22 projekt angivit att partnering har tillämpats. Byggkostnaden ligger i genomsnitt markant lägre i denna urvalsgrupp än de projekt som inte uppgett att de arbetar i samverkan. Detta ska betraktas i ljuset av att variationen i byggkostnaden är stor, inom respektive urvalsgrupp och att antalet svar i varje grupp är begränsad.

Tabell 40 - Partnering kostnadsjämförelse per kvm , Flerbostadshus N=21, Lokal N=45, Ventilation och VS-projekt

Verklig kostnad kr/m2 (Medelvärde) Lokal				
Ventilation-projekt		VS-projekt		
Tillämpade partnering	Tillämpade inte partnering	Tillämpade partnering	Tillämpade inte partnering	
770	1956	1093	2270	
Antal 6	17	6	16	
Verklig kostnad kr/m2 (Medelvärde) Flerbostadshus				
Ventilation-projekt		VS-projekt		
Tillämpade partnering	Tillämpade inte partnering	Tillämpade partnering	Tillämpade inte partnering	
805	599	1141	2815	
Antal 2	8	3	8	

Diagrammen nedan illustrerar det samma som tabell 40. Kostnaden är markant lägre i partnering än i vanliga uppdrag med undantag av ventilationsprojekt i flerbostadshus

Diagram 51 Partneringprojekt kostnad Ventilation och VS, Lokal

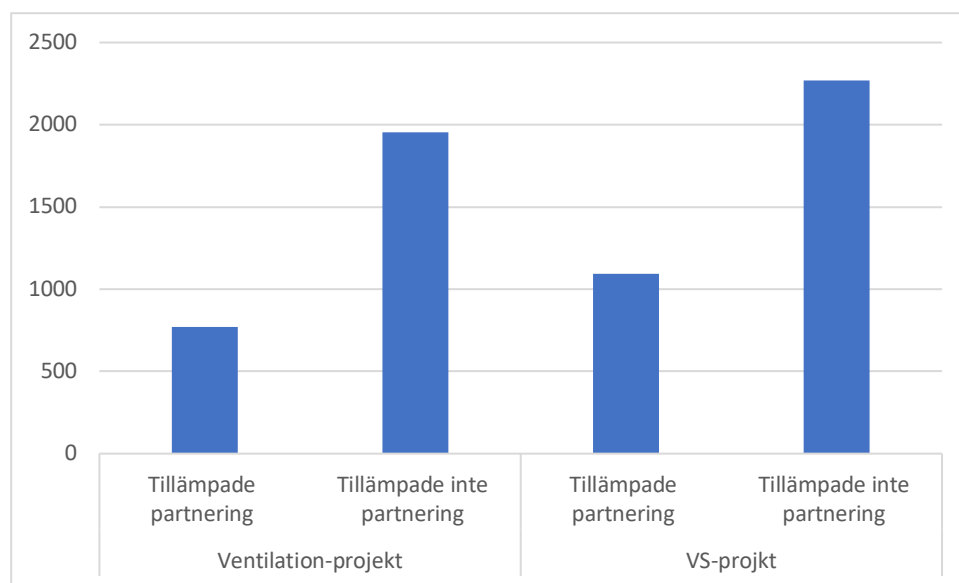
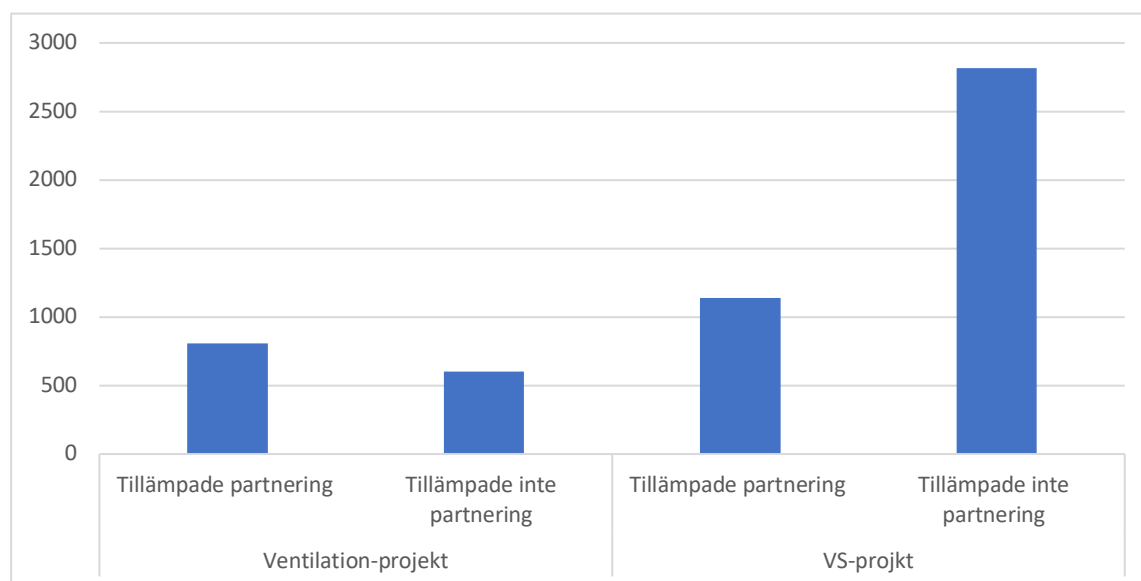
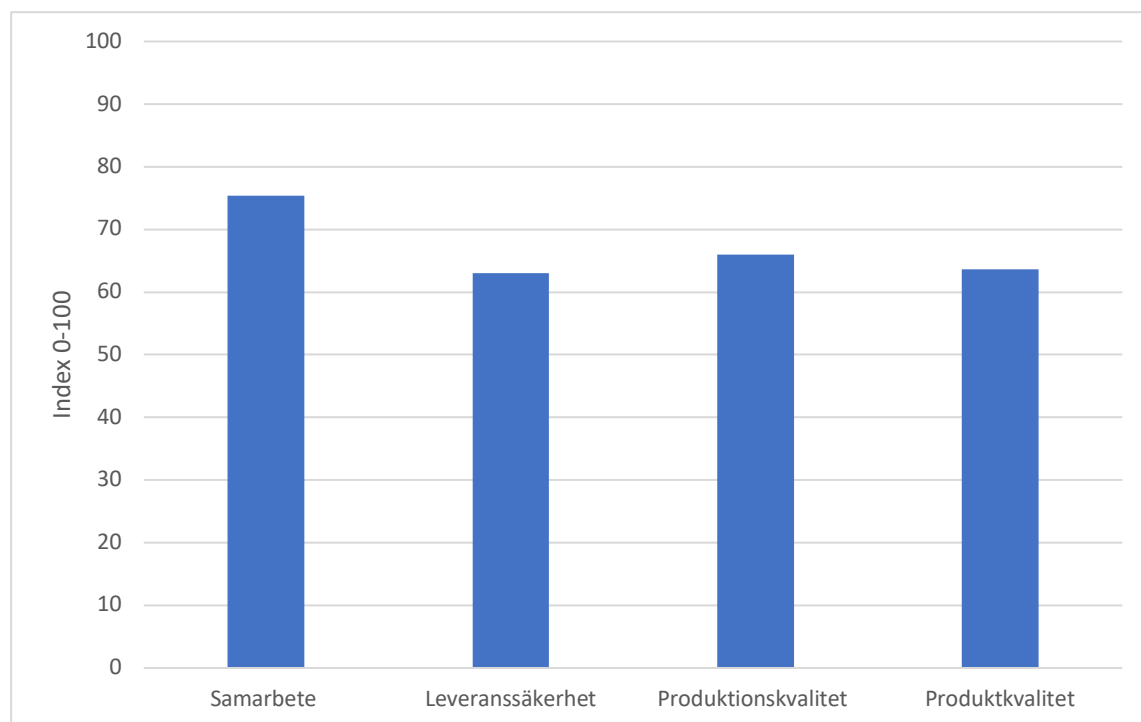


Diagram 52 Partneringprojekt kostnad Ventilation och VS Flerbostadshus



VVS-projektledarens värdering av huvudentreprenörens prestation i partneringprojekt framgår av diagram 53. Dessa index är ok, men inte högre än i vanliga VVS projekt.

