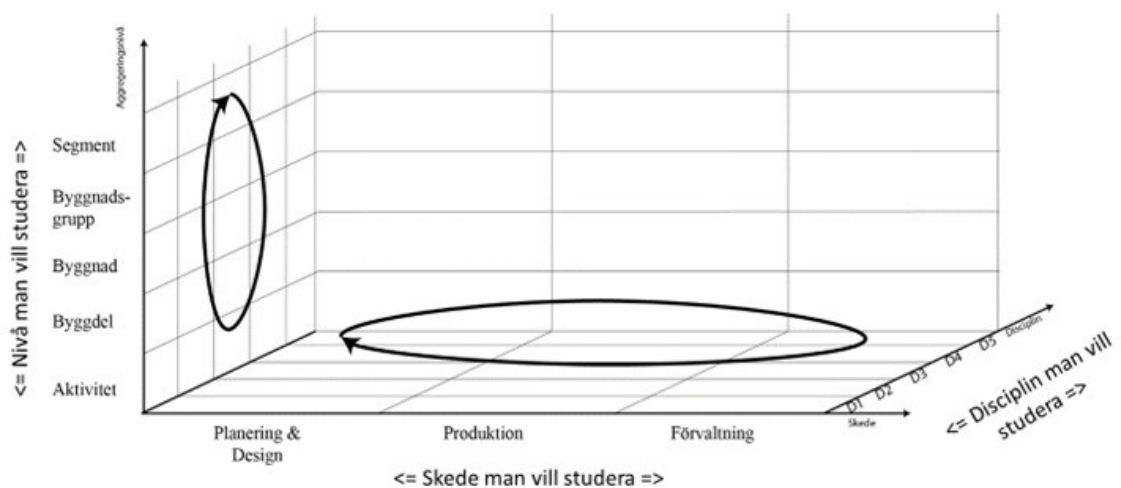


PRODUKTIVITET I BYGGANDET

Mått och mätning



**Torbjörn Ilar, Alexander Jimenez, Lars Stehn
och Jan Byfors**

2020-09-14

FÖRORD

Syftet med projektet var att visa hur produktiviteten kan mätas och föreslå ett system för dessa mätningar genom att redovisa olika produktivitetmått för framdriften av delprocesser i ett byggprojekt. Rapporten behandlar generiska produktivitetmått i huvudsak hämtade från bostadsbyggandet och enklare kontorsbyggnader med bra geografisk spridning.

Projektet finansierades av:

- Svenska Byggbranschens Utvecklingsfond – SBUF ID 13669
- Luleå tekniska universitet, egenfinansiering
- Skanska, egenfinansiering
- Veidekke, egenfinansiering
- NCC, egenfinansiering
- Nåiden, egenfinansiering

Projektgruppen utgjordes av projektledaren Torbjörn Ilar, LTU som tillsammans med Alexander Jimenez, LTU agerat huvudförfattare. I projektgruppen deltog även Lars Stehn, LTU och Jan Byfors, LTU vilka också är rapportens medförfattare.

Projektets styrgrupp har bestått av Claes Dahlman, Peab, Sofia Dehre, Veidekke, Ronny Wahlström, Skanska, Kajsa Simu, NCC, Christian Koch, Chalmers och Johan Nyström, VTI.

Under projektet medverkade även personer från tre stora byggtreprenörer (NCC, Skanska, PEAB och Veidekke) och en mindre byggtreprenör (Nåiden) för inventering av produktivitetmått.

Ett varmt tack till alla dessa personer.

Luleå, september 2020

Torbjörn Ilar, Alexander Jimenez, Lars Stehn och Jan Byfors

SAMMANFATTNING

Byggindustrin har under lång tid varit utsatt för kritik för bristande produktivitet utveckling (såväl i Sverige som i många andra länder). En brist som också identifierats är att det faktiskt saknas pågående forskning kring produktivitet mätning i byggandet i Sverige, något som har initierat detta projekt.

Syftet var att visa på olika produktivitet mätt för framdriften av delprocesser i ett byggprojekt, men även jämförelser av dessa utifrån olika perspektiv såsom byggdel, byggnad och projekt. Syftet var inte att mäta och jämföra produktiviteten i/mellan de olika företagen utan att identifiera formella och informella nyckeltal och indikatorer för produktivitet inom områdena som säkerhet, kund, leverans, ekonomi och kvalitet

En bärande del i projekt var inventeringen av produktivitet mätt som genomfördes genom intervjuer med personer på olika nivåer med tydlig bas i företagets produktion. Totalt genomfördes 15 intervjuerna med 3 personer/roller (Företagsledning, Avdelningschef och Platschef) på de 5 företag som deltog i projektet. Underlaget har vidare utvecklats genom diskussioner i referensgruppens.

I rapporten presenteras mer än 40 olika produktivitet relaterade mätetal som identifierats under intervjuerna. De identifierade måtten baseras på de kvantitativa eller kvalitativa uppföljningarna som plastledningen i varierande grad utför, och kan delas in enligt kategorierna kostnad, tid, resurser, kvalitet, arbetsmiljö och kultur. För att få en större nytta samt möjliggöra en värdeskapande användning av produktivitet mätt, såsom görs i andra industrier, presenteras ett ramverk och system för mätningarna, som exemplifierats. I ett första steg föreslår vi användandet av de identifierade måtten satt i ramverksstrukturen. I ett andra steg för att byggföretag kontinuerligt och strukturerat ska förbättra produktiviteten föreslår vi att måtten behöver placeras i ett prestationsmätningssystem (PMS). Genom att använda mätetal samt förstå relationen mellan mätetalen från olika delar kan resultat användas i erfarenhetsåterföringssyfte såväl för det enskilda projektet som högre upp i en organisation.

Några slutsatser/observationer från projekt är:

- Det är ingen brist på mått direkt eller indirekt relaterade till produktivitet men företagsgemensamma standarder och system för koppling saknas.
- Egenmätning och registrering av mätetal bland yrkesgrupper förkommer sällan, där rådande lönesystem och organisation (kombination av YA och UE) är en utmaning.
- Systematisk återkoppling av mätetal för kunskapsöverföring mellan projekt saknas.
- En utmaning och förslag till fortsatt arbete är att utveckla likare/korrelationsfaktorer för att möjliggöra jämförelse mellan projekt, företag och för kunskapsöverföring mellan projekt.

INNEHÅLL

1 BAKGRUND	1
2 SYFTE OCH MÅL	3
3 GENOMFÖRANDE.....	5
4 PRODUKTIVITET, MÅTT OCH MÄTNING	7
4.1 PRODUKTIVITET - ALLMÄNT.....	7
4.2 PRODUKTIVITET OCH MÄTNING INOM VERKSTADSINDUSTRIN	9
4.3 PRODUKTIVITETSMÅTT OCH -MÄTNING I BYGGPROJEKT	12
4.4 VAL AV MÄTETAL	15
4.5 RAMVERKET FÖR PRODUKTIVITETSMÅTT.....	16
4.6 HUR RAMVERKET FÖR PRODUKTIVITETSMÅTT KAN ANVÄNDAS - EXEMPEL 1	20
4.6.1 Aktivitetsnivå.....	21
4.6.2 Byggnadsnivå	22
4.6.3 Byggnadsnivå.....	22
4.6.4 Byggnadsgrupp/segment.....	23
4.7 HUR RAMVERKET FÖR PRODUKTIVITETSMÅTT KAN ANVÄNDAS - EXEMPEL 2	23
4.7.1 Aktivitetsnivå.....	24
5 DISKUSSION, SLUTSATSER.....	25
6 FÖRSLAG TILL FORTSATT ARBETE.....	31
REFERENSER	33
BILAGA 1 – LITTERATURSTUDIE, MÄTETAL OCH PRODUKTIVITETSMODELLER	35
BILAGA 2 – IDENTIFIERADE MÄTETAL/INDIKATORER.....	44

1 BAKGRUND

Effektivitetsmått har varit och är ett viktigt stöd för att operativt och strategiskt upprätthålla och utveckla produktiviteten inom olika typer av verksamheter. Historiskt går det mer än hundra år tillbaka och tidigare har fokus legat på att mäta resurseffektiviteten men har under senare år, i och med implementering av Lean, i högre grad börjat innefatta mätning av flödeseffektivitet. Detta är lika relevant för byggindustrin som annan industri.

Byggindustrin har dock under lång tid varit utsatt för kritik för bristande produktivitet utveckling (såväl i Sverige som i många andra länder). En brist som också identifierats är att det faktiskt saknas pågående forskning kring produktivitet mätning i byggandet i Sverige, något som har initierat detta projekt. Frågor som då uppkommer är:

- Varför är produktivitet utveckling låg i byggsektorn?
- Är den verkligen låg?
- Hur kan det vara möjligt att all teknikutveckling i byggsektorn inte medfört någon produktivitet utveckling?
- Hur mäts produktivitet i byggföretag och i byggprojekt, och
- Hur kan produktivitet mätning användas för verksamhetsutveckling?

Detta projekt och denna rapport fokuserar på de två sista frågeställningarna.

I SBUF rapporten 12713 (Josephsson, 2013) och senare i SBUF rapporten 13642 (Koch et. al., 2020) tillämpas en undersökningsmodell (Figur 1) för produktivitet mätning där produktivitet och störningsfrihet i transformationsprocessen (produktionen) beskrivs utifrån produktionsförutsättningar och projektorganisationens prestationer. I rapporterna används begreppet processivitet som ett uttryck för effektiviteten i transformation från en fas i byggprocessen till en senare fas där processiviteten beror av projektorganisationens prestation.



Figur 1: Modell för produktivitet mätning efter (Josephson, 2013) och (Koch et. al., 2020).

Koch et. al. (2020) redogör för statusen och den utveckling som skett de senaste åren för segment lokaler, flerbostadshus, grupphus och anläggningar. Som mätetal och för att analysera produktivitet på projektnivå används kostnad (transporter; löner; material;

markarbete; kostnad UE; installation etc) per kvm BTA (bruttoarea). Någon tydlig förbättring eller försämring jämfört med tidigare mätningar (t.ex. från Josephsson (2013)) rapporteras ej. Det som dock redovisas är en förbättrad projektproduktivitet med 1% mellan åren 2014–2018. En likande studie, SBUF rapport 13018 (Koch och Lundholm, 2014) visar på produktivitetläget i svenska VVS-uppdrag 2014 i % fördelningar av en mängd parametrar såsom kostnad/tim, producerat/tim, projekttid genom ett s.k. totalproduktivitetssynsätt på undersökningen.

Internationellt är produktivitet inom byggandet fortfarande ganska obeforskat. En studie från Crawford och Vogl (2006) visar att det stora hindret för fortsatt teoretisk utveckling av produktivitetens begreppet är avsaknaden av produktionsnära data för att kunna förklara samband mellan teknik- och managementutveckling och produktivitet. I ett examensarbete redovisar Kölborg (2009) den något pessimistiska slutsatsen att *”det finns så många problem och svårigheter med produktivitetmätningar inom byggbranschen att vi inte med säkerhet kan veta om produktivitetstillväxten i svensk byggindustri verkligen är svag eller avtagande.”*

Detta visar på att det finns stora utmaningar dels med avsaknad av kunskap och data hur byggföretag använder produktivitetens mått men faktiskt också uppfattningen om att produktivitet inte går att mäta. Att utifrån dessa slutsatser då säga att mäta produktivitet i byggande är omöjligt är fel enligt vår uppfattning. För det första måste man göra skillnad på minst tre nivåer: produktivitet på nationell/bransch nivå, (s.k. totalproduktivitet), produktivitet på företagsnivå och produktivitet på projektnivå. För det andra bör man identifiera produktionsnära data för att utreda och utveckla produktivitetens mått.

Syftet med detta projekt var **därför** att visa på olika produktivitetens mått på projektnivå från framdriften av delprocesser i ett byggprojekt men även jämförelser hur dessa kan användas för olika aktörer, framför allt i byggbolag. Vi vill alltså visa att det går att mäta produktivitet och att det på många olika sätt verkligen mäts produktivitet regelbundet inom projekt och mellan projekt i byggandet. Den bärande idén med detta projekt var således att redovisa mätmetoder för produktivitet, som med bas i byggprojektet, skulle kunna ge ett ramverk som primärt skulle kunna hjälpa arbetsledare och avdelningsledare att via produktivitetens mått driva sina processer.

I detta projekt ligger fokus på byggproduktionen (transformationsprocessen i stapeln till höger i figur 1) med ambitionen att identifiera ett system för jämförelse utifrån olika perspektiv såsom byggdel, byggnad och projekt.

2 SYFTE OCH MÅL

Syftet med detta projekt var att visa på olika produktivetsmått för framdriften av delprocesser i ett byggprojekt, men även jämförelser av dessa utifrån olika perspektiv såsom byggdel, byggnad och projekt. Syftet var inte att mäta och jämföra produktiviteten i/mellan de olika företagen utan syftet var att visa hur produktiviteten kan mätas.

Målet var att identifiera formella och informella nyckeltal och indikatorer för produktivitet inom områdena som säkerhet, kund, leverans, ekonomi och kvalitet innefattande:

- En inventering av hur produktivitet mäts inom och mellan projekt och segment/byggbolag.
- En kritisk granskning av olika tillämpade mätetal samt vilka förutsättningar som bör vara uppfyllda så att produktivetsmått kan användas för att förbättra produktiviteten.
- En beskrivning av hur dessa mått skall användas, på vilken nivå de lämpligen används samt dess begränsningar.
- Förslag på ett antal konkreta mått på produktivitet lämpliga för mätning av produktivitet på delprocesser i projekt, på projekt och på byggföretagsnivå genom exemplifiering i två utvalda segment (till exempel bostadsbyggande och enklare kontorsbyggnader).

3 GENOMFÖRANDE

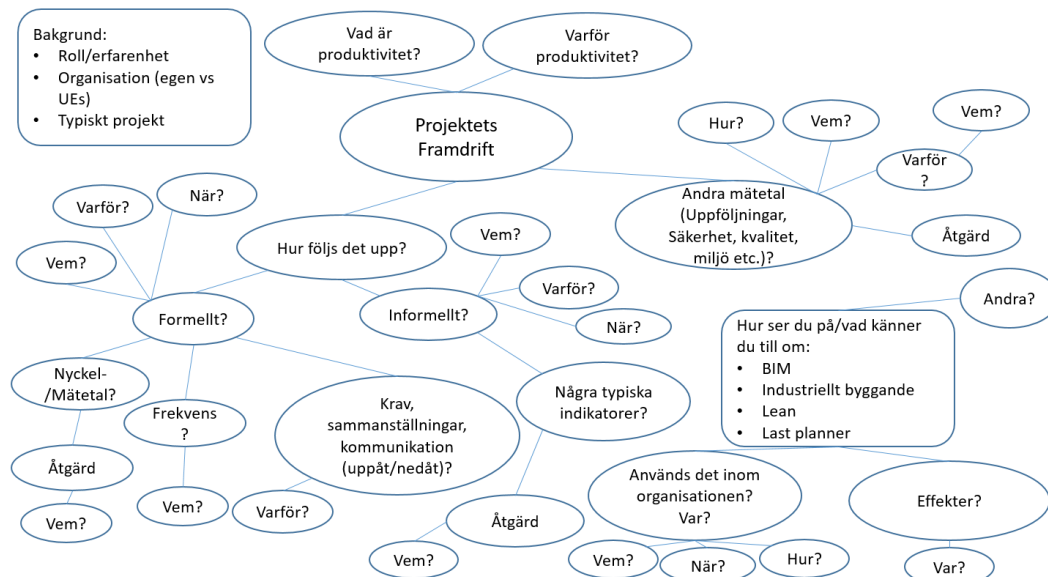
Aktiviteter

Projektet genomfördes i tre steg:

1. Utifrån litteraturstudier gjordes en sammanställning av produktivitetens mått i byggande, såväl vad gäller på projekt- som på företagsnivå. Detta redovisas i Bilaga 1
2. Inventering genom intervjuer av idag använda produktivitetens mått i byggföretag och i byggprojekt. Frågeställningarna utgick ifrån personers/företagens sätt att hantera eller bedöma produktiviteten. Inventeringen genomfördes genom intervjuer med personer på projekt, avdelnings- och i vissa fall på segments/företagsnivå med tydlig koppling till företagens produktion. Inventeringen redovisas i Bilaga 2.
3. Analys, sammanställning och beskrivning av hur framtaget ramverk för systematisk produktivitetens mätning kan användas.

Metodik datainsamling

En bärande del i projekt var inventeringen av produktivitetens mått som genomfördes genom intervjuer med personer på olika nivåer med tydlig bas i företagens produktion. Fem entreprenadföretag i två segment (bostäder och enkla kontor) från Skåne, Stockholm, Örebro, Göteborg och Luleå besöktes. Totalt genomfördes 15 intervjuerna med 3 personer/roller (Företagsledning, Avdelningschef och Platschef) på respektive företag. Valet av segment motiverades av möjligheten att identifiera effekter (påverkan på produktivitet) av de repetitiva inslag som är typiskt för enkla kontor och bostäder. Intervjuer genomfördes semistrukturerade med basen i den gemensamma mallen i Figur 2.



Figur 2: Översikt över frågeområden för de semistrukturerade intervjuerna.

De mätetal eller indikatorer som identifierats från intervjuerna sammanställdes, kategoriserades och strukturerades i ett antal workshops med referensgruppen. Resultaten redovisas i Tabell 3, Bilaga 2 och i kapitel 4.5 Ramverk för mätning av produktivitet.

4 PRODUKTIVITET, MÅTT OCH MÄTNING

4.1 Produktivitet - allmänt

Produktivitet är ett gammalt begrepp som kan beskrivas som förmågan att producera. Ett begrepp som utvecklats till en variation av olika definitioner och tolkningar. Vad produktivitet är har fått olika betydelser beroende på dess syfte och sammanhang, vilket kan leda till missförstånd när olika aktörer pratar om produktivitet då man inbegriper olika faktorer i begreppet. Variationen av vad begreppet produktivitet innefattar beror även på vilken organisatorisk nivå det används i, om det är på företags- eller nationell-, projekt- eller aktivitetsnivå, och om begreppet används för att prata om förståelse för produktivitet, eller kvantitativt för att mäta produktivitet (Huang, et al., 2009) (Tangen, 2005).

Det finns huvudsakligen tre olika generiska sätt att förstå produktivitet på (Pritchard, 1995).

- Det första sättet är bredast och innefattar allt som gör att en organisation fungerar bättre. Här inkluderar produktivitet effektivitet och många faktorer som påverkar förmågan att producera, så som motivation, innovation, personalomsättning, frånvaro, mm.
- Det andra sättet handlar om effektivitet när det kommer till output/input, men även output/mål, alltså om hur mycket man kan göra med sina resurser och hur väl det som produceras uppfyller mål eller kundens värde. Med andra ord innefattar detta begrepp både en inre och yttre effektivitet.
- Det sista är det smalaste begreppet och innefattar enbart relationen mellan input och output, alltså ett mått på hur mycket man klarar av att producera med en viss mängd resurser. Detta kan förstås som en inre effektivitet.

