



# Foranalyse

Datamodel og specifikation for data til indendørs navigation og positionsbestemmelse

STYRELSEN FOR DATAFORSYNING OG EFFEKTIVISERING

9. FEBRUAR 2018



# Indhold

<b>1</b>	<b>INDLEDNING OG SAMMENFATNING</b>	<b>5</b>
1.1	Introduktion	5
1.2	Opgaven	5
1.3	Struktur	6
1.4	Sammenfatning	7
<b>2</b>	<b>FRA BYGNINGSMODELLER TIL GEODATA</b>	<b>8</b>
2.1	To verdener mødes	8
2.2	GIS, BIM og indendørs infrastruktur	9
2.3	Fokus på begrænset indsats	10
<b>3</b>	<b>DATAMODEL</b>	<b>11</b>
3.1	Forudsætninger	11
3.2	Datamodel i UML	12
3.3	Beskrivelse af attributter, datatyper og værdisæt	13
3.3.1	IndendørsKnodepunkt	13
3.3.2	IndendørsStrækning	14
3.3.3	IndendørsPunkt	14
3.3.4	IndendørsLinje	15
3.3.5	IndendørsGeometriOprindelse	15
<b>4</b>	<b>SPECIFIKATION</b>	<b>16</b>
4.1	Indledning	16
4.1.1	Formål	16
4.1.2	Læsevejledning	16
4.2	Løsningsarkitektur for Indendørs Infrastruktur	17
4.2.1	Løsningsinfrastruktur	17
4.2.1.1	Det Danske Indoor Space Register (DISR)	17
4.2.1.2	Netkoderen	17
4.2.1.3	Adressebetegnelse	17
4.2.2	Dannelse af indendørs netværksdata	18
4.2.2.1	Dannelse af indendørs knudepunkters geometri	18
4.2.2.2	Dannelse af indendørs knudepunkters attributter	18
4.2.2.3	Dannelse af indendørs strækninger	21

4.2.3	Revision og distribution af netværksdata	22
4.2.3.1	Ændringer i praksis	22
4.2.3.2	Distribution i praksis	23
4.3	Generelle krav	23
4.3.1	Koordinat- og højdesystem	23
4.3.2	Geometrityper og deres regler	24
4.4	Kvalitet	24
4.4.1	Geometrisk nøjagtighed	24
4.4.2	Tematisk nøjagtighed	24
4.4.3	Logisk nøjagtighed	24
4.4.3.1	Snap	25
4.4.3.2	Brud af linjer	25
4.4.3.3	Samling af vektorer	25
4.4.3.4	Lodrette og hældende vektorer	25
4.4.3.5	Fuldstændighed	25
4.4.3.6	Regler for knudepunkter:	25
4.5	Metadata for objekter og geometri	26
4.6	Registreringsmetoder for BIM	28
4.6.1	Modellering af BIM	28
4.6.2	Kvalitetssikring	29
4.6.3	De statslige byggeherrekrav om IKT i byggeriet	29
4.7	BIM modenhed og dataanvendelse til indendørs infrastruktur	30
4.7.1	Konceptuelle modenhedsniveauer	32
4.7.2	Modenhedsniveauer for rum (spaces)	33
4.7.3	BIM modenhedskrav for indendørs infrastruktur	35
4.8	Udveksling af data imellem IFC og GIS-baserede datamodeller	36
4.8.1	Objekttyper fra IFC	36
4.8.2	Etablering af netværk fra IFC data	36
4.9	Udledning af use-cases fra en generel datamodel	37
4.9.1	Tema for indendørs navigation og sporing	37
4.9.2	Tema for planlægning og lokalebooking	38
4.9.3	Tema for robotteknologi	39
4.9.4	Tema for integration af 3D	39
4.9.5	Tema for beredskab	40
<b>5</b>	<b>GOVERNANCE</b>	<b>41</b>
5.1	Indledning	41
5.2	Den fællesoffentlige digitaliseringsstrategi	41
5.3	Overordnet organisation	42
5.3.1	Styregruppe	42

5.3.2	Sekretariat	42
5.3.3	Projektforum	43
5.3.4	Projekter	43
5.4	Aktører	43
5.4.1	Centrale aktører og myndigheder	44
5.4.1.1	Styrelsen for dataforsyning og effektivisering (SDFE)	45
5.4.1.2	Bygningsstyrelsen (BYGST)	45
5.4.1.3	Danske Regioner (DR)	45
5.4.1.4	Kommunernes landsforening (KL)	45
5.4.1.5	Digitaliseringsstyrelsen (DIGST)	45
5.4.1.6	Øvrige interessenter	46
5.4.2	Lokal driftsorganisation	46
5.4.2.1	Facility	46
5.4.2.2	Beredskab	46
5.4.2.3	Serviceorganisationen	46
5.4.3	Private aktører	46
5.5	Sikkerhed	47
<b>6</b>	<b>ØKONOMISKE FORHOLD</b>	<b>48</b>
6.1	Omkostninger og besparelser	48
6.1.1	Myndighederne	48
6.1.2	Driftsenhederne	48
6.1.3	Den private sektor	50
6.2	Økonomiske gevinster ved en national standard	50
6.2.1	Myndighederne	50
6.2.2	Driftsenhederne	51
6.3	Genbrugspotentialer	52
<b>7</b>	<b>AFSLUTNING</b>	<b>54</b>
<b>8</b>	<b>ANVENDTE FORKORTELSER</b>	<b>55</b>

---

Projekt nr.: 229876  
Dokument nr.: 1226805777  
Version 2  
Revision

Udarbejdet af SKDA/JRRA  
Kontrolleret af SBUC  
Godkendt af JRRA

# 1 INDLEDNING OG SAMMENFATNING

Styrelsen for Dataforsyning og Effektivisering (SDFE) er under Energi-, Forsynings- og Klimaministerens ressortmyndighed for videreudviklingen af infrastrukturen for stedbemt information. Styrelsen arbejder i den sammenhæng bl.a. på at iværksætte initiativer, der fremmer interoperabilitet og nyttiggørelse af data på området, herunder etablerer, driver og videreudvikler dataregistre.

Et af initiativerne er en teknisk-økonomisk foranalyse af forudsætninger for specifikation for indendørs infrastruktur og sammenhængende geografi, som denne rapport omhandler. Indendørs infrastruktur i betydningen et indendørs sammenhængende "stinet", der forbinder rum i bygninger, hvor hvert rum er tildelt en unik indendørs "adresse".

## 1.1 Introduktion

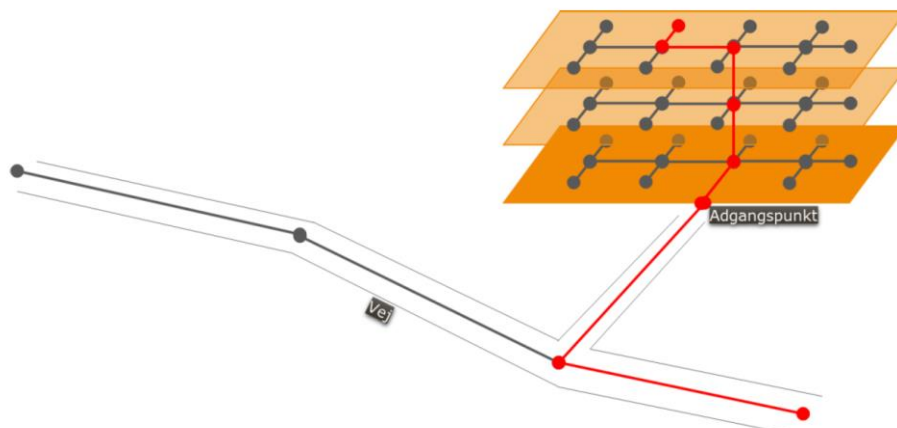
Digitale vejnet og adresser har i mange år været benyttet i digitale kortløsninger og navigationssystemer, hvor brugerne uden forståelse for data, problemfrit kan finde vej fra A til B. Den teknologiske udvikling betyder også, at der allerede er mange muligheder for indendørs navigation, eksempelvis ved brug af smartphones. Et – blandt mange – problemer er dog stadig, at der ikke tilsvarende den "udendørs geografi", er fælles standarder for data til indendørs navigation og positionsbestemmelse. Både data og løsninger til indendørs navigation og positionsbestemmelse er i den forstand proprietære.

Hvis blikket vendes mod den interne struktur i bygninger, kan de på mange måder opfattes som væsentligt mere komplekse end objekter i den udendørs geografi. Byggebranchen har siden 2003 arbejdet med at implementere de statslige bygherrekrafter og efter finanskrisen er der sket en væsentlig opskalering af registrering af bygninger i moderne BIM værktøjer (Building Information Modeling). Der er dog fortsat en meget stor del af den offentlige bygningsmasse, som ikke er registreret i BIM, men langt overvejende dokumenteret som digitale CAD-tegninger. Derudover er der stor variation i tilgangen fra det ene kompleks til det andet, også indenfor den samme region – på Aarhus Universitetshospital, Skejby gøres det på en måde og på Horsens Sygehus kan tilgangen være en anden.

## 1.2 Opgaven

SDFE ønsker at fremme en standardiseret model for etablering, drift og vedligehold af geografisk indendørs infrastruktur fordi der er et stigende behov for at borgere og medarbejdere kan spare væsentlig tid på at finde vej i de store danske bygningskomplekser ved anvendelse af fx navigationssystemer og fordi der tilsvarende er gevinstpotentialer ved at kunne lokalisere (positionsbestemme) personer og genstande (udstyr etc.) i bygninger. Den stigende anvendelse af selvkørende robotter vil på samme måde drage fordel af, at der er fælles standarder for indendørs infrastruktur.

En standardisering vil også betyde, at der kan ske en effektiv vedligeholdelse og ajourføring af den indendørs infrastruktur. Endelig vil koblingen mellem den indendørs adressering og de officielle udendørs adresser være essentiel for at få den ønskede sammenhæng i data (Se Figur 1.1).



Figur 1.1 Principskitse – sammenhæng mellem udendørs og indendørs navigation

### 1.3 Struktur

Rapporten består af seks afsnit foruden indledningen:

- Afsnit 2 FRA BYGNINGSMODELLER TIL GEODATA omhandler en kort beskrivelse af nogle sammenhænge mellem BIM (Building Information Modelling) og geodata. Det er antagelsen, at data fra digitale byggeprocesser kan benyttes som udgangspunkt for opbygningen af en indendørs infrastruktur til navigations- og positioneringsformål.
- Afsnit 3 DATAMODEL indeholder et udkast til en logisk datamodel for dansk indendørs infrastruktur.
- Afsnit 4 SPECIFIKATION er en skitse til en specifikation, der omfatter den grundlæggende løsningsarkitektur, attributter og geometriske krav. Afsnittet indeholder endvidere eksempler på relevante use-cases.
- Afsnit 5 GOVERNANCE beskriver overvejelser om governance, herunder en overordnet national organisation med primære interessenter og en mulig sammenkobling med den fællesoffentlige digitaliseringsstrategi.
- Afsnit 6 ØKONOMISKE FORHOLD omhandler de økonomiske gevinster og stor-driftsfordele, som en standardiseret national model for indendørs infrastruktur vil kunne afføde.
- Afsnit 7 AFSLUTNING peger på nogle mulige, supplerende aktiviteter, der kan gennemføres som supplement til foranalysen.

## 1.4 Sammenfatning

Foranalysens hovedresultater kan sammenfattes til følgende:

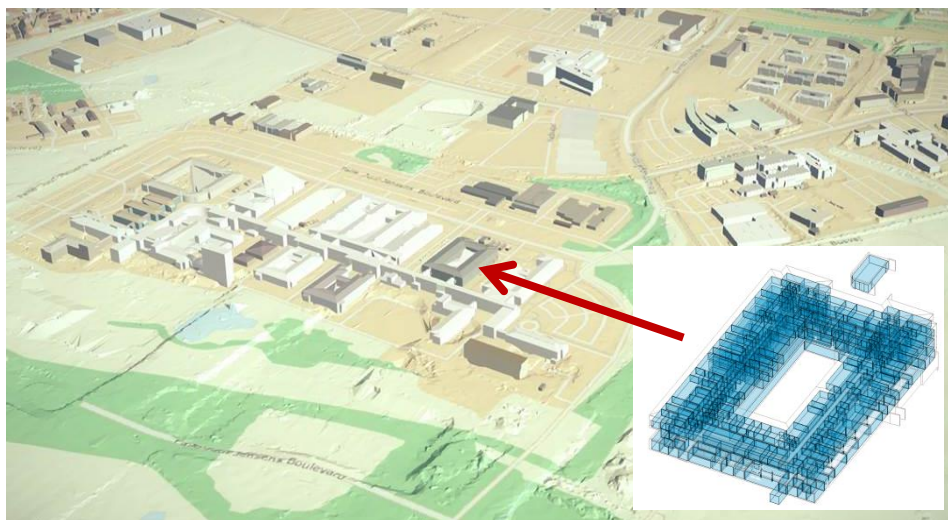
- Der er udarbejdet et udkast til datamodel for et netværksdatasæt samt et knudepunktdatasæt, som kan favne både BIM og geodata/GIS, og passer ind i de etablerede datamodeller, der er etableret i Grunddataprogrammet.
- Der er indarbejdet inspirationer til datamodellen og specifikationen fra tilsvarende, internationale initiativer samt Adresseprogrammet fra grunddatamodelen. Aktuelt er der ikke en international standard for indendørs infrastruktur, men modeludkastet er forberedt til at kunne indpasses i en international standard.
- BIM data kan levere grundlæggende informationer om rum i bygninger, til etablering af et sammenhængende netværksdatasæt for indendørs infrastruktur.
- BIM data skal have et vidst informationsniveau, for at kunne være anvendelige til netværksdata. BIM kan udveksles med geodata/GIS (som Adresseprogrammet befinder sig i), ved hjælp af et kendt udvekslingsformat.
- Langt fra alle offentlige, komplekse bygninger er tilgængelige som BIM-data, men de offentlige bygherrekrav i forbindelse med nye byggerier (inkl. om- og tilbygninger) fremmer implementeringen af BIM og kan dermed også være et vigtigt element i såvel etableringen af den indendørs infrastruktur, som den fremtidige vedligeholdelse af data.
- Det foreslås, at der etableres et nationalt register, som vil være en form for pendant til adresseregistret, hvor de autoritative indendørs netværksdata dannes, opbevares, revideres og distribueres fra.
- Implementering af en fælles model for indendørs infrastruktur kræver dels en overordnet organisation, som kan varetage koordinering og videreudvikling af specifikationen, dels lokale driftsorganisationer på de enkelte bygningskomplekser, der skal stå for den daglige drift og vedligeholdelse af data. Den overordnede organisation vil omfatte de primære, offentlige aktører, der administrerer komplekse bygningsanlæg. Organiseringen kan tilrettelægges på en måde, der skaber sammenhæng til andre fællesoffentlige digitaliseringsstrategier.
- Der vil være økonomiske påvirkninger i både offentlige og privat sektorer forbundet med indførelsen af en national standard for indendørs infrastruktur. Foranalysen ser på økonomiske omkostninger og besparelser, gevinster og stordriftsfordele samt genbrugspotentialer og ekstrainvesteringer. Det er dog ikke muligt på det foreliggende grundlag, at angive troværdige størrelsesordener for de økonomiske påvirkninger som etableringen af en national indendørs infrastruktur vil have.

## 2 FRA BYGNINGSMODELLER TIL GEODATA

### 2.1 To verdener mødes

BIM – Building Information Modelling – er både en model og en arbejdsmetode. BIM-modellen er en samlet, integreret model der kobler informationer om en bygning i en og samme model, eksempelvis informationer om geometri, funktioner, produkttegenskaber og andet. BIM er også en integreret dokumentationsmetode til at digitalisere byggeprocessen og derigennem dele informationer mellem aktører i hele byggeriets livscyklus.

Geografisk Information – geodata – er en generel betegnelse for data der beskriver udendørs objekter/elementer, som er stedbestede – herunder eksempelvis bygninger. Det kaldes også spatiale data eller rumlig information. Geodata håndteres typisk i Geografiske Informations Systemer (GIS) og data med tilknyttede attributinformer lagres enten i databaser eller som filer. GIS og geodata anvendes bredt i utallige sammenhænge af såvel offentlige myndigheder, virksomheder som borgere.



Figur 2.1 Samme bygning vist som BIM-data og som geodata i en 3D bymodel.

I udgangspunktet adresserer de to tilgange – BIM og geodata – forskellige anvendelser og der er derfor en lang række forskelle. Det ses både i datamodellerne, de softwareværktøjer der benyttes og i detaljerigheden. Eksempelvis er bygninger i en (3D) geodata-verden typisk registreret som overflader (surfaces) uden tykkelse og i simple formater, hvorimod bygninger i en BIM-verden består af "fysiske" elementer med et meget højt detaljeringsniveau. Et andet eksempel er, at 3D bymodellerne i GIS benyttes til rumlige analyser i det bygge miljø og til formidling af planer og projekter, mens BIM-modeller anvendes i byggeprocesserne af aktørerne i alle byggeriets faser.

På trods af mange forskelle er det helt indlysende, at en tættere integration mellem BIM og geodata bringer nye muligheder for de to "verdener": BIM kan levere informationer om bygninger til geodataverdenen og omvendt kan geodata sætte BIM-data ind i en større sammenhæng i det byggede miljø (Eksemplificeret i Figur 2.1).



## 2.2 GIS, BIM og indendørs infrastruktur

Af relevans for foranalysen af forudsætninger for specifikation for indendørs infrastruktur og sammenhængende geografi, fokuseres på de informationer, som BIM kan bidrage med til etablering af et topologisk netværk i bygninger.

Helt grundlæggende er der behov for punkter i rum og forbindelser mellem disse for at kunne opbygge et sammenhængende netværk. Rummene skal derudover være unikt identificerbare og globalt koordinatsatte (x,y,z) for kunne benyttes til indendørs navigation og positionering uafhængig af teknologisk platform.

BIM-modeller kan levere punkter i et rum både i form af et centerpunkt og et indgangspunkt (døren). Umiddelbart er der ikke unikke ID'er til disse punkter, dvs. at teoretisk set (og også i den virkelige verden) vil der være rum, som har det samme rumnummer, men dog ikke i det samme bygningskompleks eller rum, som ændrer navn eller nummer (se Figur 2.2). Endvidere anvendes ofte lokale koordinatsystemer i forbindelse med byggerier og det er derfor nødvendigt, at bygningspunkterne fra BIM transformeres til (som minimum) et landsdækkende koordinatsystem (DKTM) og/eller UTM for at kunne skabe sammenhæng til den udendørs navigation og positionering.

