

4. Semesterprojekt

CityCrawl

Bilagsrapport

Projektgruppe 1

Efterår 2021



Deltagere		
Studienummer	Navn	Studieretning
201705103	Andreas Stavning Erslev	Softwareteknologi
201807859	Asger Busk Breinholm	Softwareteknologi
201911338	Christina Boll Pedersen	Softwareteknologi
201904202	Johanne Berg	Softwareteknologi
201910327	Maagisha Mahenthirarajan	Softwareteknologi

Vejleder	
Poul Ejnar Rovsing	per@ece.au.dk

Indholdsfortegnelse

1	Problemformulering	4
2	Kravspecifikation	5
2.1	Formelle krav	5
2.2	Systemspecifikation	5
2.3	User Stories	7
2.3.1	User Stories for brugeren	7
2.3.2	User Stories for virksomheder	7
2.4	MoSCoW for User Stories	8
2.5	Ikke-funktionelle krav	9
2.6	MoSCoW for de ikke-funktionelle krav	9
3	Teknologianalyse	10
3.1	Valg af platform	10
3.1.1	WPF Windows App	10
3.1.2	Web-applikation	10
3.2	Valg af kodesprog	10
3.2.1	C#	10
3.2.2	XAML	10
3.2.3	HTML	10
3.2.4	CSS	11
3.2.5	ASP.NET Core (MVC)	11
3.2.6	Relationel database	11
3.2.7	Entity Framework Core	11
4	Systemarkitektur	12
4.1	C4-model af CityCrawl	12
4.2	4+1 view model for CityCrawl	16
4.2.1	User Story View	16
4.2.2	Logical View	23
4.2.3	Deployment View	24
5	CC-App	26
5.1	Design af CC-App	26
5.2	Implementering af CC-App	30
5.3	Test af CC-App	32
5.3.1	Unit test af CC-App	32
5.3.2	Systemtest af CC-App	34
5.4	CCHttpClient	35
6	Web-API	36
6.1	Implementering af Web-API	36
6.2	Test af Web-API	36
7	CC-Web	38
7.1	Design af CC-Web	38
7.2	Test af CC-Web	42
8	CC-Database	44
8.1	Design af CC-Database	44
8.2	Implementering af CC-Database	45
8.3	Test af CC-Database	46
9	Accepttest	48
9.1	Accepttest for CC-App	48

9.2	Accepttest for CC-Web	49
9.3	Konklusion for accepttest	49
10	Referencer	50

Forkortelse	Definition
CC	CityCrawl systemet, som består af CC-App, CC-Web og CC-Database.
Platform	Fælles betegnelse for hele CityCrawl, som består af CC-App, CC-Web og CC-Database.
CC-App	Delsystem af CityCrawl som giver brugeren adgang til at tilmelde pubcrawls, som er baseret på WPF.
CCHttpClient	Klasse i CC-App som anvender HttpClient metoden og REST i form af GET og POST, til at kommunikere med Web-API kontrollen som ligger i CC-Web. Dette skal gøre at data fra CC-App kan sendes og læses fra CC-Database.
Web-API	API controller i CC-Web, som anvender REST til at oprette kommunikation mellem CC-App og CC-Database, via CC-Web.
CC-Web	Delsystem af CityCrawl som giver virksomheden adgang til at tilbyde pubcrawls, som er baseret på ASP.NET Core.
CC-Database	Delsystem af CityCrawl som giver brugeren og virksomheden adgang til at skrive og læse data fra databasen i CityCrawl, som er en relationel database baseret på Entity Framework Core.

Tabel 1: Definitionslisten er en oversigt over de forkortelser som anvendes i bilagsrapporten.

1 Problemformulering

I dette afsnit vil der beskrives, hvilket problem der gør at CityCrawl projektet er relevant. CityCrawl er blevet udarbejdet til at være en social platform, hvor der dannes relationer, både ved kendte og nye mennesker. Det sociale har altid været relevant for mennesker, men i denne Coronatid har det været ekstra vigtigt. Men forhåbentlig vil Corona ikke forblive et handicap for verden, og ikke mindst Danmark. Derfor har der ikke været fuldt fokus på Corona situationen, men nærmere på hvilke elementer der i normale situationer er påkrævet.