Diagram 53 - Huvudentreprenörens prestation i partneringprojekt



Tabell 41 - Samtliga VVS-projekt fördelat på upphandlingsform "totalentreprenad", ersättningsform & partnering. N=144

Upphandlingsform	Antal	Ersättningsform	Partnering
Totalentreprenad	1	både fast och löpande	Ja
Totalentreprenad	1	En fast del och en rörlig del	Ja
Totalentreprenad	4	Fast pris	Ja
Totalentreprenad	125	Fast pris	Nej
Totalentreprenad	1	fast samt rörlig	Ja
Totalentreprenad	2	Incitamentsavtal	Ja
Totalentreprenad	1	Incitamentsavtal	Nej
Totalentreprenad	1	Jobbar efter en budget och procentsats.	Ja
Totalentreprenad	1	Löpande mot en budget.	Ja
Totalentreprenad	7	Löpande räkning	ja

Tabell 42 - Samtliga VVS-projekt fördelat på upphandlingsform "utförandentreprenad", ersättningsform & partnering. N=56

Upphandlingsform	Antal	Ersättningsform	Partnering
Utförandentreprenad	1	både fast och löpande	Ja
Utförandentreprenad	8	Fast pris	Ja
Utförandentreprenad	38	Fast pris	Nej
Utförandentreprenad	2	Incitamentsavtal	Ja
Utförandentreprenad	6	Löpande räkning	Ja
Utförandentreprenad	1	Löpande räkning	Nej

Summerande är partnering som arbetsform överlägset andre arbetsformer när det gäller VVS-entreprenaders produktionskostnad, med undantag av ventilationsprojekt i flerbostadshus, men partnering är inte tillämpligt i högre utsträckning, endast 21 projekt av 212 använder partnering, och det gör visserligen resultatet något osäkert. Däremot är totalentreprenad med olika incitamentsformer mycket använt (144 fall) men hur effektiv denna kontraktsform är, är inte kartlagt.

6.2. ANVÄNDNING AV BUILDING INFORMATION MODELLING (BIM)

De senare år har många företag investerat i BIM mjukvara. Det finns inte mycket att läsa om den gemensamma utvecklingen av VVS-branschen på detta område. Samtidig visar internationella undersökningar mer och mer tydligt att BIM användning kan öka produktiviteten. Det undersöktes därför här: vilken effekt BIM har haft på produktiviteten. Första markanta resultatet är emellertid att färre än hälften av VVS-projekten anger att de har tillämpat BIM, se tabell 43. Det skall dock beaktas att denna undersökning bygger på de 500 största byggprojekt som avslutades 2018, vilket betyder att det är generellt sätt stora, komplexa projekt som har stor omsättning. Av de som angett att de tillämpade BIM i det konkreta projektet, tillfrågades hur väl påståendet "BIM förbättrar produktivitet" passar på det egna projektet. Svaret ses i tabell 44 nedan.

Tabell 43 - Fördelning svar användning av BIM

Användning av BIM	Antal
Tillämpade BIM	77
Tillämpades ej	103
Vet ej	29
Summa	209

Tabell 44 – BIM förbättrar produktiviteten

Fördelning svar erfarenhet	Antal
Inte alls 1	7
2	16
3	14
4	32
Mkt väl 5	8
Summa	77

Detta svar kan tolkas som en aning ljummet. 30 projektledare anger ”2”-”3” och bara 8 ”mycket väl”. Det kan tolkas som att även om projektet har tillämpat BIM är VVS-projektledaren inte övertygad om att BIM ökar produktiviteten. Om BIM användare /icke BIM användare sammanställs med kostnad för VVS-projektet från tidigare, framkommer ett mått för om BIM kan reducera kostnaden i ett VVS-projekt. I tabell 45 ses kostnadsgrupp för kostnadsgrupp att BIM användare lyckas med att sänka kostnaden jämförd med inte BIM användare.

Tabell 45 - Percentilers population BIM använder jämförd med inte BIM använder

Percentil	Verklig kostnad (kr/m ² BTA) använder BIM N=26	Verklig kostnad (kr/m ² BTA) inte använder BIM N=42	Kostnads-reduktion med BIM %
10-percentil	253	266	5
25-percentil	538	691	33
50-percentil (medianvärde)	960	972	1
50-percentil (medelvärde)	1,045	5,487	83
75-percentil	1,330	1,346	1
90-percentil	1,639	2,587	7

Det finns i underlaget två relativt små projekt som inte använder BIM (2,000 och 3,000 kvadratmeter) som har höga kostnaden och påverkar det samlade resultat ganska mycket. Om dessa tas bort blir 90% percentilens kostnadsreduktion bara 4% och de två

percentilerna med 1% utfall blir reducerade till 0, alltså ingen skillnad mellan BIM och inte BIM i 75 percentil och i medianvärdet.

Det kan antas att företagens BIM investering har mognat över tid och det därför skulle kunna ses en kostnadssänkning när tidig (omogen) BIM (2014) jämförs med mer mogen 2018. Resultatet indikerar att även med detta synsätt har BIM reducerad kostnader.

Tabell 46 - Använder BIM projektkostnader

VVS-projektkostnad kr/m ²			Antal
År	Medelvärde	Medianvärde	
2014	3256	791	107
2018 (Deflated)	987	941	30

Vanligtvis betraktas BIM som ett verktyg för att underlätta primärt projekteringen. I denna undersökning är fokus emellertid på byggproduktionen. Det finns dock varianter av BIM som underlättar produktionen direkt. I Tabell 47 ses en sammanställning av VVS-projektledarnas värdering av BIM inflytande på de två produktionsprocessparametrarna störningsfrihet och förmåga att hålla tidplan. När det gäller störningsfrihet är relationen mellan hög värdering av BIM och hög värdering av störningsfrihet rätt klar. Däremot är effekten med bättre tidhållning mindre klar.

Tabell 47 - BIM inflytande på processparametrar I

BIM ökade produktiviteten	Störningsfrihet	Håller tidplan
1	50	64
2	52	56
3	48	52
4	66	65
5	84	81
Tillämpade inte BIM	65	69

Det är bara vid de högsta värderingar av BIMs effekt som BIM användning värderas ha mer inflytande på störningsfrihet och förmåga att hålla tidplan än om man inte tillämpar BIM. Tabell 48 fokuserar sen på samarbete, leveranssäkerhet och produktkvalitet. Det är bara vid produktkvalitet att BIM tillämpning presterar bättre.

Tabell 48 - BIM inflytande på processparametrar II

	Samarbete	Leveranssäkerhet	Produktkvalitet	Antal
Tillämpade BIM	74	62	68	77
Tillämpade inte BIM	79	69	64	103

6.3. ANVÄNDNING AV LEAN CONSTRUCTION

Lean Construction har sedan länge tillämpats av entreprenörer i bland annat USA. Filosofin är väl inarbetad i Sverige och i svensk byggbransch. Ett centralt verktyg i Lean Construction är till exempel last planner som är ett planerings- och koordineringsverktyg

för arbetet på plats. Det stärker typisk samarbetet mellan huvudentreprenörer och underentreprenörer.

Både i Sverige och internationellt finns forskningsresultat som indikerar att Lean Construction kan förbättra produktiviteten. I Sverige finns detta i enskilda företag. Men det finns än så länge bare lite om den mer generella användning, och väldigt lite om användningen inom VVS.

Denna undersökning har därför tillfrågad VVS-projektledaren om eventuell tillämpning av Lean Construction. Det första markanta resultatet är att bara en väldigt liten del av de VVS-projekt som avslutades 2018 använder Lean Construction. I Tabell 49 ses att bara 19 av 206 projekt svarade att de använde Lean.

Tabell 49 - Fördelning svar användning av Lean

Användning av Lean	Antal
Tillämpade Lean	19
Tillämpades ej	156
Vet ej	31
Summa	206

Dessa 19 personer som svarade att de använt Lean, fick sedan en fråga om deras erfarenhet av Lean, Tabell 50

Tabell 50 - Fördelning svar erfarenhet med Lean

Stor erfarenhet av Lean	Antal
Inte alls 1	4
2	7
3	4
4	3
Mkt väl 5	1
Summa	19

Tabell 50 måste tolkas som att VVS-projektledarna inte har särskilt stor erfarenhet av Lean. Last planner är annars ett direkt sätt att överkomma någon av de utmaningar VVS-projektledarna upplever i samarbetet med huvudentreprenören.

Tabell 51 sammanställer kostnader i 2014 med 2018 när det gäller lokal. Där kan konstateras en liten sänkning av kostnaden i 2018.

Tabell 51 - Använder Lean byggkostnader

Verklighetskostnad kr/m ²	Median	Medelvärde	Antal
2014	791	3256	107
2018 (Deflaterad 13%)	736	796	4

I tabell 52 ses att Lean verkar ge kostnadssänkning i de höga kostnadsgrupperna (50 percentil och över), medan lågkostnadsgrupperna karakteriseras av att kostnaden är lägre om man inte använder Lean.

Tabell 52 - Percentiler kostnad Lean använder jämförd med inte Lean använder

Percentil	Verklig kostnad (kr/m2 BTA) använder Lean N=4	Verklig kostnad (kr/m2 BTA) inte använder Lean N=54
10-percentil	638	251
25-percentil	658	593
50-percentil (medianvärde)	846	966
50-percentil (medelvärde)	915	4443
75-percentil	1103	1355
90-percentil	1247	2117

Tabell 53 och 54 sammanställer två processparametrar för produktionen som skulle kunna antas bli bättre vid tillämpning av Lean. Tyvärr indikerar tabellerna att projekt utan Lean presterar bättre än projekt som tillämpar Lean.

