

Idékatalog - 3D-bymodeller & digitale tvillinger



Medfinansieret af
Den Europæiske Union



Roskilde Universitet

Idékatalog til 3D-bymodeller

Indhold

Introduktion	2
3D-bymodeller i dag.....	3
Typer af 3D-bymodeller.....	3
3D-bymodel eller digital tvilling?	6
Anvendelser af 3D-bymodeller.....	7
Klima og vejr	8
Trafik og mobilitet.....	9
Vand og oversvømmelser	10
Energis og forsyning	11
Planlægning og byggeri	12
Beredskab	14
Kommunikation og borgerinddragelse	14
Produktion af 3D-bymodeller	15
Ajourføring	16
Software og dataformater til 3D-bymodeller	16
Softwareløsninger	18
Dataformater	20
Anbefalinger til udbredelse af 3D-bymodeller	21
Kilder.....	23

Udgivet af: Ane Rahbek Vierø

2025.

Udgivet med støtte fra Den Europæiske Union – Interreg som led i projekt InnoTech Taskforce.

Introduktion

Formålet med idékataloget er først og fremmest at give en oversigt over nuværende og potentielle anvendelsesmuligheder for 3D-bymodeller. Rapporten har fokus på anvendelsesmuligheder og opgaveløsning hos de danske kommuner, men vil også have relevans for andre aktører inden for eksempelvis planlægning, byggeri og forsyning.

Idékataloget er udformet på baggrund af forskningsprojektet InnoTech TaskForce, der i perioden 2022-2025 har arbejdet med at fremme innovation indenfor smarte teknologier og grøn omstilling på tværs af danske og svenske myndigheder, virksomheder og vidensinstitutioner. Rapporten er baseret på erfaringer med 3D-bymodeller fra udvalgte danske og svenske kommuner samt en række rapporter, videnskabelige artikler og andet materiale omhandlende 3D-bymodeller og digitale tvillinger.

3D-bymodeller i dag

Mange danske kommuner har i dag en 3D-bymodel, hvoraf en del har haft en form for 3D-bymodel af hele eller dele af kommunen i flere årtier (COWI, 2017; Kruse et al., 2025; pwc, 2019; von der Maase, 2009). Anvendelsen af modellerne er dog ofte begrænset, og mange kommunale 3D-modeller opdateres sjældent eller aldrig (Kruse et al., 2025). Der er imidlertid sket en stor teknologisk udvikling siden de første 3D-bymodeller blev produceret og 3D-bymodeller kan i dag laves i høj opløsning og langt mere virkelighedstro end tidligere. Senest har muligheden for at tilkoble sensordata til 3D-bymodeller banet vejen for 'digitale tvillinger', hvor byen ikke blot kortlægges i stor detaljeringsgrad, men også kan simuleres og analyseres i realtid (se afsnit *3D-bymodel eller digital tvilling?*).

Typer af 3D-bymodeller

3D-modellering af bymiljøer er en kompliceret øvelse, hvor bygninger, infrastruktur og landskab skal repræsenteres i datasæt, der ofte skal indeholde både geografiske, topologiske og semantiske data (Arroyo Ohori et al., 2024). 3D-bymodeller vil nødvendigvis altid være abstraktioner og indebære en vis grad af simplificering.

Der er overordnet to typer af 3D-bymodeller:

- Overfladebaserede modeller.
- Objektbaserede modeller baseret på vektordata. Herunder hører både tråd-, flade- og klodsmodeller.

De to modeltyper adskiller sig både hvad gælder inputdata, dataformater samt anvendelsesmuligheder og det er derfor afgørende at vælge en modeltype, der passer til de opgaver, modellen skal løse. I praksis kombineres de to modeltyper ofte, f.eks. i form af en 3D mesh-model, hvor det vektor-baserede format anvendes til skabe en overflademodel, som gøres mere fotorealistisk ved at drapere et ortofoto over modellen (Figur 1). Objektorienterede 3D-bymodeller kombineres også ofte med en terrænmodel for at give et indtryk af omgivelser og terræn (Figur 2).

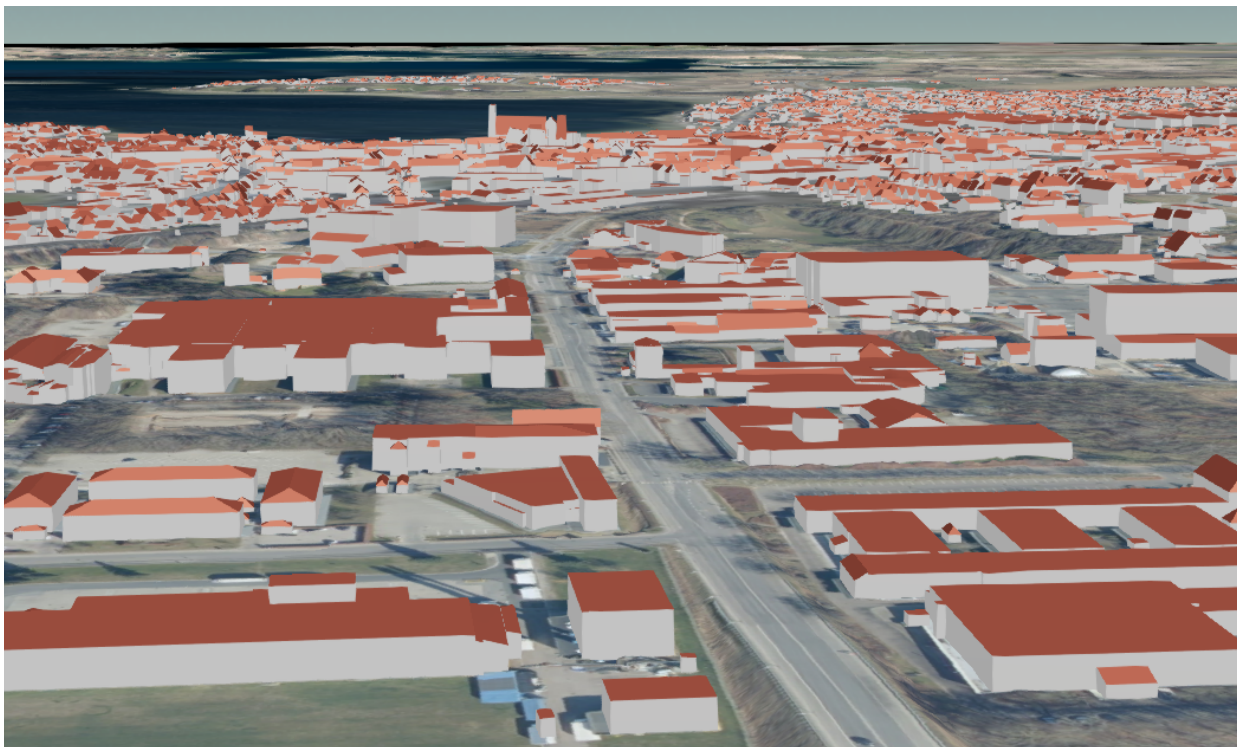


Figur 1. Eksempel på en fotorealistisk 3D mesh-model baseret på ortofotos. Kilde: Klimadatastyrelsen.