Det finns två huvudsakliga direkta sätt att mäta produktivitet, presenterat mer utförligt i bilaga I. Det ena är singelfaktorproduktivitet och det andra är totalfaktorproduktivitet (Crawford & Vogl, 2006) (Huang, et al., 2009).

Totalfaktorproduktivitet (TFP) är ett mått på hur effektivt flera olika input (kapital (K), arbete (L), material (M)) kombineras och nyttjas i ett system. I detta sätt beaktas även faktorer som till exempel förändringar vad gäller teknologi, kapacitetsutnyttjande, skalfördelningar, managementförmågor, förändringar i organisationens produktion, resursfördelning, och mätfel. Tanken med TFP är att mäta ökningen i output som inte härleds från en ökning av materiella input så som L, K eller M, utan till de olika svårsmätta bidragande faktorerna.

Singelfaktor produktivitet (SP) mäter hur effektiv en transformation är med avseende på en input. SP som kvoten mellan output och en input, eller en input och output, ekvation 1.

$$Produktivitet = \frac{input}{output} \text{ eller } \frac{output}{input} \quad (1)$$

Input representerar en insats av olika ”natur” och output representerar utfallet av processen alternativt transformationen.

Vad gäller prestationsmått (så som produktivitet) kan olika sorters mått användas. Enligt Beatham, et al. (2004) har det europeiska förbundet för kvalitetsteknik identifierat tre huvudkategorier.

- Den första typen kallas för KPO (key performance outcome) och är ett släpande mått, dvs. ett mått på utfallet av avslutade uppgifter eller processer. Till exempel blir antal förbrukade timmar för ett avslutat köksmontage för en lägenhet ett släpande mått på produktiviteten för montaget.
- Det andra, KPI (key performance index) är ledande mått som ska ge indikationer på prestationen under en pågående process för att ha möjlighet att ingripa så att utfallet på en process uppnår förväntat resultat. Ett exempel på ledande ett mått på att en leverans av material kommer i tid eller inte. Om platsledningen får indikationer på att materialet inte kommer i tid kan man agera genom att planera om någon aktivitet för att minska konsekvensen av förseningen.
- Det sista måttet är uppfattningsmättet eller jämförelsemättet, som kan vara såväl ledande som släpande och baseras på direkt feedback från en utförd prestation. Exempelvis kan måttet från föregående exempel på antal förbrukade timmar för ett avslutat köksmontage i en lägenhet användas som uppfattningsmått på hur produktiviteten borde ligga för liknande kök i liknande lägenheter, dvs. det ger en uppfattning på vilken nivå produktiviteten borde ligga.

I denna studie används benämningarna släpande och ledande mått för att förklara olika mätetal och dess användning. Dessutom används benämningarna direkta och indirekta mått. Med direkt mått menas mått som visar produktiviteten direkt för en prestation (till exempel är antal timmar/kök ett direkt mått). Ett indirekt mått är egentligen inte ett mått på produktivitet utan är ett mått på en faktor som påverkar produktiviteten (exempelvis är en uppföljning på att en leverans av material sker enligt plan ett indirekt mått).

Stomfasen är ett exempel där produktivetsmått används relativt tydligt. Dagligen mäts och rapporteras monterad byggdel per dag (släpande direkt mått). Varje stomelement ingår i montageplanen som har satt ett riktvärde (uppfattningsmått) för produktiviteten som ska hållas. Detta riktvärde beaktar erfarenhetsbaserade värden på saker som påverkar den möjliga produktiviteten (till exempel geografiskt läge, typ av byggnad, m.m.) och uppföljning sker på tiden det tar och hur många element det går att montera per dag.

Ytterligare ett mått är processivitet, (Koch et al., 2020), vilket är ett mått på själva processens effektivitet och som mäts i arbetstider, ledtider och störningar. Beskrivning och exempel på olika produktivetsmått redovisas i tabell 1.

Tabell 1 Olika produktivetsmått

Mått	Beskrivning	Exempel
Totalfaktorproduktivitet	Mått på ett produktionssystem's prestations- eller produktionsförmåga. Inkluderar hur effektivt <u>flera input</u> (kapital, arbete, material) kombineras samt processens utformning. Ökningen av produktivitet kan härledas till andra faktorer än K, L och M, så som teknologi, managementstrategi, mm.	Jämförelser mellan två fall där båda har lika kapital, arbete och material men där den ena skiljer i utformningen av processen.
Singelfaktor produktivitet	Mått på hur effektiv en transformationsprocess är med avseende på <u>en input</u> .	Kostnad per kvadratmeter bjälklag; Timmar per kubikmeter platsgjuten betong.
Släpande	Mått på utfallet av <u>avslutade</u> uppgifter eller processer	Antal timmar per färdigt badrum.
Ledande	Mått som ger indikerar prestationen under en <u>pågående</u> process	Kan vara mått som härleds till indirekta mått för att möjliggöra produktivitet, t.ex. antal aktiva YA/moment. Kan även vara direkta produktivetsmått på delmoment för ett moment, t.ex. temperatur för gjutning av betong.
Direkt	Mått som visar produktiviteten direkt för en prestation	Antal timmar/kubikmeter platsgjuten betong
Indirekt	Mått på en faktor som påverkar produktiviteten	Materialförsörjning enligt plan; motivation; frånvaro; kompetens
Processivitet	Mått på själva processens effektivitet	Grad av störningsfrihet eller antal hinder i en process.

4.2 Produktivitet och mätning inom verkstadsindustrin

Verkstadsindustrin har en lång erfarenhet av mätning av produktivitet. Fram till början på 80-talet gällde främst enskilda resursers produktivitet (eller effektivitet) i syfte att sätta rättvisa ackord (med hjälp av de förhatliga tidsstudiemännen) med jämna mellanrum i samband med tekniska och organisatoriska produktivetsförbättringar. I början på 80-talet lämnade många svenska verkstadsföretag denna lönomodell (ackord) för tim- och

bonusbaserade lönemodeller. Detta medförde att direkta produktivitetmätningar var begränsade under nästan ett decennium men fick en ny renässans i samband med införandet av lean produktion som började tidigt 90-tal. Därefter har mätning utgjort en bärande del i de företagspecifika produktionssystem (t.ex. Scantias SPS) som utvecklats och implementeras.

De mätetal som används skiljer sig inte från bygg och brukar ha fyra fokus: Säkerhet; Kvalitet; Leverans och Ekonomi. Exempel på faktiska mätetal är:

- **Säkerhet:** På lägsta nivå innefattas statistik på antal identifierade risker, tillbud och olyckor inom arbetsområdet. På högre nivå kan detta sammanställas till frånvaro på grund av olyckor och relaterade kostnader.
- **Kvalitet:** På lägsta nivå kan detta innefatta antal anmärkningar, kassationer och ombearbetningar. På högre nivå sammanställs det till kvalitetskostnader innefattande störningar som kvalitet ger upphov till.
- **Leverans:** Det vanligaste måttet här på lägsta nivå är antal producerade per tidsenhet (typiskt timme) i förhållande till den plan som reflekterar kundens (interna eller externa) faktiska efterfrågan, vilken uppdateras regelbundet (typiskt en gång per skift). På högre nivå används sammanställningar för flera arbetsområden för att fånga störningar på grund av materialbrist.
- **Ekonomi:** På lägsta nivå ofta ackumulerad förbrukningskostnad (ingående material etc.). På högre nivå totala kostnadsmassan för de olika arbetsområden i relation till produktion (kostnad/produkt).

Ett mätetal som tillämpas för jämförelse av produktivitet mellan företag inom fordonsindustrin med fokus på slutmontering är antal timmar per bil (Harbour Report (2019)).

Som nämntes är det ingen stor skillnad mellan de mätetal som tillämpas inom verkstadsindustrin jämfört med bygg. Den stora skillnaden är med vilken tydlighet och acceptans dessa tillämpas i organisationen. Några exempel på detta är:

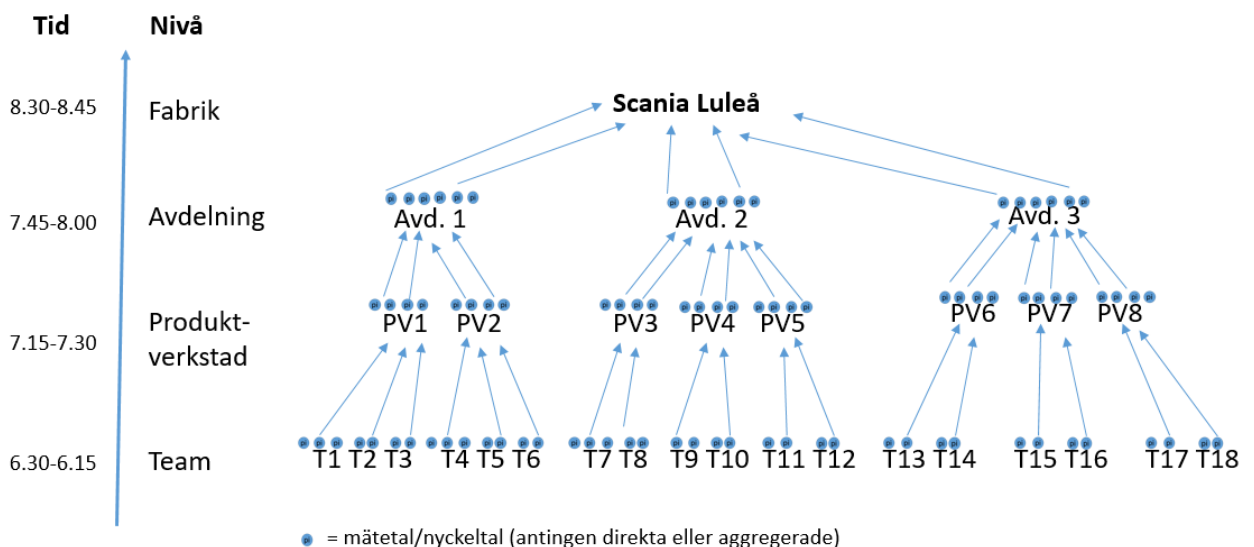
- **Acceptans:** Registrering av mätetal (nyckeltal) är en del av det standardiserade arbetssätt och det finns en tydlig acceptans för vikten av detta för att kunna upptäcka avvikelser från normaltillstånd, identifiera nödvändiga aktiviteter för att återfå normaltillstånd eller förbättra detta.
- **Metod:** Ansvar för registrering av nyckeltal placeras så nära källan som möjligt, t.ex. är operatören eller teamledare ansvarig för att redovisa nyckeltal och kommentera eventuella avvikelser inom sitt ansvarsområde med bestämda tidsintervall (t.ex. varje timme). Viktiga nyckeltal redovisas i form av diagram för att kunna identifiera trender och sätta dessa i relation till målvärden (t.ex. antal tillbud, kvalitetsutfall och leveranssäkerhet). Detta, tillsammans med avvikelserrapportering, utgör en viktig input för gruppens förbättringsarbete.
- **Transparens:** Valet av nyckeltal är noga avvägt och standardiserat inom respektive nivå och del inom företaget. Även sättet (tavlan) är standardiserat vilket gör det enkelt för någon ”utomstående” (inom eller utanför företaget) att ta del av

gruppen tillstånd. Visuellt, enkelhet och synlighet är viktiga ledord i detta sammanhang, se figur 4.



Figur 4: Exempel ”standardiserad” tavla som uppdateras av förmän och operatörer strax före pulsmöte.

- **Informationsflöde:** Det finns också en standardiserad process för hur nyckeltal på golvnivå ska diffundera, genom pulsmöten på olika organisationsnivåer, till företagsledning som inom några timmar har tillgång information om nuvarande tillstånd, ofta i aggregerad form, för att ta nödvändiga beslut (endast sådant som inte gått att lösa på en lägre nivå), se figur 5.



Figur 5: Exempel på tidpunkter för pulsmöten på olika organisationsnivåer för snabb spridning av nuvarande tillstånd.

Denna struktur möjliggör produktivitetmätning på systemnivå som baseras på aktuell status på golvnivå. Det finns också i de flesta fall en horisontell koppling, leverantör-kund,

i form av material och/eller information, på de olika nivåerna. Den kan vara stark (t.ex. två efterföljande team/stationer på en taktat monteringslinje) eller mindre stark (t.ex. materialflöde mellan två flödesgrupper där kopplingen mjukats upp med buffertar). Strukturen i figur 5 möjliggör produktivitetsutveckling i ett systemperspektiv där suboptimeringar kan undvikas för horisontellt kopplade system.

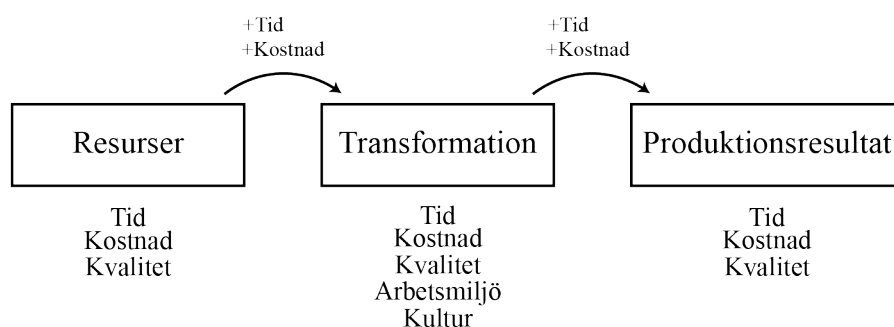
Det är viktigt att poängtera att mognaden inom verkstadsindustrin vad gäller mätning och nyckeltal varierar, där exemplet ovan kan ses som hämtat från de företag som leder utveckling. Självklart finns det också en fördel för verkstadsindustrin med serieproduktion av mer eller mindre liknande produkter, något som knappast kan sägas gälla för bygg.

Att mäta och sträva mot högt utnyttjandet av resurs (människor, maskiner, material etc.) har varit i fokus sen industrialismens början och där ackordbaserade lönesystem har varit ett medel för att stimulera detta. Detta synsätt, fokus på resurseffektivitet, började ifrågasättas inom verkstadsindustrin för mer än 40 år sedan då också ackordbaserade lönesystem ersattes med timbaserade lönesystem. Självklart är ett bra resursutnyttjande fortfarande viktigt men utveckling inom verkstadsindustrin har gått mer mot ett flödestänk med fokus på flödeseffektivitet. Flödeseffektivitet kan beskrivas som förhållande mellan den tid som en produkt ”upplever” aktion (värdeskapande aktivitet) och den totala tid (genomloppstid) som produkten befinner sig i systemet. För byggindustrin kan det ses som den tid som det händer något värdeskapande (insatser av YA eller UE) i förhållande till den totala projekttiden (eller något representativt skede).

4.3 Produktivitetmått och -mätning i byggprojekt

I byggproduktion finns en kombination av resurser som påverkar produktivitet (t. ex, byggnadsmaterial, komponenter, maskiner, personal från olika discipliner, mm). Resurserna används och samverkar i en transformationsprocess som i sig kan delas upp i olika delprocesser eller system för att bli en färdig byggnad, bestående av flera byggnadsdelar och/eller system.

Input är de resurser som används samt delvis förbrukas i systemet, transformationen, för att skapa ett produktionsresultat. Från de i denna studie genomförda intervjuerna framgick att det finns många olika faktorer och resurstyper att ha kontroll på i själva transformationen (t.ex. yrkesarbetare, byggmaterial, maskiner, leveranser, handlingar, osv.), se figur 6.



Figur 6: Modell för skapande av produktionsresultat

Koch et al (2020) menar att i ett byggföretag kan mätningar av produktivitet användas på två sätt:

1. Som ett hjälpmedel för att på byggarbetsplatsen välja organisation, arbetsmetoder, maskiner och material. För den enskilda arbetsplatsen är det viktigt att kunna välja den lösning som ger lägst resursförbrukning totalt sett. Det gäller alltså inte bara att minska antalet timmar för yrkesarbetarna utan att se till att de totala kostnaderna för yrkesarbetare, tjänstemän, material och maskiner blir så låga som möjligt. För att klara det räcker det inte att bara att mäta hur många timmar som förbrukats för ett visst arbete.
2. Som ett strategiskt verktyg för företagsledningen, där man genom att använda mätningarna i intern benchmarking kan identifiera vad som är typiskt för arbetsplatser med hög eller låg produktivitet. Kunskapen kan sedan spridas i företaget för att förbättra produktiviteten på olika arbetsplatser.

Av våra intervjuer framgår det att produktivitet är en viktig fråga, men förståelsen av produktivitet samt användandet av produktivitetsmått varierar från projekt till projekt och från person till person. I huvudsak är förståelsen för produktivitet utifrån platschefernas perspektiv avgränsat till produktionen för att möjliggöra framdriften i byggandet. Det handlar då främst om att klara av de planerade produktionstiderna och kostnaderna, samtidigt som man även försöker sänka kostnaderna i produktionen. För de högre nivåerna i organisationen får produktivitet en bredare betydelse. Där handlar det även om att tillgodose en längre värdekedja i byggprojektet, från planering och design, att vinna projekt, till överlämnande eller förvaltning av byggnaden. Utöver att sänka kostnader och tider samt öka intäkter i just produktionen (den inre effektiviteten/produktiviteten) handlar det även om att tillgodose beställare och boendes behov eller värde (yttre effektivitet/produktivitet).

Att mäta totalfaktorproduktivitet i byggprojekt är svårt, ja en del anser det omöjligt, Kölborg (2009). I den här studien studeras därför huvudsakligen singelfaktorproduktivitet, dvs. outputs/produktionsresultat i förhållande till input. Även om inslag av totalfaktorproduktivitet finns eftersom det inte går att ignorera indirekta och direkta inverkanse faktorer på produktivitet när det talas om produktivitetssuppföljning för att möjliggöra förbättringsåtgärder.

Mätetal relaterade till tid eller kostnad används som släpande mått i planeringen av byggprojekten. Släpande direkta uppfattningsmått hämtas till exempel från nybyggnadslistan samt från egna insamlade erfarenhetsvärde och platschefernas erfarenheter för att ta fram ett underlag för en tids- och kostnadsplan.

Från intervjuerna framgår det vidare att produktionen oftast saknar strukturerade mätningar av produktivitet. Använda mått på produktivitet varierar, en del är kvantitativa och andra utgörs av kvalitativa bedömningar som normalt inte dokumenteras. Framdriften under projektets gång kontrolleras i regel via upparbetade tider och kostnader genom avstämningar mot budget och tidplan (uppfattningsmått) som en del i projektstyrningen. Det kan förekomma att ledningen göra en visuell bedömning på plats av hur långt en

aktivitet har kommit och hur lång tid som borde återstå, vilket stäms av och markeras i tidplanen.