Nuværende navne og betegelser				Fremtidige navne og betegelser fra november 2016			
Blodprøver og Biokemi	indgang 3	stuen	9	Blodprøver og Biokemi	indgang F	plan 2	F202
Blodprøvetagning (børn), Nord	indgang 9	stuen	18	Prøvetagning Børn og Kvinder	indgang H8	plan 2	H202
Blodprøvetagning, Syd	indgang 3	stuen	9	Prøvetagning	indgang F	plan 2	C212
Center for Hæmofili og Trombose	indgang 3	stuen	9	Center for Hæmofili og Trombose	indgang F	plan 2	C212
<b>Børneafdeling A</b>				<b>Børn og Unge</b>			
Børnemodtagelsen	indgang 9	stuen	18	Børn og Unge Afsnit for Akut Sygdom	indgang H8	plan 2	H202
Børneafsnit A10	indgang 9	stuen	18	Børn og Unge Sengeafsnit 1	indgang H5	plan 2	H204
Børneafsnit A10	indgang 9	stuen	18	Børn og Unge Dagafsnit 1	indgang H9	plan 2	H201
Børneambulatoriet A10	indgang 9	stuen	18	Børn og Unge Klinik 1	indgang H9	plan 2	H201
Afsnit A20 Sengeafsnit	indgang 7	stuen	18	Børn og Unge Sengeafsnit 2	indgang H1	plan 2	H201
Afsnit A20 Dagafsnit og Ambulatorie	indgang 8	stuen	18	Børn og Unge Dagafsnit 2	indgang H6	plan 2	H203
Børneafsnit A30	indgang 9	1. sal	18	Børn og Unge Klinik 2	indgang H6	plan 2	H203
Børneafsnit A30	indgang 9	1. sal	18	Nyfødt og Berneintensiv Sengeafsnit 3	indgang H8	plan 3	H301
Børneafsnit A30	indgang 9	1. sal	18	Nyfødt og Berneintensiv Dagafsnit 3	indgang H9	plan 3	H301
Børneafsnit A40 Sengeafsnit	indgang 9	1. sal	18	Nyfødt og Berneintensiv Klinik 3	indgang H9	plan 3	H301
Børneafsnit A40 Dagafsnit og Ambulatorie	indgang 9	1. sal	18	Børn og Unge Sengeafsnit 4	indgang H5	plan 3	H303
Café Nexus	indgang 6	stuen	18	Børn og Unge Dagafsnit 4	indgang H5	plan 3	H303
Center for Berneinkontinens	indgang 9	1. sal	18	Børn og Unge Klinik 4	indgang H5	plan 3	H303
Center for Børn Udsat for Overgreb	indgang 1	stuen	6	Café Nexus	indgang H6	plan 2	H203
Center for Cystisk Fibrose	indgang 6	stuen	20	Center for Berneinkontinens	indgang H5	plan 3	H303
Center for Sjældne Sygdomme	indgang 8	1. sal	19	Socialpædiatrisk Klinik	indgang D3	plan 2	D201
				Center for Cystisk Fibrose	indgang G	plan 2	G217
				Center for Sjældne Sygdomme	indgang H5	plan 2	H204

Figur 2.2 Ændringer i rumnummerering (navngivning) er ikke ukendt på sygehuse.

BIM-modellernes punkter er ikke indbyrdes forbundne i betydningen sammenhængende netværk. Populært sagt, så ved et rum ikke, at det har en nabo. Den topologiske sammenhæng mellem punkterne skal derfor etableres, hvilket der kan udvikles metoder til. Metoderne kan være en kombination af automatiske rutiner og manuel verifikation eller editering.

Udvekslingen af informationer mellem BIM og GIS er også et område, hvor de to verdener skal mødes. Indenfor BIM er det gængse format Industry Foundation Classes (IFC), som udvikles af buildingSMART. Indenfor geodata og GIS er der mange forskellige, herunder CityGML, der er et format for bymodeller baseret på Geographic Markup Language. Indenfor OGC (Open Geospatial Consortium) arbejdes der med en standard for modellering af indendørs rum til brug for navigation, IndoorGML. buildingSMART og OGC har i marts 2013 underskrevet en hensigtserklæring om et samarbejde i relation til indendørs navigation. Umiddelbart er der

ikke væsentlige tilgængelige resultater af samarbejdet, men det bør følges som inspiration for udviklingen af den danske model for indendørs infrastruktur og sammenhængende geografi.

### **2.3 Fokus på begrænset indsats**

Et væsentligt element i foranalysen er, at der skal fastlægges en minimumspecifikation, der kan opfylde de basale krav til indendørs navigation og positionering, men naturligvis også fastlagt på en form, der muliggør videreudvikling i takt med behov og muligheder. Samtidig er det målet at identificere måder at tilvejebringe det nødvendige datagrundlag på, som begrænser merarbejdet for de involverede aktører, herunder driftsafdelingerne på de enkelte bygningskomplekser.

Det er dog indlysende, at der skal investeres ressourcer både i etableringsfasen og i den efterfølgende driftsfase. Derudover må det forventes, at der kan blive ændringer i de arbejdsgange der i dag er i driftsafdelingerne, foruden opbygningen og driften af en national infrastruktur for data til indendørs navigation og positionering.

## 3 DATAMODEL

Med udgangspunkt i grunddataprogrammets datamodeller, har NIRAS til projektet udarbejdet et udkast til en logisk datamodel for dansk indendørs infrastruktur. Modellen er i sin visuelle form udarbejdet som et UML klassediagram, lig andre standarder for datamodeller.

Datamodellen er en logisk datamodel. Der er altså ikke taget stilling til, hvordan den fysiske datamodel skal opbygges i en database. Det er dog vigtigt ved opbygning af den fysiske datamodel, at data kan konverteres mellem forskellige databasesystemer uden tab af information.

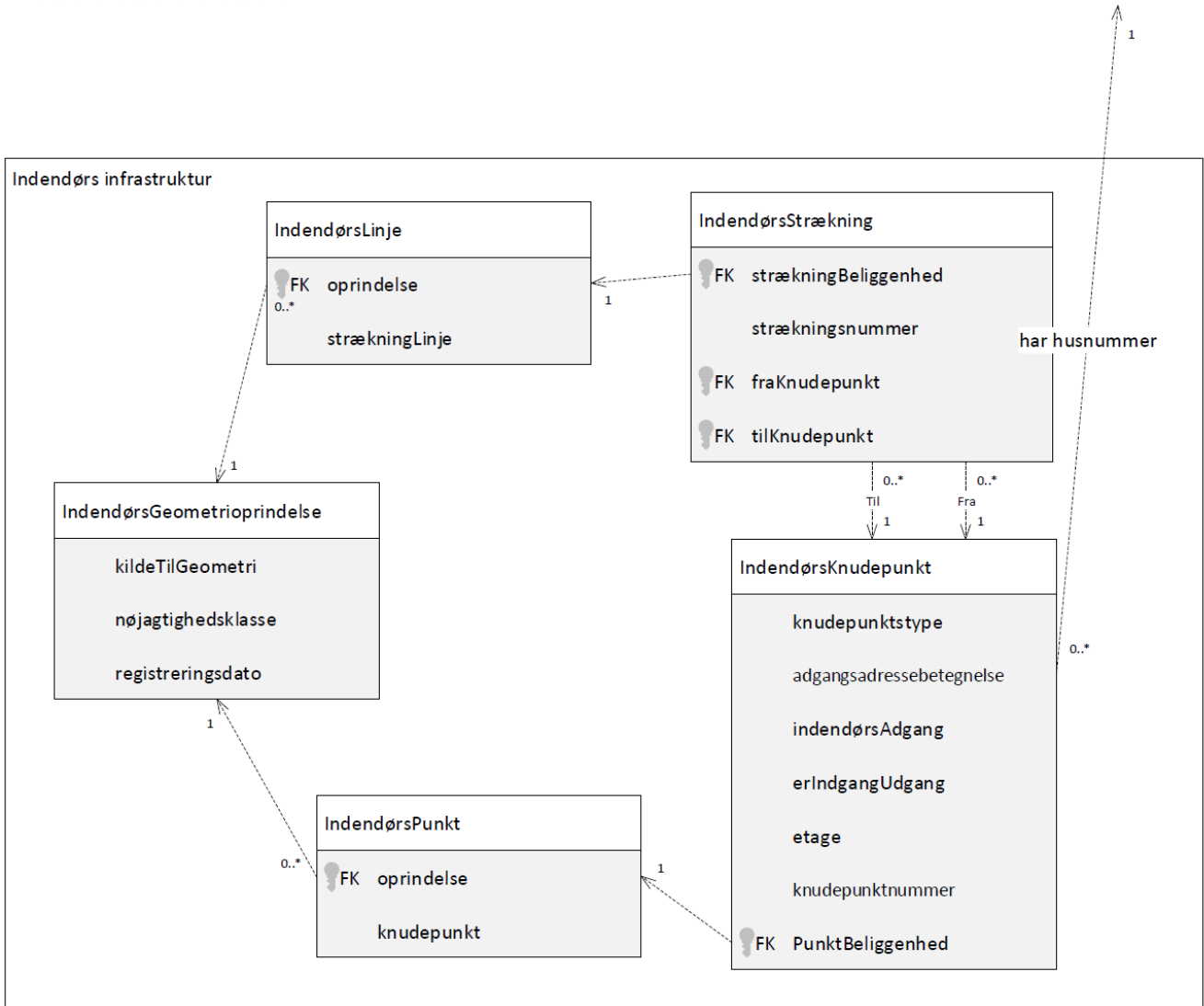
### 3.1 Forudsætninger

NIRAS har i udarbejdelse af datamodellen taget udgangspunkt i nedenstående forudsætninger for modellen. Dermed kan der dannes grundlag for en datamodel som kan favne både BIM og geodata/GIS branchen, og passer ind i de etablerede datamodeller som er etableret i Grunddataprogrammet.

- **Grunddataprogrammet** Da data til indendørs infrastruktur i offentlige bygninger, kan være frit tilgængelige, og være i en generel samfundsmæssig interesse, vil det også være naturligt, at gøre dem til en del af Grunddataprogrammet. Derfor tager datamodellen udgangspunkt i de datamodeller, som er udarbejdet under Grunddataprogrammet.
- **Sammenhæng til Adresseprogrammet** Den indendørs topologi skal have en sammenhæng til Adresseprogrammet, som omhandler de udendørs adresser – herunder adgangspunkter til bygninger. Dermed kan sikres en sammenhæng til disse adresser.
- **Sammenhæng til Internationale standarder** Der findes ikke beskrevet en international standard for indendørs infrastruktur. Derimod har Grunddataprogrammet sammenhæng til de internationale ISO standarder, og ved at koble Indendørs Infrastruktur til Grunddataprogrammet sikres sammenhængen her til.
- **Databaseinformationer fra BIM** Datamodellen tager sit udgangspunkt i geodatamodeller, men de egenskabsdata som skal indgå i datamodellen, skal være understøttet i BIM, hvorfra de fleste attributter skal ekstraheres.
- **Enkelthed** Som udgangspunkt skal datamodellen være opbygget af få attributter, for at sikre at det er nemt at opbygge fulde datasæt for de indendørs topologier. Dermed kan sikres en omkostningseffektiv opbygning af topologier for indendørs infrastruktur. Flere data ville skulle indhentes fra BIM, f.eks. via IFC udveksling. Dette kræver en tilbageføring af unikke ID'er imellem BIM og et netværksdatasæt i GIS.
- **Sammenhæng til use cases** Datamodellen skal kunne anvendes i forskellige use cases, hvor den kan gøres anvendelig i forskellige sammenhænge. I modellen (næste afsnit) ses et eksempel på dette, med en kobling til rum-anvendelsen som bl.a. kan håndteres i FM systemer.

### 3.2 Datamodel i UML

I Figur 3.1 herunder ses datamodellen i UML. Oprindelsesoplysninger i datamodellen er designet med inspiration fra Adresseprogrammet i Grunddatamodellen. De enkelte entiteter beskrives i afsnittet herunder.



Figur 3.1 Udkast til datamodellen for indendørs infrastrukturens netværksdata i UML



### 3.3 Beskrivelse af attributter, datatyper og værdisæt

Herunder beskrives de enkelte attributter for hver af de enkelte entiteter. I specifikationens afsnit "4.2.2 Dannelse af indendørs netværksdata" kan der henvises til en nærmere forklaring af hvordan de enkelte attributter skabes samt deres funktion.

#### 3.3.1 IndendørsKnodepunkt

##### **knudepunkttype**

Betegnelse for typen af knude, som er afgørende for hvordan knuden opfører sig og hvilke attributter der er tilknyttet knuden.

- Datatype: Tekststreng (eller heltalskoder)
- Værdisæt: rumpunkt, dørpunkt, indgangspunkt, forgreningspunkt eller interessepunkt

##### **adgangsadressebetegnelse**

Betegnelse som er en læsbar struktur, der identificerer husnummeret fuldstændigt. Data indsamles dermed fra adressebetegnelsen, og identificerer det Adgangspunkt, som giver adgang til den eller de pågældende adresser.

- Datatype: Tekststreng
- Værdisæt: Reference til husnummer

##### **indendørsAdgang**

Beskriver om hvilken adgang en bruger har til punktet.

- Datatype: Logisk værdi
- Værdisæt: Sand, Falsk

##### **erIndgangUdgang**

Beskriver hvilken retning der kan passeres igennem et knudepunkt.

- Datatype: Tekststreng (eller heltalskoder)
- Værdisæt: Kodelister: ind-ud, ud-ind, begge veje, ingen passage

##### **etage**

Etage-angivelsen for en knude.

- Datatype: Heltal
- Værdisæt: Numerisk fra -999 til 999

##### **knudepunktnummer**

Globalt defineret nummerering som beskriver knudepunktets unikke globale ID, der dannes i en fælles database.

- Datatype: UUID
- Værdisæt: unik UUID på 36 karakterer.

##### **punktBeliggenhed**

Reference til punktgeometri og dets oprindelse.

- Datatype: UUID (fremmednøgle)

- Værdisæt: Reference til IndendørsPunkt.

### 3.3.2 IndendørsStrækning

#### **strækningBeliggenhed**

Fremmednøgle. Reference til linjegeometri og dets oprindelse.

- Datatype: UUID
- Værdisæt: Reference til IndendørsLinje

#### **strækningsnummer**

Globalt defineret nummerering som beskriver strækningens unikke globale ID, der dannes i en fælles database.

- Datatype: UUID
- Værdisæt: unik UUID på 36 karakterer.

#### **FraKnodepunkt**

Fremmednøgle. Reference til indendørs knudepunkt, der er strækningens startpunkt.

- Datatype: UUID
- Værdisæt: unik UUID på 36 karakterer.

#### **TilKnodepunkt**

Fremmednøgle. Reference til indendørs knudepunkt, der er strækningens slutpunkt.

- Datatype: UUID
- Værdisæt: unik UUID på 36 karakterer.

### 3.3.3 IndendørsPunkt

#### **oprindelse**

Oprindelsesoplysninger til koordinater/geometri.

- Datatype: UUID (fremmednøgle)
- Værdisæt: Reference til IndendørsGeometriOprindelse

#### **FraKnodepunkt**

Reference til indendørs knudepunkt, der er strækningens startpunkt.

- Datatype: UUID (fremmednøgle)
- Værdisæt: Reference til IndendørsGeometriOprindelse

#### **TilKnodepunkt**

Reference til indendørs knudepunkt, der er strækningens slutpunkt.

- Datatype: UUID (fremmednøgle)
- Værdisæt: Reference til IndendørsGeometriOprindelse

#### **knudepunkt**

Globalt geometrisk beliggenhed af knudepunktet

- Datatype: Geometri
- Værdisæt: X, Y, Z

### 3.3.4 IndendørsLinje

#### Oprindelse

Oprindelsesoplysninger til koordinater/geometri

- Datatype: UUID (fremmednøgle)
- Værdisæt: Reference til IndendørsGeometriOprindelse

#### strækningLinje

Reference til placering og dens oprindelse.

- Datatype: Geometri - LineString
- Værdisæt: Mere end 1 sæt X, Y, Z koordinater

### 3.3.5 IndendørsGeometriOprindelse

#### kildeTilGeometri

Oprindelse for koordinater til geometrien.

- Datatype: Tekststreng (eller heltalskoder)
- Værdisæt: Kodeliste for oprindelsestyper

#### nøjagtighedsklasse

Nøjagtigheden defineres ud fra BIM modeller i en række klasser.

- Datatype: IFC udvekslingsformat
- Værdisæt: Eksempel for klassificering: Klasse 1 – 0-5 cm.

#### registreringsdato

Dato for registrering af knudepunkt/linje

- Datatype: Dato
- Værdisæt: Dato

## 4 SPECIFIKATION

### 4.1 Indledning

Grundlaget for denne skitse til en specifikation er en forståelse af at indendørs infrastruktur her består af et sammenhængende netværksdatasæt, der indeholder to objekttyper - henholdsvis linjeobjekter (strækninger) og punktobjekter (knudepunkter), som snappes til hinanden og tilsammen danner et netværksdatasæt. Data skabes på baggrund af geometrier og attributter fra BIM data, samt kobles til Adresseprogrammet. Som udgangspunkt dannes netværksdata i GIS, hvorfor BIM data skal konverteres til dette.

Med disse forudsætninger kan der skabes en ensartet, standardiseret måde i Danmark på at definere indendørs topologi.

#### 4.1.1 Formål

Dokumentet har til formål at beskrive og specificere de krav, vilkår og rammer der skal være for indendørs netværksdata. Nogle af disse bygger på fællesoffentlige standarder og anbefalinger, mens andre er antagelser, som NIRAS har været nødt til selv at fastlægge. Disse kan groft indeles således:

- Løsningsarkitektur
- Geometriske krav: F.eks. snap, topologi, osv.
- Attributter: Forekomst, kombinationer og lovlige værdier.
- Generelle krav

Derudover indeholder dokumentet en gennemgang af hvordan BIM data skal levere de nødvendige informationer for at indendørs netværksdata kan dannes.

#### 4.1.2 Læsevejledning

Udover dette indledende kapitel indeholder dokumentet følgende kapitler:

Kapitel 4.2 – Løsningsarkitektur som beskrivelse af hvorledes de fælles arkitekturrammer skal anvendes.