Overfladebaserede 3D-bymodeller

- Også kendt som billedbaserede eller fotorealistske 3D-modeller.
- Velegnede når fotorealisme og visuelle detaljer er afgørende.

- Kan være baseret på vektor- og/eller raster-data¹.



Figur 2. Eksempel på en objektbaseret 3D-bymodel i LOD 2. Kilde: Klimadatastyrelsen.

Objektbaserede 3D-bymodeller

- Baseret på vektor data.
- Kan tilkobles eksterne datasæt, f.eks. med yderligere informationer om bygnings- og vejobjekter.
- Baseret på struktureret og ofte semantisk data (indeholder f.eks. informationer om objekttyper).
- Objekter såsom bygninger og veje indgår typisk som standardelementer. Herudover varierer detaljeringsgraden meget, hvor nogle 3D-bymodeller kortlægger byrum og landskab med så mange detaljer og objekter som muligt, mens andre modeller har et mere snævert fokus på eksempelvis bygningsmasse.

¹ Overflademodeller baseret på rasterdata er teknisk set 2.5-modeller, da der kun er én højde/z-værdi for hvert datapunkt (Biljecki et al., 2015). Sådanne overflademodeller er imidlertid stadig vigtige elementer i produktion af 3D-bymodeller og kan også være velegnede til analyser, hvor informationer om materialer og individuelle objekter ikke er afgørende.

- Bygninger kan kortlægges i forskellige detaljeringsniveauer (LOD, *Level of Detail*) (Biljecki et al., 2014) (se Figur 3). Nyere 3D-bymodeller er typisk minimum LOD2.
- Velegnede til analyser og simuleringer, hvor objekttyper, materialetyper og stor geometrisk nøjagtighed er vigtige.



Figur 3. Illustration fra GIM International, 2014

3D-bymodel eller digital tvilling?

Der er i dag en stigende fokus på at udvikle 3D-bymodeller til egentlige digitale tvillinger. Hvor 3D-bymodeller er statiske, er digitale tvillinger dynamiske, interaktive og koblet til realtidsdata, så de i bedste fald fungerer som en digital kopi, der afspejler den fysiske virkelighed. Digitale tvillinger muliggør realtidsmonitorering, integrering af mange forskellige datakilder samt mere avancerede simuleringer end man ser i en almindelig 3D-bymodel (IEC, 2024). I praksis kan overgangen mellem en 3D-bymodel og en digital tvilling være mere flydende, hvor en 3D-bymodel f.eks. kan tilkobles sensordata i realtid uden at man decideret kan tale om en digital, interaktiv tvilling.

Digitale tvillinger er udbredte indenfor byggeri (BIM) og industri, men ses i praksis sjældent for en hel by. Når digitale tvillinger fremstilles for hele byer eller byområder er de ofte tematiske – dvs. de fokuserer på realtidsmonitorering af et enkelt aspekt såsom vand eller trafik.

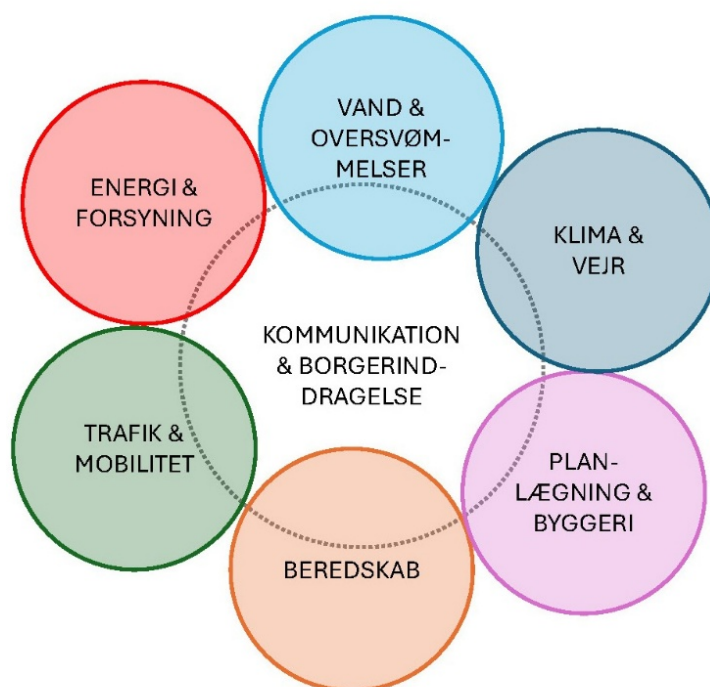
Anvendelser af 3D-bymodeller

Blandt de adspurgte kommuner anvendes 3D-bymodeller i dag primært i planprocessen og som kommunikationsværktøj i dialog med borgere, bygherre, politikere, m.fl. Der er dog langt flere anvendelsesmuligheder for 3D-bymodeller, hvis de rette data tilkobles modellen. Nedenfor oplister vi nuværende og potentielle anvendelser af 3D-bymodeller indenfor 7 forskellige temaer. De foreslåede temaer og data er som udgangspunkt anvendelser, der allerede findes eksempler på og som understøttes af eksisterende teknologier. Selv om en anvendelsesmulighed er teknisk realiserbar, kan der være barrierer i form af dataadgang, økonomi, skalerbarhed eller tidsmæssige ressourcer.

For nogen anvendelser, såsom afdækning af potentialer for solenergi, er en 3D-model nødvendig. For andre anvendelser er en 3D-model ikke nødvendigvis afgørende, men modellerne vil typisk gøre analyser og visualiseringer nemmere at kommunikere og forstå.