Det finns mått av olika karaktär relaterat till tid, kostnader, resurser, kvalitet, arbetsmiljön och projektkulturen och dessa används i varierande grad för att få en uppfattning av och kontroll på produktiviteten i byggandet. Dels kan dessa vara direkta produktivetsmått (kostnad/byggdel, tid/moment, tid/lägenhet, m.m.), dels kan det vara mått på faktorer som i sin tur indirekt påverkar produktivitet ex. antal personer/moment, antal besiktningsanmärkingar/moment, antal avvikelser mot planerad leverans, antal olyckor/moment, m.m. Många mått rapporteras inte in utan stannar för det mesta i projekten på grund av avsaknaden av systematiska arbetssätt och rutiner för produktivetsmätningar.

I tabell 2 presenteras olika mätetal som identifierats under intervjuerna (ett mera fullständigt underlag finns i bilaga 2). Mätetalen representerar direkta respektive indirekta mått på produktivitet som följs upp i projekt. De identifierade måtten baseras på de kvantitativa eller kvalitativa uppföljningarna som platsledningen i varierande grad utför, och kan delas in enligt kategorierna kostnad, tid, resurser, kvalitet, arbetsmiljö och kultur. Användningen av måtten varierar beroende på platsledningens intresse och förmåga att mäta och hur man med dessa kan stötta produktionen eller möjliggöra erfarenhetsåterföring.

Tabell 2 Olika mätetal som identifierats under intervjuerna

Kategori	Mått	Klassificering/Typ av mått
Kostnad	Kostnad per projekt, byggdel, moment, ytenhet, volym, YA	Släpande direkt mått
Tid	Tid per byggdel, moment, ytenhet, volym, lägenhet Antal moment per byggdel Projekttid Värdeadderande tid per byggdel, moment	Släpande direkt mått
	Produktionsstopp per moment, skede, projekt	Släpande indirekt mått
Resurser	Mantimmar per moment, byggdel, byggdel Antal personer per moment, byggdel Ingående material per byggdel, moment Utgående material per byggdel, moment	Släpande direkt mått
	Verktyg per byggdel, moment Antal maskiner per byggdel, moment	Släpande indirekt mått
	Antal avvikelser per planerade leveranser	Ledande direkt mått
Kvalitet	Besiktningsanmärk per byggdel, moment, projekt	Släpande indirekt mått

	Antal egna anmärkningar per byggdel, moment, projekt Antal ÄTA per moment, skede, projekt Antal kollisioner per projekteringshandlingar Antal ändringar från kund per byggdel, skede, projekt	
	Antal avvikelser från plan per moment, skede, projekt	Ledande direkt mått
Arbetsmiljö	Antal tillbud per moment, skede, projekt Antal olyckor per moment, skede, projekt Antal korrigerande åtgärder per moment, skede, projekt,	Släpande indirekt mått
	Antal observationer innan incident per moment, skede, projekt	Ledande direkt mått
Kultur	Efterföljande av vedertagna metoder och rutiner	Släpande indirekt mått

4.4 Val av mätetal

För att använda mätetal och göra mätningar finns det kriterier som dess behöver uppfylla. Följande allmänna kriterier behöver beaktas vid utformning av mätningen:

- Mätningen ska avspegla en organisations eller ett projekts valda strategi. På så sätt kan mätningen bidra till att följa upp att ett projekt är på väg mot de valda strategiska mål som är satta. Detta förstärker mätningens syfte och intresset för att mäta. Detta leder även till att förstå vad som ska mätas och varför.
- Mätningen behöver ha syfte och mål i linje med den valda strategin. Sedan måste det finnas en strategi på hur man tänker genomföra mätningen.
- Mätningen behöver struktur och systematik. För detta kan prestationsmätningssystem (PMS) användas. PMS är system som utformas med mätetal som har i avsikt att avspegla strategi, syfte och mål. Systemet inkluderar och strukturerar de tänkbara mätetalen för att förenkla genomförandet och analysen av mätningarna.
- Det räcker inte med att mäta en gång utan dessa måste utföras systematiskt och kontinuerligt.

Vid valet av själva mätetalet är det ett antal faktorer man behöver ta ställning till. Några exempel är:

- Går det att få fram data för mätetalet? Det är ofta ett stort problem då vi inte har enkla system för datainsamling även om digitaliseringen ger oss ökade möjligheter. Krävs det extraarbete med att få fram data brukar detta vara ett stort hinder.
- Finns det system för att ta hand om erhållna mätdata? Många gånger fastnar dessa hos enskilda aktörer eller projekt. De kanske inte alls dokumenteras

- Är måttet ett direkt mått eller ett indirekt mått? Exempelvis kan inverkan av dåligt väder (antal regndagar) påverka produktiviteten men detta är en indirekt påverkan. Däremot är antalet uppställda kök per dag ett direkt produktivitetmått.
- Är måttet tillräckligt eller behövs flera mått för att förstå produktivitetens utvecklingen? Hög produktivitet i vissa delar av ett projekt innebär ju inte direkt att hela projektet har hög produktivitet. Därför behövs flera olika mått för att skapa en bild av ett projekts produktivitet
- Att måttet, så långt möjligt är, utgår från lägsta nivå i organisationen (t.ex. arbetslag). Detta förutsätter mätetal som är lätt att fånga, enkel registrering och relevanta för arbetslagets dagliga verksamhet.

Beroende på systemnivån som avses att mätas på bör olika släpande och ledande mått användas och anpassas i ett ramverk. I avsnitt 4.5 ger vi ett förslag på ett sådant ramverk. Mått kan även vara systemgränsöverskridande, dvs., släpande mått från till exempel den färdiga byggnaden (t.ex. stomtid) kan i sig användas som ledande uppfattningsmått för en framtida byggnad (t.ex. planerad stomtid).

Som tidigare sagts så kan inte ett enda mått på produktivitet räcka för att ge en rättvis och användbar bild av produktiviteten i ett byggprojekt. Det behövs ett flera mått som kan stödja produktionen att öka produktivitet (Olander & Widén, 2010) (Josephson, 2013). Vid valet av vad som ska mätas vid produktivitetsstudier behövs en förståelse över vad som tillhör input/tillförda resurser, processerna och produktionssystemet och vad som utgöra indirekta mått.

Vid jämförelse av erhållna värden, tex jämförelse mellan olika projekt finns det antal faktorer man måste ta hänsyn till såsom:

- Var i inkörningscykeln befinner man sig. Är det tidigt i ett projekt eller har man klarat av de flesta inkörningsproblemen.
- Är det samma volymer. Vid små volymer måste man räkna med högre s.k. ställtider.
- Är den tekniska utformning ungefär lika eller finns delar som är mera komplicerade. Tex en byggnad med många hörn medför ofta lägre produktivitet (och högre kostnad). Ingår källare eller inte mm.

Ett exempel: För att jämföra kostnaden per BTA mellan olika flerbostadshus måste man ta hänsyn om det ingår källare eller inte. I ett fall har man korrigerat detta genom att i den totala ytan bara inräkna 50% av källarytan, då denna del har mindre tekniska installationer, enklare yt- och golvsikt mm. Man kallar detta mått effektiv BTA.

4.5 Ramverket för produktivitetmått

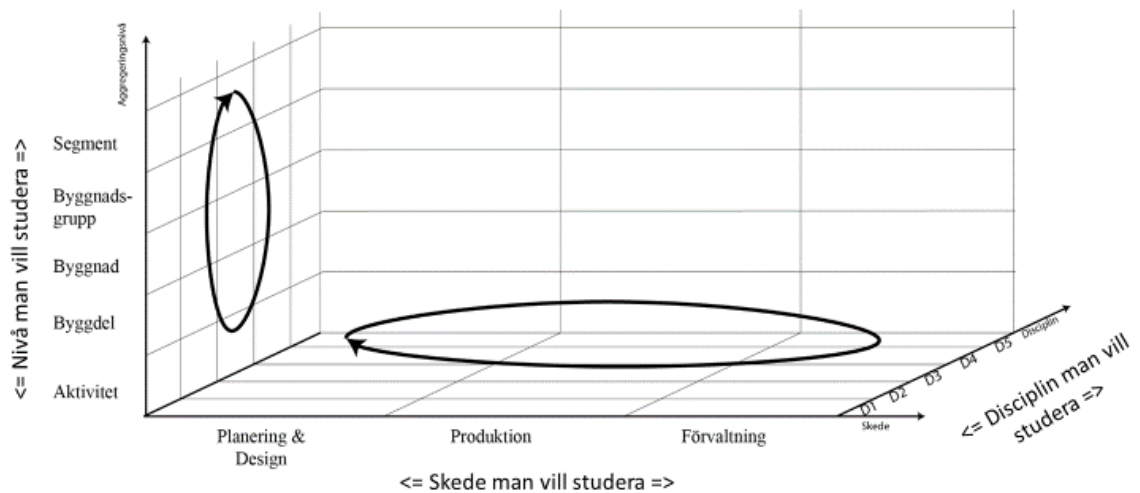
För att få en större nytta samt möjliggöra en värdeskapande användning av produktivitetmått, såsom görs i andra industrier, behövs ett ramverk och system för mätningarna. Det behövs både ledande, släpande och uppfattningsmått som kombineras i

ett mätningssystem. Systemen behöver anpassas till företagets strategi och mål med byggandet genom att systemets mätetal är strukturerade och anpassade till strategi och mål. Ska till exempel en uppföljning av produktiviteten av ett specifikt skede, till exempel stommontage, bör mätningssystemet avspela de olika delskedena och knytas till ett slutmål (exempelvis färdig stomme). Mätetal tillhörande produktiviteten i delskedena struktureras i sin tur enligt delskedena för att på så sätt kunna härleda de olika talen till vad de faktiskt mäter. Systemet ska alltså bidra till att ge en verklig bild av vad som pågår.

Av våra intervjuer framgår att det saknas en struktur för produktivetsmått. Av denna anledning har vi tagit fram den i figur 7 visade ramverksstrukturen. Ett byggprojekt kan betraktas utifrån tre olika perspektiv:

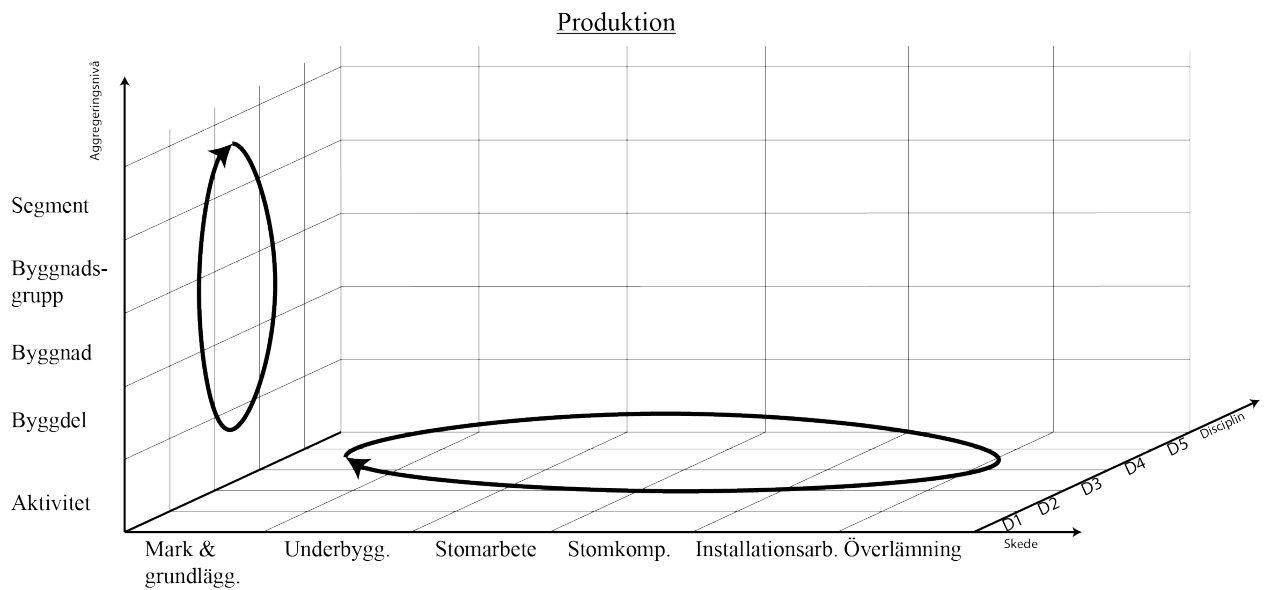
- Skede; projektering, produktion eller förvaltning.
- Aggregeringsnivå;
 - o den enskilda aktiviteten såsom montage av väggar, gjutning av bjälklag, montage av köksskåp mm.
 - o en viss byggdel såsom badrum, kök, lägenhet mm.
 - o byggnad såsom hus A, B eller C.
 - o byggnadsgrupp/projekt såsom projekt A, B eller C.
 - o helt segment såsom flerfamiljshus, småhus, enkla kontor mm.
- Disciplin; Ventilation, El, Bygg mm.
 - o Byggprojekten består av olika discipliner, yrkesgrupper och organisationer som samverkar och interagerar i och mellan olika skeden.

Delarna i detta ramverk är relaterade till varandra på så sätt att beslut och prestationer i ett skede kan påverka prestationer och beslut i ett annat. Till exempel kan ett beslut som tas i projekteringen vara beroende av ett mätresultat från produktionen eller förvaltningen för valet mellan två projekteringslösningar. Genom att använda mätetal samt förstå relationen mellan mätetalen från olika delar kan resultat användas i erfarenhetsåterföringssyfte såväl för det enskilda projektet som högre upp i en organisation.



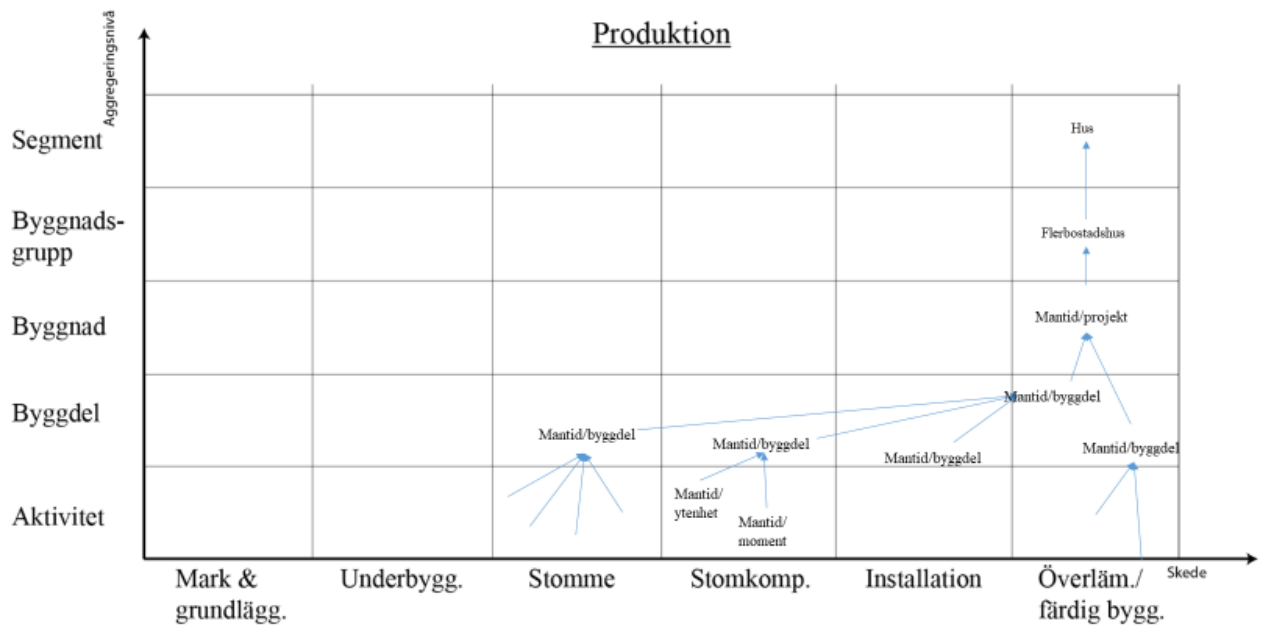
Figur 7: Principlamverk för produktivitetmått

Om vi tittar mera i detalj på delen produktion kan ett ramverk struktureras för detta skede, se figur 8, och kan ses som en del, produktionsdelen, av ramverket för hela byggprojektet (figur 7). Aktivitet avser en enskild aktivitet, till exempel placering av armeringsnät vid en gjutning. Byggdel är en färdig byggkomponent, till exempel ett gjutet bjälklag. Summan av byggdelar utgör nivån byggnad. Därefter avser summan av liknande hus en sorts byggnadsgrupp, till exempel flervåningshus, eller småhus. Längst upp är summan av olika sorters hus, vilket utgör segmentet. Produktionen kan sedan delas upp i delskeden, även om olika skeden kan pågå parallellt. Dessutom är olika discipliner inblandade i de olika skeden i produktionen, till exempel betong, trä, el, VS, mm. Disciplinerna samverkar i och mellan olika skeden i aktiviteter för att framställa byggdelar. Disciplinernas produktivitet mäts däremot ofta i olika enheter (till exempel mäts oftast betong per kubikmeter medan rör mäts per löpmeter). Trots relationen mellan disciplinernas bidrag till en aggregeringsnivå kan man inte slå ihop och blanda mått med olika enheter då de mäter olika saker. För att kunna härleda produktivetsförluster till orsaker eller för att skapa jämförbarhet mellan olika mått i olika projekt särskålls därför dessa via disciplin-axeln. Ska måtten med olika enheter från disciplinerna aggregeras för att till exempel visa ett mått på produktiviteten för en byggnad behöver mått per disciplin aggregeras och sedan standardiseras via statistiska metoder (exempelvis via z-metoden, se Liao et al., 2012). Mao. det finns dels en inbördes relation, dels mellan disciplinerna, skeden och aggregeringsnivåerna i figur 8 vilket representeras av pilarna. Valet av mätetal i ramverket är alltså beroende av aggregeringsnivå, skede och disciplin, där ramverket utgör grunden för att förstå hur olika mätetal relaterar till varandra. Relationen i sig och lärandet, som också illustreras av pilarna i figur 8, som kan tas tillvara på grund av relationen kan sedan via mätningar och förbättringsarbeten leda till möjligheten för ständiga förbättringar.



Figur 8: Ramverk för produktivitetmätning av produktionen av husbyggnader.