Kapitel 4.3 – Beskriver de generelle tekniske krav der er til netværksdata for indendørs infrastruktur.

Kapitel 4.4 – Beskriver kvalitetskravene for de data som indgår i netværksdata.

Kapitlet 4.5 - Beskriver hvordan metadata skal beskrive netværksdata.

Kapitel 4.6 - Da BIM modeller er grundlaget for oprettelsen af knudepunkter, beskrives i dette afsnit hvordan BIM modeller dannes.

Kapitel 4.7 – Beskriver hvilke krav der skal være for at BIM modeller kan levere de nødvendige informationer til netværksdata, og dermed hvor modne BIM modellerne skal være.

Kapitel 4.8 – Beskriver hvordan grundlaget er for at BIM og GIS teknisk kan udveksle data imellem hinanden.

Kapitel 4.9 – Er eksempler på use cases, hvor de indendørs netværksdata kunne indgå.



## 4.2 Løsningsarkitektur for Indendørs Infrastruktur

Indendørs infrastruktur består af et netværksdatasæt som grundelement. Netværket for indendørs infrastruktur er et linjetema snappet til en række definerede knudepunkter. Data kan tages i anvendelse og tilkobles mange forskellige use-cases - men i sin enkelthed er dette datasæt blot et netværk af linjer man kan bevæge sig i. Netværksdata kan forstås som netværks-topologi og/eller den geometriske kontekst, der er snappet til hinanden i knudepunktet. Geometrien indeholder netværkets samt knudepunkters geometri. Beskrivelser bestemmes som attributter.

### 4.2.1 Løsningsinfrastruktur

Grundlaget for at skabe indendørs infrastruktur netværksdata udgøres af Det Danske Indoor Space Register (Arbejdsbetegnelse i foranalysen), Netkoderen (Arbejdsbetegnelse i foranalysen) samt med input fra Adressebetegnelsen. Disse beskrives nedenfor.

#### 4.2.1.1 *Det Danske Indoor Space Register (DISR)*

Registret er en form for pendant til adresseregistret, hvor de autoritative indendørs netværksdata dannes, opbevares, revideres og distribueres fra. Registret er i sin fysiske form en database som vedligeholdes, sikres og ejes af sekretariatet for indendørs infrastruktur (Se mere i afsnit 5 GOVERNANCE).

Registreret er en fælles database hvor alle bygherrer (driftspersoner for bygninger og rum) har adgang til sine egne netværksdata og kan vedligeholde disse. Ved oprettelse eller revision af databasen kan der her oprettes og tildeles UUID til alle knudepunkter.

Data kan også herfra distribueres i flere forskellige formater, afhængig af de behov der vurderes at være – eksempelvis kommasepareret, GIS, BIM osv.

#### 4.2.1.2 *Netkoderen*

Netkoderen lever sammen med DISR og er det programmel, der danner indendørs infrastruktur netværksdata. Som en pendant til adresseprogrammets geokoder, skal strækninger dannes i "Netkoderen".

Netkoderen kan beregne et netværk af linjer imellem knudepunkter, hvor knudepunkterne skal snappes til linjeobjekterne. Linjeobjekterne dannes ved hjælp af en række logiske regler, som definerer hvordan data dannes.

#### 4.2.1.3 *Adressebetegnelse*

Den danske adresser indgår i netværksdata for indendørs infrastruktur som adressebetegnelsen. Adressebetegnelsen er fastsat af en entydig kombination af vejnavn, husnummer samt evt. etagebetegnelse og dørbetegnelse. Dette angiver adgangsvejen frem til den bygning, en del af en bygning eller jordstykket, som adressen hører til. Indgangsdøren angives ved husnummeret. For hver adresse er placeret et adgangspunkt, som repræsenterer beliggenheden af den udefra kommende adgangsvej (indgangsdøren, indkørsel eller lignende som husnummeret hører til).<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Kilde: Bekendtgørelse om vejnavne og adresser, kapitel 3

## 4.2.2 Dannelse af indendørs netværksdata

Ved en nykortlægning og dannelse af et indendørs adressenetværksdatasæt (for en bygning eller en bygningsmasse) skal der skabes geometri og attributter til netværksdatasættet.

### 4.2.2.1 Dannelse af indendørs knudepunkters geometri

Netværkets geometri skabes ud fra geometrier i BIM data, og suppleres med semi-automatisk genererede geometrier. De forskellige typer af IndendørsKnudepunkters geometri (som angivet i det beskrivende lag), dannes dermed på følgende måder:

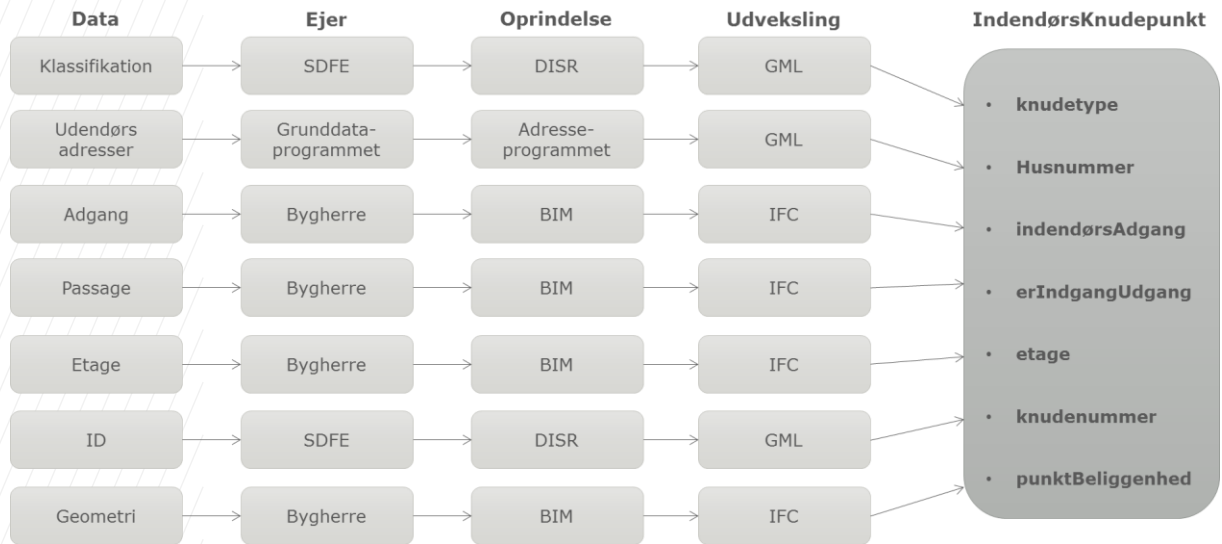
- Fra BIM modeller kan *locations* levere koordinater defineret lokalt eller globalt for centroiden af henholdsvis rummet (**rumpunkt**) eller døren (**dørpunkt**) – dette danner geometrien for punktBeliggenhed.
- **Indgangspunkter** dannes som endepunkter i det indendørs netværk eller snappes til geometrien fra "Adgangspunktet" i de udendørs adresser. I "Bekendtgørelsen om Vejnavne og adresser" §27, stk. 3 defineres at der for hver etage skal etableres en officiel adresseindgang - et "Adgangspunkt". For hver etage defineres start af netværket med et **Indgangspunkt**. Netværkets **Indgangspunkt** snappes til dette "Adgangspunkt".
- Herudover er der mulighed for at der frit kan indsættes **Interessepunkter**, ved særlige "Points of Interest" (PoI) i netværket. Dette kunne være kiosker, receptioner eller andre punkter, som ikke umiddelbart er koblet til netværket som dør eller rumcentroider. Interessepunkter er desuden beskrevet i ISO 19155:2012 Geographic information – Place identifiers.
- **Forgreningspunkter** skal semiautomatisk beregnes i netværket, og sættes ind hver gang en strækning f.eks. forgrenes (læs nærmere om netværksregler i afsnit 4.3 Generelle krav).

**Dørpunkt, rumpunkt, indgangspunkt og interessepunkt** anses umiddelbart som de væsentligste knudepunkter i et netværk (som mål i netværket), hvorfor der skal opbygges et netværk med indskudte **forgreningspunkter** imellem disse.

### 4.2.2.2 Dannelse af indendørs knudepunkters attributter

IndendørsKnudepunkter er datagrundlaget, for at skabe et netværksdatasæt af linjer i Indendørs Infrastruktur. Alle attributter uafhængigt af type, skal udfyldes som angivet i datamodellens beskrivelser (se afsnit 3.3)

Beskrivelse af attributter, datatyper og værdisæt), samt dannes som beskrevet i dette afsnit. De enkelte attributter for IndendørsKnudepunkt er beskrevet nedenfor. I nedestående Figur 4.1 vises et overblik over hvordan attributter dannes for IndendørsKnudepunkt ved hjælp af BIM og andre kilder:



Figur 4.1 Kilder til dannelse af attributter i IndendørsKnudepunkt

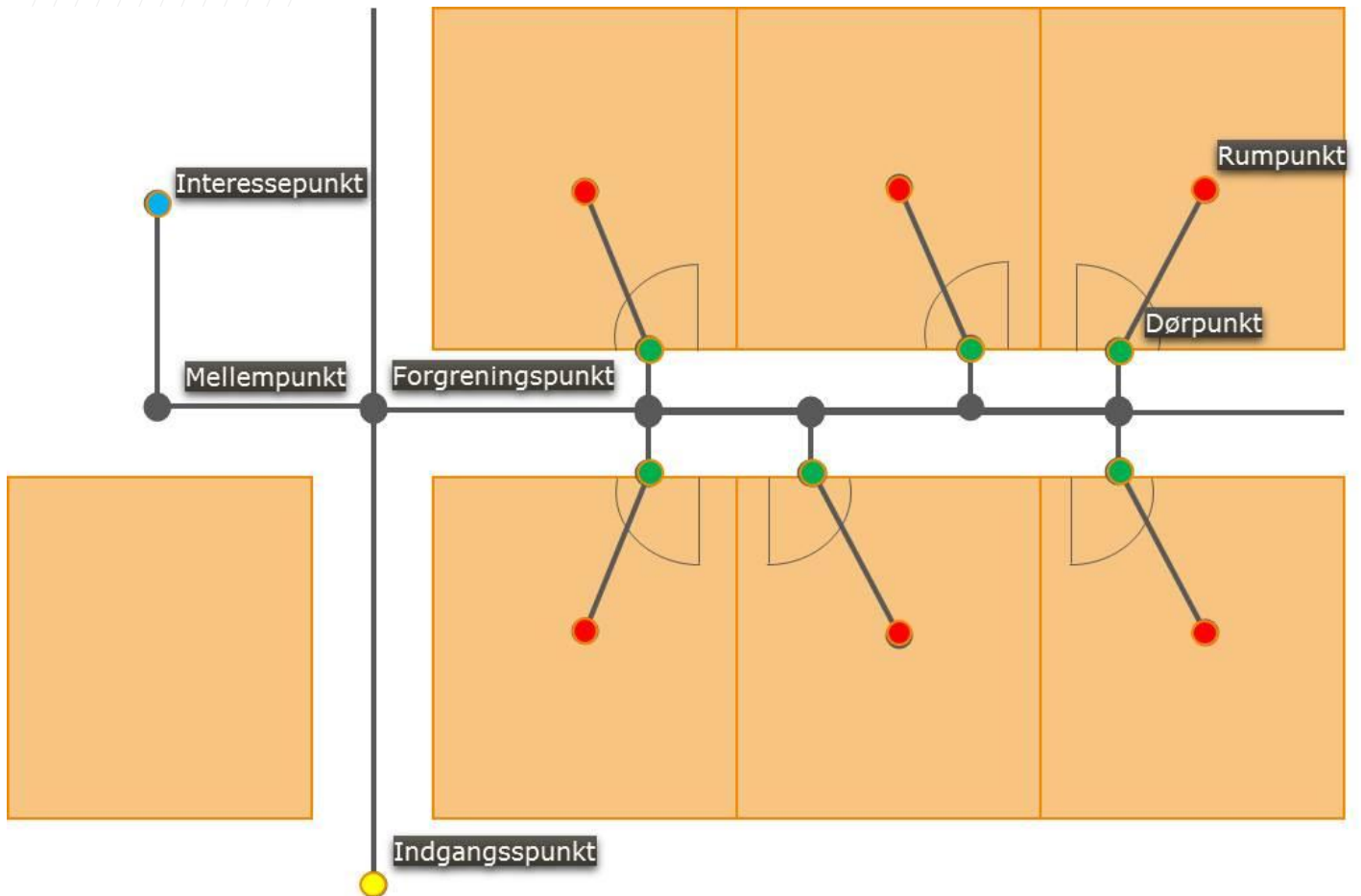
### knudepunkttype

Følgende typer af IndendørsKnudepunkter dannes i DISR, ud fra oprindelsen af data. Dette sker som en klassifikation med følgende muligheder:

- **Rumpunkt:** Angiver centroiden for et rum (defineret af BIM modellen). Rumpunkter kan fungere som endepunkter i netværket.
- **Dørpunkt:** Angiver centroiden for en dør, som er defineret af BIM modellen. Dørpunkter fungerer typisk som adgang til rum.
- **Indgangspunkt:** Angiver adgangen til netværket fra det udendørs adresse netværk, hvor data altid er geometrisk snappet til Adgangspunktet fra adresseprogrammet. Attributten for *adgangsadressebetegnelse*, udfyldes kun for knudepunkter af typen indgangspunkt. Data skal som udgangspunkt være kortlagt med alle adgange til bygningen.
- **Interessepunkt:** Angiver et frit defineret punkt i netværket, som har høj selvstændig interesseværdi.
- **Forgreningspunkt:** Angiver semiautomatisk beregnede knudepunkter til at administrere forgreninger i netværket og anvendes kun til dannelse af netværkets geometri.

Mellempunkter er en delmængde af netværket, og optræder som sådan ikke som en del af knudepunkterne, men er nødvendige for at etablere strækningsdata der ikke er rette.

Knudepunkttypernes opbygning kan ses i Figur 1.1 og Figur 4.2 herunder.



Figur 4.2 Knudepunkttyper samt opbygningen af et netværksdatasæt her illustreret som en bygningsoversigt med orange rum begrænset af døre, vinduer og skillevægge. De grå vektorer er strækninger, de røde punkter er rumcentroider, de grønne punkter er dørpunkter, de blå punkter er interessepunkter og de gule punkter er indgangspunkter.

### adgangsadressebetegnelse

Indeholder information om hvilken adresse (fra adresseprogrammets udendørs adresser og netværksdata) som er tilknyttet til **indgangspunktet**. IndendørsKnudepunkter skal knyttes til Adresseprogrammets adgangspunkter for de udendørs netværksdata. Informationen knyttes på attribut og objekt-niveau, ved at de to netværk (udendørs og indendørs) snappes til hinanden. I de tilfælde hvor et knudepunkt snapper til et "Adgangspunkt", vil knudepunktet derfor være af typen **indgangspunkt**.

### indendørsAdgang

Data skal beriges med adgangen i netværket til et givent IndendørsKnudepunkt. Disse data skal defineres som standardattribut i BIM og udveksles med IFC eller efterfølgende ved etableringen af netværksdata for indendørs infrastruktur. Data skal beriges som Sand eller Falsk.



## erIndgangUdgang

Data skal beriges med hvilken vej man kan passere igennem et IndendørsKnodepunkt. Disse data skal defineres som standardattribut i BIM og udveksles med IFC eller efterfølgende ved etableringen af netværksdata for indendørs infrastruktur. Data skal beriges ud fra kodelisten:

- ind-ud
- ud-ind
- begge veje
- ingen passage

## etage

Etagen defineres som "level" i BIM og udveksles med IFC eller efterfølgende ved etableringen af netværksdata for indendørs infrastruktur. Data skal etableres som angivet i datamodellen.

## knudepunktnummer

Et globalt defineret ID for knuden, der som et UUID skabes i en central database (her omtalt som Det Danske Indoor Space Register (DISR)) ved etableringen af knudepunkter.

## Punktbeliggenhed

Beliggenheden for et knudepunkt defineres med geometrien tilknyttet til centroider af rum og døre (og andre objekter) i BIM (betegnet som locations), og overføres med IFC standarden til attributterne Indendørsknodepunkter for de enkelte knudepunkttyper.

### 4.2.2.3 *Dannelse af indendørs strækninger*

Strækninger dannes som linjedata ud fra knudepunkter, der allerede er defineret på attribut- samt geometrisk niveau. Ved nykortlægning af et indendørs netværksdatasæt, kan der ud fra disse forudsætninger semiautomatisk dannes strækninger til og fra knudepunkter ud fra en række logiske regelsæt. Data tilføjes et globalt defineret ID for strækningen, der som et UUID skabes i en central database (her omtalt som DISR) ved etableringen af strækninger.

Et logisk regelsæt for at danne et netværksdatasæt definerer i så vidt muligt sammenhængen i netværket, dvs. en logisk opbygning af strækninger, som skaber sammenhæng imellem knudepunkterne i netværket. Regelsættene kan f.eks. defineres som at danne vinkelrette linjestykker imellem nærmeste forgreningspunkt og dørpunkter, eller dannelsen af linjestykker imellem dørpunkter og rumpunkter. For netværksobjekterne skal der befinde sig en knude i alle endepunkter. Hvor to linjer har fælles endepunkt, findes kun en knude med et knudepunktnummer.

#### 4.2.2.3.1 **Workflow for dannelse af strækninger**

BIM modellen eksporteres til IFC format, efter de angivne standarder defineret i datamodellen for de indendørs netværksdata. Dette datasæt kan importeres til DISR. I Netkoderen kobles Husnummer-data (fra adresseprogrammet) til de importerede IFC data, hvorfra der kan dannes geometrier og beriges med attributter i Netkoderen. Med udgangspunkt i netværkets opbygning i Figur 4.2, skal Netkoderen danne et netværksdatasæt ud fra et logisk regelsæt. Dette kunne fx ske ved at Netkoderen foretager en søgning ned ad en "gang" i netværket (eller andre typer af rum), hvor hver gang den møder et dørpunkt til en side, skal der automatisk dannes et forgreningspunkt vinkelret på, ift. "gangens" strækning. Hermed kan der opstå en strækning imellem forgreningspunktet og dørpunktet. Det kunne

også være at danne en strækning imellem dørpunktet og dørpunktets tilhørende rumpunkt. Det skal i øvrigt overvejes at alle dør- og rumpunkter skal leveres med en lokal unikt defineret geografisk rum-nummerering. Disse data skal kun anvendes i produktionssammenhæng, for at sikre en logik i netværket imellem døre og rum, til etablering af netværksdata. Se i øvrigt workflowet i Figur 4.3.