Tabell 53 - Processparametrar för Lean , inte-Lean tillämpning VVS

N=19 tillämpade Lean, N=156 tillämpade inte Lean

Lean ökade produktiviteten	Störningfrihet	Håller tidsplan
Tillämpade Lean	45	46
Tillämpade inte Lean	65	70

Tabell 54 - Processparametrar för Lean , inte-Lean tillämpning VVS II

	Samarbete	Leveranssäkerhet	Produktkvalitet	Antal
Tillämpade Lean	64	46	56	19
Tillämpade inte Lean	78	70	67	156

Summerande är effekten av tillämpning av Lean i VVS-projekt prestation tveksam i nuläget. Det finns relativt få VVS-projekt som tillämpar Lean, kostnaden är inte lägre och processen förlöper inte bättre.

ANDRA TILLVÄGAGÅNGSSÄTT FÖR ATT HÖJA PRODUKTIVITETEN

VVS-projektledaren tillfrågades även om det tillämpades andra metoder eller arbetssätt för att öka produktiviteten i projektet. Svaren som gavs var relativt få.

Det som angavs att ge bäst resultat var:

- Effektiv planering och specialanpassningar av köpta kanalsystem
- Bra genomgång mellan olika yrkesgrupper och montageordning
- Prefabricering, god planering
- Använde ett annat 3D-program.
- Samverkan med partnering.
- Teknik, alla ledande montörer har en egen surfplatta med ritningar etc.
- Våra egna mallar.
- Erfarenheter från montörer

Andra tillvägagångssätt som omnämndes som positiva erfarenheter var ömsesidig stöd och hjälp bland yrkesgrupperna på plats, hög grad av prefabricering och att projektledaren detaljplanerade åt arbetslaget.

Indirekt visar resultatet här att VVS-projekten inte tillämpade andra för tiden populära tillgångar som Virtual Design & Construction (VDC), Integrated Project Design eller tidig involvering av entreprenören.

VVS-projektledarna har dessutom ombetts både i 2014 och 2018 att ange vad de skulle gjort något annorlunda i projektet som konsekvens av vad de nu lärt sig. Svaren i 2014 och 2018 är lika varandra. Man önskar särskilt att göra bättre planering, men pekar också på en rad andra områden, se lista:

- Beställaren
- Planering och tid
- Organisation och ledning
- Projektering
- Byggplats
- Materialleverans

Detta är områden som återkommer i kapitlet om de största störningarna. Till stor del är det samma fel och lärdomar som uppträder igen i 2018 som i 2014. Därför kan man fråga sig om VVS-företagen lär sig något från projekt till projekt. En förklaring till denna bild kan vara personalväxling bland VVS-projektledarna. En indikation på detta är att av 216 respondenter i 2018 undersökningen, är det bara 18 återkommande från 2014 undersökning. Det kan finnas andra förklaringar för detta än personalutbyte, men indikationer kan ses.

7. SLUTSATSER

VVS-uppdragets produktivitet är en betydande del av byggprojektens produktivitet. Att inkludera underentreprenörernas bidrag är av stor vikt med tanke på att produktivitet ofta kan tolkas som ett företags egenskap. Detta synsätt är kanske mindre tillämpligt i ett byggbranschsammanhang där den vanliga produktionsformen är projekt med bidrag av många olika företag.

Undersökningen har omfattat 212 VVS-projekt. VVS-projektledaren har kontaktats per telefon efter det att de mottagit en enkät med frågorna. 212 VVS-projekt motsvarar en svarprocent på 42% vilket ger en bra täckning av de största VVS-uppdrag i Sverige avslutade 2018.

Undersökningen täcker flerbostadshus, lokaler och i mindre mån gruppbyggda småhus. Oavsett byggtyp är variationen i produktivitetsdimensionerna kostnad, tid och upplevd kvalitet stor. Även inom mer specifika produkttyper, såsom skolor, varierar kostnad och tid väldigt.

Kostnaden för VVS-projekt i svenska kr/m² BTA varierar i huvuddrag från mindre än 250 kr/ m² BTA till mer än 2600 kr/ m² BTA. Medelvärde är 1732 kr/ m² BTA och medianen är 966 kr/ m² BTA för VVS-projekt samlat. Det är rapporterat ett projekt med extremt höga kostnader (21 500 kr/m² BTA).

VVS-projektens storlek varierar från små projekt till väldigt stora, 36% av projekten är dock mellan 5 000 och 70 000 kvadratmeter.

Den markant största beställarkategori i denna undersökning är företag (49 st. ut av 69). Stat, kommuner och landsting representerar tillsammans 19 projekt eller bara 28% av projekten.

När det gäller geografisk variation är VVS-projektkostnaden högst i södra Sverige (länsregion III och Stor-Malmö) och lägst i norra Sverige (Länsregion I). Skillnaden är cirka 57%, där VVS-projekt i södra Sverige är markant mer kostnadsdrivande än norra Sverige.

Processivitet för VVS-projekt; störningsfrihet, arbets- och leddider

Processivitet mäts i arbetstider, leddider och störningar. Det är arbetstider för hantverkare, byggplatsledning, och delvis underentreprenörer som har uppmätts.

Montörernas arbetstid varierar mycket. Medelvärde är 0,75 timmar/m² BTA, avvikelserna är stora t.ex. redovisar ett enskilt projekt i undersökningen 6 timmar/m² BTA på VVS-projekt. Detta är inklusive underentreprenörernas arbetstid.

Projektledare för VVS-projekt använder genomsnittligt 0,07 timmar/m² BTA. Ration projektledare per montör är 0,23.

Undersökningen har vidare använt en bred definition av störningar, som även omfattar fel, brister och hinder. 21st av de tillfrågade VVS-projektledarna har uppgett att de inte haft några störningar alls i projektet, vilket motsvarar endast 10% av antalet svarande. Den stora merparten av de tillfrågade VVS-projektchefer har upplevt störningar. De dominerande typerna av störningar härleds till samspelet med huvudentreprenörens

tidsplanering och rör sig dessutom om produktionstekniska utmaningar. Totalt har 110 största störningar identifierat av 194 VVS-projektledare.

Ledtiderna för VVS, VS och Ventilationsprojekt är 2018 längre jämfört med 2014, i genomsnittligt 24%. Efter korrigeringar för projektvolymen i 2018 undersökningen är ledtiderna mätt i timmar/kvadratmeter, 107% mer för VS och 162% mer för Ventilation.

Många störningar anges vara kostsamma. 25% av VVS-projektledarnas störningar anges ha kostat mellan 200 000 och 5 miljoner kronor. Och ytterligare 10% uppskattar kostnaden för den enskilt största störningen till mellan 100 tSEK och 200tSEK.

Den förväntade felkostnadsbilden, var att kostnaderna för störningarna skulle vara lägre. Både denna rapport och Josephson (2013) hanterar endast projektens största störning, vilken används som en indikation på processiviteten. I Josephson (2013) inom flerbostadsbyggnation är VVS-projektens största störningar mindre kostsamma och de mest kostsamma största störningarna är på en lägre nivå.

Störningsfrihetsindex är en annan central del av processiviteten. Den är uppmätt för VVS-projekt till mellan 50% och 71 % med ett genomsnitt på 59%, vilket är relativt lågt. Förmåga att hålla tidplan är genomsnittlig på 57% och svänger mellan 53% och 61%.

Produktivitetspåverkande faktorer

Projektorganisationens prestationer är ramsättande för produktiviteten. Prestationen har här mäts per aktör.

Beställarens prestation, enligt VVS-projektledaren, är på en bra hög nivå avseende tydliga mål. Värderingen varierar per region, bäst utvärdering får beställare i Region Nord (I) och sämst i Stor-Göteborg.

VVS-projektledaren är markant mer nöjda med konsulternas prestation i region III, när det gäller byggarbete och möjlighet för samtal.

Av beställarna får entreprenörerna högst utvärdering inom arbetsmiljö och produktionskvalitet och sämst när det gäller innovation och kvalitet av tidsplan. Detta varierar per region. Samarbete är bäst i Region III (syd) och sämst i Stor-Stockholm.

VVS-projektledarna har utvärderat sitt eget företags insats gällande stöd i det administrativa arbetet, bemanning för att utföra projektet, medbestämmande vid val av UE och företagets prioritering av projektet. Resultatet är en hög nivå av nöjdhet när det gäller den ledande montörs engagemang, montörernas tydliga framförning av önskemål och arbetslagets engagemang.

VVS-materielleverantörernas prestation är värderad av VVS-projektledaren. Leveranssäkerhet värderas relativt lågt (drygt 80%).

Produktionstekniska förhållanden

Hälften av VVS-projektledarna angav att projekten haft produktionstekniska utmaningar och något färre än hälften angav att projektet hade problem med trång byggarbetsplats. Denna typ av utmaning är i hög grad fördelad över hela Sverige, vilket visar att upplevelsen av trånga förhållanden kan uppstå även utanför storstadsregionerna.

Detaljanalys

Detaljanslys av VVS-projektkostnader inom skolor, flerbostadshus och kontor visar att även inom samma projektgrupp hittas stor kostnadsvariation. Vid urval av dessa grupper måste uppmärksammas att de blir ganska små och mätningen därför mer osäker.

Förbättringar av produktiviteten

Undersökningen har fokuserat specifikt på flera typ förbättringsstrategier: kontrakt och partnering, BIM och Lean Construction. Men också vad man kan lära sig av de genomförda projekten mer allmänt.