Mange af de foreslåede anvendelser og data forudsætter en objektbaseret-model, ofte i kombination med en terrænmodel. Anvendelser fokuseret på kommunikation og visualisering vil dog typisk fungere bedst med en mere fotorealistic, billedbaseret 3D-model.

Idékataloget er rettet mod den kommunale opgaveløsning, og medtager derfor ikke hyppige anvendelsesmuligheder såsom ruteplanlægning, planlægning af teleinfrastruktur, estimering af befolkningstæthed eller underholdning og virtual reality (Biljecki et al., 2015).



Klima og vejr

3D-bymodeller har en lang række anvendelser inden for modellering af vejr og klimaforhold i byer, hvor bygningers form, højde og placering spiller en afgørende rolle. Hyppige anvendelser er lys/skygge-, vind- og volumenstudier. 3D-modeller gør det muligt at analysere solindfald og skyggeforhold over tid, hvilket er vigtigt for både energiforbrug, dagslysforhold og rekreative byrum. Vindstudier kan simulere, hvordan bygninger skaber vindkanaler, som påvirker komforten for særligt fodgængere og cyklister. Volumenstudier handler om at analysere bygningers påvirkning på byrummet, herunder udsigt, tæthed og rumlig skala. 3D-bymodeller kan også med fordel anvendes til mere avancerede miljø- og klimamæssige analyser:

- **Modellering af lokale temperaturforhold og urbane varmemøer:** Byområder kan blive markant varmere end omkringliggende landområder på grund af tæt bebyggelse, mørke overflader og begrænset vegetation. 3D-modeller muliggør en kortlægning af varmemøer ved at integrere data om bygninger og træers skyggeeffekter, overfladebelægnings termiske egenskaber samt vind og luftforhold mellem bygninger.
- **Spredning af luftforurening:** Luftkvalitet påvirkes i høj grad af byens geometri. 3D-modeller kan indgå i simuleringer for at forudsige, hvordan forurenende stoffer og partikler bevæger sig i gader og byrum.
- **Støjanalyse:** Bygningers placering og højde påvirker, hvordan lyd udbreder sig i bymiljøet. 3D-bymodeller gør det muligt at simulere refleksion, absorption og afskærmning af støj og dermed vurdere støjbelastningen for forskellige områder og bygninger.

Forslag til data

- **Sol/skyggekort:** Illustrerer hvordan bygninger og andre strukturer kaster skygge i løbet af dagen og året. De kan anvendes til at analysere solforhold i byrum og på facader – f.eks. i forbindelse med placering af udeserveringer og grønne opholdsarealer eller for at vurdere lysindfald i boliger.
- **Vejrdata (realtid eller historisk):** Information om temperatur, nedbør, vind, luftfugtighed. Historiske data kan bruges til at simulere og forudsige lokale vejrforhold, mens realtidsdata kan integreres i planlægning af f.eks. vintervedligehold.
- **Overflade- og belægningsdata:** Data om materialer og overflader i byrummet – f.eks. asfalt, fliser, græs, grus eller grønne tage – har betydning for blandt andet vandafledning og varmeabsorption.

- **Detaljeret kortlægning af byrum:** En detaljeret bymodel, der inkluderer bygningshøjder, tag- og facadeudformninger, træer og terræn muliggør simuleringer af mikroklimatiske forhold såsom skygge, vind og varme.
- **Støjmålinger:** Data om støjniveauer fra eksempelvis trafik, industri eller jernbane. Disse kan være målinger eller modelbaserede simuleringer.

Kilder & eksempler

- [The role of digital twins in mitigating urban heat islands](#) (Koeva et al., 2024)
- [Urban digital twin for assessing and understanding urban heat island impacts](#) (Vitanova et al., 2025)
- [Digital Twin \(DT\) Smart City for Air Quality Management](#) (Ariansyah et al., 2023)
- [Kortlægning af forvaltningsmæssigt potentiale ift. anvendelse af landsdækkende 3D bymodeller](#) (COWI, 2017)
- [Applications of 3D City Models: State of the Art Review](#) (Biljecki et al., 2015)

Trafik og mobilitet

3D-modeller er oplagte værktøjer til at analysere og formidle resultater fra trafikmodeller og planlægningsscenarier for mobilitetsinfrastruktur. Ved at integrere trafikdata i en realistisk rumlig kontekst bliver det muligt at evaluere effekter af forskellige tiltag – såsom ændringer i vejforløb eller nye cykelstier – på en mere intuitiv og forståelig måde for beslutningstagere og borgere.

Derudover spiller 3D-bymodeller en central rolle i udviklingen og testningen af selvkørende køretøjer. Modellerne kan danne grundlag for virtuelle testmiljøer, hvor autonome systemer kan afprøves under realistiske forhold, inden de eventuelt implementeres i den virkelige verden.

Forslag til data

- **Trafiktællinger:** Data om bil-, cykel- og fodgængertrafik fordelt på tid og sted giver et kvantitativt grundlag for simuleringer og analyser.
- **Trafiksimuleringer:** Dynamiske modeller af trafikstrømme og bevægelsesmønstre, der muliggør evaluering af fremtidige scenarier og infrastrukturændringer.

- **Detaljeret kortlægning af vejnet og byrum:** Præcise geografiske data, herunder vejtyper, stigninger, signalanlæg, bygninger og andre bymæssige strukturer, som danner fundamentet for realistiske trafiksimuleringer.

Kilder & eksempler

- [3D trafiksimuleringer](#) (Riberholt, 2005)
- [Agent-baseret transportmodellering med AI](#) (Visual Arena, u.å.-a)
- [Simulering af selvkørende biler i 3D bymodel](#) (Visual Arena, u.å.-b)
- [Kortlægning af forvaltningsmæssigt potentiale ift. anvendelse af landsdækkende 3D bymodeller](#) (COWI, 2017)

Vand og oversvømmelser

3D-bymodeller kan spille en vigtig rolle i arbejdet med klimatilpasning i områder, hvor stigende vandstande og ekstremregn udfordrer byernes infrastruktur, f.eks. ved at modellere og forudsige, hvordan vand bevæger sig gennem landskabet under forskellige scenarier. 3D-modellerne gør det muligt at simulere både kortvarige hændelser som skybrud og længerevarende påvirkninger såsom stigende grundvand. Samtidig er 3D-visualiseringer et effektivt redskab til at formidle oversvømmelsesrisici på en let forståelig måde.