Figur 4.3 Workflow for dannelse af et netværksdatasæt af strækninger

Det automatisk genererede netværksdatasæt, skal efter oprettelsen altid gennemgå en manuel kvalitetskontrol af en eller flere parter. Det kunne være en første omkostningseffektiv grovsortering af åbenlyse fejl, hvorefter de lokale driftspersoner og bygningsejere ville skulle kvalitetssikre data. Dette kunne foregå i et simpelt web-interface med en unik adgang for de enkelte bygherrer, lig kommunernes ajourføring af adressedata og bygningsgeokodning. Dette vil være en proces med flere iterationer af kvalitetssikring, hvorefter man vil stå med et færdigt netværksdatasæt.

### 4.2.3 Revision og distribution af netværksdata

For netværksdata objekterne skal de som udgangspunkt leve længst muligt med samme knudepunktnummer af hensyn til brugere, der benytter knudepunktnummeret. Således vil en ajourføring af et objekt normalt ikke bevirke, at objektet nedlægges og et nyt opstår. Det vil dog ske både for objekter og knudepunkter i følgende tilfælde:

- Et linjeobjekt opdeles i flere enkeltobjekter (f.eks. ved en rumopdeling)
- Et linjeobjekt samles fra flere objekter til ét objekt (f.eks. ved en sammenlægning af rum).
- Ved flytning af et knudepunkt bevares knudepunktnummeret uændret (f.eks. ved ændring af et rums dimensioner). Dette gælder også ved flytning af et fælles endepunkt.
- Ved nedlæggelse af et rum, eller sammensmeltning af to rum nedlægges knuden, en ny oprettes, og denne tildeles et nyt knudepunktnummer. Dette gælder også en knude i et fælles endepunkt.

#### 4.2.3.1 Ændringer i praksis

Bygherre (f.eks. drift, tegnestue eller facility management) skal ved revision af sin bygningsmasse, adgangspunkter eller interessepunkter også revidere BIM modeller og ligeledes de indendørs netværksdata. Dette er nødvendigt, for at sikre at data er aktuelle og anvendelige.

Som udgangspunkt kan revisionen foregå på to måder:

- Eksporter af den reviderede del af BIM modellen til IFC format og import af dette i DISR. Her kan ved hjælp af Netkoderen dannes et nyt netværksdatasæt som kan overskrive det gamle eller tilføjes til det eksisterende datasæt. Disse data skal manuelt revideres og kvalitetssikres efter oprettelsen.
- Revisionen af netværksdata foretages direkte i webklienten for DISR. Dette vil som regel være hensigtsmæssigt til mindre ændringer.

Revisionen af data foretages løbende, men indenfor en meget kort frist på få dage, fra den endelige fysiske infrastruktur står færdig. Dette er strengt nødvendigt, da netværksdata formentlig vil indgå i mange anvendelser og have en stor samfundsmæssig interesse i at være opdaterede.

#### 4.2.3.2 *Distribution i praksis*

Som udgangspunkt har bygherre adgang til sine egne netværksdata og kan trække disse fra det autoritative datasæt i DISR til fri anvendelse i egne applikationer. Data skal som udgangspunkt kunne trækkes nemt ud, og dette i flere forskellige formater således de nemt kan indgå i forskellige use-cases, klienter og applikationer.

Såfremt man vælger at lade data om indendørs infrastruktur være frie data, vil det være oplagt at distribuere disse gennem Datafordeleren. Såfremt de indendørs netværksdata skal distribueres via Datafordeleren er følgende gældende:

“Dataansvaret ligger hos de myndigheder, der distribuerer data via datafordeleren. Det betyder, at den enkelte datamyndighed er ansvarlig for at håndtere forvaltningsmæssige, lovgivningsmæssige og øvrige problemstillinger, som følger af distributionen af data via Datafordeleren. Datamyndighederne er desuden ansvarlige for indholdet, kvaliteten og ajourføringen af data.”<sup>2</sup>

## 4.3 Generelle krav

### 4.3.1 Koordinat- og højdesystem

Alle punktdata som indgår til oprettelse af strækninger og positionering, skal placeres og leveres i DKTM koordinatsystemet (EPSG 4093, 4094, 4095, 4096 samt EPSG 4097, 4098, 4099, 4100 (inklusive DVR90)). DKTM er et koordinatsystem i 4 danske zoner, hvor afstandskorrektionen i praksis ofte er uden betydning. DKTM skal anvendes til data i bygge- og anlægssektoren (som anbefalet af en større ekspertgruppe på vegne af branchen) til udveksling, lagring og bearbejdning af geodata, for at undgå fejl som følge af misfortolkninger og misforståelser i brugen af afstande målt i kortet og afstande målt i marken. Det kan overvejes at foretage en konvertering til UTM koordinater, når punktdata omdannes til strækninger. UTM zone 32N (EPSG 25832) er det koordinatsystem som anvendes i Adresseprogrammet, og vil sikre fuld kompatibilitet imellem data fra Adresseprogrammet og data i Indendørs Infrastruktur. Går man over til UTM og DVR90 bør den samme nøjagtighed gælde, og EPSG koderne er hhv. 7416 og 7417 for UTM zone 32N og 33N inklusive DVR90.

Som højdesystem skal anvendes Dansk Vertikal Reference 1990 (DVR90) (EPSG 5799). DVR90 er baseret på det seneste præcisionsniveau angivet som havniveauets middelvandstand.

Anvendes DKTM som koordinatsystem samt DVR90 som højdesystem, vil 3D koordinatsættet være af typen X, Y, Z angivet i meter med 2 decimaler.

---

<sup>2</sup> <http://datafordeler.dk/om-datafordeler/dataansvar-og-sikkerhed/>

### 4.3.2 Geometrityper og deres regler

Geometrien i et objekt skal bestå af en af følgende to geometrityper:

- **Punkt:** Et punkt skal bestå af kun ét koordinatsæt.
- **Linje:** En linje skal bestå af én eller flere sammenhængende vektorer. I Første vektors første koordinatsæt (startpunkt) kan være identiske i 3D med sidste vektors sidste koordinatsæt (slutpunkt), forudsat at linjen består af >2 vektorer. En linje må ikke krydse eller skære (have fællespunkt 2D eller 3D) sig selv.

Geometrier må ikke indeholde splines, nulvektorer, backloops, spikes eller identiske objekter.

Punktætthed: Punktafstanden i de enkelte objekter må ikke være mindre end registreringsnøjagtigheden for geometritypen linje.

Da data samles i et linjenetværk skal objekter som hovedregel altid samles til så lange objekter som muligt. Objekterne må dog aldrig samles henover et forgreningspunkt eller et brudpunkt. Et netværk skal altid og må kun brydes i disse tre tilfælde: Forgrening, Attributskift (værdiskifte) eller møde med objekt af anden type.

## 4.4 Kvalitet

Eftersom BIM data leverer det geometriske grundlag for de indendørs netværksdata, afgøres nøjagtigheden ud fra registreringen af disse. De geometriske data stammer fra forskellige kilder og vil blive vedligeholdt af forskellige aktører, hvorfor det må indskræpes, at samvittighedsfuld oplysning af metadata samt kontrol af datas geometriske kvalitet og nøjagtighed er nødvendig.

### 4.4.1 Geometrisk nøjagtighed

Den geometriske nøjagtighed forstås som koordinatnøjagtigheden på de enkelte punkter i netværks datasættene. Det gælder både nøjagtigheden i planet og i højden.

BIM modelleres typisk i millimeter, hvor der i praksis bygges med forskellige faglige tolerancer. I praksis støbes in-situ beton med en tolerance tærskel på  $\pm 2$  cm., mens der modelleres på millimeter. I andre tekniske fag er der nultolerance på samlingerne, men placeringen kan godt variere  $\pm 2$  cm. Et gulv uden fald, modelleres som helt plant, men har et udfaldskrav på  $\pm 2$  mm. tolerance.

### 4.4.2 Tematisk nøjagtighed

Den tematiske nøjagtighed forstås som et udtryk for, hvorvidt objekterne er registreret med de korrekte knudepunkttyper, attributter og attributværdier.

Indendørs netværksdata har krav om at der som minimum skal registreres med alle de attributter angivet i datamodellen, som ses beskrevet i denne rapport. Datamodeller fra forskellige use-cases kan definere yderligere attributter som skal anvendes.

### 4.4.3 Logisk nøjagtighed

Den logiske nøjagtighed forstås som et udtryk for hvorvidt data opfylder kravene til topologi og struktur. For netop netværksdata er sammenhængen imellem de fysiske objekter alt afgørende for at kunne skabe et netværk imellem knudepunkter. Derfor skal der som minimum være krav om følgende:



#### 4.4.3.1 Snap

Objekterne i indendørs infrastruktur skal snappe, således at der aldrig forekommer hul i et netværk. Ved snap følger disse prioriterede prioriteringer for snap:

1. Punktet flyttes fra objektet med den ringeste objekt-registreringsnøjagtighed.
2. Punktet flytter fra det nyeste objekt til det ældste objekt, hvis objekterne har samme objekt-registreringsnøjagtighed.
3. Er objekterne lige gamle og har samme objekt-registreringsnøjagtighed, findes der ingen regler for, hvilket punkt der flytter sig.

Samt snap med disse metoder:

- Ved snap prioriteres snap til eksisterende registrerede knudepunkter i et objekt højere end snap til en vektor i objektet.
- Ved snap til en vektor oprettes som udgangspunkt et mellempunkt.

#### 4.4.3.2 Brud af linjer

Når vektor strækninger krydser hinanden på samme etageniveau, skal de altid have mellempunkt og brydes. Herudover brydes netværket ved mellempunkter med forgreninger, samt attributskifte for udvalgte attributter (typisk for data som tilknyttes i use-cases).

Herudover kan dataproducenten vælge at bryde linjestrækninger ved knudepunkter. Dette kunne være i tilfælde af at der skal oprettes flere interessepunkter i et rum, der har mere relevans end blot centroiden for rummet (der semiautomatisk ekstraheres fra BIM).

#### 4.4.3.3 Samling af vektorer

I et netværk skal objekter som hovedregel altid samles til så lange objekter som muligt. Objekterne må dog aldrig samles henover et forgreningspunkt eller et brudpunkt.

#### 4.4.3.4 Lodrette og hældende vektorer

Lodrette eller hældende vektorer er legale og skabes som strækninger, og anvendes f.eks. i elevatorskakt eller trapperum, for at danne forbindelse i netværket imellem etager.

#### 4.4.3.5 Fuldstændighed

Ved fuldstændighed forstås procentdelen af registrerede objekter i forhold til virkeligheden. Da det er i Bygherres interesse at registrere hele sin bygningsportefølje for at få en optimal udnyttelse af BIM for bygningsmassen, forventes disse at være udførlige når der skal dannes nationalt standardiserede indendørs netværksdata. Derfor skal være krav om en standardiseret kvalitets og fuldstændighedskontrol, inden data fra BIM leveres til anvendelse i indendørs infrastruktur.

#### 4.4.3.6 Regler for knudepunkter:

For knudepunkt er følgende regelsæt gældende:

- Knudepunkttyper med samme feature og attributter, må ikke ligge oveni hinanden.
- Må ikke have en punkttæthed lavere end 50 cm.. Denne afstand er proportional i forhold til dørens bredde, dette muliggør to punkter ved to nabodøre.
- Et knudepunkt snapper altid til en Indendørsstrækning

## 4.5 Metadata for objekter og geometri

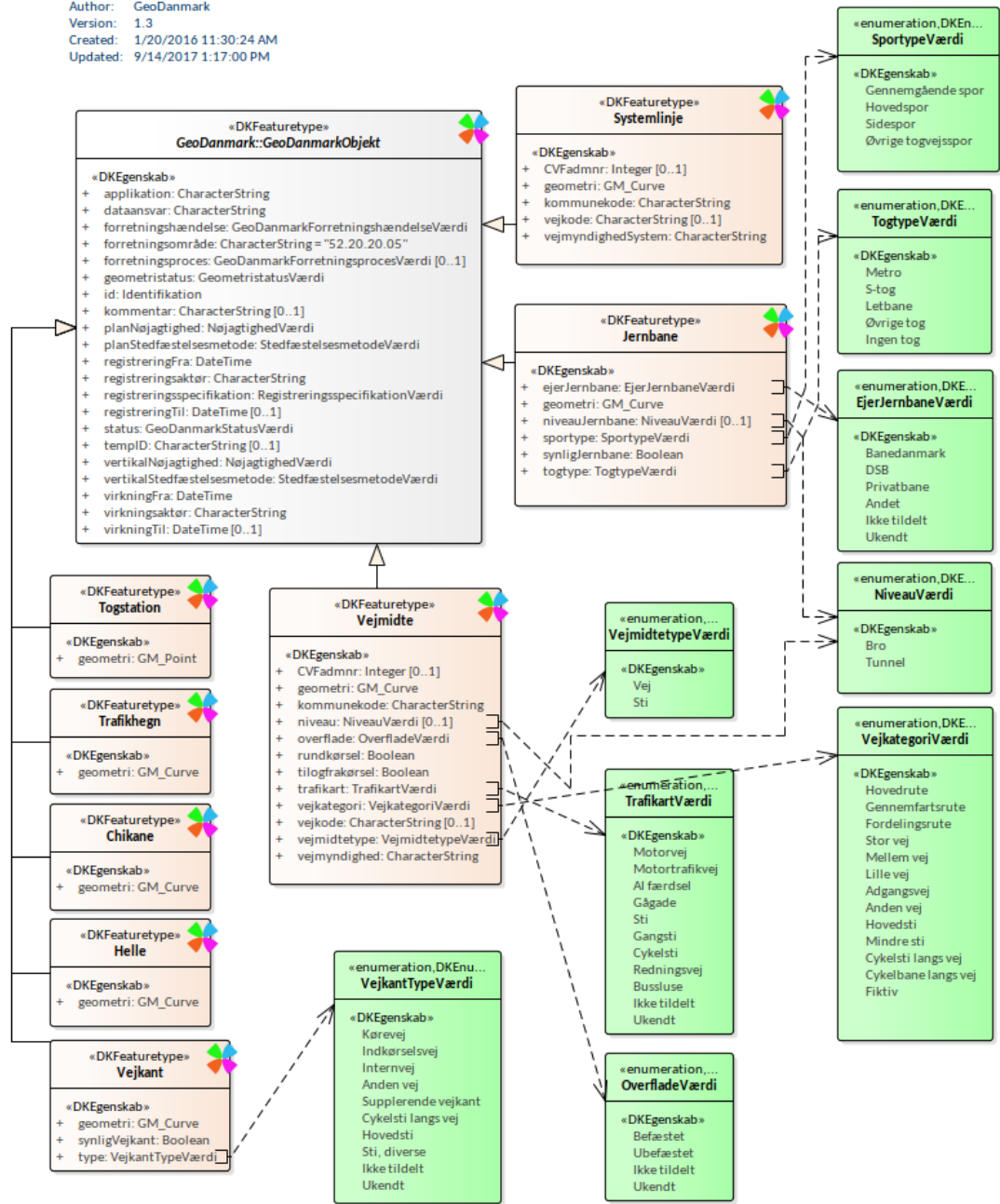
Datamodellen for Indendørs infrastruktur skal opbygges efter Digitaliseringsstyrelsens regler for modellering af grunddata. Herunder skal attributter, som denne modellering fordrer, implementeres i det generiske Indendørs infrastruktur objekt som begrebsoplysninger. Dermed angives metadata på generelt attributniveau, og kunne indeholde attributter som inspireret ved Grunddatamodellens GeoDanmarkObject. Dette kunne se ud som i nedestående eksempel (Figur 4.4) fra "Trafik", hvor det generelle GeoDanmarkObject anvendes til at beskrive, blandt andet, metadatainformationer om objekterne for alle data i datatypen. Forretningsmetadata kan desuden opsættes som en separat tabel, og indtastes som tagged values på pakken.

Med inspiration fra GeoDanmark, er det relevant for netværksdatas metadata, at anvende metadata, som listet i Tabel 4.1 herunder. Desuden kunne ISO 19115-1 komme i anvendelse.

applikation	id	registreringTil
dataansvar	planNøjagtighed	status
forretningshændelse	planStedfæstelsesmetode	vertikalNøjagtighed
forretningsområde	registreringFra	vertikalStedfæstelsesmetode
forretningsproces	registreringsaktør	virkningFra
geometristatus	registreringsspecifikation	virkningsaktør
		virkningTil

Tabel 4.1 Oversigt over mulige metadata for indendørs infrastruktur netværksdata

Name: Oversigtsdiagram Trafik  
 Author: GeoDanmark  
 Version: 1.3  
 Created: 1/20/2016 11:30:24 AM  
 Updated: 9/14/2017 1:17:00 PM



Figur 4.4 GeodanmarkObjekt med generelle metadatabeskrivelser for GeoDanmark objektet "Trafik". Her kan ses eksempler på de metadata der skal beskrives, f.eks. id, tempID, status osv. <http://data.gov.dk/model/diagrammer/>

## 4.6 Registreringsmetoder for BIM

BIM-modeller produceres ved en kombination af IKT/BIM-regler for det pågældende projekt og det enkelte rådgiverfirmas standard og praksis. BIM er ikke standardiserede data, og indeholder derfor data på mange forskellige udviklingsniveauer.

De første BIM-modeller i Danmark er fra perioden 2004-2009. Det var primært større og/eller ledende arkitekt- og rådgivningsfirmaer, der implementerede BIM i arbejdsprocesserne. Fra 2009-2016 er det blevet en mere udbredt praksis, at større projekter produceres i BIM værktøjer med fokus på 3D og mængdeopgørelser, hvor mange forskellige aktører i byggeprocessen integrerer BIM: rådgivere, arkitekter, entreprenører, leverandører, bygherrer o.a.. Fra ca. 2016 fokuseres på 4D (tid) og 5D (økonomi) samt øget strukturering af alle de data og egenskaber, som bygningsmodellerne indeholder.