VVS-projektledarna är mera kritiska när det gäller kontraktsformen än beställaren och huvudentreprenören. VVS-projektledaren värderar genomsnittligt samarbetet, leveranssäkerheten, produktions- och produktkvaliteten lägre. Detta kan tolkas som att VVS-projektledare värderar att samarbetet med huvudentreprenören är utmanande. VVS-projektledaren har i 22 av projekten angivit att man har tillämpat partnering (ut av 204 projekt totalt). Kostnaden för VVS-entreprenaderna ligger i genomsnitt markant lägre i denna urvalsgrupp än de projekt som inte uppgett att de arbetar i partnering.

När det gäller värderingen av samarbetet i partneringprojekt är resultatet acceptabelt jämfört med byggprojekt, medan resultatet är lägre för leveranssäkerhet, produktions- och produktkvalitet. VVS-projektledarna är främst kritiska gentemot huvudentreprenören när det gäller produktionsplan-tidshållning, men efterfrågar också samarbete. Även med tillämpning av partnering är VVS-projektledarna alltså flertydiga när det gäller samarbetet med huvudentreprenören.

När det gäller BIM använder en stor grupp av de undersökta VVS projekt *inte* BIM. Men om man fokuserar på de projekt som gör det, och sammanställer BIM användning med kostnad för VVS-projektet framkommer ett tydligt resultat att BIM kan reducera kostnaden i ett VVS-projekt, kostnadsgrupp för kostnadsgrupp.

BIM influerar positivt på störningsfrihet i produktionsprocessen medan påverkan att hålla tidplan bättre är mindre tydlig.

Användning av Lean Construction inom VVS är begränsat 19 utav 204 projekt svarade att de använder Lean. I denna grupp är erfarenheterna även blandade, faktisk övervägande ogynnsamma. Lean leder inte till kostnadsreduktion eller bättre processivitet.

VVS-projektledaren tillfrågades även om andra tillvägagångssätt för förbättrad produktivitet. Flera typer av förbättrad planering lyfts fram av några få projektledare. VVS-projekten tillämpade *inte* Virtual Design & Construction (VDC), Integrated Project Design eller tidig involvering av entreprenören (ECI).

Förslag till förbättringsinsatser

Förbättringar av produktivitet kan uppnås genom att utveckla organisation och ledning, och förbättra egna och branschgemensamma mättningar. Det kan till exempel röra sig om gemensam tillämpning av last planner för att förbättra koordinationen emellan huvudentreprenör och underentreprenörer (bland andra VVS). Förbättringar kan dessutom realiseras genom att använda digitaliseringsteknologi och genom planering och användning av utrustning.

Det rekommenderas att fortsätta projektmätningar branschgemensamt. Den svenska byggmarknaden är liten, innehåller stor variation av produkten och många företag. Det begränsar värdet av mätning, men det föreslås att viderutveckla mätningar och mätvärden som kan stimulera och vägleda förbättringsinsatser också i det enskilda företaget. Samhället investerar stora summor i bygg och anläggning och förtjänar ett bra pris för värdet som produceras.

8. BILAGOR

BILAGA 1 GEOGRAFISK LÄGE FÖR VVSPROJEKT

Tabell 1A - Samtliga VVS-projekt som varit produktionstekniskt utmanande per region enligt index 0–100. N=210

Dimensioner	Läns-region I	Läns-region II	Läns-region III	Stor-Göteborg	Stor-Malmö	Stor-Stockholm
Trång arbetsplats (svårt med transporter och lagerutrymmen)	41	43	52	49	33	42
Monteringen var produktionstekniskt utmanande	27	41	43	40	11	38
Begränsad tid för planering och beredning	45	39	52	37	36	43
Tydliga och fullständiga handlingar	55	67	72	65	67	66
God byggbarhet (produktionstekniskt bra lösningar)	54	69	68	64	75	67
Goda möjligheter till samtal med projektören	79	79	82	84	89	74
Målbilden var tydlig från beställaren	70	81	76	74	83	77
Antal	14	77	30	26	9	54

Tabell 1B - Huvudentreprenörens förmåga per region för samtliga VVS projekt enligt index 0–100. N=212

Region	Länsregio n I	Länsregio n II	Länsregio n III	Stor- Götebor g	Stor- Malm ö	Stor- Stockhol m
Väl genomarbetad huvudtidplan för projektet	54	63	64	66	88	63
God arbetsmiljö och säkerhet på byggarbetsplatsen	77	82	73	73	94	72
Ordning och reda på byggarbetsplatsen	66	76	70	73	91	65
Platsledningen åstadkom god samverkan mellan yrkesgrupperna	70	70	73	62	92	65
UE-mötena fungerade väl	70	78	81	66	88	71
Lagbasmötena fungerade väl	71	77	81	65	92	72
Samarbetet mellan yrkesgrupperna fungerade väl	71	79	75	72	94	67
Platsledningen uppmuntrade nytänkande om arbetssätt och produktionsmetoder	56	55	59	52	61	47
Tillräcklig tid för injustering/provning av anläggningen	45	66	57	67	86	49
Genomfördes med gott samarbete inom projektgruppen	70	81	77	71	89	67
Antal	14	78	30	26	9	55

Om man sammanställer de två ovanstående tabeller med motsvarande om det regionala läge rörande kostnad och entreprenörens förmåga kan man konstruera ett mått för regionernas attraktivitet, när det gäller att genomföra VVS-projekt.

I tabell 1C är lägst score (kolumn "SUMMA") den mest attraktive varför den region med lägst score har högst ranking . Det ses at Stor-Malmö är mest attraktiv att göra VVS projekt inom.

Tabell 1C

Region	Kostnad (kr/m ² BTA)	Ledtid	Produktions- tekniska förhållande	Huvud- entreprenörens förmåga	SUM- MA	Ran- king
Läns- region I	1	1	5	5	12	2
Läns- region II	3	5	2	2	12	2
Läns- region III	5	4	6	3	18	6
Stor- Göteborg	2	6	3	4	15	4
Stor-Malmö	5	2	1	1	9	1
Stor- Stockholm	4	3	4	6	17	5

BILAGA 2 STÖRSTA STÖRNINGAR

Tabell 2A

Största överblick	störning
Ingen Störningar	22
Väder	14
Beställaren	5
Planering och tid	40
Produktions- och produktteknik	26
Organisation och ledning	27
Projektering	19
Byggplats	6
Materialleverans	8
Kommun	3
Övriga	7
Svårdefinierad	4
Vet ej	3
Ej svarad	32
Sum	216

Väder (14)

- Väder och vind orsakade förseningar
- Att de började jobba på vintern när de skulle lägga kulvert.
- Vädret
- Naturen, det var - 15 under projektet
- Vintern
- Vintern
- Vädret
- Vädret vid gjutningen.
- Vädret.
- Vädret
- Bygget kom lite efter. Berodde på vädret mycket
- Väder
- Vädret. Våldigt mycket snö
- Vädret och andra entreprenörer.

Beställaren

- Besked från beställaren måste komma snabbare.
- Hyresgäster som tillkom under projektet gång
- Dålig samordning från beställare.
- Att beställaren tillät sena besked från hyresgäster som innebar ändringar på redan monterade delar

- Ny standard från X beställare kom ut under projekteringsfasen som alla behövde ta hänsyn till men att vi inte kunde få tydliga svar från X beställare vad som gällde. Och att sedan X beställare inte ansåg att det innebar ökade kostnader av projektering

Planering och tid (40)

- Snäv tidsplan
- Snäv tidsplan
- Forceringen.
- Att tidplanen ej hölls från alla inblandade dvs inte bara entreprenörer utan även beställare och deras konsulter
- Samordning
- Mycket fel projat från X huvudentreprenör
- Tidplaneringen
- Tidsplaneringen
- Lite stressigt med byggtid.
- Tidsnöd i slutskedet
- Att inte bygget kom igång i tid!
- Dåliga tidplaner
- Problem med sanering. Men ventilations delen flöt på bra.
- Kort startsträcka från påskrivet kontrakt till produktion. Kort byggtid mht storlek.
- Konstanta förseningar, extremt dålig planering och framförhållning av de samordningsansvariga.
- Hinder i produktionen, andra UE ej klara i tid.
- Tuff tidplan.
- Tidsplanen blev störd och snickarna gjorde lite fel.
- Byggen med plattbjälklag. Då byggaren inte kan säga exakta dagar när vi skall var på plats och lägga rören i valven. Får stå standby för kan köra detta. Vilket medför stora kostnader i arbete. Detta pga för snäva tider i stomuppyggnaden. Finns inga marginaler för väder (snö och regn) och sjukdomar.
- Pressat schema!
- Dålig tidsplanering
- Tidsplaneringen. Beställaren kan inte hålla tidsplaneringen.
- Kakel och målarna halkade efter..
- Bristande tidsplanering. Bristande arbetsledning från beställaren
- Gipsning och inneväggar tog för lång tid.
- Det skulle ha börjat mycket tidigare.
- Tajt tidplan
- Andra yrkesgrupper inte var klara i tid.
- Starttiden blev försenat med 2 år
- Brist på planeringen, blev bråttom med tid (personal planeringen)
- Kom inte in tillräckligt i tid.
- Tidsplaneringen
- Totalentreprenören höll ej tidplanen. Vent. Arbetet blev därför försenat
- Byggtiden var väldigt pressad.