Kobles 3D-modeller med dynamiske data og sensorer udvikles de til digitale tvillinger, der kan afspejle byens tilstand i realtid og løbende overvåge oversvømningsrisici eller brud på kloak- og ledningsnettet.

Forslag til data

- **Terræn/højdemålinger:** Data om terrænets højde og hældning er fundamentale for at forstå, hvordan vand bevæger sig i landskabet. Disse målinger anvendes f.eks. til at identificere lavtliggende områder og potentielle strømningsveje ved oversvømmelser.
- **Overfladebelægninger:** Information om belægningstyper – f.eks. asfalt, græs, fliser eller grønne tage – afgør hvor meget regnvand, der kan sive ned i jorden, og hvor meget der løber videre som overfladevand. Dette har stor betydning for både afstrømningsmønstre og belastning af kloaksystemet.
- **Vandløb og søer:** Data om vandelementer som åer, kanaler og søer er vigtige for at vurdere, hvordan eksisterende vandsystemer kan håndtere øgede vandmængder, og om de kan fungere som forsinkelses- eller aflastningsområder ved ekstremregn.

- **Rør, ledninger, kloakdæksler, m.m. (LER):** Infrastrukturdata fra Ledningsejerregistret giver indsigt i, hvordan regn- og spildevand ledes væk under jorden. Ved at integrere disse i 3D-bymodeller kan man simulere kapaciteten af kloaknettet og vurdere risiko for oversvømmelser.
- **Eksisterende klimatilpasning/skybrudssikring (LAR):** Data om eksisterende løsninger som regnvandsbede, permeable belægninger, grønne tage og forsinkelsesbassiner gør det muligt at analysere effekten af allerede implementerede klimatiltag og planlægge, hvor yderligere tiltag kan have størst effekt. Ved at indarbejde disse i 3D-modellen kan man vise, hvordan de bidrager til at afhjælpe lokale oversvømmelsesproblemer.

Kilder & eksempler

- [Gevinstanalyse af en national 3D-model: "Danmark i 3D"](#) (pwc, 2019)
- [Skyfall](#) (Visual Arena, u.å.-c)
- [City-scale digital twins for flood resilience](#) (Mankowski, 2020)
- [Applications of 3D City Models: State of the Art Review](#) (Biljecki et al., 2015)

Energi og forsyning

Potentialekortlægning for solenergi er allerede en udbredt anvendelse af 3D-bymodeller, hvor bygningernes orientering, taghældninger og skyggeforhold analyseres for at identificere egnede placeringer til solenergi. Udvides 3D-bymodeller til digitale tvillinger, der også indeholder data om forsyningsinfrastruktur over og under jorden, kan modellerne danne grundlag for monitorering og planlægning af infrastruktur. Tilkoblet relevante data om f.eks. energimærkning og energiforbrug kan modellerne yderligere understøtte energioptimering af bygningsmassen samt prognoser for fremtidige forsyningsbehov.

Forslag til data

- **Solcelle-potentiale:** Analyse baseret på 3D-geometrien af bygninger og skyggeforhold. Giver mulighed for at vurdere tagfladernes egnethed til solceller og estimere potentiel energiproduktion.
- **LER-data (ledninger, kloakker, m.m.):** Data om placering af underjordiske tekniske anlæg og ledningsnet er vigtige for at forstå den eksisterende infrastruktur og dens kapacitet. I en

digital tvilling kan disse visualiseres sammen med bygninger og anlæg, hvilket giver bedre beslutningsgrundlag ved udbygning eller renovering.

- **Energimærkning af bygninger:** Klassificering af bygningers energistandard giver en overordnet indikation af energiforbruget og isoleringsniveau. Ved at koble energimærkninger til en 3D-model kan man hurtigt identificere ineffektive bygninger og prioritere indsatser for energirenovering i større skala.
- **Energiinfrastruktur:** Kortlægning af fjernvarmenet, elnet, varmepumper, energilagingsløsninger og andre tekniske anlæg giver overblik over forsyningsstruktur og kapacitet. Når denne infrastruktur integreres i 3D-modellen, kan man simulere belastning, energieffektivitet og forsyningssikkerhed under forskellige scenarier.
- **Energiforbrug (historisk og/eller realtid):** Data om aktuelt og historisk energiforbrug – f.eks. varme, el og vand – kan anvendes til at analysere trends i forbrug og simulere fremtidige behov. Disaggregeret data på energiforbrug er dog også potentielt følsomme persondata og derfor ikke nødvendigvis tilgængelige for tredjepart.

Kilder & eksempler

- [Kortlægning af forvaltningsmæssigt potentiale ift. anvendelse af landsdækkende 3D bymodeller](#) (COWI, 2017)
- [Gevinstanalyse af en national 3D-model: "Danmark i 3D"](#) (pwc, 2019)
- [Singapores rejse mod en digital underjordisk tvilling](#) (Hansen & Bodum, 2022)
- [Helsinki 3D](#) (City of Helsinki, u.å.)
- [Applications of 3D City Models: State of the Art Review](#) (Biljecki et al., 2015)

Planlægning og byggeri

3D-bymodeller er i stigende grad blevet en integreret del af den kommunale og private planlægningspraksis. De bruges ofte i forbindelse med analyser og visualisering af planlagt byggeri, hvor de giver et rumligt billede af, hvordan nye bygninger eller byudviklingsprojekter vil påvirke deres omgivelser. Eksempler inkluderer skyggepåvirkning, ændret bygningsvolumen, indsyn til naboejendomme, eller ændringer i lokale vind- og støjforhold.

Derudover fungerer 3D-modeller som stærke kommunikations- og visualiseringsværktøjer i dialog med borgere, beslutningstagere og udviklere. Når modellerne kombineres med de rette plan- og myndighedsdata, kan de også udnyttes som værktøjer til sagsbehandling, f.eks. ved behandling af byggesager, udarbejdelse af lokalplaner, VVM-undersøgelser, m.m. Her kan modellen fungere som

en samlet platform og indgang til alle relevante oplysninger, hvilket i princippet kan gøre planlægning og sagsbehandling mere effektiv, transparent og helhedsorienteret.

