

# DiKon

## DigitalKonvergens

VERSION 1.0 · 01 APR 2022

## DiKon Modelbaseret Afsætning

## Indhold

BAGGRUND.....	2
BESKRIVELSE .....	2
AFGRÆNSNING .....	2
FORMÅL .....	2
FORUDSÆTNINGER.....	3
Aftalegrundlag .....	3
IKT og projektering .....	3
Vægge .....	3
Søjler .....	3
Huller .....	3
Totalstation til afsætning.....	4
Risiko.....	4
Ansvar .....	4
Forsikring.....	4
PROCES .....	5
Procesdiagram .....	5
FREMGANGSMÅDE.....	6
Opsætning .....	6
Fixpunkter.....	6
Relativ opsætning.....	7
Afsætning.....	7
POTENTIALE .....	8
Økonomi .....	8
Tid .....	8
Kvalitet.....	8
KONTAKTINFORMATION .....	8
DiKon .....	8

## DiKon – Modelbaseret afsætning

---

### BAGGRUND

Typisk afsætter håndværkeren sine bygningsdele ved at måle manuelt, ud fra vægge og modullinjer afsat af en landmåler. Denne fremgangsmåde er tidskrævende og fejlbehæftet. Der kan opstå menneskelige fejl, men der er også risiko for akkumulerede fejl, hvis der afsættes ud fra bygningsdele med høje indbygningstolerancer.

Herudover afhænger denne proces i høj grad af landmålerens arbejde. Håndværkeren kan være forhindret i at udføre sit arbejde, hvis der mangler modullinjer eller punkter fra landmåleren.

### BESKRIVELSE

I dag findes der robuste og brugervenlige totalstationer<sup>1</sup>, der er målrettet håndværkeren.

De brugervenlige totalstationer styres vha. en tablet, der kan tilgå georefererede DWG-tegninger og IFC-modeller.

Her kan håndværkeren vælge punkter til afsætning. Herefter peger totalstationen på samme punkt i virkeligheden med en laserstråle, eller man kan afsætte med et prisme, der lokaliseres af totalstationen. På denne måde kan håndværkeren effektivt afsætte sine bygningsdele direkte fra det digitale produktionsgrundlag.

Endvidere er håndværkeren i mindre grad afhængig af landmåleren og kan effektivt afsætte relevante punkter med millimeterpræcision.

### AFGRÆNSNING

Nærværende procesbeskrivelse afgrænser sig til at omhandle digital afsætning af bygningsdelene:

- Vægge
- Søjler
- Huller
- Bæring til installationer

### FORMÅL

At tydeliggøre de praktiske og aftalemæssige forudsætninger for at gøre det muligt for håndværkere at afsætte egne bygningsdele med automatiske totalstationer på byggeriprojekter.

---

<sup>1</sup> Maskine til automatisk afsætning af punkter med laser eller prisme.

## FORUDSÆTNINGER

### Aftalegrundlag

#### IKT og projektering

Molio - IKT-specifikationer (A102).

Molios IKT-specifikationer sætter den overordnede ramme for IKT-ydelserne på et projekt.

De særlige forhold omkring modelbaseret afsætning er nødt til at blive aftalt projektspecifikt som et tillæg til IKT-specifikationerne.

Forhold, der er relevante for modelbaseret afsætning behandles i IKT-procesmanualen.

Molio - IKT-procesmanual (A402)

- 4.1.1 Modellerings- og objektprincipper
- 4.1.2 Egenskaber
- 4.1.3 Faser, modelindhold og anvendelse
- 4.2.3 Tekst og målsætning (Målsætning jf. C213 kan fravælges)
- 4.3 Koordinat-, højde- og modulsystem

Modeller skal være gældende for udførelsen.

Molio C213 Tegningsstandarder danner ofte på projekter, bl.a. aftalegrundlag for omfang og metode for målsætning på tegninger. Når der afsættes modelbaseret, kan målsætning af planer jf. C213 fravælges i rådgiveraftale og IKT-specifikationer og procesmanual. Vær opmærksom på om alle entrepriser, der traditionelt benytter målsatte planer, er informeret om, at der benyttes modelbaseret afsætning på projektet.

### Vægge

For konstruktionsvægge er det mest hensigtsmæssigt at afsætte overfladerne på væggene. Disse indgår både i tegninger og modeller i normal praksis.

For gipsvægge er det en fordel at afsætte centerlinjer for væggene. Disse indgår ikke i modeller og tegninger i normal praksis. Centerlinjer kan derfor med fordel tilføjes som rådgiverydelse i IKT-specifikationerne. Centerlinjer for vægge er ikke en tilgængelig funktion i Revit, men kan genereres automatisk igennem et Dynamo Script.