- Tidplan
- Tidsplanen där dom andra entreprenören inte hann med
- Pressat tidsschema och in gjutningar
- Dålig planering av byggarbetena
- Väldigt stressigt i slutet, mycket moment som skulle göras.
- Försenade rivnings och markarbeten pga berg som var tvungen att sågas för att få plats med installationer i mark

Produktionsteknik

- Prefabstomme
- El satt in fel ström.
- Liten pågjutning av filigranvalven vilket innebär begränsad avloppsdragning på valv.
- Icke fungerande termostaventiler på kylbafflar
- Skulle vara prefabriserat
- Ett nytt byggsätt på ventilationen som det aldrig använt förut.
- Bottenplattan stökade lite. Det fanns komplikationer
- Besvärligare med montagen i valven än vi hade räknat med, detta gjorde att vi backade 900 000:- på detta projekt
- Uppdelning av bottenavloppet i bottenplattan i små delar pga att schaktning gjorts i etapper
- Felaktiga höjder på armeringsstegar på plattbärandbjälklag.
- En del fel med ingjutningen.
- Bytte byggmetod precis i början. Vilket gjorde att vent fick börja senare.
- Kanalerna blev förstörda.
- Konstruktionen var lite utmanande.
- En miss i takkonstruktionen.
- Källarplan var det låg takhöjd på helt i onödan.
- Utbyte av luftbehandlings aggregat
- Byggentreprenörens problem med att resa stommen.
- Problem med en påmaskin som förstörde planeringen.
- "Bakfull i avloppsgrodor från fabrik.
- Uppvisning samt inläggning av nya samt gjutning. Utan att påverka tidsplanen."
- Fukt i plattan som gjorde att vi var tvungen att dela in i olika etapper. Byta avloppsstammar i en känslig verksamhet. Sen var det brandtätningar som måste fixas som var ostrukturerat.
- Att huset bestod av 2 st huskroppar, det försvårade gjutningen så att projektet haltade när stommen drevs upp
- För oss var det lagning, byte av kanaler som blivit förstörda vid gjutning och bilning
- Inkommande el, gick från bygg el till fast el. Leveransen av el blev försenad.
- Brandsäkerheten var extrem
- Bekymmer med inkoppling av vattenmätare.

Ledning och organisation

- Mer tidsåtgång för montaget p.g.a.bristande samarbetsvilja från GE
- Ostrukturerad byggare
- Samordningen, stomresningen
- Oerfaren byggare/platsledning resulterade i dåligt flöde/flyt samt många störningar. Utländsk arbetskraft och svårigheter med kommunikationen på arbetsplatsen. Tidsåtgången blev ca 50% större än kalkylerad
- En utländsk arbetskraft. Tidsplanen höll inte.
- Utländsk arbetskraft inom stombyggnationen, mycket språkförbistringar och fel uppstod som kostade beställaren mycket pengar.
- Mycket utländsk arbetskraft. Svårt med kommunikation. Packning på valv. Byte av platschef.
- Många och sena PM vilket medfört sena bygghandlingar.
- Det förväntades att entreprenören skulle göra mer. Och det var inte riktigt genomtänkt.
- Montörsföretaget det anlitate funkade inte så bra
- Man bytte väldigt mycket platsledning.
- Samordningen! Är ett problem på 9/10 projekt.
- Kommunikation på arbetsplatsen.
- Personalomsättningen, fel bemanat
- Från byggsidan var det för lite folk så då tog det mer tid för vs.
- Samarbetet med byggaren skulle kunna vara bättre
- Bättre förståelse för varnadra.
- Samordning och brist på svar. Frågor kring handling och utförande
- Väldigt strulig övergång från etapp 3. Pga mycket nytt folk mm.
- Samordning på installationen mellan yrkesgrupperna
- Arbetsledningen på plats, den var inte tillräckligt bra.
- Det slarvades iväg massa timmar av olika anledningar. Den ledande montören hade inte motivationen på topp
- Byggaren. Fruktansvärt ostrukturerad.
- Det var tre hus som kördes parallellt vilket gjorde att det blev ostrukturerat och gjorde så att det behövdes mer folk på projektet.
- Utländsk arbetskraft borrhade i rör. Så svårt med kommunikation.
- Manskap från X entreprenör.
- Fanns ingen upprättad gränsdragningslista och TE ville inte samordna detta

Projektering (19)

- Projektör som ritat fel, Högt hus m dåliga infartsvägar.
- Avslagna Äta. Pga dåliga handlingar
- Markkanalen under backen. Konsulten hade missat lite
- Konsulterna
- Lite dåliga ritningsunderlag.
- Konstruktions fel som medförde fördröjningar.
- Lokalerna var ej färdigprojekterade.
- Det är en helt ny typ av projekt. Och det fanns inte riktigt tydliga handlingar
- Isoleringen drog iväg tidsmässigt.

- Ej samplottade ritningar för de olika yrkesgrupperna som el, vvs samt bygg.
- Konstruktionsfel som förhalade tidplanen och drog med sig ombyggnationer.
- Föreskrivit fel material i vattenstammar.
- Projekteringen
- Fel projektering av ventilation
- Omprojektering av rörstråk då en hyreslokal blev sent ändrad
- Stora extrakostnader under projektering p.g.a inhyrd konsult förlagt projekteringen i utlandet.
- Projekterade fel.
- Extremt dåliga handlingar som ej stämde överens med verkligheten.
- Förändringarna från systemhandling till Bygghandling, dels ej genomarbetad systemhandling sen också att slutkund suttit med och beställt saker under projektering utan att sen själv sett det som en beställning.

Byggplats (6)

- Lite problem med markarbetet, drog ut på tiden.
- Grundvatten
- Framkomligheten
- Transporter för installatörer. Och höjderna.
- Trafiken. Mitt i stan
- Bygger inne i stan där det är trångt

Materialleverans (8)

- Material som X företag skulle tillhandahålla fanns inte på plats
- Försenade leveranstider på prefab bjälklag samt att när de väl kom så var de fel utförda vilket innebar att vi blev ytterligare försenade och fick svårt att ha någonting att göra.
- Inget speciellt. Leveransen kunde varit bättre
- Leveranser
- Leveranser av material.
- Leverans och material.
- Badrums modulerna stämde inte när dom kom, så dom fick göras om när dom kom på plats.
- Försenade leveranser för byggentreprenören.

Kommunen (3)

- Kommunen.
- Tog lång tid att få bygglov pga buller från en industri i närheten.
- Brandskyddet kom och tyckte till i slutet

Övriga (11)

- Entreprenör hade en lönekonflikt under denna perioden.

- Det började brinna!
- Det var beställt badrum men badrums tillverkaren gick i konkurs.
- Inbrott på bygget.
- Att byggaren hade en konflikt med sina arbetare. En lönekonflikt
- Ekonomin. Inga riktlinjer
- Mycket ljud och småstörningar.
- Bara små grejer
- Verksamheten skulle varit igång
- Sidoentreprenader
- Uppbyggnadsprocessen.

BILAGA 3 LÄRDOMER

Tabell 3A

skulle du have gjort annorlunda?	
Ja	125
nej	82
inte svarat	3
svarer ja men ingen svar om vad:	2
	212

Lärdomar är sorterade enligt denna kategoriseringslista, som är anpassad VVSuppdrag samtidigt med sorteringen:

- Beställarrelation
- Projektering
- Förberedning
- Bemanning
- Organisation och ledning
- Planering
- Kontrakt
- Produktionsteknik
- Övrigt

Några svar innehåller flera element och har därför placerats flera ställen. Även kategorierna är överlappande. Enligt kvalitativa studien av byggprojekt är överlap och samverkan mellan flera typ av faktorer vanligt förekommande och en sannolik förklaring på detta är att de avspeglar VVSprojektledarnas erfarenhet med VVSuppdragens verkligheter. Endå är många lärdomer angivits som korta endimensionala svar som sannoliken är orsakats av undersökningens sätt att fråga på.

Ett ovanligt långt svar är detta:

”Uppföljning av, projektering med granskning, produktion - hantering av avvikelser/hinder, Arbetsmiljö - För mycket folk på liten yta, Samordning från beställaren med tidsplaner mm.”

Lärdomerna saknar punkter om relationen till huvudentreprenörer som annars var karakteristisk i 2014 undersökningen (Koch & Brycker 2018) och som också ses i EL-undersökningen (Koch & Altarabichi 2019) Under planering finns bara en lärdom som reflekterar över relationen. Annars känns planering och tid vara något som VVSprojektledaren här själv tar ansvar för.