Forslag til data

- **BBR-data (Bygnings- og Boligregistret):** Indeholder oplysninger om bygningers højde, anvendelse, opførelsesår, tagform, m.m. Mange BBR-oplysninger er dog kun vejledende og kræver kvalitetssikring, før de kan bruges i præcise modeller.
- **Lokalplaner:** Indeholder bestemmelser for, hvordan arealer må anvendes og bebygges. Visualisering af lokalplaners bestemmelser i 3D-modeller kan gøre det langt lettere for både borgere og beslutningstagere at forstå reglernes praktiske konsekvenser.
- **Servitutter:** Private og offentlige servitutter kan regulere bygge- og anvendelsesmuligheder, f.eks. adgangsforhold, bebyggelsesret, eller bevaringspligt. Integrering af servitutuplysninger i 3D-modeller kan give et hurtigt overblik over gældende begrænsninger
- **Fredningsdata:** Omfatter naturfredninger, bygningsfredninger og bevaringsværdier. I planprocessen er det vigtigt at kende disse forhold tidligt. Visualisering i 3D giver mulighed for at se, hvordan et projekt forholder sig til beskyttede områder.
- **Lys/skygge, vind og støjmålinger:** Disse analyser er centrale for at vurdere hvordan et nyt byggeri påvirker omgivelserne og om der eventuelt er støjforhold, der kan begrænse et områdes anvendelsesmuligheder.

Kilder & eksempler

- [Borgerinddragelse i Göteborg](#) (Visual Arena, 2021)
- [Fremtidens Vejle i 3D](#) (Vejle Kommune, 2018)
- [Borgerinddragelse i Aarhus](#) (Aarhus Kommune, 2025)
- [Kortlægning af forvaltningsmæssigt potentiale ift. anvendelse af landsdækkende 3D bymodeller](#) (COWI, 2017)
- [Gevinstanalyse af en national 3D-model: "Danmark i 3D"](#) (pwc, 2019)
- [Applications of 3D City Models: State of the Art Review](#) (Biljecki et al., 2015)
- [Fra 3D bymodel til digitalt redskab](#) (Bringø et al., 2025)

Beredskab

3D-bymodeller anvendes allerede til simulering og planlægning af udrykninger, evakueringer og andre beredskabsøvelser, hvor de giver et rumligt overblik over terræn, bebyggelse, adgangsveje og kritisk infrastruktur. Modellerne giver både operativt og strategisk personale mulighed for at vurdere adgangsforhold, befolkningstæthed og potentielle spredningsmønstre for røg, brand eller farlige stoffer. Med de rette data kan modellerne også give beredskabet hurtigere adgang til vigtig information om eksempelvis brandtekniske installationer, nødudgange, beredskabsplaner, m.m.

Forslag til data

- **Beredskabsplaner:** Lokale og nationale beredskabsplaner kan indeholde information om udrykningsveje, samlingspunkter, evakueringsprocedurer og adgang til bygninger. Ved at koble disse til en 3D-bymodel kan man visualisere og simulere planerne, og eventuelt anvende modellen under en udrykning.
- **Brandtekniske installationer i bygninger og byrum:** Information om sprinkleranlæg, branddøre, røgalarmanlæg, brandslukningsudstyr, brandvejledning og nødudgange er afgørende for hurtige og effektive indsatser. Hvis disse data integreres i en 3D-bymodel kan modellen fungere som en samlet indgangsportal til informationer om installationer og adgangsforhold.

Kilder & eksempler

- [Kortlægning af forvaltningsmæssigt potentiale ift. anvendelse af landsdækkende 3D bymodeller](#) (COWI, 2017)
- [Gevinstanalyse af en national 3D-model: "Danmark i 3D"](#) (pwc, 2019)
- [Dublin Digital Twin for Emergency Response](#) (O'Neill, 2025)
- [Applications of 3D City Models: State of the Art Review](#) (Biljecki et al., 2015)

Kommunikation og borgerinddragelse

En af de mest udbredte og lavpraktiske anvendelser af 3D-bymodeller er til visualisering og kommunikation. 3D-modeller kan på enkel og intuitiv vis omsætte komplekse data og planer til noget, som både fagfolk, politikere, samarbejdspartnere og borgere kan forstå og forholde sig til. Det gør dem særligt egnede til brug i dialog, inddragelse og formidling. Visualiseringer i 3D-modeller kan

fremstå meget virkelighedstro og opfattes som mere fastlagte end de reelt er. Det er derfor vigtigt at tydeliggøre usikkerheder og forbehold for at undgå falske forventninger og overraskelser over senere ændringer.

3D-bymodeller som kommunikationsredskab anvendes ofte i forbindelse med byudvikling og byggeri, men 3D-bymodeller kan være anvendelige på tværs af tematikker og forvaltningsområder. Eksempelvis anvendes 3D-bymodeller også til at demonstrere effekten af skybrud og klimasikringstiltag samt til at visualisere effekten af ny mobilitetsinfrastruktur.

Forslag til data

- **Planlagt byggeri og infrastruktur:** Indarbejdelse af fremtidige eller foreslåede bygningsprojekter i 3D-bymodellen gør det muligt at vise, hvordan projekter vil påvirke omgivelserne visuelt og funktionelt. Dette anvendes både til politiske beslutningsoplæg og kommunikation og inddragelse af borgere.
- **Skybrudssimuleringer:** Ved at koble hydrologiske modeller og terrændata med 3D-bymodellen, kan man vise, hvordan ekstreme regnvejrshændelser vil påvirke bestemte byområder – f.eks. hvilke gader, der bliver oversvømmet, og hvor vandet samler sig. Sådanne visualiseringer kan være langt mere intuitive end tekniske kort og kan være afgørende i borgerinddragelse og politisk prioritering af klimasikringsprojekter.
- **Mobilitetssimuleringer:** 3D-modellen kan anvendes til at vise, hvordan ændringer i transportinfrastruktur og arealanvendelse påvirker bevægelsesmønstre i byen.

Kilder & eksempler

- [Borgerinddragelse i Göteborg](#) (Visual Arena, 2021)
- [Fremtidens Vejle i 3D](#) (Vejle Kommune, 2018)
- [Borgerinddragelse i Aarhus](#) (Aarhus Kommune, 2025)
- [Skyfall](#) (Visual Arena, u.å.-c)
- [3D trafiksimuleringer](#) (Riberholt, 2005)
- [Fra 3D bymodel til digitalt redskab](#) (Bringø et al., 2025)

Produktion af 3D-bymodeller

Kommunale 3D-bymodeller produceres i dag stort set altid af eksterne leverandører. Modellerne kan leveres af en lang række ingeniør- og GIS-virksomheder, men man kan også som kommune selv producere en 3D-bymodel ud fra offentlige grunddata². Dette kræver dog, at man har de nødvendige personale- og tidsmæssige ressourcer. Digitale tvillinger er noget mere komplicerede at frembringe, og fremstilles ofte af virksomheder der specialiserer sig netop i digitale tvillinger.