CityCrawl giver mulighed for private og offentlige begivenheder, som gør det muligt for nytilkommere til en given by, at skabe kendskab til både byen og indbyggerne. Da mange unge mennesker rundt i Danmark flytter til nye byer for at studere, kan det være svært at falde til. Byen er ny, måske stor og uoverskuelig, og relationer er en mangelvare. Ved opstart på universitetet, forsøges der at skabe et sammenhold mellem de studerende. Dog er perioden for opstart ikke uendelig lang, og der kan forekomme mange situationer, hvor ikke alle falder på plads i en gruppe. CityCrawl øger muligheden for at løbende skabe nye bekendtskaber. Alt dette fungerer også i andre situationer, såsom tilflyttere fra andre lande, som måske ikke taler dansk.

Som beskrevet er der også private muligheder, fx ved fødselsdage, eller blot efter en god uge i skolen, kan det være rart at feste og fejre det i byen. Da disse situationer ofte er tiltænkt at være tilknyttet en gruppe af venner og bekendte, skal muligheden for at holde det privat være tilgængelig. Hvis der da mødes nye venskaber løbende, kan gruppen selv skabe en mere åben pubcrawl. Dog vil selve fordelene ved den givne pubcrawl kun være mulig for dem, der har bestilt. Der er altså ikke en udvidelsesfunktion for CityCrawl.

En bytur defineres forskelligt fra person til person og gruppe til gruppe. Nogle gange skal en pubcrawl være starten på aftenen, andre gange er det fokus for turen. Derfor oprettes der forskellige pakker, som giver muligheden for at forme, hvordan byturen skal udfolde sig.

En pubcrawl kræver, at der er steder at besøge. Det vil sige, at der skal være mulighed for at have nogle virksomheder, som brugerne af CityCrawl kan besøge i løbet af deres pubcrawl. Disse virksomheder skal tilbyde og sikre, at der er plads til brugerne af CityCrawl. Yderligere vil virksomhederne uddele drinks, shots, øl eller hvad fantasien kan opfinde. Virksomheden får mulighed for at sælge alkohol og vise sig frem. Det vil altså sige, at der er mulighed for direkte salg, men også reklame. CityCrawl kan også sørge for, at virksomhederne er sikre på en vis mængde af gæster i løbet af en aften.

Det er gratis for både virksomheder og brugere at oprette sig. Dog koster det penge at bestille en pubcrawl, hvor prisen er bestemt ud fra, hvilken pakke der bliver bestilt af brugeren. For at øge tilgængeligheden for forskellige størrelser af pubcrawls, vil der også være forskel på, hvilken gruppestørrelse der er understøttet. Dette betyder, at visse virksomheder kun er tilgængelige ved en given mængde af besøgende.

For at teste virkningen af de forskellige brugergrænseflader og for at skabe den bedste oplevelse for brugere og virksomheder, er der blevet oprettet to grænseflader. Da det har været muligt at lave flere brugergrænseflader, er der blevet overvejet, hvilken som passer bedst. Derved har der været et ønske om at teste begge dele. Yderligere er det blevet vurderet, at den måde bruger og virksomhed interagerer med CityCrawl er forskellig. Derfor er der blevet oprettet en WPF-applikation, kaldet CC-App og en web-applikation, kaldet CC-Web. CC-App giver mulighed for, at brugere kan oprette sig samt tilknytte sig en given pubcrawl-pakke. CC-Web giver mulighed for, at en virksomhed kan oprette sig samt se deres profil, hvor der er oplysninger om virksomheden, og hvilke pubcrawl der er tilknyttet virksomheden.

2 Kravspecifikation

I dette afsnit forekommer kravspecifikationen for CityCrawl i form af de opstillede krav fra universitetet, en systemspecifikation, User Stories og en MoSCoW analyse for både funktionelle og ikke funktionelle krav.

2.1 Formelle krav

I dette afsnit vil der blive beskrevet, hvilke krav, der er blevet stillet af universitet samt hvordan CityCrawl opfylder disse krav.

De stillede krav, som universitetet har givet for 4. semesterprojektet er:

- Projektet skal inddrage faglige aspekter fra samtlige fag på 4. semester SW. Dette skal dokumenteres i projektrapporten og bør inddrages af de studerende til eksamen.
- Projektet skal have et passende omfang, så alle i projektgruppen kan arbejde med projektet.
- Projektet skal være en karakter der tillader, at læringsmål i faget opfyldes.
- Der skal afleveres et projektforslag med en problembeskrivelse og projektbeskrivelse