I Figur 9 görs ett försök att grafiskt visa hur olika mätetal kan vara relaterade till varandra. Eftersom exemplet är illustrativt och en tredimensionell bild kan vara svår att förstå visas inte disciplin-axeln. Däremot behöver detta tas i beaktning vid produktivitetmätningen för att inte blanda mått med olika enheter samt för att kunna härleda produktivitetsförluster till dess orsak. Mätningar på den lägsta aggregeringsnivån Aktivitet utgör normalt grunden för mätetal på högre nivåer. T.ex. antal mantimmar för att montera väggar i en lägenhet utgör en delmängd av samtliga mantimmar för att färdigställa en lägenhet. Här tillkommer ju timmar för installationer, golvläggning målning mm. På liknande sätt kan kategorierna kostnad, kvalitet, arbetsmiljö och resursförbrukning studeras genom att skapa ett ramverk/nätverk med indikatorer som knyts ihop i systemet

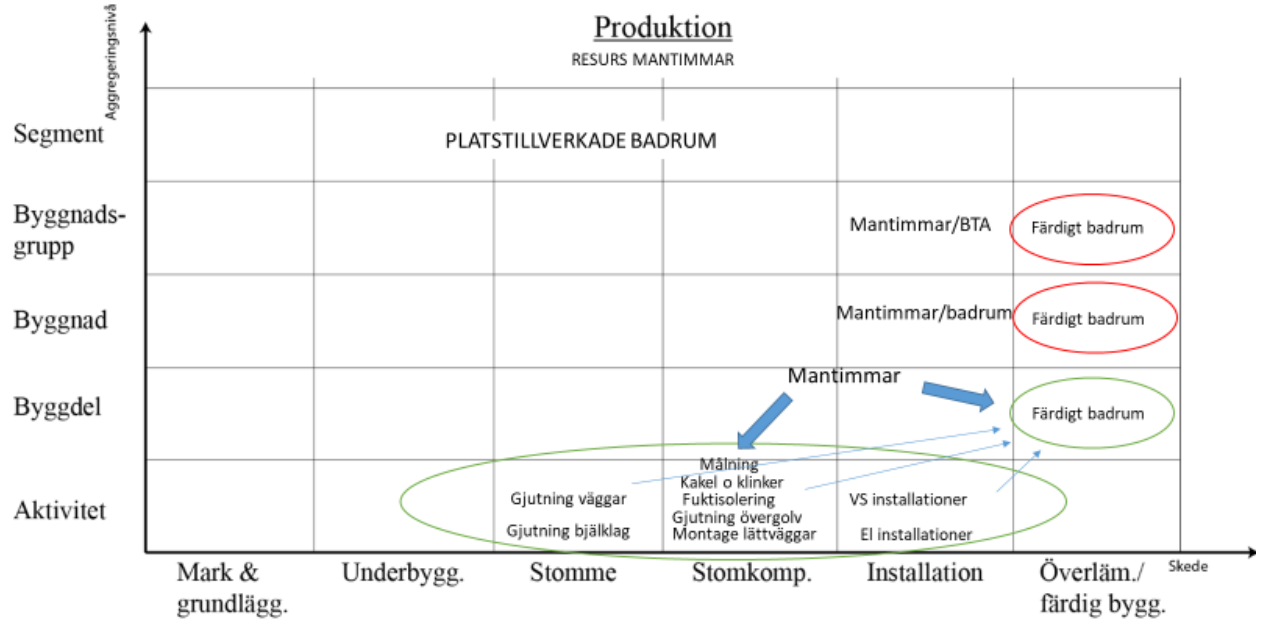


Figur 9: Ingående poster och hur de kan aggregeras på olika nivåer.

4.6 Hur ramverket för produktivitetmått kan användas - Exempel 1

För att förtydliga hur ramverket kan användas ges ett exempel i detta kapitel för plattstillverkade badrum och i nästa kapitel ett exempel, mer övergripande men med samma logik, för plattsgjutna stommar. I exemplen utelämnas hänsyn till produktionsdisciplinerna (el, ventilation, mm.).

I figur 10 visas schematiskt uppbyggnaden av olika mätetal på olika nivåer för plattstillverkade badrum, vilka beskrivs mera i detalj i 4.6.1.



Figur 10 Exemplet platstillverkade badrum

4.6.1 Aktivitetsnivå

Följande aktiviteter är i stora drag de aktiviteter som utförs på en arbetsplats för att producera ett platstillverkat badrum:

- Gjutning av bjälklag
- Gjutning av väggar
- Montage av lättväggar
- Gjutning av övergolv
- Fuktisolering
- Plattsättning
- Elinstallationer
- VS installationer
- Målning

För att mäta produktiviteten för produktion av badrum på byggsplats behöver delar av (eller alla) dessa aktiviteter mätas. I Tabell 3 ges exempel på släpande mått för dessa mätningar. Vidare kanske man vill jämföra dessa enskilda aktiviteter på denna nivå och behöver då ett uppfattningsmått (jämförelsemått). Exempel på detta ges också i tabellen.

Uppfattningsmättet kan man ha erhållit t.ex. från:

- Tidigare producerade badrum i samma byggnad, ex ett tidiga plan. Likare att beakta är graden av inkörning.
- Tidigare producerade badrum i samma projekt om detta består av flera liknande byggnader. Likare att beakta är graden av inkörning.

- Liknande badrum från andra projekt. Likare att beakta är graden av inköring, storlek på badrum, ev komplicerande detaljer som många hörn, komplicerade installationer mm.
- Tider från enhetslistor. Likare är att bedöma om aktuella badrum är ”normal” badrum eller har exceptionella lösningar.

Tabell 3. Badrum, platstillverkade badrum - nivå enskild aktivitet

Aktivitet	Släpande mått	Uppfattningsmått
<ul style="list-style-type: none"> • Gjutning av bjälklag • Gjutning av väggar • Montage av lättväggar • Gjutning av övergolv • Fuktisolering • Plattsättning • Elinstallationer • VS installationer • Målning 	Mantid montage (timmar), kostnad, spill/aktivitet, mängd mtr/aktivitet, maskinhyra	Tidigare badrum i samma projekt. Liknande andra byggnader Liknande andra projekt Enhetslistan

4.6.2 Byggnadsnivå

På byggnadsnivå följer man upp mått som gäller färdiga badrum såsom:

- Mantid såsom mantid/badrum.
- Totalkostnad såsom kr/badrum.
- Materialåtgång (mängd kakel) kvm/badrum.
- Kostnad VS såsom kr/badrum.
- Etc.

På byggnadsnivå kan uppfattningsmått utgöras av tidigare badrum i:

- Samma projekt.
- Likande andra byggnader.
- Liknande andra projekt.

4.6.3 Byggnadsnivå

På byggnadsnivå följer man upp mått som gäller färdig byggnad där badrummet utgör en delmängd såsom:

- Andel mantid för badrum av byggandens totala antal timmar.
- Badrums andel av byggnadens totalkostnad alt kr/BTA.
- Materialåtgång (ex mängd kakel) för badrum.
- Kostnad för VS för badrum som andel av totala kostanden för VS.
- Etc.

På byggnadsnivå kan uppfattningsmått utgöras av:

- Andra byggnader i samma projekt.
- Likande byggnader från andra.

4.6.4 Byggnadsgrupp/segment

På nivån byggnadsgrupp/segment följer man upp mått som gäller hela segmentet där badrummet utgör en delmängd såsom:

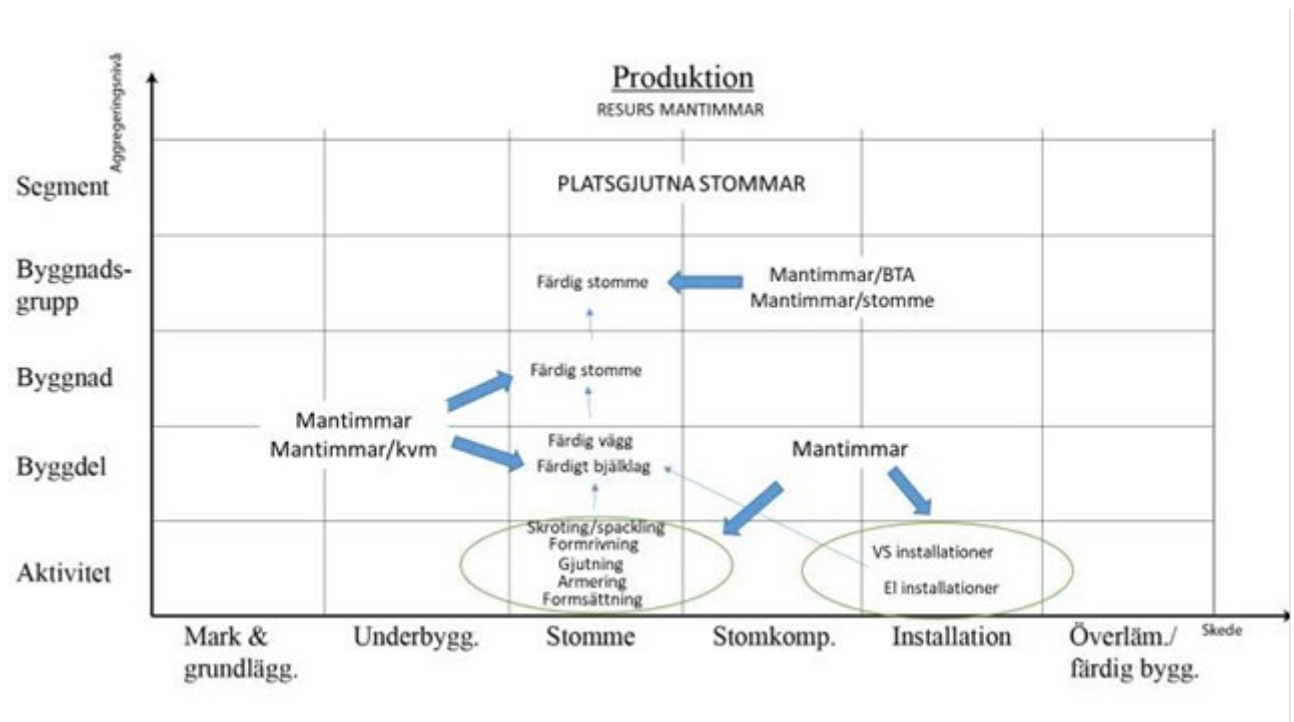
- Andel mantid för badrum av byggandens totala antal timmar uttryckt som mantimmar/BTA.
- Badrums andel av segments kostnad ofta uttryckt som kr/BTA.
- Materialåtgång (ex mängd kakel) för badrum uttryckt som kvm mtrl/BTA.
- Kostnad för VS för badrum som andel av totala kostnaden för VS uttryckt som kr/BTA.
- Etc.

På byggnadsgrupp/segmentnivå kan uppfattningsmått utgöras av:

- Andra byggnader i samma segment.

4.7 Hur ramverket för produktivetsmått kan användas -Exempel 2

Exempel 2 handlar om platsgjutna stommar. Exemplet i figuren 11 följer samma logik som exemplet i kapitel 4.6 men illustrerar bara schematiskt uppbyggnaden av olika mätetal på aktivitetsnivån i 4.7.1.



Figur 11 Exemplet platsgjutna stommar

4.7.1 Aktivitetsnivå

Följande aktiviteter är i stora drag de aktiviteter som utförs på en arbetsplats för att producera en platsgjuten stomme:

- Formsättning
- Armering
- Gjutning
- Formrivning
- Skrotning/spackling
- El installationer
- VS installationer

Enligt samma logik som exemplet ovan (4.6.1) behöver delar av (eller alla) dessa aktiviteter mätas. På liknande sätt som i tabell 3 byggs upp släpande mått och uppfattningsmått (jämförelsemått) för dessa mätningar för platsgjutna stommar.

För att sedan följa upp måtten på byggdelsnivå, byggnadsnivå och byggnadsgrupp/segment följer man samma logik som bekrävs i kapitel 4.6.2-4.6.4.

5 DISKUSSION, SLUTSATSER

Projektets tänkta leverans fokuserade på produktivetsmätning och delades in i fyra samhängande delar:

- En inventering av hur produktivitet (trots allt) mäts inom och mellan projekt och segment och byggbolag.
- Kritisk granskning av olika tillämpade mätetal för en generisk beskrivning av vilka förutsättningar som bör vara uppfyllda och vilka krav som finns för att produktivetsmått kan användas för att byggföretag ska kunna förbättra produktiviteten.
- Förslag på ett antal konkreta mått på produktivitet lämpliga för mätning av produktivitet på delprocesser i projekt, på projekt och på byggföretagsnivå genom exemplifiering i två utvalda segment (t.ex. bostadsbyggande och en-klare kontorsbyggnader).
- En beskrivning av hur dessa mått skall användas, på vilken nivå de lämpligen används samt dess begränsningar.

Innan vi diskuterar dessa är det viktigt att påpeka att studien, på grund av det upplägg som valdes med personliga intervjuer, har en empiri baserat på 15 intervjuer med representanter från de 5 byggföretag som ingått i studien. Det är därför svårt att dra slutsatser om skillnader mellan segment eller geografiskt område. Underlaget har dock förstärkts genom referensgruppens stora kompetens, engagemang och bidrag i samband med referensgruppsmöten mm.

Här följer en genomgång av och diskussion runt respektive leverans.

En inventering av hur produktivitet (trots allt) mäts inom och mellan projekt och segment och byggbolag.

Inventeringen, baserade på intervjuer och diskussioner, resulterade i total 43 mätetal med direkt och indirekt koppling till produktivitet. Den största andel mätetal identifierades inom kategorierna tid och resurs följt av kvalitet och kostnad. För dessa kategorier är kopplingen till produktivitet mest direkt. För de mätetal som identifierades i kategorierna, arbetsmiljö och kultur är kopplingen mer indirekt men viktiga för att skapa förutsättningar för produktivetsutveckling. Vi konstaterar också att de enda mätetal som formellt efterfrågas i alla deltagande företag är kostnadsrelaterade "bottom-line" då många bolag är börsnoterade samt arbetsmiljörelaterade mätetal vilket delvis förklaras av myndighetskrav och sektorns fokus på denna fråga.

Vår bild är att det inte råder brist på mätetal utan det som saknas är en strukturerad tillämpning av dessa (undantagen arbetsmiljö). Vi har hittat väldigt få exempel på att mätetal efterfrågas och inrapporteras mellan olika nivåer inom företaget eller, än mindre, används för att driva produktivetsfrågor mellan olika projekt. Val av mätetal och hur de tillämpas är till en liten del företagsberoende (vilka system och rutiner som är implementerade) men mestadels personberoende och mer eller mindre upptill respektive

platschef och arbetsledare. Informationen används sedan främst för att driva projektet och identifiera avvikelser från huvudplan.

Kritisk granskning av olika tillämpade mätetal för en generisk beskrivning av vilka förutsättningar som bör vara uppfyllda och vilka krav som finns för att produktivitetens mått kan användas för att byggföretag ska kunna förbättra produktiviteten.

Det är svårt, åtminstone utifrån det underlag som skapats i detta projekt, att ta fram generiska beskrivningen. Vi ser ingen stor skillnad mellan företag och segment vad gäller mått, men de mått man väljer och ska välja att fokusera på är i högsta grad situationsberoende. Detta är väl i linje med verkstadsindustrins syn där mätningar har tre syften:

1. Identifiera om normalt läge råder.
2. Skapa underlag för att komma tillbaka till normalt läge.
3. Stödja utveckling mot ett nytt bättre normalt läge.

Konkret innebär det att man i varje företag och projekt måste identifiera de viktigaste nyckeltalen som har störst inverkan på produktivitet och framdrift. Det kan till exempel vara:

- TAKT: Ex. Byggdel per tidsenhet för kritiska byggdelar (stor påverkan på etableringstid, andra yrkesgrupper etc.).
- LEVERANS: Förmåga att innehålla slottid (start-/leverans enligt plan, avslut enligt plan).
- KVALITET: Antal avvikelser, ackumulerat antal avvikelser (borde finnas en nivå när det börjar störa övriga aktiviteter), förluster (mertid, material, väntan)

Återigen, de mätetal som används ska spegla den utmaning som just nu är på agendan. Upplever man som projektledare problem med att innehålla leverans- och slottider är det viktigt att man tidigt i projekt informerar om och förankrar att detta kommer att mätas och att det i första hand mäts av utföraren (UE eller YA). Detta ger en tydlig och gemensam bild om vad som är på gång och kommer, med stor sannolikhet, att omgående ge en avsevärd förbättring. Utmaningen är att få detta att bli det nya normaltillståndet till kommande projekt.

En stor utmaning är att identifiera mätetal för jämförelse mellan olika byggprojekt och segment. Här finns det inget tydligt svar eller lösning men vi ser ett behov av utveckling av likare (finns ett antal initiativ inom några av de deltagande företagen) för att kunna likställa två olika byggprojekt. En potentiell väg, som dock kräver vidare utredning, är att kombinera mätningssystem, där mätetal följer strukturen på det föreslagna ramverket, kombinerat med de kvalitativa bedömningar som görs idag vid planeringen av projekten.

Ett problem med begränsad eller avsaknad av mätning är att det sker mycket begränsad kunskapsöverföring mellan projekt trots att det finns medvetenhet om att det sker produktivitetsförbättring inom projektet (mellan olika våningsplan och huskroppar). Ett exempel från diskussion med en platschef om hur produktivitet kan drivas inom projekt är:

”Vi jobbar med ackord så jag gör ju tidplaner enligt förhållande mot tidslistan men i och med att jag jobbar med samma människor så ligger jag någonstans mellan 80 och 110 timmar för 2 gubbar per vecka. Sammanställde föregående projekt, närvarotimmar är 35000 men vi fick ut nästan 51500. Vi har nästan 16000 timmar gratis. Det mynnar ut i timmar per BTA. Om de inte gör någon inarbetning alls så ligger de på 212-215 kr per timme, men i och med inarbetning på 30% i det här projektet hamnar snittlönen på 255 kr. Detagnar ju bara företaget, blir billigare per timme. Skulle jag haft närvarotimmar på allihop på samma timmar skulle det bli mycket dyrare, det skulle bli 6 miljoner till på mina YA kostnader. Behöver ej förhandlas, är i deras eget intresse. De vet att om de följer tidsplan så tjänar de pengar.”

Detta exempel ger fördelar både för anställda och företag/projekt vilket är i linje med tankarna inom verkstadsindustrin. Det som tydligt saknas är kunskapsöverföring till kommande projekt, där det återigen är enhetslistan som ligger till grund för planerad bemanning. Inom verkstadsindustrin hade detta legat till grund för en ny standard och avstamp för ytterligare produktivetsförbättringar. Grunden till detta är mätning för att få kunskap om vad som är överförbart till kommande projekt.

Begränsningen eller avsaknaden av system för mätningar gör även att det är svårt att länka effekt-orsakssamband. För en del av de mätningar på enbart utfallet av moment (som egentligen består av flera steg och processer) som görs idag är det svårt att spåra orsaken till att det blev som det blev. Detta tillsammans med det tidigare argumentet att det kanske inte mäts begränsar lärandet om rotorsaken till problem som kan användas mellan moment och projekt för att utveckla produktiviteten.

Förslag på ett antal konkreta mått på produktivitet lämpliga för mätning av produktivitet på delprocesser i projekt, på projekt och på byggföretagsnivå genom exemplifiering i två utvalda segment (t.ex. bostadsbyggande och enklare kontorsbyggnader).