Der er mange måder at producere 3D-bymodeller på (Biljecki et al., 2015), men de fleste modeller er først og fremmest baseret på punktdata i form af punktskyer. Øvrige inputdata og dataindsamlingsmetoder afhænger af modeltypen, ligesom valg af model- og produktionsmetode afhænger af krav til modellens kompleksitet, præcision, *level of detail* (Arroyo Ohori et al., 2024), samt hvilke data og ressourcer man har til rådighed.

Overflademodeller, såsom en traditionel *digital surface model* (DSM) er typisk baseret på punktdata fra laserscanninger, mens objektorienterede modeller ofte er baseret på punktdata baseret på fotogrammetri og skråfotos (Flemming et al., 2008; von der Maase, 2009). Ortofotos anvendes ofte til at drapere 3D-modellerne og give dem et mere fotorealistisk og genkendeligt udseende. For 3D-bymodeller med høj detaljeringsgrad (LOD3+) er det nødvendigt at kombinere flere forskellige metoder for at identificere f.eks. vinduer og døre (Pantoja-Rosero et al., 2022).

Ajourføring

I dag ajourføres mange kommunale 3D-bymodeller sjældent eller slet ikke. Hvis en 3D-bymodel skal forblive anvendelig i praksis er det vigtigt at man allerede før bymodellen fremskaffes har overvejet mulighederne for ajourføring (Flemming et al., 2008). Ajourføring kan enten være total, dvs. hele modellen gennemgås og opdateres, eller udpeget, hvor kun særligt vigtige områder, eller områder som man ved kræver opdateringer, ajourføres. Er 3D-bymodellen koblet til andre datasæt, såsom BBR, kan ajourføringen ske semiautomatisk ud fra opdateringer i de eksterne datasæt.

Software og dataformater til 3D-bymodeller

² I Danmark er de nødvendige data for at skabe en 3D-bymodel frit tilgængelige fra Klimadatastyrelsen (dataforsyningen.dk). I andre lande kan det være nødvendigt at indkøbe data fra private leverandører eller at ansøge om dataadgang hos de nationale geodataportaler.

Der findes i dag et stigende antal softwareløsninger af varierende funktionalitet og kompleksitet til at arbejde med 3D-bymodeller (Julin et al., 2020). Nogle programmer tager udgangspunkt i traditionelle GIS- eller CAD-værktøjer, mens andre er udviklet specifikt til 3D-modellering af bymiljøer. Det er også blevet udbredt at bruge spilmotorer til visualisering af 3D-bymodeller, hvilket muliggør meget fotorealistiske og interaktive 3D-modeller. Softwareløsninger til 3D-bymodeller kan desuden opdeles i desktop- og webbaserede værktøjer. Webbaserede løsninger er især anvendelige til 3D-bymodeller, der skal kunne tilgås og anvendes af mange – f.eks. til udstilling af en bymodel til kommunens borgere.

Ofte er de programmer, der egner sig bedst til produktion og modellering af 3D-bymodeller, ikke de mest velegnede til avanceret visualisering og interaktiv anvendelse – og omvendt. Der findes derfor ikke én enkelt softwareløsning, som kan dække alle behov i forbindelse med produktion, vedligeholdelse, anvendelse og udstilling af 3D-bymodeller (Julin et al., 2020).

En vigtig overvejelse ved valget af software er, hvorvidt man selv ønsker at producere og hoste modellen, og om man anvender open source- eller kommercielle løsninger. Indkøbes modellen fra eksterne leverandører til en kommerciel platform kan det indebære begrænset adgang til egne data og resultater i teknologisk "lock-in", hvor det er vanskeligt at skifte platform eller leverandør. Open source-løsninger giver større frihed og fleksibilitet, men kan være mere tidskrævende at implementere og stille højere krav til brugernes tekniske kompetencer.

Softwareløsninger

Nedenstående tabel giver en oversigt over forskellige typer softwareløsninger til 3D-bymodeller og deres fordele og ulemper. Programmer markeret med * er enten gratis og/eller open source.

Type	Eksempler	Beskrivelse	Fordele	Ulemper
CAD	AutoCAD, MicroStation, Sketchup*	Tegneprogrammer til 2D- og 3D-strukturer, ofte brugt af arkitekter og ingeniører.	Velegnet til præcise modeller og tekniske tegninger.	Begrænset understøttelse af semantiske data. CAD-tegninger er ofte ikke georefererede og kan være vanskelige at integrere med GIS-data.
GIS	ArcGIS 3D Analyst, QGIS*	GIS-software med 3D-understøttelse til analyse, visualisering og databearbejdning.	Georefererede data. Understøtter mange 3D-formater. Avancerede analytiske funktioner.	Begrænsede muligheder for 3D-modellering og redigering. Ikke egnet til fotorealistic visualisering. Nogle GIS-programmer har kapacitetsbegrænsninger.
3D-bymodel-modellering	ArcGIS CityEngine	Software udviklet specifikt for 3D-bymodeller.	Velegnet for modellering af 3D-bymodeller. Understøtter en lang række filformater for både import og eksport.	Vanskeligt at anvende sammenlignet med standard GIS-software. Ikke designet for detaljeret redigering eller høj fotorealisme.

Browser-baseret	OpenCities Planner, VC Map, Cesium JS*, Smart-Visualizer	Webbaserede platforme til præsentation og deling af 3D-bymodeller.	Nemt at dele modeller med mange brugere. Kræver ingen installation af ny software.	Performance begrænset af internetforbindelse og indbyggede begrænsninger i webbrowsere. Ofte primært til visualisering af modeller, med begrænset eller ingen redigeringsfunktionalitet.
Spilmotorer	Unreal Engine*, Unity	Spilmotorer anvendt til 3D-visualisering, VR og interaktive bymodeller.	Fotorealistic visualisering, realtime-rendering og dynamiske visualiseringer, høj performance selv med store datasæt.	Kræver specialtilpasning for at understøtte georefererede og semantiske data. Ikke udviklede til meget præcise modeller og understøtter ikke opmåling og analyser.
BIM	Revit, ArchiCAD	Software til bygningsinformationsmodellering (BIM), bruges i byggeri og anlæg.	Velegnet til præcise modeller og tekniske tegninger. Understøtter strukturerede og semantiske data.	Ikke designet til hele byområder. Understøtter ikke mange standard GIS-dataformater.