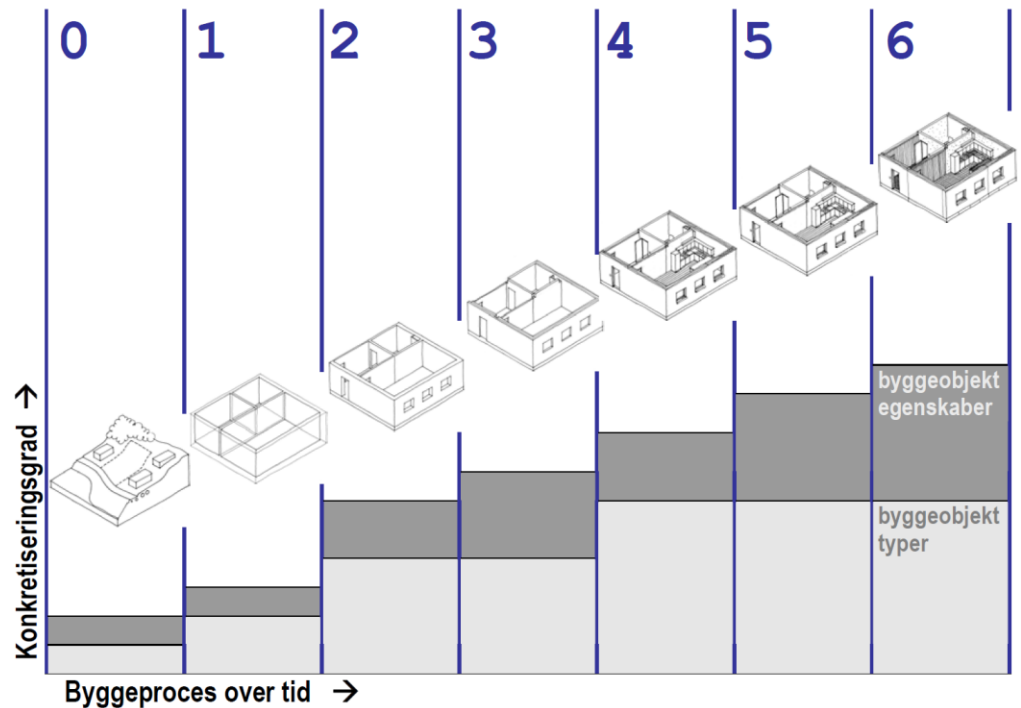
Efter år med investeringer forventes nu effektiviseringsgevinster og der etableres samarbejder og opnås konsensus om de facto standarder, som kan kobles sammen. Eksempelvis er ISO/TC 59/SC 13 (Organization of information about construction works, der har med dansk deltagelse), i gang med et sådan arbejde. Der er et tilsvarende samarbejde mellem ISO/TC 59/SC 13 og ISO/TC211 om GIS-BIM interoperabilitet, hvor ISO/TC 59/SC 13 er de ledende. På den måde øges forståelsen for at fælles standarder giver fordele.

I Danmark er der fortsat ikke en fælles standard, som er alment accepteret i byggebranchen. En fælles standard kræver at alle byggeriets parter - rådgivere, entreprenører, bygherrer, driftsherrer o.a. - bliver enige. Det har været forsøgt flere gange fra statslig side og gennem byggeriets fælles standardiseringsforening BIPS/Cuneco/Molio, men af forskellige årsager er det ikke lykkedes.

Til trods for, at det endnu ikke er lykkedes, er der en udbredt fælles forståelse for, at der skal standardiseres og at internationalt samarbejde om en standardisering er nødvendig. I den sammenhæng er BuildingSMART's neutrale IFC format helt centralt. IFC står for Industry Foundation Classes og udvikles og drives af den frivillige, nonprofit organisation BuildingSMART. Det seneste IFC-format er, version IFC4 (2017). IFC4 anvendes endnu i begrænset omfang og derfor er data typisk i IFC version 2 eller 3.

### 4.6.1 Modellering af BIM

BIM modelleres op fra bunden til det enkelte projekt og oftest tages der udgangspunkt i en foruddefineret skabelon. Først defineres indsætningspunkt, etagehøjder osv., og nogle standarder som fx tegningsgrafik og objekttyper. Dernæst tegnes vægge i klassisk 2D plan niveau, hvorefter døre, vinduer, rumpolygoner mm. indsættes. Der kan integreres en fælles parameterfil i registreringen, som indlæser Bygherres foruddefinerede parametre til BIM modellen. For registreringsmodeller modellerer man typisk op til et informationsniveau 2 (Se Figur 4.5 nedenfor). Hvis man derfra skal ombygge, løftes informationsniveauet yderligere op til niveau 4.



Figur 4.5 Informationsniveauerne fra 0 til 6

Abstraktions- og detaljeringsniveauet i en BIM model er typisk afhængig af om det er nybyggeri/ombygning eller om der foretages registrering af eksisterende byggeri. Nybyggeri og ombygningsmodeller følger en "detaljeringsproces" svarende til byggeriets faser (se illustrationerne i Figur 4.5), hvor der dog i praksis ikke går højere end informationsniveau 4. I de senere år fokuseres i stigende grad på modellernes egenskaber og strukturering samt kvalitetssikring af modellerne.

#### 4.6.2 Kvalitetssikring

Kvalitetssikring foregår typisk efter branchens kvalitetsparadigmer med "egenkontrol", "sidemandskontrol" og evt. tværfaglig kontrol - alt efter behov og tid. Ekstern kontrol af om modellen lever op til gældende kvalitetskrav, sker primært manuelt og visuelt. Automatisk og halvautomatisk kontrol er ved at vinde indpas, men er dog fortsat mindre udbredt.

#### 4.6.3 De statslige byggherrekrav om IKT i byggeriet

Der er indført statslige byggherrekrav i Danmark, hvor der ved nybyggeri skal leveres BIM modeller som lever op til IFC4 standarderne. De statslige byggherrekrav (bekendtgørelse 1381 "Brug af IKT i byggeriet"- nu erstattet af nr. 118 og 119 - kilde: retsinformation.dk) omfatter en række krav, fordelt indenfor følgende områder:

- IKT-koordinering
- Håndtering af digitale byggeobjekter
- Digital kommunikation og projektweb
- Anvendelse af digitale, objektbaserede bygningsmodeller i forbindelse med projektkonkurrencer, projektering og udførelse
- Digitalt udbud og tilbud, herunder udbud med mængder
- Digital leverance ved byggeriets aflevering
- Digital mangelinformation.

Virksomheder, som ønsker at byde på statslige, kommunale, regionale eller almenne byggeopgaver over visse beløbsgrænser, skal leve op til disse krav. En virksomhed lever typisk op til krav, ved i tillæg til byggesagskontrakten at angive hvilke krav der overholdes (IKT ydelsesspecifikation) og i hvilket omfang (specifikationer om kommunikation, BIM-modellering, udbud og aflevering).

Kravene har indtil nu haft den positive virkning at branchen er på vej fra vektorbaseret grafik til objektbaserede data lagret i databaser. Det er et paradigmeskifte, hvor den århundredegamle tradition for "plan snit og opstalt" suppleres af en objekt-drevet tilgang, der medfører ny arbejdsprocesser. Plan, snit og opstalt vil fortsat være i brug, men suppleres af meget mere - herunder 3D modellen, der bliver central for modellen, og afløser "planet", som det centrale.

Byggestyrelsen har i 2015 indført systematiske analyser af de digitale leverancer på styrelsens byggesager. Den systematiske analyse måler på kvaliteten af de digitale leverancer i forhold til bekendtgørelsens krav. Hver leverance er vægtet med den værdi, den vurderes at have for Bygningsstyrelsens projektgennemførelse og efterfølgende drift. Den systematiske analyse udarbejdes på baggrund af en række stikprøver af de digitale leverancer, fx projekt materialet i form af digitale bygningsmodeller, bygningsdelsbeskrivelser og tilbudslistes.

#### 4.7 BIM modenhed og dataanvendelse til indendørs infrastruktur

For at en BIM model kan levere de informationer, som skal anvendes i indendørs infrastruktur, skal der sikres et vist niveau for modenhed af BIM modellen. Ved BIM modenhed forstås den berigelse af data i BIM modellen, som svarer til det behov, der er defineret for oprettelse af netværksdata til indendørs infrastruktur. Modenheden defineres ved systematikken af data, egenskaber samt den generelle kvalitet i BIM modellen. En BIM model kan både indeholde de basisparametre og minimumskrav der skal være opfyldt, men som alle andre datastrukturer, kan modellerne beriges og udvides med yderligere parametre i det uendelige ift. BIM modellens potentialer.

BIM modeller kan indeholde mange forskellige niveauer af data, men eftersom BIM modeller ikke har globale standardiseringer eller generaliserede datamodeller, kan det være brugbart at systematisere modenhedsniveauer af de data som skal indgå i indendørs infrastruktur, og dermed hvad der er nødvendigt for kunne levere data til indendørs infrastruktur. Pt. understøttes en ensartet leverance af egenskaber og objekters detaljeringsniveauer ved 3-9 delstandarder i Danmark, som ses eksemplificeres i Tabel 4.2. Standarderne kan anvendes til at sammensætte data, så de kan skabe en fællesbetegnelse for de meget individuelle byggeprojekter.

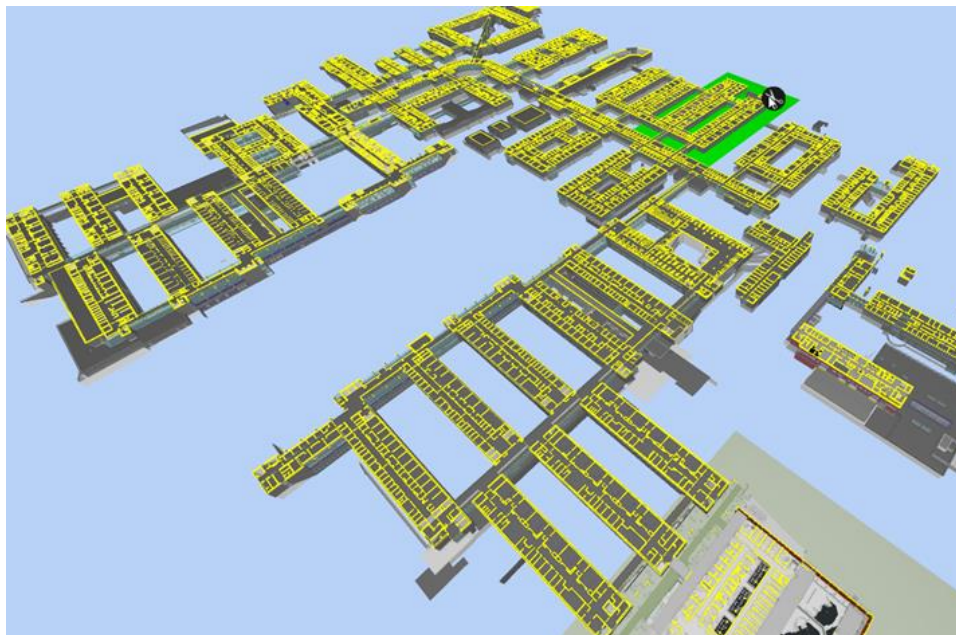
Tabel 4.2: Delstandarder for objekter og egenskaber i dansk BIM.

Klassifikation	Baggrund	Anvendelse	Bekendtgørelse
<b>SfB</b> - Samarbetskomitén för Byggnadsfrågor	Blev oprindeligt udviklet til klassificering og kodning af den svenske standardbeskrivelse ByggAMA, og anvendtes her første gang i 1950. Møntet på 2D tegning	1946 – 2004 Anvendes fortsat i 2D tegningsmateriale og arbejdsbeskrivelser. Bruges i Skandinavien og Holland.	



<b>DKB</b> - Dansk Bygge Klassifikation	Et første bud på et sammenhængende klassifikationssystem for byggeriet i Danmark.	2004 – 2011 Dansk branche standard tiltag.	Tidl. IKT bekendtgørelse 1381.
<b>CCS</b> (Cuneco Classification System)	Indeholder værktøjer til strukturering af informationer om byggeri. Elementerne i denne struktur er: klassifikation, identifikation, egenskaber, informationsniveauer og formål.	2011 – Fornyet og forbedret Danske branche standard tiltag	Offentlig byggeri omfattet af bekendtgørelse 118.
<b>AUH_SfB</b>	Skejby Sygehus 500.000m <sup>2</sup> unik kode system, med få afvigelser til SfB	2006 –	Offentlig byggeri omfattet af bekendtgørelse 118.
<b>Forvaltningsklassifikation</b>	Tager udgangspunkt i de arbejdsmetoder, der anvendes i forvaltning af ejendomme. Selve klassifikationen fremgår af tabeller og herunder en bygningsdelstavle, og kan mappes til SfB.	2009 – Drifts-klassifikation for det "Almene Byggeri"	Bekendtgørelse 119, egen bekendtgørelse
<b>Typekode</b>	BIM7AA som er 7 arkitektfirmaer i Aarhus der arbejder med sygehuse.	2012 – Best practice løsning, som har vundet stor indpas.	Offentlig byggeri omfattet af bekendtgørelse 118

Med en standardisering af BIM modeller, vil der også være større mulighed for at skabe konsensus om modenhedsniveauer. Der er en begyndende forståelse af at al data om bygningen ikke kommer til at ligge i BIM modeller, men at man forbinder BIM til andre typer af data. Derved bliver man fra byggeriets side nødt til at kvalitetssikre egne data, fordi disse kan genbruges i andre sammenhænge. Herved opstår der netop et behov for en konkret niveauinddeling af, hvor moden BIM modellen er, således man kan måle om BIM modellen lever op til kravene i en given datamodel, som BIM modellen skal levere data til.



Figur 4.6 Eksempel fra AUH Skejby på en fælles BIM sammensat af over 75 fagmodeller fra arkitekter. Samme datagrundlag udgør et 80% færdigt dataset, konverteret med henblik på navigation.

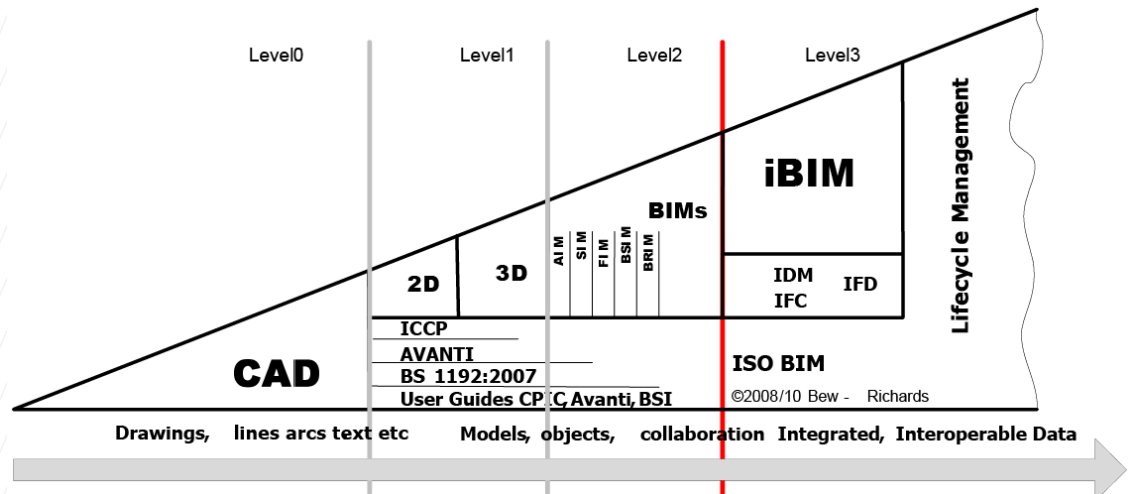
Den generelle forståelse af behovet for højere modenhedsniveauer i BIM, er øget i de seneste år. Tilsvarende er der stigende erkendelse af, at netop en international standardisering giver mange fordele for tværgående samarbejde. Udfordringen har været, at jo flere informationer der implementeres i BIM modellerne, des mere er der at vedligeholde i en senere i driftsfase. Det er omkostningstungt, og derfor har modtagerne skulle kunne se værdien for prioritere det øgede informationsindhold.

I Danmark er udviklingen af BIM modellernes modenhed, bl.a. understøttet af de statslige bygherrekrav, hvor leverance af BIM modeller skal ske i IFC4 format og fokus på kvalitetssikring af BIM modellerne.

#### 4.7.1 Konceptuelle modenhedsniveauer

Konceptuelt har modenhedsniveauer været defineret ved forklaringsmodeller som, f.eks. BIM UK har defineret dem. I 2011 udarbejdede den britiske regering en stor plan for anvendelse af BIM i byggeriet, hvor der i stedet for blot at udvikle 3D modelleringsstandarder, anbefaledes oprettelse af modelprocesstandarder og vejledninger for hele projektets livscyklus. De har fokuseret på at levere projekter med mulighed for at definere processer og procedurer omkring elektronisk udveksling af data i BIM (Niveau 2 i Figur 4.7 herunder). Dette modenhedsniveau, har dog en del fleksibilitet, og defineres fra projekt til projekt afhængig af hvordan kravene til niveauet skal efterleves. Niveauerne som følger - se desuden Figur 4.7 nedenfor:

- **Niveau 0:** Papirbaseret dokumentudveksling
- **Niveau 1:** Elektronisk dokumentudveksling ved hjælp af et aftalt dokumentnummereringsystem. Dokumentstatus er klart defineret. Kan være med 2D og 3D digital information.
- **Niveau 2:** 3D-modeller der deles og samarbejdes om på tværs, med output som både 2D og 3D-leverancer.
- **Niveau 3:** Fremtiden for den britiske byggebranche. Nu mærket som Digital Built Britain med en strategirapport offentliggjort i februar 2015.



Figur 4.7 "UK BIM levels" som viser udviklingsniveauerne for BIM modeller fra CAD til iBIM

#### 4.7.2 Modenhedsniveauer for rum (spaces)

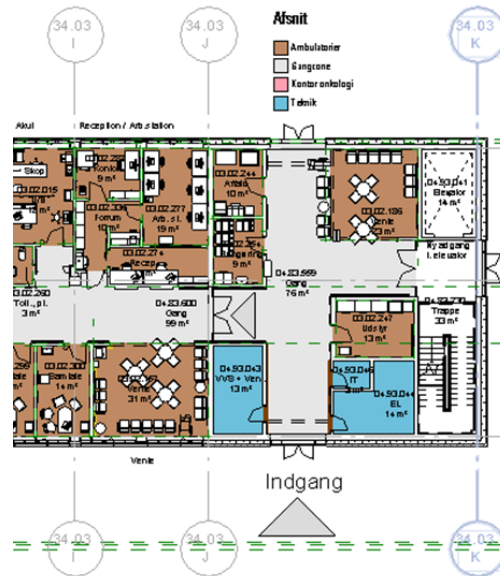
Fokus på BIM modenhed har generelt været meget på bygningsdele, men denne foranalyse og andre projekter viser at der er også et behov for fokus på strukturering af rum og dets parametre. Information om bygningers rum er typisk en generisk information. Et rum kan have parametre som eksempelvis:

- Centroide koordinat
- Navn (prosanavn + synonymer; WC, Gæste wc, Toilet, Osv.)
- Rumnummerering
- Bygning, del af/tilhører
- Afsnit, del af/tilhører

Eksempler på ekstra informationer kunne være en zonerings af rum:

- Zone 1: Offentlig/besøgszone
- Zone 2: Rengøringsintensitet: 1
- Zone 3: Driftsareal: Vådtrum
- Zone 4-?: Efter behov på det enkelte hospital

Se en illustration af dette på Figur 4.8.