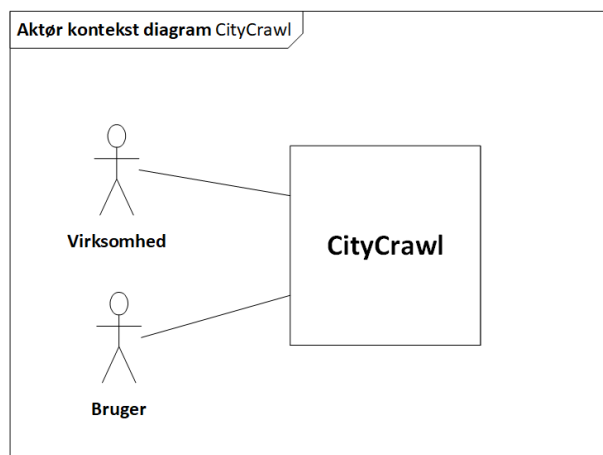
Tabel 2 viser hvilket fag fra semesteret og hvor viden fra disse fag er blevet anvendt i projektet.

Anvendte fag i semesterprojektet	
Fag	Anvendelse i projektet
GUI-programmering	Til udarbejdelsen af CC-App og CC-Web
Netværksprogrammering og grundlæggende kommunikationsnetværk	Til udarbejdelsen og test af Web-API
Databaser	Til udarbejdelsen af CC-database
Software Design	Til design og arkitektur for CityCrawl
Software Test	Til test af CityCrawls funktionalitet, i form af unit test og systemtest

Tabel 2: Tabellen viser hvor den tillærte viden fra semesterets forskellige fag er blevet anvendt til udviklingen af CityCrawl.

2.2 Systemspecifikation

CityCrawl er en platform hvorpå virksomheder kan tilbyde at faciliterer pubcrawl-events og brugere kan tilmelde sig pubcrawls. Aktør kontekst diagrammet i figur 1 viser de aktører som interagerer med CityCrawl. Systemet har to primære aktører som er virksomhed og bruger. Virksomhed repræsenterer de barer som ønsker at være tilgængelig på CityCrawl og dermed kunne tilbyde at facilitere pubcrawls. Bruger repræsenterer de privatpersoner som ønsker at tilmelde sig en pubcrawl.



Figur 1: Aktør kontekst diagram

2.3 User Stories

I dette afsnit vil User Stories for de to primære aktører, bruger og virksomhed, blive beskrevet. User Stories er en metode som anvendes til at beskrive platformen CityCrawl's software specifikationer og de funktionelle krav.

2.3.1 User Stories for brugeren

1. Som bruger kan jeg tilgå CityCrawl via en Windows applikation.
2. Som bruger kan jeg tilgå CityCrawl via en smartphone applikation.
3. Som bruger kan jeg oprette en profil, således CityCrawl kan kende mine personoplysninger.
4. Som bruger kan jeg logge ind på CityCrawl.
5. Som bruger kan jeg trykke mig ind på forskellige vinduer der for eksempel viser min profil og booking af pubcrawl-events.
6. Som bruger kan jeg verificere min alder i min brugerprofil, således at CityCrawl overholder myndighedernes aldersgrænse for servering af alkohol.
7. Som bruger kan jeg booke et pubcrawl-event til en bestemt dato.
8. Som bruger kan jeg se på et digitalt kortsystem, hvor de tilmeldte barer er beliggende.
9. Som bruger kan jeg oprette et privat pubcrawl-event.
10. Som bruger kan jeg slette et privat pubcrawl-event.
11. Som bruger kan jeg vælge pubcrawl-pakker med prædefinerede virksomheder.
12. Som bruger kan jeg se den korteste rute til et bestemt pubcrawl-event.
13. Som bruger kan jeg foretage en betaling af min pubcrawl-event via CityCrawl applikationen.

2.3.2 User Stories for virksomheder

1. Som virksomhed kan jeg tilgå CityCrawl via en Web baseret applikation.
2. Som virksomhed kan jeg oprette en profil, således CityCrawl kan kende min virksomheds oplysninger.
3. Som virksomhed kan jeg logge ind på CityCrawl.
4. Som virksomhed kan min lokation blive vist via et digitalt kortsystem.
5. Som virksomhed kan jeg tilbyde mine ydelser til et privat pubcrawl-event.
6. Som virksomhed kan jeg slette et pubcrawl-event.

2.4 MoSCoW for User Stories

Analysemodellen MoSCoW anvendes i det nedestående for at konkretisere systemets User Stories. Heraf er analysen af de funktionelle krav fra systemets User Stories inddelt i fire kategorier: Must have, Should have, Could have og won't have.