Studien har inte gett tillräckligt underlag för att kunna rekommendera konkreta mått däremot finns det en vägledning för val av mätetal (avsnitt 4.4).

En beskrivning av hur dessa mått skall användas, på vilken nivå de lämpligen används samt dess begränsningar.

I bilaga 2 finns en översikt av de mått som identifierats vid inventeringen inklusive till vad de bör användas och på vilken nivå.

Vi har i två exempel (avsnitt 4.6. och 4.7) platstillverkade badrum och platsgjutna stommar redovisat hur ramverket för produktivetsmätningar och måtten i bilaga 2 kan användas. För att mäta produktiviteten för exemplen produktion av badrum på byggplats eller platsgjutna stommar behöver delar av (eller alla) aktiviteter mätas. I Tabell 3 ges exempel på släpande mått för dessa mätningar. Vidare kanske man vill jämföra dessa enskilda aktiviteter på denna nivå och behöver då ett uppfattningsmått (jämförelsemått). Exempel på uppfattningsmått ges också i tabell 3. De två exemplen med badrum och stommar visar

också hur man kan aggregera upp mätningar från den först aktivitetsnivå (den som sker på byggsplatsen) till byggdelsnivå, byggnadsnivå och byggnadsgrupp/segment.

Just jämförelsen av erhållna produktivitetvärden mot uppfattnings- eller jämförelsemåttet är en viktig del för att skapa ett lärande och produktivitetsförbättring både inom och mellan projekt, byggdelar och ända upp till segment. För uppfattningsmått, på de olika aggregationsnivåerna, finns det ett antal faktorer man måste ta hänsyn till såsom:

- Var i inkörningscykeln befinner man sig. Är det tidigt i ett projekt eller har man klarat av de flesta inkörningsproblemen.
- Är det samma volymer. Vid små volymer måste man räkna med högre s.k. ställtider.
- Är den tekniska utformning ungefär lika eller finns delar som är mera komplicerade. T.ex. en byggnad med många hörn medför ofta lägre produktivitet (och högre kostnad). Ingår källare eller inte mm.

I ett första steg föreslår vi användandet av mått enligt bilaga 2 satt i ramverksstrukturen (figur 8). I ett andra steg och för att nå målet att produktivetsmått kan användas för att byggföretag ska kontinuerligt och strukturerat förbättra produktiviteten föreslår vi att måtten behöver placeras i ett prestationsmätningssystem (PMS). Ett PMS ger struktur och förenklar insamlandet samt användningen av mått. Detta PMS behöver inkludera ledande och släpande mått som dels kopplar olika aktiviteter, byggdelar, etc. över olika skeden, dels kopplar de olika aggregationsnivåerna till varandra. På så sätt kan man utveckla en möjlighet till att förstå orsakssamband mellan och få en djupare analys av byggprojektets produktivetsdrivare samt förluster. Ett individuellt mått räcker inte då det blir för svårt att härleda orsaker, samt att bara för att en sak i kedjan visar hög produktivitet betyder det inte att alla aktiviteter, byggnadsdelar eller skeden tillsammans utgör ett produktivt projekt. Mätningar behöver även utföras upprepade gånger för att följa utvecklingen över tid och mellan projekt.

Slutsatser:

Vi föreslår en ramverksstruktur för att mäta produktivitet i byggandet där vi betraktar ett byggprojekt från tre integrerade perspektiv:

- Skede; projektering, produktion eller förvaltning.
- Aggregeringsnivå;
 - o den enskilda aktiviteten såsom montage av väggar, gjutning av bjälklag, montage av köksskåp mm.
 - o en viss byggdela såsom badrum, kök, lägenhet mm.
 - o byggnad såsom hus A, B eller C.
 - o byggnadsgrupp/projekt såsom projekt A, B eller C.
 - o helt segment såsom flerfamiljshus, småhus, enkla kontor mm.
- Disciplin; Ventilation, El, Bygg mm.
 - o Byggprojekten består av olika discipliner, yrkesgrupper och organisationer som samverkar och interagerar i och mellan olika skeden.

På varje aggregeringsnivå (aktivitet, byggdel mm.) föreslår vi att man i huvudsak använder släpande mått (som t.ex. mantid, montage (timmar), kostnad, spill/aktivitet, mängd mtrl/aktivitet, maskinhyra) som sedan per aktivitet och upp till segment kan jämföras mot ett uppfattningsmått. Dessa uppfattningsmått har en del specifika korrektionsfaktorer/likare man måste ta hänsyn till för att kunna göra jämförelsen.

Vi har observerat att:

- Det är ingen brist på mått direkt eller indirekt relaterade till produktivitet (43 identifierades vid den inventering som genomförts).
- Det saknas en företagsgemensam systematik och standard för tillämpning av mätning och mätetal.
- Det saknas system för mätningar där mätetal är kopplade till varandra och avspeglar projektet/processen (moment, delprocesser, processen och dess framdrift) som en helhet, vilket kan ge kontroll på och ökad förståelse för delar av projektet, hur de hänger ihop och även hela projektet.
- Egenmätning och registrering av mätetal bland yrkesgrupper förkommer sällan.
- Systematisk återkoppling av mätetal för kunskapsöverföring mellan projekt saknas.
- Rådande lönesystem och organisation (kombination av YA och UE) är en utmaning för att skapa förutsättningar för produktivitetmätning och produktivitetsutveckling.
- En utmaning och förslag till fortsatt arbete är att utveckla likare/korrektionsfaktorer för att möjliggöra jämförelse mellan projekt, företag och för kunskapsöverföring mellan projekt.

6 FÖRSLAG TILL FORTSATT ARBETE

Detta projekt var, som vi ser det, ett *första delprojekt* inom området byggproduktivitet för att på projekt- och företagsnivå och kanske senare branschnivå utnyttja produktivetsmått för verksamhetsutveckling. För detta har ambitionen varit att skapa en forskningsbaserad grund för att i Sverige fortlöpande och övertiden mäta produktivitet. Långsiktiga frågor som i senare steg behöver adresseras är:

- Hur utvecklas produktivitet i olika sektorer och mellan olika företag över tid?
- Har det skett någon förändring över tid vad gäller användningen av produktionsrelaterade nyckeltal/produktivets mått?
- Finns det några exempel på flödesrelaterade nyckeltal på byggplats? Kan värdeflödesanalys ge ökad förståelse för byggplatsprocessens styrkor och svagheter.
- Går det att hitta evidens och kvantifiera att vissa byggmetoder, t.ex. Industriellt byggande, och vissa managementmetoder, t.ex. Lean construction, är mer effektiva än andra?
- Hur står sig produktivetsutvecklingen i Sverige och svenska byggföretag jämfört med andra länder?
- Vidareutveckling av PMS som sätter systemperspektiv på produktivetsmätningar för byggprojektet.
- Hur kan man jämföra olika processteg, byggdelar och projekt. Går det att hitta likare som gör detta möjligt

REFERENSER

- Ayele, S. & Fayek, A. R., 2019. A framework for total productivity measurement of industrial construction projects. *Canadian Journal of Civil Engineering*, 46(3), pp. 195-209.
- Beatham, S., Anuba, C. & Thorpe, T., 2004. KPIs: a critical appraisal of their use in construction. *Benchmarking: An International Journal*, 11(1), pp. 93-117.
- Bröchner, J., 2010. *Effektivitetsmått - , u.o.: Bygginnovationen.*
- Bröchner, J. & Olofsson, T., 2012. Construction Productivity Measures for Innovation Projects. *Journal of Construction Engineering and Management*, 138(5), pp. 670-677.
- Crawford, P. & Vogl, B., 2006. Measuring productivity in the construction industry. *Building Research & Information*, 34(3), pp. 208-219.
- Egan, J., 1998. *Rethinking construction - the report of the construction task force*, London: Crown.
- Gottlieb, S. C. & Koch, C., 2019. *Productivity measures, factors and results in construction: a brief literature review*, u.o.: SBUF.
- Huang, A. L., Chapman, R. E. & Butry, D. T., 2009. *Metrics and Tools for Measuring Construction Productivity: Technical and Empirical Considerations*, Gaithersburg, MD: National Institute of Standards and Technology.
- Josephson, P.-E., 2013. *Produktivitetläget i svenskt byggande 2013*, u.o.: SBUF.
- Kim, I., 2007. *Development and implementation of an engineering productivity measurement system (EPMS) for benchmarking*. Doctoral Thesis red. Austin: The University of Texas at Austin.
- Koch, C. et al., 2020. *Produktivitetläget i svenskt byggande 2018*, u.o.: SBUF.
- Liao, P.-C.o.a., 2012. Benchmarking project level engineering productivity. *Journal of Civil Engineering & Management*, 18(2), pp. 235-244.
- Olander, S. & Widén, K., 2010. *Mätning av produktivitet i bygg- och anläggningssektorn - problem och möjligheter*, Lund: Lunds Universitet: Avdelningen för byggproduktion.
- Park, H.-S., Thomas, S. R. & Tucker, R. L., 2005. Benchmarking of Construction Productivity. *Journal of Construction Engineering & Management*, 131(7), pp. 772-778.
- Pritchard, R. D., 1995. *Productivity Measurement and Improvement - Organizational Case Studies*. London: Praeger.
- Shan, Y. o.a., 2016. Statistical Analysis of the Effectiveness of Management Programs in Improving Construction Labor Productivity on Large Industrial Projects. *Journal of Management in Engineering*, 32(1), p. 04015018.
- Tangen, S., 2005. Demystifying productivity and performance. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 54(1), pp. 34-46.
- Vogl, B. & Abdel-Wahab, M., 2015. Measuring the Construction Industry's Productivity Performance: Critique of International Productivity Comparisons at Industry Level. *Journal of Construction Engineering and Management*, 141(4).

BILAGA 1 – LITTERATURSTUDIE, MÄTETAL OCH PRODUKTIVITETSMODELLER

I bilaga 1 presenteras en sammanfattning av den utförda litteraturstudien. I bilagan presenteras tidigare forskning som behandlat olika mätetal samt sätt att mäta produktivitet på. Det som denna studie använder och utvecklar vidare i form av det presenterade ramverket är singelfaktorproduktivitet.

Mätetal

I studier gjorda av till exempel Park, et al., (2005), Kim (2007) och Liao et, al (2012) har olika singelfaktor produktivitetmått samt ett system för benchmarking tagits fram för att möjliggöra kontinuerligt insamlande av produktivitetsdata till förbättringsarbete. Eftersom det finns svårigheter att jämföra mellan projekt har författarna tagit fram ett hierarkiskt klassificeringssystem för mätetalen i olika nivåer där projektet bryts ner i fysiska komponenter beroende på vilken disciplin det handlar om. För att möjliggöra jämförelser används regler av vad som ingår i direkt och indirekt arbete så att samma sorts tider inkluderas i måtten. Måtten avser att mäta både produktivitet i projekteringen och i byggandet. För dessa fall används ekvation 1, en bruttoproduktivitet.

$$\text{Produktivitet} = \frac{\text{upparbetade timmar}}{\text{upparbetad/installerad kvantitet}} \quad (1)$$

En viktig del (Park et al. (2005)) är en definition och uppdelning i indirekta och direkta kostnader som baserats på input från 73 experter från byggnadsindustrin (se tabell 1), där det direkta är det som används för produktivitetmätning och jämförelse.

Tabell 1: Lista över direkta och indirekta mätetal (Park et al. (2005)).

Table 2. List of Direct and Indirect Accounts

Account		
Direct	Indirect	
Direct craft labor	Accounting	Orientation time
Foreman	Area superintendent	Payroll clerks/ timekeepers
General foreman	Assistant project manager	Procurement
Load and haul	Bus drivers	Process equip. maintenance
Operating engineer	Craft planners	Project manager
Safety meetings	Craft superintendent	QA/QC
Scaffolding	Craft training	Quantity surveyors
Truck drivers direct	Crane setup/take down	Receive and offload
	Document control	Recruiting
	Drug testing	Safety
	Equipment coordinator	Safety barricades
	Evacuation time	Security
	Field administration staff	Show-up time
	Field engineer project	Site construction manager
	Field staff (hourly)	Site maintenance
	Field staff (salary)	Subcontract administrator
	Fire watch	Supervision (hourly)
	Flag person	Surveying crews
	General superintendent	Temporary facilities
	Hole watch	Temporary utilities
	Janitorial	Test welders
	Job cleanup	Tool room
	Master mechanic	Truck drivers indirect
	Material control	Warehouse
	Mobilization	Warehousing
	Nomex distribution	Water hauling

Författarna delar in mätetalen i disciplinerna betong, stål, el, VVS, styr och övrig utrustning för projekteringstal (Park et al. (2005), se exempel i figur 4, och samma discipliner med tillägg av isolering för byggande i enlighet med Construction Industry Institute, CII (Kim, 2007).

Table 3. List of Activities for Concrete

Inclusion	Exclusion
Loading, hauling to, and unloading material at the jobsite yard	Piling
Local layout	Drilled piers
Excavation and backfill	Wellpoints and major dewatering
Fabrication	Concrete fireproofing
Stripping and cleaning forms	Batch plants
Field installation of reinforcing material	Nonpermanent roads and facilities
Field installation of all embeds	Third party testing
All concrete pours, curing, finishing, rubbing, mud mats	Mass excavations
Anchor bolt installation	Rock excavations
	Site survey
	Q-deck
	Sheet piles
	Earthwork shoring
	Cold pour preparation
	Grouting
	Precast tees
	Panels, decks, vaults, manholes, etc.

Table 6. List of Activities for Piping

Inclusion	Exclusion
Erecting and installing piping including welding	Nondestructive evaluation
Valves	Steam tracing
In-line specials	Stress relieving
Flushing/hydro testing	Underground piping
Tie-ins excluding hot taps	Offloading pipe as it is received
Material handling	Commissioning
In-line devices, hangers and supports	Field fabrication
Equipment operators	

Table 7. List of Activities for Instrumentation

Inclusion	Exclusion
Installation, calibration, testing, check out, and field certification of the devices	Distributed control system equipment
Process tubing	Software
Instrument air tubing	Installation of in-line devices
Cable trays	Programming and configuration
Conduits	
Instrument wire and cable	
Junction boxes	

Figur 4: Översikt över indelning i discipliner med kopplade mätetal (Park et al. (2005)).

Därefter delas mätetalen in i en hierarkisk struktur på fyra nivåer; projekt-, huvudkategori- (tillhörande disciplinen, exempelvis summan av betongarbete), underkategori- (exempelvis summan av betongbjälklag, summan av fundament), och slutligen komponentnivå (enskilda komponenterna eller element för sig). Tillhörande varje disciplin och nivå finns sedan mätetal, tabell 2. Mätetalen för varje disciplin mäts i enheter som möjliggör en vertikal aggregering genom den hierarkiska strukturen per disciplin.

Tabell 2: Hierarkisk indelning av mätetal (Park et al. (2005)).

Table 10. Construction Productivity Metrics

Metrics	Unit	Metrics	Unit
Concrete		ISBL large bore (3 in. and larger)	
Slabs		Carbon steel	h/ft
On-grade	h/yd ³	Stainless steel	h/ft
Elevated slabs	h/yd ³	Chrome	h/ft
Ares paving	h/yd ³	Other alloys	h/ft
Foundation		OSBL large bore (3 in. and larger)	
<5 yd ³	h/yd ³	Carbon steel	h/ft
5–20 yd ³	h/yd ³	Stainless steel	h/ft
21–50 yd ³	h/yd ³	Chrome	h/ft
>50 yd ³	h/yd ³	Other alloys	h/ft
Concrete structure	h/yd ³	Instrumentation	
Structural steel		Loops	h/EA
Structural steel	h/t	Devices	h/EA
Pipe racks and utility bridges	h/t	Instrumentation cable	h/ft
Miscellaneous steel	h/t	Equipment	
Electrical		Pressure vessels	h/EA
Electrical equipment and devices		Atmospheric tanks (shop)	h/EA
Panels and small devices	h/EA	Atmospheric tanks (field)	h/EA
Electrical equip. 600 V and below	h/EA	Heat transfer equipment	h/EA
Electrical equip. over 600 V	h/EA	Boiler and fired heaters	h/EA
Conduit		Rotating equipment	h/EA
Exposed or above ground	h/ft	Material handling equipment	h/EA
Underground or embedded	h/ft	Power generation equipment	h/EA
Cable tray	h/ft	Pulp and paper equipment	
Wire and cable		Woodyard equipment	h/EA
Power and control cable: 600 V	h/ft	Pulp mill equipment	h/EA
Power cable: 5 and 15 KV	h/ft	Bleach plant equipment	h/EA
Other electrical		Stock preparation equipment	h/EA
Lighting	h/EA	Wet end equipment	h/EA
Grounding	h/ft	Dryer sections	h/EA
Electrical heat tracing	h/ft	Dry end equipment	h/EA
Piping		Other process equipment	h/EA
Small bore (2– $\frac{1}{2}$ in. and smaller)		Modules and preassembled skids	h/EA
Carbon steel	h/ft	Insulation	
Stainless steel	h/ft	Equipment insulation	h/ft ²
Chrome	h/ft	Piping insulation	h/ft
Other alloys	h/ft		

Note: EA=each.

Kim (2007) inkluderar även omarbeten i produktivitetmätningen, vilket författaren nämner exkluderas ur många mätsystem men har en stor påverkan på produktivitet. För att klassificeras som omarbete krävs det att det som tidigare utförts görs om för att klara av förutsedda krav, inte ändringar och tillägg som uppstått pga. kund (se figur 5).

Table 4.17 Sources of Engineering Rework-Hours

Source of Rework-Hours for Concrete	Rework-Hours (hours)
Design	
Vendor	
Owner	
Other: _____	
Total	

$$\text{Productivity Rework Factor}_i = \frac{\text{Total Rework Hours}_i}{\text{Total Actual Work Hours}_i}$$

Figur 5: Indata och ekvation för produktivitetsfaktor omarbete (Kim, (2007)).

Mätsystemen från Park, et al., (2005), Kim (2007) möjliggör en aggregering av mätetalen genom den hierarkiska strukturen per disciplin. Däremot har varje disciplin olika enheter.

För att aggregera disciplinerna och få en produktivitet för projektet i sin helhet som inkluderar produktiviteten de olika disciplinerna visar Liao et, al (2012) att man kan normalisera de olika värdena mha. den statistiska metoden som kallas för z-metoden.

Ayele & Fayek (2019) mäter totalproduktivitet (TP) för projekt istället för TFP/multifaktorproduktivitet. Detta genom ekvation 2. Materiella outputs avser fysiska antal av projekt outputs och materiella input inkluderar arbetskraft, material, kapital, energi, etc. i SEK.

$$TP = \frac{\text{materiella output}}{\text{materiella inputs}} \quad (2)$$

Även här behövs det regler för vad som ska inkluderas eller inte. Det som inkluderas i deras mätningar som input tillhör de största projektdeltagarna och kostnadselementen från byggnadsprojekten (Ayele & Fayek, 2019). Dessa presenteras i tabell 3.