### Søjler

Søjler afsættes ud fra overflader. Disse er indeholdt i normal praksis.

### Huller

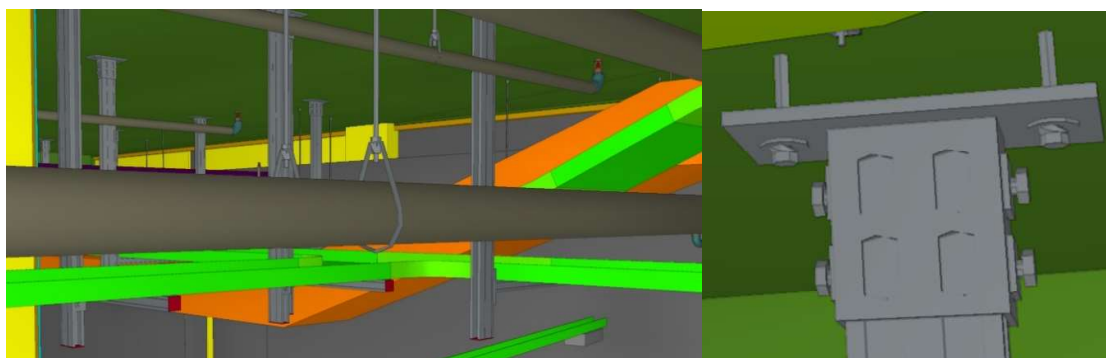
Huller afsættes efter hulobjekter. Disse skal derfor tilvælges i leverancespecifikationen for udførelsesfasen. Vær opmærksom på minimumsdimensionen for modellerede huller. Hvis alle huller skal afsættes digitalt,

skal alle huller modelleres. Det skal tilføjes til rådgiveraftalen, hvis der skal modelleres mindre huller end hvad der fremgår af bygningsdelsspecifikationerne. Dette kan også løses på bagkant via plugins eller scripts.

## Bæring til installationer

Det skal håndteres aftalemæssigt, hvem der modellerer bæring med fastgørelser. Dette er ikke standard i forhold til de nuværende bygningsdelsspecifikationerne og skal derfor typisk tilføjes til IKT-aftalen som et tilvalg.

For bæring afsættes ankerhullerne. Ankerplaceringerne udtrækkes til CSV format fra modellen. Det er derfor vigtigt, at ankrene modelleres og indeholder egenskab med centerkoordinater for ankrene.



## Totalstation til afsætning

De fleste former for totalstationer fra leverandører som Leica, Trimble og Hilti kan benyttes til modelbaseret afsætning.

PLT 300 fra Hilti er i øjeblikket den mest brugervenlige og budgetvenlige totalstation (Marts 2022). Leicas iCON serie er førende inden for afsætning med IFC-modeller. Disse totalstationer er dog i den dyre ende. Så det anbefales at undersøge hvilken totalstation, der passer bedst til den pågældende opgave.

## Risiko

### Ansvar

Ansvar for indmåling af fixpunkter til opsætning ligger hos landmåleren. Totalstationen opsættes med afsæt i fixpunkterne og den analyserer efterfølgende tolerancerne for opsætningen. Håndværkeren kan herefter vurdere om tolerancerne er acceptable for opgaven.

Arbejdet med totalstationen kan ansvarsmæssigt sammenlignes med den traditionelle afsætning på baggrund af modullinjer, som typisk er afsat af en landmåler.

### Forsikring

Forsikringssselskabet for projektet kan med fordel kontaktes, med henblik på afstemning af dækning ved evt. fejl, som følge af forkert brug af totalstationen.

DiKon har i forbindelse med udarbejdelsen af nærværende vejledning kontaktet en række forsikringssselskaber, som alle sidestiller modelbaseret afsætning for håndværkere, med den klassiske fremgangsmåde og forsikringsdækningen er som ved traditionel afsætning.

## PROCES

Totalstationen kan arbejde ud fra 3 typer grundlag. DWG og DXF-tegninger, IFC-modeller og CSV- og TXT-koordinatudtræk.