Must have:

- *M1*: Der skal være en Windows applikation (CC-App), i .NET Core.
- *M2*: Der skal være en web baseret applikation (CC-Web), i ASP.NET.
- *M3*: Der skal være en database (CC-Database) der skal kunne lagre systemets data.

Should have:

- *S1*: Der burde være en mulighed for at booke pubcrawl-event ud fra dato.
- *S2*: Der burde være en mulighed for at se hvor virksomhederne er beliggende på et kortsystem.
- *S3*: Der burde være mulighed for at tilgå flere underliggende GUI vinduer i begge applikationer.
- *S4*: Der burde være en aldersbegrænsning på minimum 18 år for at bruge CityCrawl platformen.

Could have:

- *C1*: Der kunne være mulighed for at slette et pubcrawl-event.
- *C2*: Der kunne være mulighed for at vælge pakker med prædefineret virksomheder.
- *C3*: Der kunne være mulighed for at CityCrawl udregner den korteste rute for given pubcrawl.
- *C4*: Der kunne være mulighed for at lave et privat pubcrawl-event.
- *C5*: Der kunne være mulighed for en smartphone applikation.

Won't have:

- *W1*: Der vil ikke kunne foretages betaling på CityCrawl platformen
- *W2*: Der vil ikke registreres faktiske virksomheder

2.5 Ikke-funktionelle krav

I dette afsnit vil de ikke-funktionelle krav for CityCrawl blive beskrevet. Ud fra denne beskrivelse vil der blive udarbejdet en MoSCoW-analyse.

- Det skal være muligt, at En bruger og virksomhed kan tilgå CityCrawl platformen samtidigt.
- Det skal være muligt, at en bruger kan booke flere pubcrawls ad gangen.
- Der skal være minimum 2 fiktive virksomheder tilknyttet en pubcrawl
- Det skal være muligt, at CC-App er operationel i 99,99% af tiden
- Det skal være muligt, at CC-Web er operationel i 99,99% af tiden
- Databasen skal kunne indeholde op til 100 virksomheder Databasen skal kunne indeholde op til 100 brugere
- Det vil ikke være muligt at kunne foretage betaling via platformen.
- Der skal være minimum en unit test per signifikante funktionalitetsområde.
- Man skal ikke kunne tilknytte sig flere pubcrawls

Disse krav er stillet på baggrund af, at konceptet for CityCrawl består i, at deltagerne skal rundt og besøge forskellige barer. Derudover vil det netop vil forringe brugeroplevelsen, hvis der på platformen ofte opstår fejl. Hvis systemet ofte er utilgængeligt vil brugerne og virksomhederne bliver trætte af at bruge CityCrawl. Derudover er tallet for databasen et estimeret tal for at sikre, at der er plads nok på den anvendte database, og at det er en rimelig mængde data for en første iteration af CityCrawl.

2.6 MoSCoW for de ikke-funktionelle krav

Analysemodellen MoSCoW anvendes i det nedestående for at konkretisere systemets ikke-funktionelle krav. De ikke-funktionelle krav inddeles i fire kategorier: *Must have*, *Should have*, *Could have* og *won't have*.

Must have:

- $M1_I$: En bruger og virksomhed skal kunne tilgå CityCrawl samtidig.
- $M2_I$: Der skal være et minimum af to fiktive virksomheder tilknyttet et pubcrawl-event.
- $M3_I$: Der skal være minimum en unit test pr. signifikante funktionalitetsområde.

Should have:

- $S1_I$: CC-App burde være operationel i 99,99% af tiden.
- $S2_I$: CC-Web burde være operationel i 99,99% af tiden

Could have:

- $C1_I$: Der kunne være mulighed for at databasen kan indeholde op til 100 brugere.
- $C2_I$: Der kunne være mulighed for at databasen kan indeholde op til 100 virksomheder.

Won't have:

- $W1_I$: Der vil ikke være en mulighed for at have flere måder at tilgå betaling (MobilePay, betalingskort).
- $W2_I$: Der vil ikke være en mulighed for at tilknytte sig flere pubcrawls.

3 Teknologianalyse

I dette afsnit vil der være fokus på de teknologier der er brugt, samt overvejelserne der er blevet gjort om hvorfor denne teknologi er valgt.

3.1 Valg af platform

For at en aktuel bruger eller virksomhed, skal kunne gøre brug af CityCrawl, skal der være en form for brugergrænseflade. For at gøre platformen mest muligt tilgængeligt, er der valgt at ligge forkus på at have to forskellige brugergrænseflader. CityCrawl's brugergrænseflade består da af to dele, hvilket er en WPF Windows applikation (CC-App), der skal kunne tilgås via en bruger og en web-applikation (CC-Web), som skal kunne tilgås af en virksomhed.