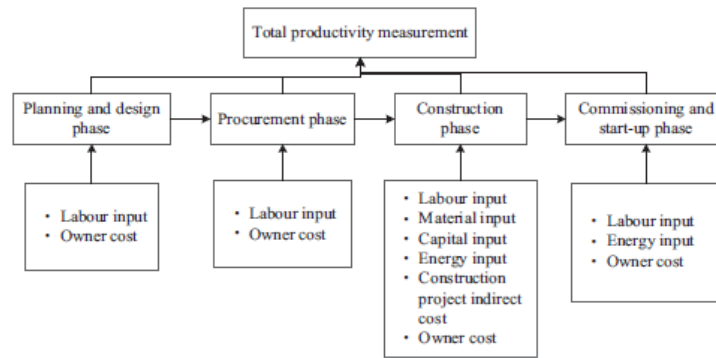
Tabell 3: Input för mätning totalproduktivitet (TP) (Ayele & Fayek, (2019)).

Table 9. List of input components for measuring total productivity in construction project.

	Planning and design phase	Procurement phase	Construction phase	Commissioning and start-up
Direct labour	Owner project staff, planning consultants, constructability consultants, design consultants, cost consultants, value engineering experts, environmental consultants	Owner project staff, procurement personnel, expediting personnel	Direct craft labour, foreman, heavy equipment operators	Owner project staff, design consultants, facility operators, commissioning consultants
Indirect	Owner project manager, administrative staff, legal staff, accounting staff, procurement personnel, alliance/partner representative	Owner project manager, project manager, accounting staff, administrative staff, procurement manager, design consultants, legal staff, alliance/partners representative	Owner project manager, owner project staff, project manager, construction manager discipline engineer, site engineer, design consultants, project engineer, project control constructability consultant, accounting staff, administrative staff, procurement staff, material control, workforce planner, general foreman, superintendent, safety personnel, QA/QC personnel, field survey/layout crew(s), subcontract specialists, field clerical staff, legal staff, security, janitorial staff	Owner project manager, project manager, document controller, administrative staff, subcontractor specialists, safety engineer, QA/QC personnel, equipment vendors, start-up manager
Material input			Civil structural components, interior and exterior parts (excluding structural parts), piping, mechanical components, electrical components, fittings and fixtures, fire protection, heating, ventilation, air conditioning (HVAC), miscellaneous	
Capital input			Direct and indirect equipment costs	
Energy input			Oil, fuel, and electricity	Oil, fuel, and electricity
Construction project indirect input			Temporary roads and parking, temporary office and services, temporary field facilities, temporary housing and camps, temporary structures, temporary utilities for trades, temporary water supply services, subcontractor facilities, mobilization and demobilization costs, communications resources and computers, safety and first aid, material testing costs, construction consumables	
Owner cost input	Office equipment and consumables, environmental costs, site analysis and site surveying, legal expenses, permit costs, advertising costs, bidding costs, personnel training costs, travel expenses	Office equipment and consumables, advertising, travel expenses	Office equipment and consumables, insurance, taxes and duties, site development outside of project boundaries, safety programs, contingency, legal services, escalation, personnel training costs, environmental and mitigation costs, permit costs (construction-related), travel expenses, transportation expenses	Office equipment and consumables, handover costs, operating costs, staff training and document preparation for operation, clean-up costs, travel expenses

För mätningen används en ramverksstruktur enligt figur 6. De olika mätetalen aggregeras genom en sammanvägning och de mätetal som används presenteras i tabell. För att möjliggöra en aggregering av resultaten i ekvation 3 används z-värdesmetoden som standardiserar mätresultaten (Ayele & Fayek, 2019).

Fig. 2. Modified total productivity measurement framework.



Figur 6: Ramverk för mätning (Ayele & Fayek, (2019)).

Andra sätt att mäta effektivitet i byggnadsprojekt som utvecklats i många länder för benchmarking baseras ofta på kundnöjdhetssenkäter (Bröchner, 2010). Även om vissa av systemen inkluderar resursanvändningen har de mer fokus på andra kvaliteter i processerna. Detta är inte ett fokus i denna studie.

I SBUF 13642, "Productivity Measures, Factors and Results in Construction..", (Gottlieb & Koch (2019)) har författarna med hjälp av litteraturstudie dokumenterat och analyserat faktorer som påverkar produktivitet i ett internationellt perspektiv. I studien ingick t.ex. data från institut eller liknande från Storbritannien, Tyskland och Norge. Fokus var framförallt att identifiera faktorer och strukturera dem på meta-nivå. Några exempel på faktorer som identifierades ge positiv effekt: bonusbaserat lönesystem; digitalisering (BIM) och prefabricering. Faktorer som ansågs ge negativ effekt är: minskad arbetslöshet; hållbarhetsparadigm och olyckor.

Produktivitetsmodeller

Singelfaktor produktivitet mäts vanligtvis som kvoten mellan output och input, eller input och output, ekv. 1. Input utgörs av en faktor och representerar en sorts insats av olika "natur" och output representerar utfallet av processen. Detta sätt har utvecklats till en variation av mätetal och index beroende på vad som avses att mäta.

$$Produktivitet = \frac{input}{output} \text{ eller } \frac{output}{input} \quad (1)$$

För att sedan jämföra mellan projekt skriver Liao, et al, (2012) att projekten behöver kategoriseras beroende på storlek samt att projektproduktivitetstalet byggs upp av standardiserade variabler (exempelvis via z-test) som aggregeras via summan av standardiserade produktivitetstal från lägre nivåer. På så sätt kan ett index för projektproduktiviteten beräknas enligt ekv 2, där WH_{ip} är arbetstimmarna för det i:e mätetalet för det projekt nummer p, och z_{ip} värdet standardiserade z-värdet för det i:e mätetalet av projekt nummer p (Liao, et al., 2012). Genom benchmarking kan man sedan kontrollera produktiviteten, och via den gjorda klassificeringen av tal i discipliner och kategorier kan sedan orsaken till en minskad produktivitet spåras för att utföra förbättringsarbete:

$$PEPM_p = \frac{(\sum_{i=1}^n (WH_{ip} * z_{ip}))}{\sum_{i=1}^n WH_{ip}} \quad (2)$$

Shan, et al., (2016) använder även ekv. 1 för att uttrycka arbetsproduktiviteten. För att jämföra mellan olika fall använder de sig av ekv. 3 som normaliserar värdet via min-max metoden. P_{norm} är den normaliserade produktiviteten, P_{raw} är den råa produktiviteten från ekv. 1, P_{rawmin} och P_{rawmax} är min och max av den råa produktiviteten i aktiviteterna, $P_{normmin}$ och $P_{normmax}$ är den normaliserade produktivitets värden lika med 1 respektive 10 (Shan, et al., 2016).

$$P_{norm} = \frac{P_{raw} - P_{rawmin}}{P_{rawmax} - P_{rawmin}} * (P_{normmax} - P_{normmin}) + P_{normmin} \quad (3)$$

Sedan kan man enligt Shan et al., (2016) göra en procentuell jämförelse baserat på insamlade data från projekt för att identifiera hur stora skillnaderna är mellan det som har en lägre produktivitet, $P_{aktuellL}$, kontra det som har en högre, $P_{aktuellH}$, enligt ekvation 5.

$$\begin{aligned} & \text{Procentskillnad av aktuell prod.} \\ & = \frac{(\text{Medelproduktivitet}_{aktuellL} - \text{medel}P_{aktuellH})}{\text{medel}P_{aktuellL}} * 100 \end{aligned} \quad (4)$$

Användningen av singelfaktorproduktivitet i arbetsproduktivitet kan vara diskutabelt då de går att manipulera genom att variera input. Dessutom behöver man vid sidan av identifiera vad som egentligen bidrar eller minskar produktiviteten, vilket gör produktivetsförbättringsarbete resurskrävande (Vogl & Abdel-Wahab, 2015). För att försöka bemöta de potentiella riskerna för suboptimering vid användning av enbart en input finns det försök till att utveckla olika sätt att mäta multi- eller totalfaktorproduktivitet. Detta mått beskriver förmågan att producera mer output med samma kvantitet av input. Dvs, förändringar i produktivetsmåttet berör förändringar i output som inte härleds från förändringar i direkta kostnads-, arbets- eller mellanhandsinput som vanligtvis är input i singelfaktorproduktivitet, utan istället förändringar vad gäller t.ex. teknologi, kapacitetsutnyttjande, skalfördelningar, managementförmågor, förändringar i organisationens produktion, resursfördelning, och mätfel (Huang, et al., (2009); Vogl & Abdel-Wahab, (2015)).

För att beskriva arbetsproduktiviteten i form av fler än en faktor behöver output (Y) sättas i en produktionsfunktion (f) av materiella och immateriella input från produktionsprocessen. Vogl & AbdelWahab (2015) använder sig av ekv. 5 med tre olika inputvariabler, där L står för arbetsinsats, K för kapital, M för material och a en faktor som representerar andra influenser.

$$Y = af(L, K, M) \quad (5)$$

Vid ett konstant arbetsflöde skulle ekvationen kunna beskrivas som i ekv. 6, och Y/L representerar en genomsnittlig arbetsproduktivitet som beror på kapital-, materialintensiteten och a. Problemet med detta sätt är att man kan få en hög medelarbetsproduktivitet på bekostnad av effektivitet genom att öka K eller M och minska L, eller att hålla L konstant men egentligen inte ha uppnått en högre effektivitet (Vogl & Abdel-Wahab, 2015). Genom att byta ut arbetsproduktivitet mot värdeadderande produktivitet som output kan man kringgå detta, men då förloras information om materialintensiteten.

$$\frac{Y}{L} = af\left(1, \frac{K}{L}, \frac{M}{L}\right) \quad (6)$$

För att bemöta denna svaghet finns ekv. 7 som representerar totalfaktorproduktivitet. TFP mäter ökningen i output som inte härleds från en ökning av materiella input så som L, K eller M. Denna version mäter alltså hur effektivt input så som kapital, arbete och material kombineras i ett system och resultatet kan sedan härledas till olika svärmätta bidragande faktorer så som teknologi, organisation, management, konkurrens och bestämmelser (Vogl & Abdel-Wahab, 2015).

$$TFP = Y/f(L, K, M) \quad (7)$$

Ett annat sätt att uttrycka det på, enligt Huang et. al., (2009), är att en multifaktorproduktivitetsökning är ökningen i output minus "vägda" ökningarna i L, K och X. TFP är en residual som inte påverkas av ökningen i L eller K, där vägningen baseras på medelvärdet från respektive input i värdet av output mellan två tidpunkter. Detta sätt följer ekv. 8 och 9. A är multifaktorproduktivitet, Q är output, K är kapital, L är arbetskraft, X är mellanhandsinput, s_k , s_l och s_x är faktorer av kapital, arbetskraft och "mellanhandsinput". p_i utgör priset för input i och i_i är kvantiteten av input i.

$$\frac{\dot{A}}{A} = \frac{\dot{Q}}{Q} - s_k \frac{\dot{K}}{K} - s_l \frac{\dot{L}}{L} - s_x \frac{\dot{X}}{X} \quad (8)$$

$$s_i = \frac{p_i * i_i}{\sum(P_i * i_i)} \quad (9)$$

BILAGA 2 – IDENTIFIERADE MÄTETAL/INDIKATORER

Mätetalen är framtagna utifrån intervjuer med parterna i projektet. De flesta mätetalen används i praktiken, andra har identifierats utifrån intervjuerna. En del mätetal är inte direkt knutna till produktivitet och är därför inte rena produktivitetmått, däremot mäter de faktorer som anses påverka produktivitet.

Nivåer avser aggregeringsnivån som resultaten från en mätning kan vara relevant för. Hur exakt måtten används på de olika nivåerna är inte helt utrett än,

De identifierade mätetalen/indikatorerna är sorterade i grupperna

- Kostnad
- Tid
- Resurs
- Kvalitet
- Arbetsmiljö
- Kultur

KOSTNAD

1. Kostnad/byggnadsdel

- Nivåer
Aktivitet, projekt, organisation.
- För vem?
Beställare och entreprenör, samt vid arbetsledning av egna arbeten.
- Syfte
För utvärdering och uppföljning av kostnaden för byggnadsdelar i ett byggnadsobjekt. Möjliggör kostnadsutvärdering av alternativa byggnadsdelar/lösningar, entreprenadfirmor samt offerter. Kan användas till uppföljning av kostnader för egna arbeten.
- Vad är?
Mätetal kostnad/del som avser att mäta kostnad per enskild färdigbyggd byggnadsdel, till exempel en färdigmonterad vägg typ A i ett byggnadsprojekt, en pelare av typ B eller ett avgränsat specifikt bjälklag.
- Hur mäta?
Materialkostnad + arbetskostnad + diverse kostnad per enhet i ett byggnadsprojekt.
- Hur använda?
Kan användas för att jämföra mellan olika alternativa lösningar, eller för att utvärdera kostnaden för byggandet av objekt. Vad byggnadsdel avser bestäms av användaren och beror på vad som studeras som en byggnadsdel. Även för att utvärdera offerter för att välja vem man ska anlita.

2. Kostnad/moment

- Nivåer
Aktivitet, projekt, organisation.
- För vem?
Entreprenör och arbetsledning för egna arbeten.

- Syfte
För utvärdering och uppföljning av delprocesser i byggandet av ett objekt.
- Vad är?
Mätetal kostnad/byggmomentmoment avser att mäta kostnaden per moment för att realisera byggnadsdelar eller rum, till exempel ett kök eller en lägenhet.
- Hur mäta?
Materialkostnad + arbetskostnad + diverse kostnad per moment i ett byggnadsprojekt.
- Hur använda?
Används för att studera kostnaden för byggandet av ett valt objekt nedbrutet i aktiviteter eller moment. Detaljgraden i uppdelning av det studerade objektets moment bestäms av användaren beroende på vad som studeras. Exempel kan vara att studera ingående moment för ett bjälklag i ett rum där till exempel armering, kanalisering och gjutning kan representera moment. Även kan montaget av alla innerväggar i en lägenhet delas upp i moment, där de olika väggarna representerar varje moment.

3. Kostnad/projekt

- Nivåer
Projekt, organisation.
- För vem?
Beställare, entreprenör
- Syfte
Uppföljning och utvärdering av verkligt utfall av projekt kontra planerat utfall.
- Vad är?
Avser kostnaden för ett byggnadsprojekt och inkluderar samtliga kostnader från verkliga utfallet i kostnadskonton under byggprojektets gång.
- Hur mäta?
Projektets totala kostnad från verkliga utfallet av projektkalkyl genom avstämning av budget mot verkliga kostnader.
- Hur använda?
Används för att utvärdera ett projekts resultat i jämförelse med dess ingående kalkyl. För att analysera i mer detalj kan kostnad/projekt delas upp i kostnad/kostnadskonto där varje verkligt utfall av ett konto kan utvärderas mot budgeterad kostnad.
För uppföljning under projektets gång används det för att ha kontroll på projektets ekonomi.

4. Kostnad/ytenhet

- Nivåer
Aktivitet, projekt, organisation.
- För vem?
Beställare, entreprenör
- Syfte
Beror på nivå som studeras. I huvudsak för att utvärdera kostnaden per m² av ett projekt. Kan användas för att följa upp kostnadsutvecklingen av ett projekt samt aktiviteter.
- Vad är?
Avser kostnaden av aktiviteter per ytenhet för det färdiga byggnadsobjektet. Mäts ofta i per BTA.
- Hur mäta?
Materialkostnad + arbetskostnad + maskinkostnad + avfallshanteringskostnad för en given ytenhet, till exempel BTA.
- Hur använda?
Används för aktiviteter där mätning per ytenhet är lämplig, till exempel plattsättning, målning, tätskikt, murning och montage av gipsväggar. Kan användas för att följa upp och

kontrollera kostnaden av arbeten per ytenhet. Kan även användas för att utvärdera optimala val av material, byggnadslösning, utförande och antal YA per ytenhet. En annan användning som kan vara på projekt och organisationsnivå innebär jämförelsen mellan olika UE:s eller vilka YA man avser att samarbeta med i ett eller flera projekt.

5. Kostnad/volym

- Nivå
Aktivitet, projekt, organisation
- För vem?
Beställare, Entreprenör
- Syfte
Följa upp kostnad mot planerad kostnad för egna arbeten för att kontrollera/balansera kostnaden i ett projekt.
- Vad är?
Ett måtetal som är till för att mäta kostnaden av ett byggprojekt per förädlad volymenhet (exempelvis 1 m³).
- Hur mäta?
Materialkostnad och personalkostnad per förädlad volymenhet. Antal bemanning/resurser bör beaktas vid mätning.
- Hur använda?
Används för aktiviteter där mätning per volymenhet är lämplig, till exempel schaktning eller gjutning. Kan även mäta volym som byggs med väggar, rumskomplettering, etc., för lägenheter och kontorshus. Används för att kontrollera tidsåtgången per volymenhet, som sedan kan användas för att optimera val av metod eller antal resurser/bemanningen. En annan användning som kan vara på projekt och organisationsnivå innebär jämförelsen mellan olika UE:s eller vilka YA man avser att samarbeta med i ett eller flera projekt.

6. Kostnad/YA

- Nivå
Aktivitet, projekt, organisation
- För vem?
Entreprenör, arbetsledning, yrkesarbetare
- Syfte
Följa upp kostnad mot planerad kostnad för egna arbeten för att kontrollera/balansera kostnaden i ett eller mellan projekt.
- Vad är?
Avser kostnaden för yrkesarbetare i ett byggnadsprojekt.
- Hur mäta?
Kostnaden kan mätas per individ, yrkesgrupp, alla YA, beroende på vad som avses med mätningen.
- Hur använda?
Används för att kontrollera kostnaden och kostnadsutvecklingen av YA kontra framdriften i ett projekt. Kan användas för att balansera kostnaden med tanke på kapacitet och behov i ett projekt samt förflyttning av YA mellan projekt.

7. Nyttjandegrad BOA/BTA

Detta är passande som måtetal i projekteringen för att skapa produktivt ekonomiska byggnader. I produktionen borde detta tal kunna användas som en likare, där det jämnar ut skillnader mellan projekt till en viss grad för att studera kostnader.

- Nivå
Aktivitet, projekt.

- För vem?
Beställare och entreprenör.
- Vad är?
Graden av utnyttjande av ett byggnadsobjekt som går att ta mer betalt för.
- Hur mäta?
Boarea (kvm) dividerat med bruttoarea (kvm). Nyttjandegraden kan sedan användas för att "slå ut" hela kostnaden för ett projekt eller en lägenhet per mätenhet (kvadratmeter, volym, eller lägenhet).
- Hur använda?
Kan användas för att projektera byggnader med hög andel BOA för att öka betalningsviljan. I produktion borde detta kunna användas för att jämnna ut tal för att skapa en jämförelse mellan projekt, där andelarna skiljer.