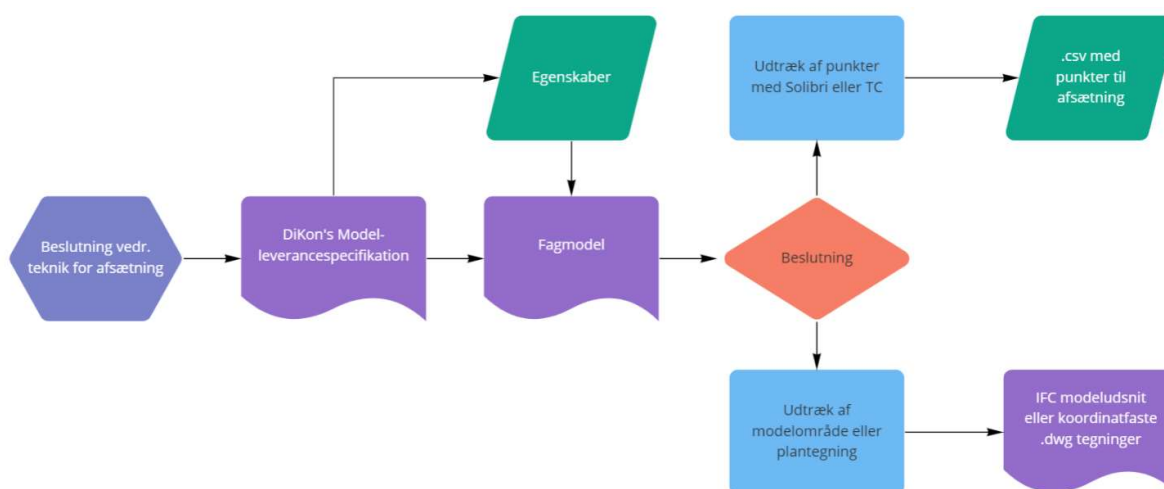
Det er vigtigt, at man vurderer hvilket grundlag, der understøtter opgaven bedst. Når det handler om afsætning af huller er CSV-udtræk af koordinategenskaber typisk den bedste metode, hvorimod IFC og DWG er bedst til vægge og søjler.

Det er vigtigt at beslutte sig for, hvordan man ønsker at afsætte de forskellige bygningsdele ifm. fastlæggelse af projektets IKT-aftaledokumenter.

Muligheden for at afsætte bygningsdele med afsæt i DWG-tegninger, IFC-modeller eller CSV-udtræk kan afhænge af modellernes informationsniveau (LOI og LOG). For at generere CSV-udtræk for huller skal modellen indeholde information om koordinater for disse huller, der kan trækkes ud igennem Solibri eller tilsvarende værktøjer. En løsning er at lægge centerpunkter for huller, der skal bores ind objekterne. Fx i bæringsobjekterne.

LOI og LOG for diverse bygningsdele indarbejdes i DiKon's modelleverancespecifikation.

## Procesdiagram



## FREMGANGSMÅDE

### Opsætning

Totalstationer kan opsættes på to forskellige måder. Enten ved hjælp af landmålerens indmålte fixpunkter eller relativt til eksisterende vægge ved at pege på to vægge i modellen og derefter i virkeligheden.

Fixpunkter er den mest præcise metode, men det kræver, at der er min. 3 synlige fixpunkter ved hver opstilling for totalstationen. Dette er dermed også den mest ressourcetunge metode.

Nyere totalstationer beregner automatisk deres præcision, når de opsættes mod eksisterende vægge. De giver en advarsel, hvis præcisionen i kalibreringen ikke lever op til definerede tolerancerne.

Man kan med fordel benytte fixpunkter i den tidlige del af projektet, før aptering er udført. Her er der behov for færre punkter, da der er frit udsyn rundt i bygningen.

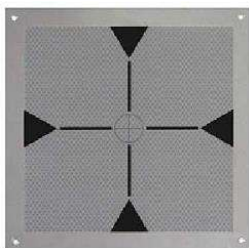
Når indvendige vægge er monteret, kan man med fordel udføre relativ kalibrering til disse inde i rummene. Vær dog opmærksom på risiko for akkumulerede fejl.

### Fixpunkter

Fixpunkter hænges op på strategiske placeringer i hele bygningen. Disse indmåles af landmåler og koordinatplaceringen for alle projektets fixpunkter importeres til totalstationen i CSV- eller TXT-format.

For at kalibrere vha. fixpunkter kræver det, at totalstationen har frit udsyn til min. 3 indmålte fixpunkter. Opsætningen udføres ved at pege totalstationen ind på de 3 fixpunkter én efter én. Når maskinen kan se fixpunktet, peger den sig automatisk ind på deres centerpunkt.

Når alle 3 fixpunkter er registreret, melder totalstationen, at den er klar og giver en præcisionsstatus. Man bør nu vurdere om denne er inden for tolerancerne for den bygningsdel, der skal afsættes.