Dataformater

Nedenstående tabel giver en oversigt over centrale datatyper og formater, der typisk anvendes i arbejdet med 3D-bymodeller. Valget af dataformater har stor betydning for modellens anvendelighed, tilgængelighed og langsigtede vedligeholdelse. Det anbefales derfor at benytte formater, der følger åbne datastandarder (markeret med * i tabellen). Åbne standarder fremmer interoperabilitet mellem forskellige systemer og platforme, og sikrer at data kan deles og genbruges på tværs af aktører og teknologier.

Datatype	Eksempler
Punktsky	LAS*, E57*
Mesh	OBJ*, FBX, glTF*
Semantisk by-informationsmodel	CityGML*, CityJSON*
Bygningsmodel (BIM)	IFC*
Infrastrukturmodel	InfraGML*
Raster/terrændata	GeoTIFF*
CAD	DXF(*), DWG
Streamable 3D-data	3D Tiles*, I3S*

Anbefalinger til udbredelse af 3D-bymodeller

For at sikre en bred anvendelse og effektiv udnyttelse af 3D-bymodeller er der en række centrale forudsætninger, der bør være på plads. Følgende anbefalinger bygger på identificerede udfordringer og behov i eksisterende rapporter (EuroCities, 2022; Gil et al., 2024; IEC, 2024; Logg & Naserentin, 2022) samt erfaringer hos de adspurgte kommuner.

1. Styrket data governance

Adgang til relevante, pålidelige og opdaterede data er en grundlæggende forudsætning for 3D-bymodeller. Det kræver klare rammer for data governance, herunder:

- Let adgang til data på tværs af forvaltninger og sektorer.
- Løbende opdatering af data og data af en høj og dokumenteret kvalitet.
- Tydelig ansvarsplacering for datakvalitet og vedligeholdelse. Hvis 3D-bymodeller skal kunne anvendes i sagsbehandling og beslutningstagning er det afgørende at det er tydeligt, hvem der har ansvaret for retvisende data.

2. Åbne data og open source-software

Åbne offentlige data spiller en central rolle i udviklingen og udbredelsen af 3D-bymodeller. Åbne nationale geodata reducerer produktionsomkostningerne væsentligt, da man ikke behøver at indsamle eller købe data til produktion af modellen, ligesom åbne data muliggør at 3D-modeller kan beriges med et bredt udvalg af tematiske lag.

Anvendelsen af open source-software kan ligeledes være med til at nedbringe omkostningerne forbundet med udvikling og drift af 3D-bymodeller. Open source-software kan give brugere og organisationer adgang til avancerede teknologier uden behov for dyre licenser og åbner samtidig mulighed for fleksibel tilpasning og videreudvikling af funktionalitet, så løsningerne kan målrettes lokale behov. Brug af open source-software kan dog også stille større krav til brugernes tekniske kompetencer, og egner sig derfor særligt til større kommuner, som har de nødvendige ressourcer til både udvikling og drift.

3. Standardisering og interoperationalitet

Standarder er afgørende for at sikre kompatibilitet og sammenhæng mellem systemer. Der findes allerede flere relevante standarder for selve 3D-bymodellen³, men der er ligeledes behov for åbne standarder for analysemodeller og grænseflader mellem systemer, ikke mindst for at sikre at 3D-bymodeller kan integreres på tværs af fagområder og sektorer.

4. Skalerbarhed

Hvis 3D-bymodeller skal opnå bred anvendelighed skal modellerne kunne skaleres til større geografiske områder – ideelt set også på tværs af administrative grænser – og på tværs af tematikker. Dette forudsætter både at data og modeller kan integreres (se ovenfor), men også dataformater og software, der understøtter store datasæt.

5. Brugervenlighed og relevans

Hvis 3D-bymodeller skal blive anvendt i praksis, er det afgørende at modellerne er brugervenlige, og at de designes og anskaffes med fokus på slutbrugerens behov – gerne med henblik på at understøtte og afhjælpe eksisterende drifts- og udviklingsopgaver.

6. Understøttende regulering

Hvis 3D-bymodeller skal kunne udvikle sig til regulære digitale tvillinger kræver det lovgivning og regulering, der aktivt tillader datadeling og integration på tværs af fagområder og forvaltninger. Der vil især være behov for afklaring af mulighederne for at integrere data der kan kobles til individuelle husstande og personer, f.eks. i form af energiforbrug, beboere, mobilitetsvaner og lignende.

³ [CityGML](#) fra Open Geospatial Consortium (OGC) og [Industry Foundation Classes](#) (IFC) fra buildingSMART.

Kilder

- Ariansyah, D., Isnan, M., Rahutomo, R., & Pardamean, B. (2023). Digital Twin (DT) Smart City for Air Quality Management. *Procedia Computer Science*, 227, 524–533.
<https://doi.org/10.1016/j.procs.2023.10.554>
- Arroyo Ogori, K., Ledoux, H., & Peters, R. (2024). *3D modelling of the built environmen*. TU Delft.
<https://3d.bk.tudelft.nl/courses/backup/geo1004/2024/data/3dbook.pdf>
- Biljecki, F., Ledoux, H., & Stoter, J. (2014). *Redefining the Level of Detail for 3D Models*. GIM International.
<https://www.gim-international.com/content/article/redefining-the-level-of-detail-for-3d-models>
- Biljecki, F., Stoter, J., Ledoux, H., Zlatanova, S., & Çöltekin, A. (2015). Applications of 3D City Models: State of the Art Review. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 4(4), 2842–2889.
<https://doi.org/10.3390/ijgi4042842>
- Bringø, K., Nielsen, R. R., & Pedersen, L. G. (2025). Fra 3D bymodel til digitalt redskab—Sådan anvender Aarhus Kommune en 3D bymodel til værdiskabelse i organisationen. *Geoforum. 3D, AI og byudvikling*, September 2025(266).
<https://media.licdn.com/dms/document/media/v2/D4D1FAQGEjpcq4Z3OIJA/feedshare-document-pdf-analyzed/B4DZj1MUR9IEAY-/0/1756460317641?e=1757548800&v=beta&t=Gt9Fehjc6To-WpP1wRQpJBHrfExzct1hEEFo0DXC-zc>
- City of Helsinki. (u.å.). *Helsinki 3D*. City of Helsinki. <https://www.hel.fi/en/decision-making/information-on-helsinki/maps-and-geospatial-data/helsinki-3d>
- COWI. (2017). *Kortlægning af forvaltningsmæssigt potentiale ift. Anvendelse af landsdækkende 3D bymodeller* (No. 1). SDFE. https://sdfе.dk/media/2918926/sdfе_3dbymodel_behovsanalyse.pdf
- EuroCities. (2022). *Engaging twins*. EuroCities. <https://eurocities.eu/wp-content/uploads/2023/04/Digital-Twins-WG-foresight-Report.pdf>
- Flemming, L., Schack Madsen, P., Sørensen, M., Nielsen, T., Bodum, L., Hvingel, J., Frandsen, S., Tyge Jørgensen, L., & Gadd, J. (2008). *Geoforums vejledning i etablering af 3D-bymodeller*. Geoforum.
https://vbn.aau.dk/ws/files/15000722/3D_vejledning_-_final-ver.0.2.pdf