TID

1. Tid/byggnadsdel

- Nivå
Aktivitet, projekt, organisation
- För vem?
Beställare, entreprenör
- Syfte
För utvärdering och uppföljning av tidsåtgången för byggnadsdelar i ett byggnadsobjekt. Möjliggör jämförelser mellan alternativa byggnadsdelar/lösningar och entreprenadfirmor.
- Vad är?
Mätetal Tid/del som avser att mäta tidsåtgången per enskild färdigbyggd byggnadsdel, till exempel en färdigmonterad vägg typ A i ett byggnadsprojekt, en pelare av typ B eller ett avgränsat specifikt bjälklag.
- Hur mäta?
Tid för lagerhantering av material + bärningstid av byggnadsmaterial, verktyg och maskiner + förädlingsstid av material + diverse tid per enhetsdel i ett byggnadsprojekt.
- Hur använda?
Kan användas för att jämföra mellan olika alternativa lösningar, eller för att utvärdera tidsåtgången för byggandet av objekt. Vad byggnadsdel avser bestäms av användaren och beror på vad som studeras som en byggnadsdel. Även för att utvärdera offerter för att välja vem man ska anlita. Borde även kunna användas som en del i arbetsberedningar och därefter utvärdera om tiden lyckades att nå. En annan användning som kan vara på projekt och organisationsnivå innebär jämförelsen mellan olika UE:s eller vilka YA för att utvärdera vem man vill samarbeta med i projekt.

2. Tid/moment

- Nivå
Aktivitet, projekt, organisation
- För vem?
Beställare, entreprenör
- Syfte
För utvärdering och uppföljning av tidsåtgången i delprocesser i byggandet av ett objekt.
- Vad är?
Mätetal tid/byggmomentmoment avser att mäta tiden per moment för att realisera byggnadsdelar eller sammansatta byggnadsdelar i rum, till exempel ett kök, eller en lägenhet. I moment inkluderas både värdeskapande och icke värdeskapande moment.
- Hur mäta?
Bärningstid av byggnadsmaterial, verktyg och maskiner + tid för bearbetning och montage av byggnadsmaterial per avsett moment. Tiden kan delas upp för varje enskild aktivitet för att genomföra en byggnadsdel där varje aktivitet är ett moment. Lagrings- och förflyttningstid av lagring av byggnadsmaterial kan inkluderas, dock behöver användaren vara konsekvent så att samma tider är inkluderade för samma typ av och mellan mätningar.
- Hur använda?
Används för att studera tidsåtgången av byggandet av ett valt objekt nedbrutet i aktiviteter eller moment. Detaljgraden i uppdelning av det studerade objektets moment bestäms av användaren beroende på vad som studeras. Exempel kan vara att studera ingående moment för ett bjälklag i ett rum där till exempel armering, kanalisering och gjutning kan representera moment. Även kan montaget av alla innerväggar i en lägenhet delas upp i

moment, där de olika väggarna representerar varje moment. Borde även kunna användas som en del i arbetsberedningar och därefter utvärdera om tiden lyckades att nå. En annan användning som kan vara på projekt och organisationsnivå innebär jämförelsen mellan olika UE:s eller vilka YA för att utvärdera vem man vill samarbeta med i projekt.

3. Tid/yta

- Nivå
Aktivitet, projekt, organisation
- För vem
Beställare och entreprenör
- Syfte
För utvärdering och kontroll av tiden för ett arbete per ytenhet (ex. m²).
- Vad är
Är ett måttetal som mäter åtgången i vald tidsenhet per förädlad ytenhet.
- Hur mäta
Aktiv tid för hantering och förädling av byggnadsmaterial + förflyttning av redskap och eventuella maskiner per ytenhet. Mäts från start av förädling av area till bestämd yta som analyseras är bearbetad, dvs efter etablering. Antal resurser/bemanning bör beaktas vid mätning.
- Hur använda
Används för aktiviteter där mätning per ytenhet är lämplig, till exempel plattsättning, målning, tätskikt, murning och montage av gipsväggar. Kan användas för att följa upp och förändra tidsåtgången av arbeten per ytenhet där hur effektivt ett arbete utförs kan sättas i fokus. Kan även användas för att utvärdera optimalt antal YA per ytenhet för valda lösning och utförande. Borde även kunna användas som en del i arbetsberedningar och därefter utvärdera om tiden lyckades att nå. En annan användning som kan vara på projekt och organisationsnivå innebär jämförelsen mellan olika UE:s eller vilka YA för att utvärdera vem man vill samarbeta med i projekt.

4. Tid/volym

- Nivå
Aktivitet, projekt, organisation
- För vem
Beställare och entreprenör
- Syfte
Syftar till att utvärdera och kontrollera tiden för ett arbete per volymenhet (ex. m³)
- Vad är?
Ett måttetal som är till för att mäta tidsåtgången i vald enhet per förädlad volymenhet (exempelvis 1 m³)
- Hur mäta?
Aktiv tid för hantering och förädling av byggnadsmaterial + förflyttning av redskap och eventuella maskiner per volymenhet. Mäts från start av förädling av volym till bestämd volym som analyseras är bearbetad, dvs efter ställtid. Antal bemanning/resurser bör beaktas vid mätning.
- Hur använda
Används för aktiviteter där mätning per volymenhet är lämplig, till exempel schaktning eller gjutning. Kan även mäta volym som byggs med väggar, rumskomplettering, etc, för lägenheter och kontorshus. Används för att kontrollera tidsåtgången per volymenhet, som sedan kan användas för att optimera val av metod eller antal resurser/bemanningen. En annan användning som kan vara på projekt och organisationsnivå innebär jämförelsen mellan olika UE:s eller vilka YA för att utvärdera vem man vill samarbeta med i projekt.

5. Timmar/lägenhet

- Nivå
Projekt, organisation
- För vem?
Beställare och entreprenör
- Syfte
Syftar att mäta antal timmar stomkompletteringen och rumskompletteringen tar per lägenhet för att takta eller förbättra produktionen av likvärdiga lägenheter i ett projekt. Kan användas för att mäta tiden per yrkesdisciplin/grupp per lägenhet för att takta ”cykeltiden” per yrkesgrupp per lägenhet.
- Vad är?
Det är tiden det tar från start av stomkompletteringsarbeten och rumskomplettering i en lägenhet till dess att lägenheten är färdigställd. Timmarna avser nedlagd förädlingstid.
- Hur mäta?
Nedlagd arbetad tid för YA och UE / lägenhetstyp
- Hur använda
Används för att jämföra tid mellan liknande repetitiva lägenhetstyper, samt för att utföra uppföljningar för att identifiera och analysera vilka moment som kan utföras smartare vid nästa lägenhet. Används även för att förstå vilken takt arbete behöver utföras på för att undvika krockar i produktionen. Borde även kunna användas som en del i arbetsberedningar och därefter utvärdera om tiden lyckades att nå.

6. Antal moment/byggnadsdel

- Nivå
Aktivitet, projekt
- För vem?
Entreprenör
- Syfte
Syftar att kontrollera och optimera antal moment som ingår per byggnadsaktivitet eller byggnadsdel.
- Vad är?
Antal uppgifter som krävs för att bygga en byggnadsdel, till exempel en innervägg av en viss typ. Bära byggnadsmaterial, skruva en skruv, kapa material, mm är olika moment i sig.
- Hur mäta?
Hur man mäter beror på vilken abstraktionsnivå man syftar att utvärdera. För en aktivitet som till exempel montage av gipsväggar som byggnadsdel är moment de ingående aktiviteter som krävs för att montera väggen (ex. bärning, kapning, skruvning av x antal skruvar...). Användaren bestämmer vad som avses som del att mäta, för att räkna antal moment som krävs för att uppföra byggnadsdelen. Där kranlyft behövs räknas dessa som moment.
- Hur använda
Tanken är att minska på antal moment i utförandet dels för att underlätta utförandet, dels för att kapa onödig tid. Vad som avser start på ett moment måste förbestämmas för att man ska mäta med samma utgångspunkt före och efter optimering av antal moment. Har vi koll på antal moment som behövs för något, kan vi identifiera vilka moment som kan elimineras eller alternativt förändras och optimeras. Moment som är värdeskapande samt icke-värdeskapande bör urskiljas. Borde även kunna användas som en del i arbetsberedningar och därefter utvärdera om antal moment lyckades.

7. Projektid

- Nivå
Projekt, organisation

- För vem?
Beställare, entreprenör
- Syfte
Syftar att följa upp verkligt utfall av projekttid mot budgeterad projekttid.
- Vad är?
Tid från start av byggnadsprojekt (byggstart) till godkänd byggnad klar för överlämnande.
- Hur mäta?
Summan av alla moment, alltså upparbetad tid.
- Hur använda
Under produktion används det på projektnivå för att göra uppföljningar, utvärderingar och prognoser. Används på organisatorisk nivå för att utvärdera projekten för att ta strategiska beslut om typer av projekt eller ej. Används som indikation på att det gått bra eller dåligt, för att användas i erfarenhetsåterföring som lärande organisation.

8. Kollisioner/krockar som orsakar stopp i produktionen

- Nivå
Aktivitet och projekt
- För vem?
Entreprenör
- Syfte
Syftar att identifiera antal kollisioner ute i produktionen som skapar stillestånd för att eliminera orsaken i fortsättningen.
- Vad är?
En kollision avser en störning som orsakar ett stopp i produktionen där till exempel något är i vägen för ett fortsatt arbete. Produktionsorsakad kollision kan orsakas av bristande planering som skapar störningar och stopp i produktionen.
- Hur mäta?
Antal stopp i produktion som inte är orsakade på grund av handlingar.
- Hur använda
Används för att identifiera hur många stopp som uppstår i produktionen för att på så sätt arbeta kontinuerligt med att förbättra planeringen eller efterföljande av planering. Utöver det kan identifierade stopp bidra till att man omförflyttar resurser så att andra arbeten kan utföras medan utredning pågår. Tanken är att förhindra framtida stopp samt att utnyttja tiden så att andra arbeten kan utföras kontrollerat när det planerade arbetet inte kan utföras enligt plan (omfördelning/omplanering).

9. Värdeskapande tid/byggnadsdel

- Nivå
Aktivitet, projekt
- För vem?
Entreprenör
- Syfte
Syftar till att kontrollera tiden det faktiskt tar att realisera en byggnadsdel.
- Vad är?
Värdeskapande tid avser tid där direkt eller indirekt förädling av en byggnadsdel sker.
- Hur mäta?
Tjänstemannatid + YA:s tid / byggnadsdel.
- Hur använda
Genom att mäta den indirekta och direkta förädlingstiden per byggnadsdel och jämföra det med tiden mellan start och slut per byggnadsdel kan icke värdeskapande tid studeras för att

minska på slöseri. Detta KPI kan användas i tillsammans med *tid/byggnadsdel* och antal *moment/del* för att optimera planering och utförande av enskilda byggnadsdelar över tid.

10. Värdeskapande tid/moment

- Nivå
Aktivitet, projekt
- För vem?
Entreprenör
- Syfte
Syftar att kontrollera tiden det tar per moment som leder till förädlingen av byggnadsdelar.
- Vad är?
Värdeskapande tid utgör tid av direkta och indirekta moment som leder till förädling av byggnadsdelar. Direkta moment utgör moment med direkt bearbetning på byggnadsdel (exempelvis placering av murbruk och tegelsten vid murning) och indirekt tid består av tid för att möjliggöra moment, till exempel kapning av en skiva eller bärning av material från förvaring tillmontering/bearbetning. Vad som avser moment beror på abstraktionsnivån och vad som ska analyseras. Vid analys av en lägenhet blir moment mer övergripande (där varje byggnadsdel blir ett moment i sig), medan vid byggnationen av en enskild byggnadsdel bryts aktiviteter ned på högre detaljnivå i moment.
- Hur mäta?
Direkt och indirekt förädlingstid / moment.
- Hur använda
Talet är avsett att ta reda på hur lång tid en värdeskapande aktivitet eller moment tar per byggnadsdel. På så sätt kan utförandet av värdeskapande moment analyseras och optimeras över tid. Vid användning av detta KPI tillsammans med *tid/del*, *tid/moment* och *moment/del* kan analys för optimering av planering och utförande utföras över tid via till exempel ökat lärande och framtagande av alternativa metoder och lösningar som syftar till att minska tiden i utförandet av byggandet. Tanken är att icke-värdeskapande moment elimineras, samt värdeskapande moment minska och tid förkortas.

RESURS

1. Personal/byggnadsdel

- Nivå
Aktivitet, projekt
- För vem?
Beställare, Entreprenör
- Syfte
Syftar till att balansera personalen genom kontroll samt optimering av antal personer som krävs för utförandet av en byggnadsdel.
- Vad är?
Antal personal (YA + tjänsteman) som krävs för att bygga en enskild byggnadsdel (till exempel montage av en gipsvägg, prefabricerad yttervägg, eller köksstomme med luckor). Vad som avser byggnadsdel beror på avgränsningar och abstraktionsnivån som förbestäms av den som utför studien.
- Hur mäta?
Antal personer som ingår i direkt eller indirekt förädling av en byggnadsdel.
- Hur använda?
Kan användas för att resursplanera samt ha kontroll över hur många personer som behöver arbeta på byggplatsen. Detta KPI kan användas tillsammans med till exempel *tid/del*, *tid/moment*, *personal/moment*, och *moment/del* för att optimera antal personer som behövs beroende på tidsåtgång och utförande av en vald byggnadsdelstyp.

2. Personal/moment

- Nivå
Aktivitet, projekt
- För vem?
Entreprenör
- Syfte
Syftar till att balansera personalen genom kontroll samt optimering av antal personer som krävs för ett moment vid utförandet av en byggnadsdel eller rum.
- Vad är?
Beroende på abstraktionsnivån består moment av olika saker. Vid högre abstraktionsnivå är detta antal personal som krävs för att bygga en del av sammansatta enskilda byggnadsdelar (till exempel ett komplett badrum eller alla gipsväggar i en lägenhet). Vid lägre abstraktionsnivå som till exempel montage av en gipsvägg avser moment de olika uppgifterna som krävs för att montera gipsväggen, och antal personal de personer som är nödvändiga för utförandet av varje moment.
- Hur mäta?
Antal personer som ingår i direkt eller indirekt förädlingsmoment av en byggnadsdel.
- Hur använda?
Kan användas för att resursplanera samt ha kontroll över hur många personer som behöver arbeta med specifika uppgifter. Detta KPI kan användas tillsammans med till exempel *tid/moment*, *tid/byggnadsdel*, *personal/byggnadsdel* och *moment/byggnadsdel* för att optimera antal personer som behövs beroende på tidsåtgång och utförande av en vald byggnadsdelstyp.

3. Ingående material/byggnadsdel

- Nivå
Aktivitet, projekt, organisation
- För vem?
Entreprenör
- Syfte
Syftar att kontrollera materialåtgången för en byggnadsdel.
- Vad är?
Ingående material består av den mängd byggnadsmaterial som köps för tillverkningen av en byggnadsdel (exempelvis skruv, gipsskiva, träreglar).
- Hur mäta?
Inköpt byggmaterial avsedd för en del.
- Hur använda?
Används för att kontrollera den mängd material som köps in för att utföra en byggnadsdel. Ett mått som kan användas för att välja lösningar som kräver mindre mängd material och på så sätt ha kontroll på vad som köps in till ett byggnadsverk. För organisationsnivå kan organisationen mäta hur mycket material som används i produktionen för att minska på materialåtgången som organisationen använder för byggnadsverk.

4. Utgående material/byggnadsdel

- Nivå
Aktivitet, projekt, organisation.
- För vem?
Entreprenör.
- Syfte
Syftar att kontrollera och optimera mängden spill av material som sker per byggnadsdel.
- Vad är?
Utgående material avser det avfall och spill som uppstår av byggnadsmaterial vid bearbetning och tillverkning av en byggnadsdel.
- Hur mäta?
Mängd utgående mängd material som inte använts till en byggnadsdel, till exempel antal kvadratmeter gipsskiva som kapats bort vid byggnationen av en vägg.
- Hur använda?
Kan användas för att minska på spill och avfall som sker under produktionen av byggnadsdelar eller ett helt byggnadsverk. Borde användas i kombination med *ingående material/del* för att optimera utförandet och planera för minskat spill och avfall. Kan aggregeras upp per organisation för att kontrollera att organisationen producerar en minskad andel spill i sina projekt.

5. Ingående material/moment

- Nivå
Aktivitet
- För vem?
Entreprenör
- Syfte
För utvärdering och uppföljning av inköpt material i delprocesser i byggandet av ett objekt.
- Vad är?
Ingående material avser inköpt material som är avsett på ett moment. Ett moment är en delprocess i byggandet av ett objekt, där objektet som studeras bestämmer vilka moment som är lämpliga att dela in arbetet i. Exempelvis kan armera ett blivande bjälklag ses som ett moment.

- Hur mäta?
På samma sätt som ingående material per del mäts i inköpt material för en del, kan varje moments material delas upp och mätas i en passande enhet, (volym, area, längd, styck...).
- Hur använda?
Används för att studera ingående byggnadsmaterial för byggandet av ett valt objekt nedbrutet i aktiviteter eller moment. Detaljgraden i uppdelning av det studerade objektets moment bestäms av användaren beroende på vad som studeras. Är till för en mer detaljerad uppföljning av materialförbrukning än mätetalet ingående material/del. Exempel kan vara att studera ingående moment för ett bjälklag i ett rum där till exempel armering, kanalisering och gjutning kan representera moment. Även kan montage av alla innerväggar i en lägenhet delas upp i moment, där de olika väggarna representerar varje moment.

6. Utgående material/moment

- Nivå
Aktivitet
- För vem?
Entreprenör
- Syfte
Följer upp spill och materialavfall i delprocesser i byggandet av ett objekt.
- Vad är?
Utgående material avser det avfall och spill som uppstår av byggnadsmaterial i en delprocess vid bearbetning och tillverkning av en byggnadsdel.
- Hur mäta?
Den mängd byggnadsmaterial som blir spill efter bearbetning av det inköpta byggnadsmaterialet som är avsett för en delprocess. Dvs, det som blir över, mätt i lämplig enhet (Volym, yta, längd, styck, ...).
- Hur använda?
Används för att kontrollera mängd avfall/slöseri av byggnadsmaterial i byggandes delprocesser. Genom att följa upp och kombinera detta nyckeltal med andra som avser effektivisering av moment, eller delar, samt ingående material/moment kan materialanvändningen per moment optimeras. Per moment har mer processfokus än per byggnadsdel, och studien kan brytas ner i den detalj som användaren avser att använda mätetalet i.