Figur 1- Fixpunkt

## Relativ opsætning

Relativ opsætning udføres ved at vælge to vægge på tegningen eller i modellen på tabletten, hvorefter totalstationen peges på de samme vægge i virkeligheden. Herefter peges totalstationen på gulvet eller loftet for at indlæse z-aksen.

Vær ved denne opsætningsform opmærksom på, at man arbejder relativt til bygningen og indarbejder derfor evt. afvigelser i vægge til de øvrige bygningsdele.

Det er særligt vigtigt, at man tager højde for om gulv- eller loftsoverfladen er i korrekt højde.

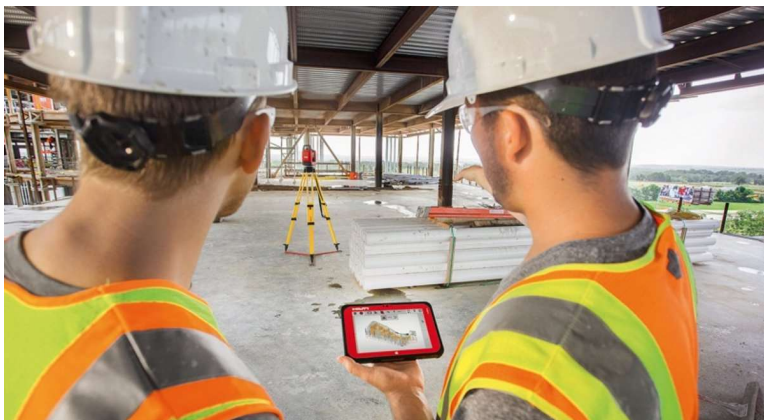
## Afsætning

Man kan anvende totalstationen på to forskellige måder. Den kan udpege valgte punkter med en laserpointer, eller den kan tracke en prisme. Laserpointeren er den mest effektive metode indendørs, men prismet har en længere rækkevidde og kan benyttes til at følge en linje, fx en væg. Derudover kan den afsætte et punkt i luften, hvilken ikke er muligt med laserpointeren.

Når datagrundlaget er importeret i totalstationen, er man klar til at gå i gang med selve afsætningen. Første skridt er at stille totalstationen op et sted, hvor den har frit udsyn til alle de punkter, man vil afsætte.

Totalstationen opsættes enten vha. min. 3 fixpunkter eller ved at pege på eksisterende vægge og gulv. Se mere i afsnittet vedr. opsætning.

Herefter kan man via den medfølgende tablet vælge, hvad man vil afsætte, hvorefter totalstationen peger på samme punkt i virkeligheden med en laserstråle. Punktet kan nu markeres med tusch eller hvis det er et hul, kan det bores med det samme, før man går videre til næste punkt. Hvis man benytter prisme til afsætning, kan man følge prismens lokation relativt til modellen eller tegningen på tabletten.





## POTENTIALE

### Økonomi

Modelbaseret afsætning medfører en række meromkostninger.

Der er en ekstra udgift til modellering, og det skal indarbejdes i IKT-aftalen med rådgiveren.

For at kunne afsætte bæringer skal disse modelleres, og det skal fremgå af en leverancespecifikation for bygningsmodeller. I forhold til entreprenøren, er der ekstraudgifter til løbende opsætning af fixpunkter i bygningen. Selve totalstationen (Hilti PLT 300) koster ca. 140.000kr. ex. moms (2022-pris) i indkøb eller ca. 4.200kr. (2022 - pris) ex. moms om måneden i fleet/leasing (48 mdr.).

I totalentrepriser kan man med fordel spare målsætning iht. Molio C213 væk i rådgiveraftalen.

Der ligger et uforløst potentiale i de nuværende akkordaftaler, da håndværkeren på nuværende tidspunkt honoreres for manuel afsætning, hvilket er langt mere tidskrævende en modelbaseret afsætning. Dette potentiale skal dog behandles på brancheorganisationsniveau.

### Tid

Undersøgelser fra Danske Bank Projektet<sup>2</sup> har vist at bæringer til installationer kan afsættes og monteres dobbelt så hurtigt ved brug af totalstationer.

### Kvalitet

Undersøgelser fra Danske Bank Projektet har vist at der bygges mere korrekt, når der afsættes med totalstationer fremfor den typiske metode med "tommestok".

## KONTAKTINFORMATION

DiKon

mail@dikon.info

---

<sup>2</sup> Danske Banks ny kontordomicil i København blev opført som totalentreprise af Per Aarsleff fra 2017 - 2023