Tabell 3B

Lärdomer överblick	
Beställaren	8
Planering och tid	23
Organisation och ledning	27
Projektering	27
Byggplats	4
Materialleverans	2
Övriga	11
Svårdefinierad	2
Ja men inte specificerad	2
Ej svarad	83
Sum	212

Beställare (8)

- Hanterat slutkund tydligare och varslat om Hinder samt tidsförlängning när vi inte fått de besked vi behövde för att komma vidare.
- Otydliga önskemål från hyresgästerna.
- Påverkat beställarens tidplansarbete mycket mera
- Skickat in en anmälan när det började gå åt skogen. Ställt mer krav på beställare
- Ställa högre krav på beställaren.
- Ställt högre krav på vår beställare
- Samordning från beställaren med tidsplaner mm
- Vi hade varit mer tydlig i framställan mot kund och slut fasen hade kunna varit bättre.

Planering och tid (23)

- Begärt mer tid från start
- Bättre koll från början
- Försökt att ha en kortare total byggtid
- Bättre planering mellan de olika yrkesgrupperna, kontroll utav handlingar från konsulter mm
- Bättre planering vid valv så att vi på rör alltid hade att göra vilket innebar ingen stillastående tid.
- Fått startat i tid.
- Försökt styrt upp timmarna bättre och vara aggressivare i ÄTA hanteringen
- Hantera avbrytet mitt i projektet bättre.
- Följt upp tidsplan bättre
- Jobba mycket mer med planeringen och tidsplanen tillsammans med byggentreprenören.
- Ligga på byggarna mer om tidsplanen.

- Men önskar att byggarna gjort en annan tidsplan.
- Mer planering
- Planerat bättre, och ha bättre arbete med tidsplaner. Brist på planering från byggherren
- Planeringen
- Propsat mer för (vid kontraktspåskrivningen) för en fastställd tidsplan
- Småsaker. Och även en tydligare tidsplan
- Styra produktionen bättre
- Styrts och följt upp allt mycket tidigare.
- Produktion - hantering av avvikelser/hinder
- Vara mer förberedd och inte lyssna en massa på snack
- Varit mer tydliga gällande tidplanen.
- Önskat en bättre installationsplanering. Större engagemang

Ledning och Organisation (27)

- Alltid lätt med facit i hand. Om vi vetat alla förutsättningar skulle vi velat gjort detta i ett samverkansprojekt.
- Angående aggregaten, Krävt mer struktur angående problemen
- Anlita annat montörsföretag.
- Annan personal.
- Byta konsult
- Byta leverantör på aggregat.
- Byta projektör
- Byta ut personalen.
- Bättre personalsammansättning
- Ej ingått äffär med denna byggare
- Entreprenörerna var ej helt upphandlad i början av projektet
- Förändra bemanningen hos dom
- Jag skulle ha satt mina montörer i ackordbetalning! Jag skulle även viljaha bättre koll på projektering.
- Krävt bättre samordning samt personal som förstår svenska så att man kan samarbeta
- Lite mer samma personal på plats
- Skulle haft en annan ledande montör.
- Mer egen personal
- Närmre kontakt mellan den som gör kalkylen och projektledaren.
- Påpeka att kranföraren inte kunde språket
- Skickat hinder tidigare, drivit förseningar och hinder rättsligt
- Sett till att UC (2st) blev framarbetat tidigare
- Stått på sig bättre mot bygg när det ville byta byggmetod.
- Ställa tydligare krav på GE samordning
- X Byggare hade gjort annorlunda i att vara mer på plats.
- Val av montörer
- Vi skulle ha haft en fast montör på plats. Istället för 2 som hoppade runt mellan projekt.
- Ändra i Bemanning, hinder anmält utökade kontroller.

Produktionsteknik (22)

- Använt cirkulära stammar istället för rektangulära, blir dyrare, inte lika tätta
- Att de skulle ha styrt badrums hanteringen istället
- Bygga trappordningsvist istället för våningsvist i starten.
- Dragit grövre kanaler.
- Egen kontroll av utsättning av valv.
- Få in vattenslangar i lägenheterna
- Första systemet skulle det finnas mer tid för injustering.
- Haft mer fokus på injusteringsfasen
- Krävt större plaster för installationerna
- Lösningar med spisfläkten, skulle valt en annan teknisk lösning.
- Skulle använt BIM.
- Placera fläktrum på tak
- Placering av fördelarskåp!
- Sköta gjutningen med kanalerna bättre.
- Släppte på värmen för tidigt. Så blev lite små vattenskador.
- Små förändringar på dragningar och så.
- Undercentralens utformning skulle kunna vara mycket bättre!
- Övervakat sprinklers planering. Då det krockade mycket.
- Ut och avloppskanalen skulle ha gjorts på ett annat sätt!
- Valt att kört fläktstroken upp i huset.
- Varit mer noggranna i slutet med injusteringen
- Vi skulle inte dragit kanaler i marken.

Projektering (27)

- Att man delade upp projekteringen
- Begärt mer tid från start
- Bättre projektering, tidplan med mer utrymme och bättre samordning
- Det skulle ha varit mer genomarbetat innan man började projektet angående schakt.
- En konsult ska inte projektera projektet. En entreprenör är bättre på sådant.
- Gjort en omprojektering av tillhanda hållna handlingar, skickat mera hinder
- Få arkitekten att tänka på installatörerna.
- Granskat handlingarna tydligare innan BH
- Granskat ritningarna noggrannare.
- Haft färdiga handlingar från början.
- Haft mer projekteringstid, att projektören skulle ha varit mer på plats och löst problem dagligen.
- Hårdare mot projektören,
- Krävt skriftliga handlingar för allting
- Lite andra materialval
- Materialval.
- Mer noggrann i projekteringen.

- X entreprenör skulle ha rationaliserat projekterings fasen, som bidrog till att det blev strul med dels tider osv.
- Noggrannare under projektering.
- Projekteringen skulle var annorlunda, alla ska vara med från början så inget behöver göras om på slutet.
- Skulle tryckt mer på att det skulle finnas bättre samarbete i projekteringen
- Skulle vart lite tydligare med projektering.
- Starkare i projekteringen
- Ställt högre krav på handlingarna
- Uppföljning av, projektering med granskning.
- Vi skulle ha gjort en annan insats under projekteringen.
- Vi skulle ha påverkat mer under projekteringen
- Vi skulle sett till att projekteringen var färdigställd för hela projektet
- Vi skulle vara hårdare med att titta på projekteringen

Byggplats

- Jobbat mycket mer med framkomlighet
- Logistik hanteringen
- Transporten skulle kunna vara mycket bättre. Helt ohållbart med transporterna.
- Arbetsmiljö - För mycket folk på liten yta

Materialleverans

- Fått färdigtillverkade rör längder från fabrikant.
- Se till att vi fått materialerna i tid från X företag

Övriga

- Bättre riktlinjer med ekonomin.
- Platsledningen rullade på alldeles för mycket folk. Bättre dokumentation från beställaren
- En annorlunda kalkyl
- Höjdn prissättning
- Höjt priset.
- Inte gått med på det överhuvudtaget.
- Jobba mer effektivt.
- Kalkylen skulle varit mycket bättre.
- Skulle inte ha tagit det från början
- Skulle inte tagit på sig projektet på grund av de utländska.
- Tvingat fram besked innan byggstart
- Tydligare i avtalsskrivningen.

Ingen lärdom (men ja)

- Inget direkt men småsaker
- Inget direkt. Men småsaker

Svärdefinierad

- Mest småsaker som kan göra så vi sparar timmar
- Vissa saker på produktionen och kalkylen

BILAGA 4 METOD

Produktivitetmätningen görs enligt en undersökningsmodell (figur 1), och då undersökningen tänkts göras upprepade gånger är det väsentligt att de olika år är jämförbara.

Undersökningen bygger uteslutande på projektpraktikernas, alltså VVS projektledarnas värderingar, som sen analyseras och tolkas av forskarlaget. Detta är ett praktiskt genomförbart och effektivt sätt att mäta produktivitet, men samtidig också helt avhängig av respondenternas precision i svar.

Utformningen av enkäten är sökt hållit nära på 2014 undersökningen (Koch och Brycker 2018) för att möjliggöra jämförelse. Bare nya frågor om BIM, Lean och andra tillvägagångssätt har lagts till.

Identifikation och selektion av möjliga respondenter är gjort i samarbete med Sverige Bygger där också genomförde utskickning, telefonintervju och uppföljning på de som inte svarad. Det gjordes med mails och telefonuppkall.

De största projekt avslutad i 2018 är utvald av Sverige Bygger-s databas. Dessa är valt varför de är mest intressanta utifrån ett produktivitetperspektiv och också de mest relevanta utifrån ett samhällsperspektiv. I dessa projekt är underentreprenören för VVS sen utvalt. Urvaltillgången innebär dock också att undersökningen inte är representativ för VVSprojektaktiviteten i 2018. Det är sannolikt att produktiviteten är högra i dessa stora projekt än i en representativt utvalt VVS-projektportfölj, som skulle ville innehålla många fler små projekt.

212 VVSprojektledare eller 42% av 500 tillfrågade svarade på enkäten.

65 respondenter bland VVSprojektledarna, eller 31% av svaren önskade att vara anonyma även på svar tidpunkten. Att dessa respondenter väljer att delta på detta sätt styrker undersökningens underlag markant. Och försvagar inte analysen och resultatet. Men det innebära i princip att möjligheter för att validera direkt med respondenten försämras. Något som används väldigt lite generellt och bare om resultatet värderades att vara extremt (se nedan).