7. Verktyg/byggnadsdel & moment

- Nivå
Aktivitet, projekt
- För vem?
Entreprenör
- Syfte
Syftar att planera, följa upp, kontrollera och optimera antalet verktyg som behövs i byggandet av ett objekt.
- Vad är?
Del avser en färdigbyggnadsdel, moment avser en delprocess i byggandet av en byggnadsdel eller ett byggnadsobjekt. Verktyg är antingen inköpta eller hyrda verktyg som används för att förädla byggnadsmaterial till produkten.
- Hur mäta?
Antal verktyg per byggnadsdel eller moment.
- Hur använda

Används för att kontrollera och optimera antal köpta, eller hyrda verktyg i byggprojektet. Ger överblick och följer upp behovet av fler eller färre verktyg, där till exempel hyrda verktyg som inte används kan utgöra slöseri.

8. Maskiner/byggnadsdel & moment

- Nivå
Aktivitet, projekt
- För vem?
Entreprenör
- Syfte
För uppföljning, planering, kontroll och optimering av antal maskiner i byggprojekt.
- Vad är?
Del avser en färdigbyggnadsdel, moment avser en delprocess i byggandet av en byggnadsdel eller ett byggnadsobjekt. Maskin är antingen inköpt eller hyrd som används för att till exempel transportera material, förädla byggnadsmaterial till produkten.
- Hur mäta?
Antal maskiner per byggnadsdel eller moment.
- Hur använda?
Ger ökad möjlighet för planering och kontroll av hur många maskiner som finns på byggarbetsplatsen. Mätetalet kan dels användas i planeringen för att optimera antalet maskiner, dels i utförandet för att kontrollera att maskiner som inte används inte finns kvar på byggplatsen.

9. Avvikelser från planerad lossningskalender

- Nivå
Aktivitet, projekt, organisation
- För vem?
Entreprenör, leverantör
- Syfte
Syftar att kontrollera och följa upp materialförsörjningen, tillgången till material, samt förutsättningen till logistisk planering av materialförsörjning och hantering på byggarbetsplatsen.
- Vad är?
Avser logistik och materialförsörjningen på arbetsplatsen. Planerade lossningar av material antas vara en förutsättning för en bättre logistisk planering av materialhantering på arbetsplatsen, där lagring av varor på ett sätt som kan öka produktivitet möjliggörs. Planerade lossningar enligt en lossningskalender utgör även en kontrollerad materialförsörjning där utöver tjänstemän, även YA kan veta var och när material anländer.
- Hur mäta?
Antal lossade leveranser som sker utanför planerad tid.
- Hur använda?
Kan användas för att följa upp leveranssäkerheten hos materialleverantörer, som stöd i planeringen och inköp. Möjliggör identifiering av problem i försörjningskedjan (stopp i produktion pga. materialbrist/brist på verktyg) samt att minska på logistiska problem på byggplatsen.

KVALITET

1. Besiktningssanmärkningar/byggnadsdel, moment, projekt

- Nivå
Aktivitet, projekt, organisation
- För vem?
Beställare, entreprenör
- Syfte
För uppföljning av vanligt förekommande fel, problematiska utföranden och objekt, samt att arbetet är korrekt utfört enligt kravspecifikationen.
- Vad är?
Mätetal som anger antal anmärkningar som fås per del, moment eller projekt under besiktningar.
- Hur mäta?
Antal besiktningssanmärkningar som uppkommer vid för-, del-, efter- eller slutbesiktning per del/moment/projekt beroende på vad som avses att studeras.
- Hur använda?
Genom att följa upp besiktningssanmärkningar kan lärande för framtida utförande, objekt samt projekt möjliggöras. Vanligt förekommande handhavande fel kan identifieras och åtgärdas. Krångliga tekniska lösningar och metodval kan identifieras och ändras inför nästa utförande eller projektering. Talet kan även användas i marknadsföringssyfte mot beställare.

2. Antal egna anmärkningar/byggnadsdel, moment, projekt

- Nivå
Aktivitet, projekt, organisation
- För vem?
Entreprenör
- Syfte
För uppföljning av fel i utförande, identifiering av vanligt förekommande fel, problematiska metoder och byggnadslösningar.
- Vad är?
Egna anmärkningar avser fel som identifieras vid ronderingar och kontroller av utförande på byggnadsdelar, i moment och projektet i sin helhet.
- Hur mäta?
Antal utförandefel som identifieras av egen personal.
- Hur använda?
Genom att följa upp fel kan lärande för framtida utförande, objekt samt projekt möjliggöras för att minska antalet fel. Vanligt förekommande handhavande fel kan identifieras och åtgärdas. Krångliga tekniska lösningar och metodval kan identifieras och ändras inför nästa utförande eller projektering. Fel kan aggregeras upp per organisation för att bedöma vilka organisationer att samarbeta med eller ej vid framtida projekt (vad gäller anlitande av till exempel UE).

3. Antal ÄTA

- Nivå
Aktivitet, projekt, organisation.
- För vem?
Entreprenör, beställare

- Syfte
Följa upp och kontrollera ändrings och tilläggsarbete.
- Vad är?
Mätetal som visar antal ändrings- och tilläggsarbeten per projekt eller skede.
- Hur mäta?
Antal ändrings- och tilläggsarbeten per projekt.
- Hur använda
Används för lärande till framtida arbeten samt samarbete. Minska på antal ÄTA från både beställare och entreprenör, eller ha kontroll över vanligt förekommande orsaker till att ÄTA uppstår. Där ÄTA inte utgör en strategi, antas ÄTA försvåra planeringen och flytet i byggandet. Därav kan uppföljningen av ÄTA-arbeten långsiktigt öka förutsättningen till tydligare och korrekta handlingar. Kan aggregeras upp på organisationsnivå för att ha kontroll på vilka samarbetspartners man överväger att köpa upp i ett byggnadsprojekt. Hur mätetalet används bestäms av användaren.

4. Antal avvikelser från plan

- Nivå
Aktivitet, projekt, organisation
- För vem?
Entreprenör
- Syfte
Syftar att följa upp kvalitén i planeringen samt vanligt förekommande avvikelser från planeringen för att skapa lärande vad gäller planeringen av aktiviteter och byggnadsprojekt.
- Vad är?
En avvikelse från plan är en avvikelse från planerat arbete enligt till exempel projektplanen.
- Hur mäta?
Antal oplanerade händelser som avviker från projektplan.
- Hur använda?
Kan användas för långsiktigt lärande av orsaker till avvikelser från planerat arbete. Där många avvikelser från plan sker kan det antingen finnas problem eller så är planen inte i god kvalitet. Sedan kan orsaken till avvikelsen analyseras och bemötas för framtida planerade aktiviteter och i framtida planeringsarbeten.

5. Antal kollisioner, handlingar

- Nivå
Aktivitet och projekt
- För vem?
Entreprenör, projektering
- Syfte
Syftar att identifiera antal kollisioner ute i produktionen som skapar stillestånd och är orsakad av projekteringen. Tanken är att skapa lärande för att höja kvaliteten i handlingar.
- Vad är?
Ett mätetal som mäter krockar som uppstått pga. bristande handlingar, och krocken är en kollision som orsakat stopp i produktionen.
- Hur mäta?
Antal stopp i produktion som orsakade på grund av handlingar.
- Hur använda
Används för att identifiera hur många stopp som uppstår i produktionen för att på så sätt arbeta kontinuerligt med att förbättra handlingar. Utöver det kan identifierade stopp bidra till att man omförflyttar resurser så att andra arbeten kan utföras medan utredning pågår. Tanken är att förhindra framtida stopp samt att utnyttja tiden så att andra arbeten kan utföras kontrollerat när det planerade arbetet inte kan utföras enligt plan (omfördelning/omplanering).

6. Nöjd kund (och NKI?)

- Nivå
Projekt, organisation
- För vem?
Entreprenör
- Syfte
Syftar att följa upp kundnöjdheten för byggnadsprojekt, samt identifiera och förstå orsaker till att en kund har blivit nöjd eller missnöjd i ett projekt.
- Vad är?
Ett mått på kundnöjdheten i olika projekt som guidar hur bra entreprenören uppfyller kundens förväntningar.
- Hur mäta?
NKI eller en fråga via kommunikation, t.ex. hur nöjd är du på en skala.
- Hur använda?
Används för lärande i organisationen samt identifiering av problematiska samt enklare projekttyper. Detta kan även användas för strategiska beslut där organisationen kan lära sig om vad som får en kund nöjd och på sikt öka den ekonomiska produktiviteten eller lönsamheten.

ARBETSMILJÖ

Trivsel

1. Nöjda medarbetare

- Nivå
Projekt, organisation
- För vem?
Entreprenör
- Syfte
Följa upp trivsel och välmående på arbetsplatsen för att uppehålla motivation bland medarbetare.
- Vad är?
En indikator som ger en överblick av hur personalen mår på arbetsplatsen.
- Hur mäta?
Bara nöjda eller ej, eller medarbetarenkät och knyta den till arbetsmotivation.
- Hur använda?
Med en kunskap om hur personalen trivs med sitt arbete och på arbetsplatsen kan en indikation på arbetsmotivation ges. Då motivation driver produktivitet är det viktigt att följa upp motivation. Med uppföljning av trivsel kan en motivationshöjande utveckling ske vilket potentiellt skulle kunna driva engagemang och öka produktiviteten i projekten. Även få medarbetare att stanna på arbetsplatsen, vilket möjliggör att kunskap och erfarenhet stannar kvar i organisationen, som på sikt även det relateras till produktivitet.

2. Personalomsättning

- Nivå
Projekt, organisation
- För vem?
Entreprenör
- Syfte
Identifiera var det kan finnas problem i organisationen och projekt. där medarbetare inte trivs och organisationen tappar kunskap och erfarenhet i form av personalomsättning.
- Vad är?
Mätetal som visar hur många medarbetare som säger upp sig.
- Hur mäta?
Antal folk som säger upp sig per avdelning och projekt.
- Hur använda?
Används för att ge indikationer på problem i delar av en organisation genom en överblick av var flest uppsägningar sker. Orsaken till uppsägningar behöver sedan studeras vidare för att göra åtgärder. Tanken är att en hög omsättning ger kompetensbrist i företaget, och en låg omsättning ger ökad möjlighet till långsiktigt lärande i organisationen samt tyder på engagemang och motivation bland personalen.

3. Antal stressade

- Nivå
Projekt, organisation
- För vem?
Entreprenör
- Syfte

Syftar att identifiera vilka moment som skapar mest stress samt var personalen inte hinner med att utföra arbetet i en bra takt.

- Vad är?
En indikator på om det är hög stressnivå eller ej på arbetsplatsen samt var. En ökad stress kan relateras till saker så som bristande kvalitet i utförande, skador och lägre produktivitet.
- Hur mäta?
Hinner du med dina arbetsuppgifter? Alternativ observation över tid.
- Hur använda?
Används för att identifiera om personalen hinner med sina arbetsuppgifter och för att ha koll på välmående i arbetsmiljön. Det är en indikator som sedan kräver djupare analys om orsaken till att det kan finnas en för hög stressnivå. Då en hög långvarig stressnivå relateras till negativa aspekter som kan leda till lägre produktivitet, är en uppföljning och kontroll på stressnivån en aspekt att ta hänsyn till i kontinuerliga undersökningar.

4. Ordning & reda

- Nivå
Aktivitet, projekt
- För vem?
Entreprenör
- Syfte
Syftar att kontrollera om arbetsplatsen är stökig eller ej för att minska på eventuella störningar som kan uppstå på grund av bristande ordning och reda. Ger kontroll på om det finns problem som kan identifieras som i sig leder till minskad ordning och reda. Kan syfta till att ge klartecken till nästkommande yrkesgrupp att de kan börja arbeta i ett utrymme.
- Vad är?
En indikator på att avfall, material och verktyg är där de ska, och att något inte lämnats kvar som står i vägen som orsakar en störning eller ett stopp för nästkommande medarbetares arbete.
- Hur mäta?
Har du städat efter dig och placerat material samt verktyg på sin plats? Digitalt för att ”gröna” utrymmen så att nästkommande yrkesgrupp som ska in i ett område för att arbeta vet att nu är det klart för dem att börja?
- Hur använda?
Att följa upp ordning och reda ger en indikation på många aspekter som kan härledas till en kontrollerad produktivitet. En stökig arbetsplats skapar hinder och störningar för flyt för olika medarbetare och yrkesgrupper. Det försvårar även kontroll och överblicken på arbetsplatsen vilket kan leda till flertal negativa aspekter, så som skador på produkter, att material och verktyg tappas bort, ökad risk för arbetsskador, lägre trivsel mm. Det kan även vara en effekt av att personalen inte hinner med sina arbetsuppgifter i ett godtyckligt tempo. Orsaken till att det är stökigt behöver analyseras i djupare detalj, men indikatorn ger en snabb överblick på om detta krävs. Det kan ge ökad kontroll på vad för byggnadsmaterial och hjälpmedel som finns tillgängliga.

Säkerhet

1. Antal anmärkningar

- Nivå
Aktivitet, projekt
- För vem?

- Entreprenör
- Syfte
 - Följa upp och kontrollera säkerheten på arbetsplatsen för att undvika olyckor och skador som kan leda till förlorad arbetskraft. Möjliggöra lärande och ökad medvetenhet bland medarbetare.
- Vad är?
 - En indikator på observationer om bristande säkerhet. En anmärkning i säkerhet avser en uppmärksammas säkerhetsbrist och kräver åtgärd.
- Hur mäta?
 - Anmärkningar måste systematiskt rapporteras och mäts i antal per aktivitet, projekt och organisation. Mäts via rapporterad observation.
- Hur använda?
 - Används för att ha kontroll på säkerheten och få möjlighet att följa upp så att åtgärder kan vidtas för att minska risken för olyckor. Genom att mäta antal anmärkningar per aktivitet och projekt kan aktiviteter samt projekt med ökad risk identifieras och bemötas. Ett aktivt arbete om lärande vad gäller risk och säkerhet kan införas för att öka riskmedvetenhet hos personal samt för att minska risker och olyckor. Möjliggör lärande i hur preventiva åtgärder kan vidtas redan i planeringen.

2. Antal tillbud

- Nivå
 - Aktivitet, projekt
- För vem?
 - Entreprenör
- Syfte
 - Följa upp och kontrollera säkerheten på arbetsplatsen för att undvika olyckor och skador som kan leda till förlorad arbetskraft. Möjliggöra lärande och ökad medvetenhet bland medarbetare.
- Vad är?
 - En indikator på hur säkerhetsarbetet på arbetsplatsen fungerar. Ett tillbud är något som hänt men inte blev en olycka, men hade kunnat bli en olycka.
- Hur mäta?
 - Tillbud ska rapporteras och mätas per aktivitet och projekt och mäts per antal. Mäts via observation och rapportering.
- Hur använda?
 - Används som stöd för att kontrollera att säkerhetsrutiner och säkerhetsarbete fungerar eller ej. Genom att mäta antal tillbud per aktivitet och projekt kan aktiviteter samt projekt med ökad risk identifieras och bemötas i framtida säkerhetsarbete. Ett aktivt arbete om lärande vad gäller risk och säkerhet kan införas för att öka riskmedvetenhet hos personal samt för att minska risker och olyckor preventivt. Möjliggör lärande i hur preventiva åtgärder kan vidtas redan i planeringen.

3. Antal olyckor

- Nivå
 - Aktivitet, projekt, organisation
- För vem?
 - Entreprenör
- Syfte
 - Följa upp och kontrollera att säkerhetsrutiner och arbete fungerar eller ej för att för att undvika framtida olyckor och skador som kan leda till förlorad arbetskraft. Möjliggöra lärande och ökad medvetenhet bland medarbetare.
- Vad är?

En indikator som visar på antal olyckor som sker per aktivitet och projekt. Tyder på att säkerhetsrutiner och arbete inte fungerar.

- Hur mäta?
Olyckor ska mätas och rapporteras i antal per aktivitet, projekt och organisation. Olyckan mäts vid händelsen av en olycka.
- Hur använda?
Används som stöd för att kontrollera att säkerhetsrutiner och säkerhetsarbete fungerar eller ej. Genom att mäta antal olyckor per aktivitet och projekt kan aktiviteter samt projekt med ökad risk identifieras och bemötas för framtida säkerhetsarbete. Ett aktivt arbete om lärande vad gäller risk och säkerhet kan införas för att öka riskmedvetenhet hos personal samt för att minska risker och olyckor preventivt.

4. Antal åtgärder

- Nivå
Aktivitet, projekt
- För vem?
Entreprenör
- Syfte
Följa upp och kontrollera att säkerhetsbrister åtgärdas för att minska på risker och att medarbetare kan arbeta enligt plan.
- Vad är?
En indikator på att säkerhetsbrister som påverkar produktionen åtgärdas som de ska, så att fortsatt arbete enligt plan kan utföras ostört och riskfritt.
- Hur mäta?
Åtgärdad anmärkning, orsak till tillbud eller olycka per observation/aktivitet/projekt.
- Hur använda?
Används för att kontrollera att arbetsplatsen är säker att jobba i. På så sätt kan uppgifter utföras enligt plan. Skulle kunna användas på något sätt för att uppmärksamma personal om att det är ok att arbeta eller ej på en plats, att den är säker att arbeta på eller ej så att personal inte vistas där de ej borde ("grön" yta är säker yta?). Via mätning och rapportering kan detta kombineras med andra säkerhetstal för att möjliggöra lärande vad gäller hur en viss typ av säkerhetsbrist kan åtgärdas på ett smart sätt för framtida fall. Om risker kan minimeras från början i planeringen, och vi vet hur, kan flyt i produktiviteten säkras, frånvaro minska samt stopp i produktionen undvikas.

5. Lost time injury frequency (LTIFR)

- Nivå
Projekt
- För vem?
Entreprenör
- Syfte
Följa upp produktivitetstapp (sjukfrånvaro) i personal som orsakas av en viss typ av skada.
- Vad är?
Mäter skador med minst en dags frånvaro per miljon arbetade timmar.
- Hur mäta?
Mäta hur många skador som orsakat en dag och sedan hur många som orsakat över fyra dagars frånvaro.
- Hur använda?
Kombineras med andra mätetal för säkerhet. Kan öka förståelsen för hur olika säkerhetsbrister kan leda till olika sorters av skador och sjukfrånvaro och på sikt minska antalet olyckor och frånvaro. På så sätt borde olika åtgärder i längden kunna prioriteras.

KULTUR

1. Efterföljs vedertagna metoder?

- Nivå
Aktivitet, projekt
- För vem?
Entreprenör
- Syfte
Få enhetliga mål, arbetsmetoder och rutiner i organisationen. Följa upp att rätt metoder och rutiner används i organisationens projekt, samt ta lärdom av avvikande rutiner eller metoder som kan ge en produktivitetsförbättring.
- Vad är?
Vedertagna metoder består av väl beprövade och fungerande rutiner och metoder framtagna av organisationen. Det kan gälla metoder om hur till exempel en upphandling, arbetsberedning eller tidplan ska göras.
- Hur mäta?
Kontinuerliga enkäter och möten med platschefer.
- Hur använda?
Används för att skapa gemensamma mål och få alla med på banan. Att skapa en kultur, då kulturen driver medarbetarnas beteende.