Figur 4.8: Groft eksempel på zonerings af rum på AUH Skejby.

BIM modenheden gælder derfor også for den systematiske opbygning af rum i Bygningsmodellen. Denne parametrisering har anvendelse i forbindelse med generel navigation, men også f.eks. på ventilationsområdet. Struktureringen af disse ruminformationer nærmer sig den officielle internationale strukturering af BIM data, hvor IFC formatet er det mest internationalt udbredte i byggebranchen. IFC version 4, er blandt andet blevet mere præcis på bl.a. parametre omkring rum, hvor der et eget egenskabs sæt omkring "Rum". Officielt hedder hovedkategorien "ifcSpace" og har ca. 14 delkategorier, der primært henvender sig til ingeniører, med parametre i forhold til indeklimasimulering (Se Tabel 4.3 nedenfor) – men ikke forskellige "grunddata" om et rum, som bl.a. navigation vil benytte sig af.

Name
<u>Pset_SpaceCommon</u>
<u>Pset_SpaceParking</u>
<u>Pset_SpaceThermalDesign</u>
<u>Pset_SpaceThermalLoad</u>
<u>Pset_SpaceThermalLoadPHistory</u>
<u>Pset_SpaceThermalPHistory</u>
<u>Pset_PropertyAgreement</u>
<u>Pset_AirSideSystemInformation</u>
<u>Pset_SpaceFireSafetyRequirements</u>
<u>Pset_SpaceLightingRequirements</u>
<u>Pset_SpaceOccupancyRequirements</u>
<u>Pset_SpaceThermalRequirements</u>
<u>Pset_ThermalLoadAggregate</u>
<u>Pset_ThermalLoadDesignCriteria</u>

Tabel 4.3 IfcSpace Property Sets for rum

For projektet, kunne der være strategiske overvejelser om at BuldingSmart opfordres til at tilknytte flere grunddata om rum, f.eks.:

- Pset\_Space\_roomname
- Pset\_Space\_roomnumber, functional
- Pset\_Space\_roomnumber, geographical
- Etc.

#### 4.7.3 BIM modenhedskrav for indendørs infrastruktur

For de BIM data der leveres til at skabe indendørs infrastruktur, er det vigtigt at de opnår et højt modenhedsniveau defineret ved nedestående modenhedsniveauer. Når en BIM model indeholder data svarende overens til M-niveau M5, kan der leveres anvendelige data til indendørs infrastruktur.

Med udgangspunkt i de modenheder defineret i Adresseprogrammet samt fra BIM UK, kan der defineres følgende M-niveauer for BIM modeller der skal levere data til indendørs infrastruktur:

- **M0**  
Ingen bygningstegninger, eller ikke-strukturerede bygningstegninger baseret på papir-tegninger og/eller ind-scanninger.
- **M1**  
Bygningstegninger som digitale CAD modeller
- **M2**  
Bygningstegninger som BIM modeller med tilknyttet database med udvalgte informationer
- **M3**  
Bygningstegninger i BIM samt understøttelse af IFC4 og geografiske rumnummereringer
- **M4**  
Geografisk struktureret rum nummerering og infrastruktur i BIM modeller beriget med IFC 4 standard og samt globale koordinater i f.eks. DKTM.
- **M5**  
Geografisk struktureret rum nummerering og infrastruktur i BIM modeller beriget med IFC 4 standard og attributter for "IndendørsKnodepunkt".

Disse niveauer kan dermed anvendes til at identificere en given Bygherres modenhedsniveau for sine BIM modeller, samt hvad er nødvendigt for at kunne levere data til indendørs infrastruktur.

Man kan udvikle BIM modenhedsniveauet ved en kombination af at der er lagt flere parametre på BIM modellen, som en "zonerings" af områder i bygningen (se afsnit 4.7.2 for eksempler), men herudover skal BIM modellen være kvalitetssikret. Kvalitetssikring kan foretages maskinelt som en kvantitativ KS. Det kræver en supplerende kvalitativ kvalitetssikring i form af kontrol af den geometriske, tematiske og logiske nøjagtighed.

## 4.8 Udveksling af data imellem IFC og GIS-baserede datamodeller

Ud fra IFC modellerne skal der etableres et netværk, som forbinder de enkelte rum i et knudebaseret netværk. Dette netværk skal skabes ud fra informationerne i IFC modellen. Dog skal det her understreges at IFC modellerne ikke altid nødvendigvis indeholder den nødvendige information til en netværksdannelse.

### 4.8.1 Objekttyper fra IFC

I IFC er rum etableret som "IFCspace". Derfor er følgende information angående IFCspace's er relevant for netværksdata:

- Rum, gange mm.
- Elevatorer (er som regel IfcSpace, her kan der være lokale forskelle)
- Udendørs rum

Men IFCspace's indeholder ikke i sig selv, information om hvilke rum de er forbundet med. Denne information er koblet på "openings", da disse tillader hvor man kan passere ind og ud af rummet. Derfor er begge objekttyper relevante for netværksdata. Dermed bør denne information kobles til datamodellens attribut for erIndgangUdgang.

Openings er udskæringer i f.eks. vægge. En opening kan være fyldt ud med f.eks. vinduer, døre, porte m.m. Det er ikke et krav at en opening skal være fyldt. En opening, indeholder information om hvilke IFCspace's den forbinder. Openings, IfcSpace's og udfyldningerne af openings, er alle 3D objekter, som består af polygoner. Følgende kriterier skal være opfyldt for at en opening er relevant (listen er ikke komplet):

- Alle ikke-udfyldte openings.
- Openings, som er fyldt ud med en dør eller lignende.
- Openings, som ikke kan passere (har et vindue eller lignende) må ikke anvendes.

Foruden opening's så forbinder IfcStairs også IfcSpaces. Men IFC modeller indeholder ikke nødvendigvis relationerne i openings og IfcStairs, det afhænger af hvordan IFC modellen er etableret. I de fleste tilfælde er informationen tilstede i den oprindelige model og det afhænger primært af eksport indstillingerne til IFC.

### 4.8.2 Etablering af netværk fra IFC data

For at etablere netværket, skal IfcSpaces konverteres til et punkt, som er garanteret indenfor polyeden. IfcSpace.Name og andre relevante attributter fra IfcSpace oversættes som attributter til punktet. Herefter skal der ved hjælp af relationerne i openings og IfcStairs, etableres der linjer i netværket, som forbinder punkterne.

Denne type oversættelse kan ikke foretages i standard IFC eller GIS software. Her er det nødvendigt at anvende specialsoftware eller udvikle en oversætter, da det er de færreste standardprogrammer, som både kan læse IFC og skrive GIS formater. Desuden skal der i forbindelse med konvertering ske en geometrikonvertering og en relationsopbygning i netværket imellem openings og IFCspace.

Konverteringen kan f.eks. konfigureres i FME (software fra Safe.com) eller lignende, som har universelle konverterings værktøjer (ETL værktøjer – (Extract, transform, load)). Da IFC er et åbent format og da der findes flere åbne GIS formater, kan der ligeledes etableres en oversætter, som er baseret på OpenSource.

## 4.9 Udledning af use-cases fra en generel datamodel

Den beskrevne datamodel samt specifikation beskriver blot en generel standardisering af geometri samt beskrivelser for et simpelt netværksdatasæt med henblik på indendørs infrastruktur. For at disse data kan være anvendelige i forskellige sammenhænge, kan de tilknyttes attributter afhængigt af en given use-case.

I dette dokument beskrives en generel datamodel og specifikation, men hvortil der skal tilknyttes temaspecifikke datamodeller for en given use-case. Disse datamodeller vil have tilhørende standardiserede og individuelle temaspecifikke datamodeller. Denne opbygning kendes bl.a. fra FKG datamodellen (seneste version 2.6, som findes på [www.kl.dk/fkg](http://www.kl.dk/fkg)).

Dermed vil en færdig datamodel, for en given use-case konceptmæssigt bestå af følgende dele:

- En generel datamodel (beskrevet i denne specifikation)
- Standardiserede felter i temaspecifikke datamodeller
- Temaspecifikke datamodeller

Den generaliserede datamodel indeholder en række felter, som er fælles og obligatorisk for alle temaer. Disse felter består både af nogle systemgenererede værdier fra f.eks. DISR, og nogle felter som kræver en forud-definering i f.eks. BIM. Standardiserede felter i temaspecifikke datamodeller er standardiserede felter, der efter behov kan benyttes i de temaspecifikke datamodeller, hvis det vurderes at være relevant ved specifikation af et tema. Temaspecifikke felter er unikke for de enkelte temaer.

Med denne opbygning kan den generelle datamodel for de indendørs netværksdata tilknyttes forskellige use-cases, og skabe forudsætninger for at data kan anvendes og indgå i mange forskellige sammenhænge og fagligheder. Dermed vil man fra anvendelse til anvendelse kunne foretage en individuel attributtering for hvert tema – for eksempel en klassificering af et "vejnet" med klasserne: Fordelingsvej, Rum, Gang, Vandrehal, Transport. Eller fx en attributtering af netværkets belægning: Almindelig, Egnede til robot, Egnede til tungt materiel osv. Eksempler på hvordan data kan sættes i anvendelse og tilknyttes individuelle datamodeller, følger i afsnittene herunder.

### 4.9.1 Tema for indendørs navigation og sporing

Indendørs navigation er en teknologi, som i dag er en billig, nem og tilgængelig teknologi der anvendes i mange sammenhænge – både i erhverv og private sammenhænge. Den indendørs navigation har begrænsninger i sine muligheder for at kommunikere med satellitter for sin positionering, og derfor forudsætter dette opbygning af en fysisk infrastruktur, hvor forskellige teknologier kan understøtte en indendørs positionering. Dette kunne være med teknologier som:

- WIFI til positionsbestemmelse
- RFID (Radio Frequency Identification) til positionsbestemmelse
- Passiv RFID - eventuelt i kombination med QR-koder (Quick response)
- DataMatrix, som benytter åbne standard GS1-koder (særlig Global Location Number (GLN)).

Teknologiernes anvendelse, muligheder og begrænsninger uddybes ikke her. Men et eksempel med anvendelse af teknologierne kunne være at opsætte en QR-kode

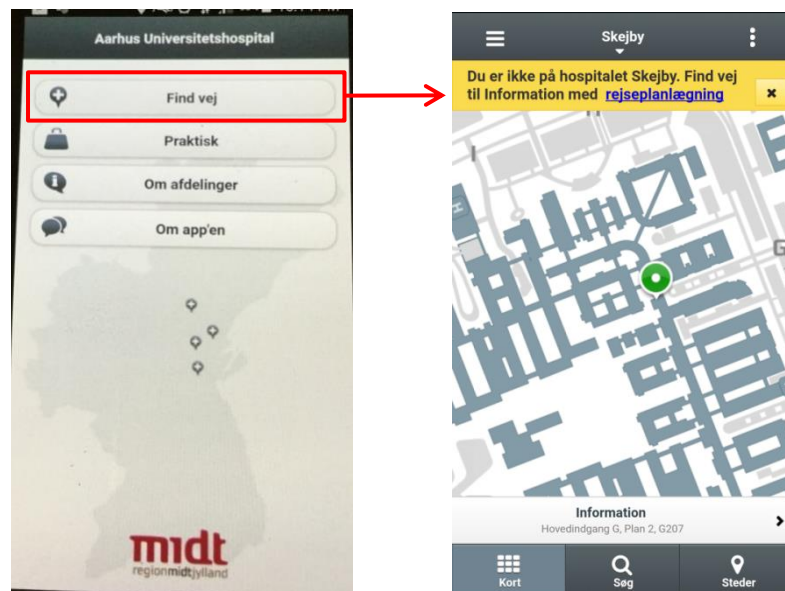


med GLN ved alle indgange, korridororer, trapper, møderum og andre "way-points" så brugere selv kan QR-kode-scanne, og med deres smartphone få et kort over hvor de er, eller en rute til hvor de skal hen.

Et klassisk eksempel er navigationsapps til smartphones, eller sporing af udstyr gennem RFID og Facility Management systemer. En indendørs navigationsapp på et hospital kan f.eks. give mulighed for at effektivisere en række arbejdsgange for personalet, eller gøre det nemmere for borgere at finde vej.

En attributtering af netværksdatasættet til navigation og sporing, kunne indeholde attributter om rumanvendelser, og interessepunkters egenskaber foruden en brugerstyring afhængig af hvilken sammenhæng det indgår i.

Den mobilapplikation som er bygget til AUH Skejby, kan ses som et eksempel i Figur 4.9. Her anvendes WIFI som positionsteknologi til at finde vej på hospitalet.



Figur 4.9 Et eksempel på en navigationsapp til AUH Skejby.

#### 4.9.2 Tema for planlægning og lokalebooking

Ved hjælp af Facility Management systemer, kunne man forestille sig at lokaleoversigter og lokaleadministrationen kobles til de indendørs infrastruktur netværksdata. På den måde ville der være direkte sammenhæng, med mulighed for fælles administration af lokaler samt netværk.

Denne integration ville kunne skabe et godt overblik over sammenhængen i netværksdatasættet (og altså rummenes sammenhæng), og med gode integrationer ville Facility Management systemer være hensigtsmæssige at vedligeholde netværksdata i. Herudover kunne koblingen også sikre at man løbende kan administrere hvilke knudepunkter som hvilke brugere har adgang til at bevæge sig – f.eks. ved ombygninger eller lokalers ændrede anvendelse over tid.

En attributtering af netværksdatasættet til planlægning og rumbooking, kunne indeholde attributter om rumanvendelse, og en "optaget tidspunkt" foruden en brugerstyring, således at administratorer kan tildele rum til de rigtige personer og

tidspunkter, mens brugere kan ledes hen til det tildelte rum eller et nyt rum ved ændringer i bookingen.

#### 4.9.3 Tema for robotteknologi

Da priserne for kørende robotter falder, bliver det i højere grad aktuelt at anvende robotter på for eksempel hospitaler til at udføre en effektiv transport af varer. Et netværksdatasæt eller et knudedatasæt kan være et godt grundlag til robotterne at navigere i.

Eksempler på robotter til førerløse trucks (AGV'ere) findes allerede implementeret på hospitaler i Danmark (se Figur 4.10). Her kobles AGV'erne til eksisterende netværk i f.eks. fordelingsanlæg i kælderen under hospitalet. Her placeres vogne med varer i rækkefølge kodet efter det tidspunkt for, hvornår de skal køre ud til en bestemt afdeling, som robotterne sørger for rettidig udbringningen af via hospitalets tunnelsystem. Robotterne finder selv rundt ved hjælp af et indbygget styresystem, og de ved præcis, hvordan deres omgivelser og miljø ser ud – men kører ikke ind personer eller andet uforudset, da de er udstyret med sensorer.

En attributtering af netværksdatasættet til robotteknologi, kunne indeholde attributter om "belægning" som robotten skal kunne køre på, samt tilføjes geometriske beskrivelser af de omgivelser som de bevæger sig i. Herudover vil selve adgangen til de enkelte knudepunkter være nødvendig at kende status for, da de ikke kan bevæge sig op ad trapper eller etagespring.



Figur 4.10 AGV'ere på Herlev Hospital: <https://www.jernindustri.dk/article/view/439232/herlev-hospital-opgraderer-varemodtagelsen-med-agvere>

#### 4.9.4 Tema for integration af 3D

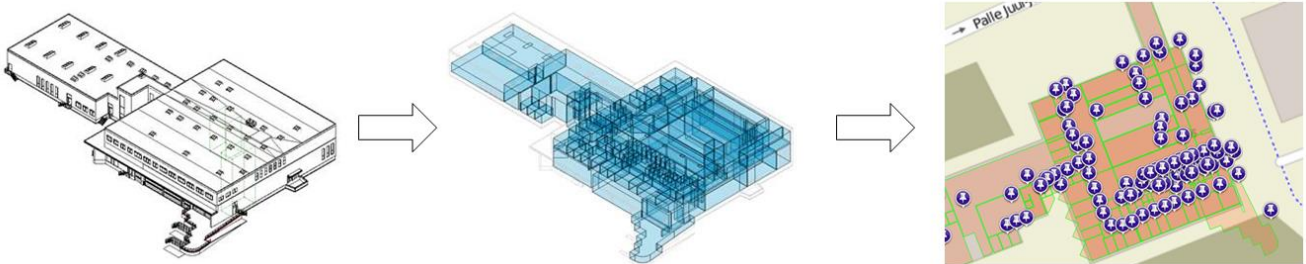
Sideløbende med den netværkstopologiske graf, kan kobles den viden og data der eksisterer i 3D om de rum som netværket befinder sig i (se Figur 4.11). I disse år

foregår der flere initiativer til at styrke den indendørs og udendørs topologi, heriblandt imellem OGC og BuildingSmart. Herunder er bygningsmodeller en del af CityGML, som også har sammenhæng til IndoorGML.

Sideløbende med at man vil kræve en større modenhed for de BIM modeller som leverer data til netværksdatasættet, vil der tilsvarende opbygges gode data om selve rummenes opbygning og miljø. Data om rummene (zone, indhold, størrelse, anvendelse osv.) og de geometriske beskrivelser af disse, har potentiale for at kobles til netværksdatasættet og dermed integrere 3D med netværksdatasættet.

Samles disse data i en fælles database, kan de nyttiggøres i bredere sammenhænge. Dette kan blandt andet kan benyttes i regionale eller nationale analyser indenfor energioptimering, renoveringsstrategier eller andet, hvor et større og bedre statistisk grundlag kan bidrage til forbedret beslutningsstøtte.

En attributtering af netværksdatasættet med integration til 3D data, vil dermed skulle have nøgler der kobler datasættene, ligesom rumanvendelserne ville skulle gå på tværs af disse datasæt.