En genomgång av respondenter i undersökningen visar att där är ganska få VVSprojektledare som har svarat både i 2014 och i 2018, nämligen 18 styck. Detta kan tolkas som en indikation om generationsbyte. Det är dessutom ganska få beställare där återkommer i 2018 från 2014 inom bygg och där ibland dessa byggprojekt at merparten av VVS projektet är utvalt ifrån. Det är dock mest flergångsbeställare som inte återkommer, och som en undertendens bostadsrättsföreningar som sannolikt är engångsbeställare.

Vid valideringen uppmärksammades särskilt projekt med extrem låga eller höga siffor för en produktivitetsdimension.

I sådana fall kollades i första hand undersökningens egna data, alltså om kostnad, kvadratmeter, tid etc. stod i rimlig proportion till varan. Bland projekten är faktisk flera ganska stora och/eller komplexa projekt.

Därnäst gjordes jämförelse med andra källor på nätet; typiska företagshemsidor, beställares hemsidor, och byggbranschmedia

I två fall gjordes telefonsamtal med projektledare. Ett projekt använde industriellt bygge men angav ändå ett väldigt högt faktureringsbelopp.

I det industriella bygge projekt har VVS projektet blivit validerad till verklig kostnad 451 000 SEK (en faktor 1000 mindre). Samma projekt är även validerats när det gäller ursprungligt budget (till 419 350), största störning 81 120 SEK, 20 timmer egna tjänstemän (sistnämnda validerad till samma siffror som i första svar).

Ett centralt syfte för undersökningen var att söka fastställa kostnadsutvecklingen mellan produktions av VVS-uppdrag inom lokal och flerbostadshus 2018 respektive lokalproduktion i 2014 (Koch & Brycker 2014).

Projektkostnaden och andra produktivetsdimensioner varierar mycket. Jämförelse har därför gjorts dels på medelvärde dels på percentiler. Ändå är underlaget i många fall begränsad. Osäkerheten av analysen är därför sannolikt omkring 10-20%. Underlaget för vart enda diagram och tabell har redovisats i form av antal svar som ingår (N).

För att korrigera för prisutveckling är 2018 siffrorna nedjusterad med användning av entreprenadindex (SB 2019) och SCBs vikter för de olika kostnadskomponent (Pettersson 2015). 2014 undersökningen gjordes i hösten 2014 och som basis är därför använt december 2014. 2018 undersökningen genomfördes i våren 2019, men angick projekt avslutat i 2018. Därför används december 2018. De väsentligaste kostnadskomponent materialer, lön (tjänstemän och yrkesarbetare), transport och övriga kostnader är inkluderad. Maskiner är inte medtagen här, men ingår i bygg och anläggning (se Koch et al 2019). Den resulterande faktor är 13%. Faktoren har jämförts med en kalkulerad faktor baserad på entreprenadindex för hela entreprenader. De to faktorer är olika, men

Diagram 4A Deflateringsfaktor för VVS 2014-2018

VVS	2015	2018	sum	%	vikt		%
Materialer	105,48	122,04	16,56	0,157414	0,35	0,06	6
Lön	111	123,5	12,5	0,112274	0,4	0,04	4
Transport	79,67	102,83	23,16	0,290699	0,05	0,01	2
Övriga kostnader	103	109	6	0,058252	0,2	0,01	1
					1	0,13	13,00

varierar innanför den estimerade osäkerhet för rapportens resultat. Det kan nämnas till jämförelse att konsumentprisindex (SCB 2018) steg 2% emellan 2014 och 2018.

Inom nationalekonomiska metoder för produktivetsmätning används det såkallad kvalitetsindex (SCB 2018). Intentionen med kvalitetsindexet är att det skal spegla om produkten (bygget) utvecklas över tid med nya funktioner mv, och därför inte är jämförbart längre. Användningen av kvalitetsindex är omdiskuterat och är därför inte använd här. SCB (Sverige)-s kvalitetsindex har varit fallande de senare år (SCB2018).

En lång rad resultat i 2018 undersökningen är jämförd kvalitativt med resultat ifrån 2013 och 2014. Det är dock inte alla resultatjämförelser som har given anledning till textkommentarer.

En systematisk jämförelse är alltså genomfört. Ändå har ansatsen svagheter. De utvalda projekten i 2013, 2014 och 2018 är valt som de största, men en rad faktorer besvärleggör jämförelse, till ex väder som skiljer sig i 2013, 2014 och 2018 på ett inte belyst sätt. 2018 portföljen av undersökte projekt är markant större än projekten undersökt i 2014 och 2014. Dessutom var 2013 och 2014 undersökningarna karakteriserad som att innehålla markant fler projekt som gör dem mer säkra än 2018 undersökningen.

BILAGA 5 REFERENSER

Josephson P. E. (2013) Produktivitetläget i svenskt byggande 2013. Sveriges Byggindustrier. Göteborg.

Josephson P.E. & Hammarlund Y. (1999): The causes and costs of defects in Construction. A study of seven building projects. Automation in Construction. 8. 681–687.

Koch C. och Brycker J. (2018): Produktivitetläget i svensk VVS 2014. SBUF. Chalmers Tekniska Högskola och Prolog. Göteborg.

Koch C. och Lundholm M. (2018): Produktivitetläget i svenskt byggande 2014. Lokaler, Gruppbus, och anläggning. Chalmers Tekniska Högskola och Prolog. Göteborg.

Koch C., Shayboun M. & Manes. 2019a. Produktivitetläget i svensk bygge 2018. SBUF. Chalmers Tekniska Högskola och Rotpartner. Göteborg.

Koch C., Shayboun M. & Altarabishi M.G: 2019b. Produktivitetläget i svensk EL 2018. SBUF. Chalmers Tekniska Högskola och Rotpartner. Göteborg.

Pettersson S. (2015) Nya vikter i faktorprisindex för flerbostadshus och gruppbyggda småhus. Slutrapport FPI 2015. Statistiska Central Byrån. Stockholm.

SB (2019): Entreprenadindex. Sveriges Byggindustrier.
<https://www.sverigesbyggindustrier.se/>

SCB (2018): Kvalitetsdeklaration, Priser för nyproducerade bostäder. Statistisk Centralbyrå. Stockholm.

BILAGA 6 DIAGRAM LISTA

Diagram 1 - Verkliga kostnader för VVS-projekt rangordnade efter kostnad (kr/m ²). N=68	11
Diagram 2 - Verkliga kostnader för VVS-projekt rangordnade efter kostnad (kr/m ²) understigande 3 tkr/kvm BTA. N=63	11
Diagram 3 - Verkliga kostnader för VS-projekt rangordnade efter kostnad (kr/m ²). N = 34	12
Diagram 4 - Verkliga kostnader för VS-projekt rangordnade efter kostnad (kr/m ²) understigande 3 tkr/kvm BTA. N = 30	12
Diagram 5 - Verkliga kostnader för Ventilationsprojekt rangordnade efter kostnad (kr/m ²). N = 34	13
Diagram 6 - Verkliga kostnader för Ventilationsprojekt rangordnade efter kostnad (kr/m ²) understigande 3 tkr/kvm BTA. N = 33	13
Diagram 7 - Antalet timmar per m ² BTA för montörer för samtliga VVS-projekt. N = 65	17
Diagram 8 - Antalet timmar per m ² BTA för montörer för samtliga VS-projekt. N = 3017	
Diagram 9 - Antalet timmar per m ² BTA för montörer för samtliga Ventilationsprojekt. N = 35	18
Diagram 10 - Byggplatsledningstid rangordnad efter timförbrukning för VVS-projekt. N = 59	19
Diagram 11 - Byggplatsledningstid rangordnad efter timförbrukning för VS-projekt. N = 26	19
Diagram 12 - Byggplatsledningstid rangordnad efter timförbrukning för ventilationsprojektens. N = 33	20
Diagram 13 - Byggplatsledningstäthet I (antal arbetsledare per montör, inkl. UEs montörer) för samtliga VVS-projekt. N=140	21
Diagram 14 - Byggplatsledningstäthet I (antal arbetsledare per montör, inkl. UEs montörer) för VS-projekt. N=69	21
Diagram 15 - Byggplatsledningstäthet I (antal arbetsledare per montör, inkl. UEs montörer) för Ventilationsprojekt understigande 1 timme byggplatsledning/montör. N=70	22
Diagram 16 - Byggplatsledningstäthet I (antal ledare per montör, inkl. UEs montörer) för Ventilationsprojekt. N=71	23
Diagram 17 - Byggplatsledningstäthet I (antal ledare per montör, inkl. UEs montörer) för Ventilationsprojekt. N=70 <0,5	23
Diagram 18 - Byggplatsledningstäthet II (antal ledare per montör) för samtliga VVS-projekt. N =138.....	24
Diagram 19 - Byggplatsledningstäthet II (antal ledare per montör) för VVS-projekt < 1. N =136	24
Diagram 20 - Byggplatsledningstäthet II (antal arbetsledare per montör) för VS-projekt. N=69	25
Diagram 21 - Byggplatsledningstäthet II (antal arbetsledare per montör) för Ventilationsprojekt. N=69	25
Diagram 22- Tid från start (kontrakt) till korrigerade slutbesiktningar för samtliga VVS-projekt. N=206.....	27
Diagram 23 - Tid från start (kontrakt) till korrigerade slutbesiktningar för VS-projekt. N=105	28