- Gil, J., Petrova-Antonova, D., & Kemp, G. J. (2024). Redefining urban digital twins for the federated data spaces ecosystem: A perspective. *Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science*, 23998083241302578. <https://doi.org/10.1177/23998083241302578>
- Hansen, L. H., & Bodum, L. (2022, april). Singapores rejse mod en digital underjordisk tvilling. *Geoforum*, 2022(233), 17–19.
- IEC. (2024). *City information modelling and urban digital twins*. https://www.iec.ch/system/files/2024-04/iec_tec_cim_udt_en.pdf
- Julin, A., Virtanen, J.-P., Jaalama, K., & Airaksinen, E. (2020). *Emerging web and game engine tech for 3D cities. Considerations when choosing application development platforms*. GIM International. <https://www.gim-international.com/content/article/emerging-web-and-game-engine-tech-for-3d-cities>
- Koeva, M., Tripathy, A., & Afzalinezhad, A. (2024, december 18). The role of digital twins in mitigating urban heat islands. *GIM-international*. <https://www.gim-international.com/content/article/the-role-of-digital-twins-in-mitigating-urban-heat-islands>
- Kruse, E. N., De Neergaard, M., & Nielsen, T. T. (2025). 3D bymodeller og digitale tvillinger i kommunal planlægning. *Geoforum. 3D, AI og byudvikling, September 2025*(266). <https://media.licdn.com/dms/document/media/v2/D4D1FAQGEjpc4Z3OIJA/feedshare-document-pdf-analyzed/B4DZj1MUR9IEAY-/0/1756460317641?e=1757548800&v=beta&t=Gt9Fehjc6To-WpP1wRQpJBHrfExzct1hEEFo0DXC-zc>
- Logg, A., & Naserentin, V. (2022). *Modelling and simulating cities with digital twins*. GIM International. <https://www.gim-international.com/content/article/modelling-and-simulating-cities-with-digital-twins>
- Mankowski, R. (2020). *City-scale digital twins for flood resilience*. GIM International. <https://www.gim-international.com/content/article/city-scale-digital-twins-for-flood-resilience>
- O'Neill, S. (2025). *Dublin Fire Brigade Blazes a Trail for Digital Twins in Emergency Response*. <https://blog.bentley.com/insights/dublin-fire-brigade-blazes-a-trail-for-digital-twins-in-emergency-response/>
- Pantoja-Rosero, B. G., Achanta, R., Kozinski, M., Fua, P., Perez-Cruz, F., & Beyer, K. (2022). Generating LOD3 building models from structure-from-motion and semantic segmentation. *Automation in Construction*, 141, 104430. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2022.104430>

pwc. (2019). *Gevinstanalyse af en national 3D-model: "Danmark i 3D"*. SDFE.

<https://sdfi.dk/media/6607/sdfe-gevinstanalyse-danmark-i-3d.pdf>

Riberholt, O. M. (2005). 3D visualisering af trafik omkring ny letbane. *Trafikdage på Aalborg Universitet 2005*.

Trafikdage på Aalborg Universitet 2005, Aalborg.

<https://journals.aau.dk/index.php/td/article/view/5180/4549>

Vejle Kommune. (2018). *Fremtidens Vejle i 3D*. Vejle pressearkiv.

<https://vejle.presscloud.com/csp/vocast/message.csp?KEY=347128124847886>

Visual Arena. (u.å.-a). *AI-agenter ger liv åt digitala tvillingar*. Visual Arena.

<https://visualarena.lindholmen.se/projekt/ai-agenter-ger-liv-digitala-tvillingar>

Visual Arena. (u.å.-b). *CoExist 2*. Visual Arena. <https://visualarena.lindholmen.se/virtual-gothenburg-lab/vad-vill-du-testa/coexist-2>

Visual Arena. (u.å.-c). *Skyfall*. Visual Arena. <https://visualarena.lindholmen.se/virtual-gothenburg-lab/vad-vill-du-testa/skyfall>

Visual Arena. (2021). *Social hållbarhet i stadsutveckling*. Visual Arena.

<https://visualarena.lindholmen.se/virtual-gothenburg-lab/vad-vill-du-testa/social-hallbarhet-i-stadsutveckling>

Vitanova, L., Petrova-Antonova, D., & Shirinyan, E. (2025). Urban digital twin for assessing and understanding urban Heat Island impacts. *Urban Climate*, 62, 102530.

<https://doi.org/10.1016/j.uclim.2025.102530>

von der Maase, T. (2009). *3D-bymodeller— Anvendelsesmuligheder og produktionsmetoder*. KEA.

http://www.vondermaase.dk/thomas2/projektering/3D-bymodeller_final.pdf

Aarhus Kommune. (2025). *Se byudviklingen fra en anden vinkel: Nye kvarterer og byggeprojekter skyder op i 3D-model af Aarhus*. Aarhus Kommune. https://aarhus.dk/nyt/teknik-og-miljoe/2025/februar-2025/se-byudviklingen-fra-en-anden-vinkel-nye-kvarterer-og-byggeprojekter-skyder-op-i-3d-model-af-aarhus?utm%5C_source=vores-egaa.dk%5C&utm%5C_medium=article