Figur 4.11 Koblingen imellem BIM og knudepunkter fra indendørs infrastruktur.

#### 4.9.5 Tema for beredskab

Det er meget relevant at inddrage beredskabet i implementering, anvendelse og udbredelse af forbedrede indendørs navigationsdata. Dette kan først og fremmest skabe en hurtig adgang for et beredskab til navigation inde i bygninger. Samles data for større bygninger i en fælles database, kan de skabe en effektiviseret udrykningstid for beredskab til enhver location i en bygning. Endvidere kan der hurtigt kan skabes et overblik over bygninger i flere samlede bygningskomplekser, hvis der opstår ekstreme situationer, som eksempelvis katastrofer eller terrorhandlinger. Endelig kan et homogeniseret datagrundlag benyttes i større analyser, til at identificere og udbedre potentielle svagheder for sikkerheden i bygninger.

Hvis den fulde nytteværdi i de ovennævnte eksempler skal udnyttes, stiller det store krav til nøjagtigheden i data, hvor særligt adgangene i netværket i er relevant. Da disse data vil have et meget nøjagtigt billede af potentielle svagheder for sikkerheden i en bygning, forudsætter det et højt niveau af datasikkerhed.

En attributtering af et netværksdatasæt til beredskab, vil dermed skulle have nøgler der kobler datasættene til øvrige beredskabsdata, ligesom rumanvendelse, og samtlige ruter og adgang til en bygning skal være til rådighed. Herudover kan der f.eks. kobles informationer om rum med sundhedsskadelige eller farlige stoffer eller andet relevant til netværkets data.

## 5 GOVERNANCE

### 5.1 Indledning

Implementering af en fælles model for indendørs infrastruktur kræver dels en overordnet organisation, som kan varetage koordinering og videreudvikling af specifikationen, dels lokale driftsorganisationer på de enkelte "sites", der står for den daglige drift og vedligeholdelse af data.

Den overordnede organisation bør (som minimum) omfatte de primære, offentlige aktører, der administrerer komplekse bygningsanlæg, hvilket i det væsentlige vil sige Bygningsstyrelsen i egenskab af at være statens ejendomsvirksomhed og bygherre, samt regionerne og kommunerne.

Hvis der etableres et fællesskab om en indendørs infrastruktur er det også oplagt, at data kan knyttes sammen andre digitaliseringsinitiativer der fremmer interoperabilitet og nyttiggørelse af data, som fx den fællesoffentlige digitaliseringsstrategi og herunder grunddataprogrammet, fordi der er en lang række fælles træk med tænkningen og de datamæssige og teknologiske måder, disse programmer er sammensat på.

I baggrunden for grunddataprogrammet hedder det eksempelvis<sup>3</sup>:

*"Grunddataprogrammet forbedrer Danmarks digitale råstof og baner vejen for nye muligheder. Den offentlige sektor får et bedre afsæt til at blive mere effektiv i sin daglige forvaltning. Samtidig får private virksomheder som udgangspunkt muligheden for frit at hente grunddata og benytte dem til at udvikle nye, intelligente løsninger og produkter.*

Det betyder, at:

- data er standardiseret, så de kan kombineres og anvendes sammenhængende.
- kvaliteten i data løftes, og der suppleres med flere, så man kan være sikker på, at de oplysninger, man henter, er korrekte, fuldstændige og opdaterede.
- data er let tilgængelig og som udgangspunkt frit kan anvendes af alle. De lægges på den fælles distributionsplatform, Datafordeleren, hvorfra de nemt, hurtigt og sikkert hentes."

Disse definitioner er helt i tråd med det, der er ønsket med et etablering af en fælles indendørs infrastruktur.

### 5.2 Den fællesoffentlige digitaliseringsstrategi

Det er ikke en forudsætning, at "Indendørs Infrastruktur" knyttes til eksempelvis den fællesoffentlige digitaliseringsstrategi og initiativet kan og bør udvikles uafhængigt af strategien og grunddataprogrammet. Det er dels begrundet i, at de overordnede rammer for fællesoffentlige digitaliseringsstrategi er lagt og aktiviteterne heri allerede er i fuld gang, dels at der parallelt med den fællesoffentlige indsats er sektorvise digitaliseringsprojekter og -strategier, som bidrager til at realisere digitale gevinster ved moderne og tidssvarende services.

---

<sup>3</sup> <https://www.digst.dk/Arkitektur-og-data/Grunddata/Baggrund>

Etablering af en fælles model for indendørs infrastruktur rummer mange potentialer for andre anvendelser end blot navigation og positionering. Her tænkes eksempelvis på, at der åbnes for tværgående analyser om bygninger fordi der dannes en unik nøgle / krydsreference, som giver muligheder for at koble informationer på tværs af registre.

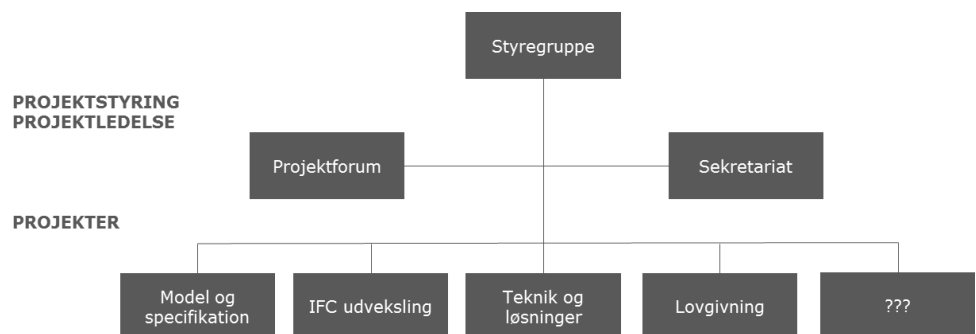
Derfor kunne indendørs infrastruktur på sigt tænkes at blive et delprogram i grunddataprogrammet eller på anden måde blive en komponent i den fællesoffentlige digitaliseringsstrategi.

### 5.3 Overordnet organisation

Implementering af en fælles model for indendørs infrastruktur forudsætter både en central koordinering blandt de primære aktører og lokal forankring i de individuelle driftsmiljøer.

Den overordnede koordinering omfatter udvikling af den fælles strategi, herunder datamodel, systemarkitektur og IT-løsning, såvel som en organisation, der løbende kan støtte implementeringen og den løbende videreudvikling af strategien i takt med ændrede ønsker, krav og teknologiske muligheder.

En skitse til organisationsmodel kan derfor se ud som Figur 5.1 nedenfor og i efterfølgende er der en kort beskrivelse af hovedelementerne i den viste organisationsmodel:



Figur 5.1 Skitse til organisation for Indendørs Infrastruktur.

#### 5.3.1 Styregruppe

Der etableres en styregruppe med repræsentanter fra de offentlige aktører (stat, region, kommune), som dels har det overordnede ansvar for programmets etablering og udbredelse, dels har ansvaret for nødvendige videreudviklinger der bygger på projekter, som udføres i regi af programmet.

Styregruppen har ansvaret for fremdrift og træffer beslutninger, der sikrer opfyldelse af de overordnede mål i programmet. Styregruppen kan også håndtere eventuelle konflikter mellem aktører og andre interessenter.

#### 5.3.2 Sekretariat

Programmet kan forankres i fx SDFE eller Byggestyrelsen, hvor sekretariatet dels varetager den daglige, administrative drift, dels sikrer den tværgående koordinering.

### 5.3.3 Projektforum

I et samarbejde mellem repræsentanter for de statslige, regionale og kommunale aktører defineres og gennemføres projekter, der har til formål både at sikre en løbende tilpasning til ændrede behov og også formulering af selvstændige initiativer, der kan understøtte den digitale udvikling. Beslutning om iværksættelse af projekter træffes af programstyregruppen.

### 5.3.4 Projekter

De viste projekter i diagrammet tjener alene som eksempler på initiativer, der kan gennemføres i programmet.

## 5.4 Aktører

I dette afsnit gennemgås de enkelte aktørers rolle der er forbundet med en indførelse af indendørs infrastruktur, herunder myndigheder og interesseorganisationer, lokaliteternes udviklings- og driftsenheder og det private erhvervsliv. I Tabel 5.1 herunder er de enkelte aktørers rolle udspecificeret på use-case og konkrete aktiviteter.

Tabel 5.1: Aktører opdelt på use-case og aktivitet

Aktør	Use-case	Aktivitet
<b>Centralt</b>		
Programsekretariat (fx i SDFE/BYGST)	Alle	Overordnet styring af standard m.m.  Koordinering  Opdatering af standard  Drive help desk  Kompetenceudvikling
Øvrig nationale aktører, fx Danske regioner, KL	Alle	Ansvarsfordeling, opgaveorganisation og kompetenceudvikling
<b>Lokale udviklings- og driftsenheder</b>		
Facility-service	Udvikling og ændring af lokaliteter	Konvertering af BIM til netværkstopologi  Udvikling af nye apps og lokaliseringsudstyr
	Intern logistik på facility: forbedret udnyttelse af og information om udstyr og varer	Drift og vedligeholdelse af fysisk lokaliseringshardware  Drift og vedligeholdelse af lokaliseringsdatabase og software
	Ekstern logistik: transport mellem enheder samt koordinering af leverandører	Ændret aktivitet på varelager  Lokalisering og sporing af udstyr og hjælpemidler på tværs af institutioner

	Automatisering/ robotter	Koordinering og logistik om udstyrsdeling Nye opgavetyper Drift og opdatering
Servicepersonale	Vis-Vej funktion	Bedre og hurtigere Navigation
	Funktionsflow	Koordination af produkt og personforløb og ekstern transport (fx patientflow eller udnyttelse af udstyr på tværs af lokaliteterne).
	Intern logistik på facility: forbedret udnyttelse af og viden om udstyr, personale og brugere	Personaleorganisering Opgaveplanlægning
	Selvkørende robotter	Nye opgavetyper Effektivisering af eksisterende opgavetyper
Brugere/kunder	Vis-Vej funktion	Bedre og hurtigere navigation
Beredskab	Intern logistik på driftsenhederne: forbedret beredskabsplanlægning	Bygningslokalisering og beredskabsplanlægning Sikring mod hacking

### Business

App. udviklere, Server-systemer, Netværkssystemer, automatiseringsprodukter	Alle	Nye og genbrug af metoder og software-komponenter på tværs af systemer Reduceret kompleksitet ved etablering af nye løsninger (anvendelsesområder) Højere innovationsgrad
Entreprenører/arkitekter (BIMog CAD)	Alle	Leverance af standardiserede BIM modeller med tilføjede standarder for netværksdata til indendørs infrastruktur
Rådgivning	Alle	Serviceunderstøttelse til kvalitetssikring, koordinering og kompetenceudvikling
Systemdrift	Alle	Outsourcede løsninger

#### 5.4.1 Centrale aktører og myndigheder

De centrale aktører vil især blive pålagt at koordinere og løbende udvikle standarderne, så de passer sammen med de fremtidige behov på den enkelte driftsenheder.



#### 5.4.1.1 *Styrelsen for dataforsyning og effektivisering (SDFE)*

Som nævnt i afsnit 5.3, vil etableringen af en national standard kræve at programsekretariatet koordinerer og løbende står for at opdaterer standarderne efter de behov der måtte komme til den. Derudover vil der sandsynligvis være behov for at drive en help desk og give bistand til kompetenceudvikling til diverse udviklere og aktører.

Programsekretariatet er foreslået placeret i SDFE, fordi den i forvejen har, i medfør af Lov om Stedbestemt Information, ansvaret for den landsdækkende kortlægning, og for øvrige geografiske grunddata, herunder er SDFE er ansvarlig for BBR-lovens regler om fastsættelse af vejnavne og adresser og skiltning med husnumre. Desuden har SDFE i forvejen ansvaret for at de autoritative geografiske grunddata stilles til rådighed for brugere igennem Datafordeleren.

#### 5.4.1.2 *Bygningsstyrelsen (BYGST)*

BYGST vil som administrator af statens bygninger, have rolle i at koordinere arbejdet i forhold til fremadrettet at sikre at den indendørs infrastruktur i disse bygninger bliver etableret med den nationale standard.

Bygningsstyrelsen er statens ejendomsadministrator og bygherre. BYGST har ansvar for eksempelvis ministerierne, politiet, domstolene og universiteterne. Bygningsstyrelsen har en samlet ejendomsportefølje på ca. 4 millioner kvadratmeter fordelt på statejendomme, privatejede lejemål og bygninger der er omfattet af offentligt-private partnerskaber (OPP).

Bygningsstyrelsen er i forvejen ansvarlig for loven om anvendelse af informations- og kommunikationsteknologi (IKT) i offentligt og alment byggeri herunder IFC4 som dansk standard.

#### 5.4.1.3 *Danske Regioner (DR)*

Regionerne er bygherre for hospitalerne, som udgør en stor del af den offentlige bygningsmasse. Da det foreløbige arbejde inden for indendørs infrastruktur netop foregår som en del af forberedelserne af de nye Supersygehuse, så indgår regionerne som en særlig central aktør i standardiseringsopgaven. Regionerne har en naturlig interesse i at sikre at kommunikationen mellem regionernes bygninger og det nationale sekretariat foregår så gnidningsfrit som muligt. Regionerne har endvidere en interesse i at nye behov indbygges i standarderne i takt med behovet opstår.

#### 5.4.1.4 *Kommunernes landsforening (KL)*

Kommunerne er bygherre for idrætscentre, skoler, plejehjem og andre institutioner som i fremtiden kunne indgå i programmet for standardisering af indendørs infrastruktur. Herudover er kommunerne adressemyndighed, dvs. den myndighed der fastsætter og registrerer alle vejnavne og adresser indenfor kommunens område. Kommunerne er endvidere vigtige brugere af vejnavne- og adressedata i en række kommunale opgavesystemer.

#### 5.4.1.5 *Digitaliseringsstyrelsen (DIGST)*

Har det overordnede ansvar for realiseringen af grunddataprogrammet under den fællesoffentlige digitaliseringsstrategi. Derudover har DIGST ansvaret for etableringen af den grundlæggende it-infrastruktur omkring den fællesoffentlige Datafordeler (GD7) via aktiviteter i grunddatasekretariatet og Arkitekturforum i regi af GD8. Nærværende program vil via Grunddatabestyrelsen blive koordineret med grunddataprogrammet og andre overordnede tiltag.

#### 5.4.1.6 *Øvrige interessenter*

- SKAT - SKAT Ejendom ved Eje
- ndomsdatakontoret er ansvarlig for gennemførelsen af BBR-programmet, der består af en række projekter, herunder færdiggøre geokodningen af bygningerne, så alle bygninger i BBR bliver repræsenteret af et nøjagtigt koordinatsæt inde i bygningen, der angiver beliggenheden.
- Private bygherrer – på sigt – måske frivilligt.
- GeoDanmark, der har ansvar for specifikationen af GeoDanmark's bygnings-tema og vejmidttema, herunder for hvordan vejnavne mv. knyttes hertil.

### 5.4.2 **Lokal driftsorganisation**

Selvom gevinsterne ved en national nøgle til en indendørs infrastruktur især vil blive høstet lokalt, vil de lokale enheder formentligt få meget begrænset berøring med selve standarden, da den, når den er på plads, blot vil blive indbygget i den software og apps der skal opdatere databaser og lokalisere den endelige rumstruktur. De aktører der kan få berøring er især facilityenheder til udvikling og drift af bygningerne og rumopdeling. De øvrige enheder vil kun mærke en etablering af en national standard ved de fordele som den vil give.

#### 5.4.2.1 *Facility*

Facilityafdelingerne vil være helt centrale i brugen af indendørs lokalisering, da de vil være ansvarlige for rumstrukturen, og derfor formentlig stå for konvertering til netværkstopologi fra papir, CAD eller BIM-baserede tegninger. Derudover vil de nok også stå for indkøb og drift af applikationer og lokaliseringsudstyr. Driftsmæssigt vil de til gengæld kunne få fordele ved forbedret udnyttelse af udstyr. En national standard vil også bedre kunne sikre at det er muligt at bruge samme teknologi på tværs af driftsenheder, fx ved at dele udstyr, spore og sende transporter mellem enhederne.

#### 5.4.2.2 *Beredskab*

En etablering af en national standard vil dels skabe nye muligheder for bygningsoverblik for beredskabet, men samtidig også kunne åbne en risiko for udefrakommendes adgang til den indendørs brug af bygningens rum. I den sammenhæng vil der kunne blive behov for at sikkerhedsaspekterne skal afklares med de nationale efterretningsenheder.

#### 5.4.2.3 *Serviceorganisationen*

Afhængig af funktion, forventes det at væres hospitalernes serviceenheder der bedst vil kunne få fordel af lokaliseringssystemet. Nye muligheder vil især omfatte muligheder for at kunne bruge elektroniske find- eller vis-vej-funktioner, planlægge mere effektive patientprocesser og forbedret udnyttelse af og viden om placering og flow af udstyr, personale og brugere. Endelig vil en national standard skabe et bedre grundlag for automatisering og mobile robotter.

### 5.4.3 **Private aktører**

De sidste væsentlige aktører på en national standard for indendørs infrastruktur vil være softwareudviklere, bygningsentreprenører, og konsulenter. Dertil kommer også outsourcete it-driftsenheder, som vil kunne genbruge kompetencer og værktøj.

## 5.5 Sikkerhed

Hvis der etableres en fælles IT-infrastruktur, hvor der bliver adgang til informationer om rum og navigationsmuligheder, er det også nødvendigt, at vurdere sikkerhedsmæssige aspekter. Det gælder såvel cyber- og informationssikkerhed, som fysisk sikkerhed på de omfattede bygningskomplekser.

Staten har en National strategi for cyber- og informationssikkerhed. Tilsvarende er der beredskabsplaner for den fysiske sikkerhed, som af indlysende grunde ikke er offentligt tilgængelige.

I forbindelse med denne foranalyse skal der alene peges på sikkerhedsaspekter som et særligt opmærksomhedspunkt, der skal behandles i en anden sammenhæng, hvis der arbejdes videre med en model for infrastruktur og sammenhængende geografi.