Diagram 24 - Tid från start (kontrakt) till korrigerade slutbesiktningar för VS-projekt understigande 120 veckor. N=79	28
Diagram 25 - Tid från start (kontrakt) till korrigerade slutbesiktningar för Ventilationsprojekt. N=101	29
Diagram 26 - Tid från start (kontrakt) till korrigerade slutbesiktningar för Ventilationsprojekt understigande 120 veckor. N=81	29
Diagram 27 - Ledtider samtliga VVS-projekt i Stockholm. N=53.....	31
Diagram 28 - Kostnader för de enskilt största störningarna i samtliga VVS-projekt. N=92	34
Diagram 29 - Kostnader för de största störningarna i Ventilationsprojekt. N=41	35
Diagram 30 - Kostnader för de största störningarna i VS-projekt. N=51	35
Diagram 31 - Störningsfrihet och förmåga att hålla tidplan för samtliga VVS-projekt. N=209	39
Diagram 32 - Störningsfrihet och förmåga att hålla tidplan för samtliga VVS-projekt. N=209	39
Diagram 33 - Störningsfaktorer samtliga VVS-projekt. N=212.....	40
Diagram 34 - Störningsfaktorer VS-projekt. N=108.....	41
Diagram 35 - Störningsfaktorer Ventilationsprojekt. N=104	41
Diagram 36 - Huvudentreprenörens prestation enligt VVS-projektledaren index 0–100. N=212	46
Diagram 37 - Huvudentreprenörens leveranssäkerhet per region för samtliga VVS-projekt enligt index 0–100. N=212.....	48
Diagram 38 - Huvudentreprenörens prestation för samtliga VVS-uppdrag enligt index 0–100. N=212	49
Diagram 39 - Självvärdering av stödet till byggarbetsplats från eget företag enligt index 0–100. N=212	51
Diagram 40 - Självvärdering av stödet till byggarbetsplats från eget företag för samtliga VVS-projekt enligt index 0–100. N=212	52
Diagram 41 - Självvärdering av stödet till byggarbetsplats från eget företag för samtliga VVS-projekt enligt index 0–100. N=212	53
Diagram 42 - Självvärdering av stödet till byggarbetsplats från eget företag för VS-projekt enligt index 0–100. N=108.....	54
Diagram 43 - Kostnad för Flerbostadshus för VVS-projekt. N=23	58
Diagram 44 - Kostnad för Flerbostadshus för VVS-projekt. N=21	59
Diagram 45 - Kostnad kvm BTA för Flerbostadshus för VS-projekt	59
Diagram 46 - Kostnad för Flerbostadshus för Ventilation-projekt. N=11 Median 511, Medelvärde 605.....	60
Diagram 47 - Kostnad för Skola/Förskola för Ventilations-projekt. N=9	60
Diagram 48- Kostnad för Kontorsbyggnader för VVS-projekt. N=10	61
Diagram 49 - Kostnad för Kontorsbyggnader för VS-projekt. N=6.....	62
Diagram 50 - Kostnad för Kontorsbyggnader för Ventilations-projekt. N=4	62
Diagram 51 Partneringprojekt kostnad Ventilation och VS, Lokal.....	64
Diagram 52 Partneringprojekt kostnad Ventilation och VS Flerbostadshus.....	65
Diagram 53 - Huvudentreprenörens prestation i partneringprojekt.....	65

BILAGA 7 TABELL LISTA

Tabell 1 - Antal VVS-projekt och svarande. N=212	8
Tabell 2 - VVS-projektens storlek i BTA fördelat i procent. N = 86.....	8
Tabell 3 - VVS projektens storlek i BTA fördelat på antal. N = 86.....	9
Tabell 4 - Antal VVS projekt per länsregion och storstadsområde. N = 212.....	9
Tabell 5 – Kostnad (percentil) VVS projekt. N=68.....	10
Tabell 6 – Kostnad (percentil) VS projekt. N=34	10
Tabell 7 – Kostnad (percentil) Ventilation. N=34	10
Tabell 8 – Verklig kostnad (median) för samtliga VVS-projekt i kr/m2 BTA. N=68	14
Tabell 9 – Verklig kostnad kr/m2 BTA jämförelse 2014, 2018 hela population. N= 107, 2014 N=68, 2018	14
Tabell 10 – Percentiler Verklig kostnad kr/m2 BTA jämförelse 2014, 2018 hela population. N=107, 2014, N=68, 2018	14
Tabell 11 – Antal projekt i respektive urvalsgrupp. N=68.....	14
Tabell 12 – VVS projektkostnad och BTA (median) fördelat på typ av beställare för samtliga VVS-projekt. N=68	15
Tabell 13 – VVS projektkostnad och BTA (median) fördelat på typ av beställare för samtliga VVS-projekt. N=68	15
Tabell 14 – VS projektkostnad och BTA (median) fördelat på Region för samtliga VS-projekt. N=34.....	16
Tabell 15 – Verklig kostnad och BTA (median) fördelat på Region för samtliga Ventilationsprojekt. N=34	16
Tabell 16 - Byggplatsledningstäthet (median) utifrån byggnadstyp för samtliga VVS-projekt.....	26
Tabell 17 - ledtider jämfört 2014 och 2018.....	30
Tabell 18 - Ledtider i antal månader (median- & medelvärde) för processer under produktframtagningen för samtliga VVS-projekt. N=212.....	30
Tabell 19 - Ledtider (median & medel i veckor) per region för samtliga VVS-projekt. N=212	32
Tabell 20 - Ledtider (median & medel i veckor) per region för samtliga VVS-projekt. N=212	32
Tabell 21 - Överstigande av planerad tid (medelvärde) per region för samtliga VVS-projekt. N=212.....	33
Tabell 22 - Största störning enligt VVS projektledaren	33
Tabell 23 - Störningskostnad i % av projektkostnad för samtliga VVS-projekt. N=98 ...	36
Tabell 24 - Största störning kostnad i % av kostnad för Ventilationsprojekt. N=45	36
Tabell 25 - Största störning kostnad i % av kostnad för VS-projekt. N=53.....	37
Tabell 26 - Mest kostsamma störningar i % utifrån byggkostnaden för samtliga VVS-projekt. N=98.....	37
Tabell 27 - Största störningen och dess merkostnad för samtliga VVS-projekt.....	38
Tabell 28 - Beställare prestationer enligt index 0–100. N=208	43
Tabell 29 – Tydlig målbild utifrån region enligt index 0–100. N=208.....	43
Tabell 30 - Byggbarhet och möjlighet till samtal med projektören per region. N=204....	44
Tabell 31 - Konsulternas prestationer enligt index 0–100. N=204	44
Tabell 32 - Huvudentreprenörens förmåga per region för samtliga VVS projekt enligt index 0–100. N=212	47
Tabell 33 - Huvudentreprenörernas leveranssäkerhet för samtliga VVS-projekt enligt index 0–100. N=212	48

Tabell 34 - Självvärdering av stödet till byggarbetsplats från eget företag enligt index 0–100. N=212	50
Tabell 35 - Materialleverantörens prestation för ventilationsprojekt enligt index 0–100. N=104	54
Tabell 36 - Materialleverantörens prestation för VS-projekt enligt index 0–100. N=10454	
Tabell 37 - Typ av beställare för samtliga VVS-projekt. N=211	56
Tabell 38 - Samtliga VVS-projekt som varit produktionstekniskt utmanande per region enligt index 0–100. N=210.....	56
Tabell 39 - Kostnad per kvm BTA Ventilation F-6 skolar.....	61
Tabell 40 - Partnering kostnadsjämförelse per kvm , Flerbostadshus N=21, Lokal N=45, Ventilation och VS-projekt	64
Tabell 41 - Samtliga VVS-projekt fördelat på upphandlingsform ”totalentreprenad”, ersättningsform & partnering. N=144.....	66
Tabell 42 - Samtliga VVS-projekt fördelat på upphandlingsform ”utförarentreprenad”, ersättningsform & partnering. N=56.....	66
Tabell 43 - Fördelning svar användning av BIM.....	67
Tabell 44 – BIM förbättrar produktiviteten.....	67
Tabell 45 - Percentilers population BIM använder jämförd med inte BIM använder.....	67
Tabell 46 - Använder BIM projektkostnader	68
Tabell 47 - BIM inflytande på processparametrar I	68
Tabell 48 - BIM inflytande på processparametrar II.....	68
Tabell 49 - Fördelning svar användning av Lean	69
Tabell 50 - Fördelning svar erfarenhet med Lean	69
Tabell 51 - Använder Lean byggkostnader.....	69
Tabell 52 - Percentiler kostnad Lean använder jämförd med inte Lean använder	70
Tabell 53 - Processparametrar för Lean , inte-Lean tillämpning VVS.....	70
Tabell 54 - Processparametrar för Lean , inte-Lean tillämpning VVS II.....	70