## 6 ØKONOMISKE FORHOLD

Dette kapitel afdækker de overordnede økonomiske påvirkninger i både offentlig og privat sektor der vil være forbundet med indførelse af en national standard for indendørs infrastruktur. Dette er analyseret ud fra en implementering på hospitalernes driftsenheder. Først gennemgås i afsnit 6.1 de samlede økonomiske omkostninger og besparelser ved en generel indførelse af en indendørs infrastruktur. I kapitel 6.2 redegøres der for hvilke konkrete gevinster og stordriftsfordele som en indførelse af en national standardisering vil kunne medføre. Endelig peges der i 6.3 på de behov for de genbrugspotentialer og ekstrainvesteringer som en national standard vil kunne afstedkomme i de enheder, der allerede er i gang med at udvikle skræddersyede løsninger.

### 6.1 Omkostninger og besparelser

I dette afsnit afdækkes de typer af økonomiske omkostninger og besparelser som myndighederne, hospitalsenhederne og det private erhvervsliv vil opleve i forbindelse med anlægsetableringen og den efterfølgende drift af et indendørs lokaliseringsystem. Langt de fleste af omkostningerne vil være neutrale overfor etableringen af en national standard, eller udgiftsmæssigt kun have meget begrænset omfang.

Det bør nævnes at omkostninger ved en national standard i nogen grad vil afhænge af, om løsningen alene vil omfatte en standardisering af lokaliseringsnøglen, eller om den også omfatter en standard for topologien.

#### 6.1.1 Myndighederne

De nationale myndigheder vil med en udbygning af en national standard for indendørs infrastruktur skulle have tildelt budgetter, i form af årsværk, til at drive en enhed der koordinerer og løbende opdaterer de nationale standarder. Den nationale enhed vil endvidere pålægge myndighederne udgifter til at drive en supportfunktion/help-desk. Derudover vil myndighederne formentligt også få udgifter ved at afholde kurser i de nationale standarder, i tillæg til uddannelse eller øvrige kursusforløb.

Udover den centrale styring, vil en implementering sandsynligvis involvere regionerne og andre styrelser til at koordinere samarbejdet imellem bygningsejerne og fordele ansvarsopgaverne. Dette vil formentligt kunne ske ved kompetenceudvikling af det eksisterende medarbejdere og tilhørende indkøb af kurser.

#### 6.1.2 Driftsenhederne

Overordnet set vil en indførelse af en indendørs netværksstruktur indebære økonomiske omkostninger for hospitalernes facilitetsstyring og beredskab, hvor fordelene i større grad vil kunne indhøstes af de enkelte sundhedsenheder i form af besparelser i transporttid og logistik. For alle de hospitaler der endnu ikke har etableret indendørs netværksdata, vil forskellen mellem en egenudviklet løsning og en løsning baseret på en national standard formentlig være ubetydelig. Kun for de hospitaler som allerede har etableret en løsning, vil de etablerede indendørs netværksdata skulle beriges med nye funktioner i forhold til at sikre en national data-nøgle og leve op til standard.

I Tabel 6.1 ses de typer af omkostninger og besparelser som hospitalsenhederne vil opleve. De økonomiske effekter er vurderet i fra en skala gående fra tre minusser (÷) til tre plusser (+).

Tabel 6.1: Omkostninger og besparelser for de enkelte driftsenheder

Aktivitet der påvirker økonomien	Omkostninger	Besparelser	Effekt
Anskaffelse af lokaliseringsudstyr	Udvikling og indkøb af nye apps og hardware		+++
Konvertering af BIM til indendørs netværksdata	Konverteringsudgifter fra CAD og BIM		+++
Drift og vedligeholdelse af fysisk hardware	Indkøb af kurser		+++
Drift og vedligeholdelse af lokaliseringsdatabase og software	Større it-bemanning It-personale med nye kompetencer		
Reduceret varelager		Færre opbevaringsomkostning	+
Lokalisering og sporing af udstyr og hjælpemidler på tværs af organisationerne	Flere eksterne møder for it-fagpersonale	Færre produktindkøb Tidsbesparelse (facility-personale)	+
Deling af udstyr			
Bedre og hurtigere Navigation		Optimering af arbejds-gange Mindre søgetid	+
Koordination af patientforløb og transportflow		Besparelse på transport-tilrettelæggelse Mindre søgetid	++
Personaleorganisering	Indkøb af kurser	Tidsbesparelse (Fag- og servicepersonale)	++
Opgaveplanlægning		Optimering af arbejds-gange	
Bygningslokalisering og beredskabsplanlægning	Indkøb af nye systemer		++
Større risiko for hacking	Større tidsforbrug (It-personale) It-personale med nye kompetencer		

De større omkostninger vil omfatte etablering af indendørs netværksdata, herunder datakonverteringsudgifter samt opbygning af en serverplatform. Disse udgifter vil være helt neutrale overfor en national standard. Platformen vil bare skulle kunne håndtere nøglestandarden. Dette gælder også for selve indkøb eller udvikling af efterfølgende navigations-applikationer og andet hardware til både personalet og brugerne.

Beredskabsmæssigt er det usikkert om en national standard vil få betydning lokalt. Der forventes opstå nogle udgifter at forholde sig til en eventuel forhøjet risikovurdering for hacking af fortrolige data i systemet, eller til udefrakommendes adgang til bygningsdata som ikke tidligere har været tilgængeligt. Endeligt forventes den

løbende drift af de indendørs netværksdata også at kræve bemanning, samt udgifter til kurser og rekruttering af nye kompetencer med indsigt i lokaliseringsteknologi. Fordelene forventes til gengæld at være at kunne indhentes i form af tilrettelæggelse og optimering af arbejdsprocesser samt patienttransportforløb.

### 6.1.3 Den private sektor

Udover de offentlige budgetter, vil en samlet udrulning af en indendørs infrastruktur på alle landets hospitaler også skabe økonomiske fordele blandt private erhverv, herunder it-virksomhederne, entreprenører, arkitekter, rådgivningsbranchen. Sektoren vil kunne udnytte stordriftsfordele ved en national standard, ved udvikling af systemer og applikationer, netværk og automatisering, samt løbende bistand til drift af databaserne. En fælles national standard vil formentlig også give anledning til tilegnelse af færdigheder som dermed vil lette sektorens rekruttering af kvalificeret arbejdskraft.

## 6.2 Økonomiske gevinster ved en national standard

I dette afsnit afdækkes de økonomiske gevinster og stordriftsfordele som en standardiseret national model for indendørs infrastruktur vil kunne afføde.

Som også nævnt i forrige afsnit, så gælder det generelt at gevinsterne vil afhænge af om løsningen alene vil bestå i at være en lokaliseringssøgle (en rum-adresse) eller også indeholde en strømning af det topologiske grundlag. Ved den første løsning vil en vejvisning kun kunne lede brugeren hen til det nærmeste adgangspunkt og kunne følge den samme logik/skiltning på tværs af alle offentlige bygninger. Hvis løsningen også indeholder en fælles standard for topologien, så gevinsterne omfatte at blive vejvist inde i bygningen, selvom der fortsat vil kunne være variation i softwareløsningerne. Man kunne dog forestille sig, at når data er standardiserede, vil man kunne gå ud i større fællesoffentlige udbud af systemerne.

### 6.2.1 Myndighederne

Fra myndighedernes side, så vil en indførelse af en national standard kunne styrke de enkelte bygningsadministratorers planlægningsmuligheder. Det vil kunne ske gennem en ny type af systematisk monitorering af den lokale bygningstrafik og aktivitetstyper, herunder både materiel- og personaleforbrug i de forskellige enheder (fx hospitalsafsnit eller uddannelsesfakulteter) og udveksling imellem disse.

Fordelen vil være at man vil lettere vil kunne identificere effektiviseringsmuligheder og dokumentere belastningen af bygningerne og brugen af funktionerne.

En standard vil som en sidegevinst endvidere kunne drive en generel modernisering og digitalisering af den offentlige bygningsmasse fra papirbaserede eller CAD-baserede 2D-bygningstegninger til mere modne BIM-modeller. Fra 50-70% af de offentlige bygninger har i dag fået påbegyndt eller helt afsluttet arbejdet med at konvertere bygningstegningerne. Kravene til en digital indendørs infrastruktur vil kræve at bygningstegningerne foreligger i en moden BIM-version. Der er derfor et potentiale for at den øvrige del af bygningsmassen vil opnå høje BIM modenhedsniveauer, hvilket vil give effektiv byggestyrings- og bygningsdriftsmæssige fordele, samt generelt bidrage til rationalisering i de offentlige byggeprocesser.

Endelig vil en indendørs infrastruktur kunne medvirke til en hurtigere automatisering af den offentlige sektor, ved at muliggøre afledte lokaliseringssystemer, herunder selvkørende enheder internt på matriklerne.

## 6.2.2 Driftsenhederne

For driftsenhederne på fx hospitaler eller universiteter, vil de potentielle fordele ved en national standard især gælde for etableringen af et standardiseret netværksdatasæt fremfor alene en standardisering af BIM data.

I Tabel 6.2 skitserer de identificerede økonomiske potentialer for de enkelte enheder opridset.

Tabel 6.2: Økonomiske potentialer fordelt på enheder og Use-case

Enheder	Use-case	Potentialer
Facility-service	Intern logistik på facility: forbedret udnyttelse af og information om udstyr og varer	Stordriftsfordele ved at kunne dele systemer  Lettere at kunne rekruttere medarbejdere
	Ekstern logistik: transport mellem enheder samt koordinering af leverandører	Stordriftsfordele ved at kunne dele systemer
	Automatisering/ robotter	Stordriftsfordele ved indkøb og rekruttering
Servicepersonale (fx sundhedspersonale eller undervisere)	Vis-Vej funktion	Genbrug af applikationer, lettere samarbejde på tværs af hospitaler
	Funktionsflow	Stordriftsfordele for transportvirksomheder, genbrug af applikationer
	Intern logistik på facility: forbedret udnyttelse af og viden om udstyr, personale og brugere	Stordriftsfordele for transportvirksomheder, genbrug af applikationer
	Selvkørende robotter	Stordriftsfordele for transportvirksomheder, genbrug af applikationer
Beredskab	Intern logistik på bygningsenhederne: forbedret beredskabsplanlægning	Effektivisering af beredskabsplanlægningen, Større sikkerhed ved at koordinere sikkerhedsindsatsen
Private virksomheder	Alle	Stordriftsfordele og mersalg af integrerede systemer, standardisering af uddannelse og kompetencer
Eksterne brugere	Vis-Vej funktion	Bedre brugeroplevelse, mindre spildtid

De store gevinster for de lokale bygningsfaciliteter ved en national standard ligger især i de stordriftsfordelene ved at udvikle og indkøbe fælles systemer til både facility-styring og aktivitetsplanlægning. En fælles standard vil også spare dem for at skulle optræne nye medarbejdere i skræddersyede systemer, fremfor bredere at kunne rekruttere erfarne arbejdskraft fra ansættelser på andre enheder. Endelig vil der opstå nye muligheder ved at kunne tilgå andre driftsenheders indendørs netværksdata i forbindelse med transportplanlægning af fx patienter og udstyr, samt fælles leverandørstyring. En fælles standard skaber også nogle stordriftsmæssige potentialer for automatisering og fælles udvikling af mobile robotenheder.



Driftspersonalet (fx læger og sygeplejersker på hospitalerne, eller undervisere på universiteterne) vil endvidere kunne få fordele af at kunne genbruge applikationer på forskellige driftsenheder.

Endeligt vil en national standard formentlig kunne skabe fordele for brugerne af de enkelte bygningsfaciliteterne (fx hospitaler eller universiteter), hvis standarderne fører til at brugerne kan bruge de samme mobilapplikationer, uafhængigt af hvilken offentlig bygning man besøger.

Her vil det som nævnt ovenfor afhænge af om løsningen alene vil være en lokaliseringssøgle (en rum-adresse) eller baseret på et topologiske grundlag.

### 6.3 Genbrugspotentialer

De enheder der er gået i gang vil formentlig forholdsvis nemt kunne adaptere en national lokaliseringssøgle. Etableringen af en national standard, vil rent gevinstmæssigt især være en fordel for alle de driftsenheder der endnu ikke er gået i gang med at konvertere data, fordi de vil kunne sikre at den nationale datamodel indarbejdes fra start.

Hospitaler med et højt datamæssigt modenhedsniveau vil skulle tilpasse deres system til en nationale standard, men vil ikke skulle genudvikle applikationer - blot berige data med de nationale nøgler. Omfanget af dette kræver dog en nærmere analyse af de enkelte hospitalers løsninger.

En af de store omkostninger ved etablering af en indendørs infrastruktur er som nævnt i afsnit 6.1.2. at få konverteret CAD og BIM data så det kan bruges til at etablere den nationale standard datamodel. Hospitalssektoren har allerede i dag konverteret i omegnen af 50 – 70 % af bygningsmassen til BIM – eller er i det mindste gået i gang med at konvertere til dette. Det betyder at der allerede er et stort potentiale for at kunne tage afsæt i disse BIM data, når indendørs netværksdata skal dannes.

I dag er det især regionerne som har investeret betydelige midler i indendørs infrastruktur, i forbindelse med deres etablering af supersygehusene Aarhus Universitetshospital ved Skejby og Odense Universitetshospital.

Skejby er som det eneste hospital klar til at lancere et lokaliseringssystem i beta-udgave. De er færdige med at konvertere CAD og BIM data, og har fået opsat lokaliseringslæsere i alle rum. De har testet 400 rum i pilotprojekter, og er i dag klar til at gå i drift for hele hospitalet, mht. til navigation for besøgende og internt personale, med i alt er ca. 18.000 taggedede rum. En tilpasning til den beskrevne standard betyder at der vil skulle ske merinvesteringer i kurser for de it-medarbejdere der vil stå for den løbende opdatering i de indendørs netværksdata, samt at databasen skal opdateres i forhold til at kunne håndtere den nationale standard.

På samme måde vil planlægning af hardware, herunder læsere i de enkelte rum, formentlig også skulle tilpasses de etablerede nøgler. Udgifterne til en opdatering af en database for indendørs netværksdata, er formentlig lidt større for de beredskabs- og it-sikkerhedsmæssige områder, som har særlige procedurer for opdateringer.

Både Hovedstadsregionen og Region Syd, på Odense Universitetshospital, har udviklet database med indendørs netværksdata og opbygget en driftsorganisation til at håndtere dette, men endnu ikke konverteret data eller indkøbt hardware. Det udviklede databasemateriale vil derfor, som i Skejby, også skulle beriges i forhold til at kunne etableres og opdateres i henhold til den nationale standard.

Region Nordjylland og Region Sjælland er fortsat i planlægningsfasen og vil formentlig kunne opnå alle gevinster ved at få en national standard.

Udviklingsarbejdet af de nationale standarder til indendørs infrastruktur, vil for hospitalssektoren generelt kunne udnyttes på tværs af alle driftsenheder og sandsynligvis også føre til at de udviklede navigationshjælpemidler og facility-management-systemer vil kunne genbruges.

## 7 AFSLUTNING

Foranalysen kan suppleres med flere mindre undersøgelser, som kan støtte beslutningsgrundlaget for at få udarbejdet en specifikation for indendørs infrastruktur og sammenhængende geografi. Følgende kan foreslås:

- I samarbejde med Byggestyrelsen gennemføres et pilotprojekt, hvor der etableres en "mock up" / democase med BIM-data fra et bygningskompleks, som bearbejdes til navigationsegne data, der kan anvendes i en eksisterende "Indoor Wayfinding app". Formålet er, at få mere viden om muligheder og udfordringer i dataflowet fra BIM til indendørs navigation.
- Nærmere undersøgelse af det aktuelle stade for internationale erfaringer med integration mellem BIM og GIS. Her tænkes primært på det formulerede samarbejde mellem buildingSMART og OGC om IFC/IndoorGML.
- BIM-modenhedsniveauerne er beskrevet konceptuelt, men der bør gennemføres en kvantitativ analyse af det faktiske omfang af bygningskomplekser, der er dokumenterede som scannede tegninger, dokumenterede som CAD-filer og som BIM-data. Kvantificeringen skal benyttes til en beregning af de mulige omkostninger forbundet med at sikre det rette modenhedsniveau i anvendelige bygningsdata.
- Foranalysen identificerer de primære interessenter og aktører. I forløbet har der været en række forskellige møder med repræsentanter fra sygehusområdet, statens ejendomme, arkitekter og udviklere af navigations-apps. I forlængelse heraf kunne der gennemføres en mere målrettet undersøgelse af interessen blandt de primære aktører for et forpligtende samarbejde om en national model for indendørs infrastruktur.
- Foranalysen anbefaler, at der etableres en central IT-løsning, som via online-services betjener brugerne af et nationalt register (Det Danske Indoor Space Register (DISR)) med de autoritative "indendørs adresser" i den indendørs infrastruktur. Det foreslås, at der med inspiration fra Adresseprogrammet gennemføres en mere tilbundsående vurdering af de IT-mæssige muligheder og begrænsninger i den sammenhæng. Derudover vil der være juridiske og økonomiske aspekter, som bør undersøges.
- Det kan endvidere anbefales, at der – evt. senere i forløbet – ses på hvilke andre informationer fra BIM-data, som kan nyttiggøres i bredere sammenhænge. Her tænkes eksempelvis mere specifikt på informationer om rums arealer og anvendelse. Dette kan blandt andet kan benyttes i regionale eller nationale analyser indenfor energioptimering, renoveringsstrategier eller andet, hvor et større og bedre statistisk grundlag kan bidrage til forbedret beslutningsstøtte.

## 8 ANVENDTE FORKORTELSER

I foranalysen er der benyttet en række forkortelser, som ses i oversigten herunder. Er der behov for at vide mere, henvises der til informationssøgning i andre kilder.

AGV	Automated Guided Vehicles
BBR	Bygnings- og Boligregistret
BIM	Building Information Modeling
BYGST	Byggestyrelsen
CAD	Computer Aided Design
DIGST	Digitaliseringsstyrelsen
DISR sen)	Det Danske Indoor Space Register (arbejdsbetegnelse i foranalysen)
DKTM	Denmark Transversal Mercator
DR	Danske Regioner
DVR90	Dansk Vertikal Reference 1990
EPSG	European Petroleum Survey Group
FM	Facilities Management
GIS	Geografisk InformationsSystem
GML	Geographic Markup Language
IFC	Industry Foundation Classes
IKT	Informations- og kommunikationsteknologi
ISO	International Organization for Standardization
IT	InformationsTeknologi
KL	Kommunernes Landsforening
OGC	Open Geospatial Consortium
QR	Quick Response
RFID	Radio Frequency Identification
SDFE	Styrelsen for Dataforsyning og Effektivisering

UML	Unified Modeling Language
UTM	Universal Transverse Mercator
UUID	Universally unique identifier
WIFI	Wireless Fidelity