3.1.1 WPF Windows App

I forbindelse med 4. semester, er der i faget GUI-programmering blevet brugt WPF. Dette har givet en del inspiration, i forbindelse med oprettelse af brugergrænsefladen. WPF giver mulighed for at skabe et let og overskueligt interface, som guider brugeren i forbindelse med mulighederne i appen. Via WPF er der mulighed for at lave flere vinduer, som skaber en god dynamik og nem tilgang til appen. Yderligere kan WPF styres af code behind, som kodes i C#, som gør det nemt at forme platformens funktionalitet.

3.1.2 Web-applikation

Faget GUI-programmering har også givet mulighed for at bruge HTML, CSS og ASP.NET Core. Dette giver muligheder for at opsætte en hjemmeside. HTML og CSS gør det muligt at forme hjemmesiden, ved blot at beskrive indholdet i HTML og designet i CSS. På den måde er der en let tilgængelighed til at forme brugergrænsefladen. Hjemmesidens funktionalitet, ligesom med WPF, styres ved brug af C# via ASP.NET Core.

3.2 Valg af kodesprog

3.2.1 C#

Ved 4. semester på Softwareteknologi-linjen, på Aarhus Universitet, bliver der aktivt brugt C# som hovedsprog. C# har mange fordele, da det er bygget til mange forskellige Frameworks, som gør det nemmere at bruge som programmør. C# bliver yderligere brugt i forbindelse med XAML og ASP.NET Core, som i denne sammenhæng er der, hvor der hovedsageligt bruges C#, i form af Code Behind GUI repræsentationen. Størstedelen af funktionaliteten af XAML og HTML vinduer, er bygget på den code behind basis. Dette opnås foreksempel via events, der ved trigger gennem XAML eller HTML, udfører funktionelliteter der er bestemt og skrevet i C#. Derfor har projektgruppen valgt at anvende C# til at udarbejde CityCrawls code behind filer.

3.2.2 XAML

XAML bliver brugt i forbindelse med CC-App, for at lave en Windows applikation. Denne app skal bruges til at lave GUI til brug af brugeren. XAML har diverse kommandoer og tags, samt har mulighed for at kunne snakke sammen med C# kode, (som der kaldes Code Behind i denne sammenhæng) der gør det muligt at få det visuelle, til at agere på forskellige måder. XAML giver altså en visuel GUI, som er i stand til dynamisk, at ændre udsende løbende.

3.2.3 HTML

Der er blevet brugt HTML som sprog, da dette er en nem og standart måde at oprette indhold på en hjemmeside, som netop skal bruges til CC-Web. HTML som kodesprog er simpelt og enkelt, hvor forskellige tags bruges til at bestemme indholdet på siden. Sproget i sig selv er forholdsvis simpelt, hvilket også er en fordel ved at vælge det.

3.2.4 CSS

CSS (Cascading Style Sheets) bruges som styling sprog, der kan lave design i forbindelse med HTML og WPF. Sproget i sig selv kan ikke stå alene, da det kræves at der skal være elementer der kan styles. Ligesom HTML kan CSS godt eksistere, eller have elementer, som ikke findes i HTML dokumentet det er tilknyttet. Heraf kan et CSS dokument tilknyttes flere HTML dokumenter, hvor forskellige og generelle styles bruges.

3.2.5 ASP.NET Core (MVC)

Der gøres brug af ASP.NET Core Framework, på MVC form. Med dette Framework kan der sammensættes, blandt andet, HTML, CSS, C og EF core, som der ønskes at gøre brug af. Ved brug af MVC, gøres det muligt at lave Models, Views og Controllers, og dette skaber et nemt og overskueligt overblik. MVC giver også muligheden for at lave funktionaliteter på hjemmesiden, samt at skabe forbindelser mellem hjemmeside og database. Yderligere kan der gøres brug af Identity, som via cookies kan oprette en bruger, og ved login gøre brug af denne bruger og dens informationer. Yderligere kan der bruges Web-API, som gør at WPF applikationen kan snakke sammen med databasen.

3.2.6 Relationel database

Det er blevet besluttet at udarbejde CC-database som en relationel database. Det er blevet besluttet både fordi en relationel database er den simpleste database model, blandt andet fordi det er nemt at tilgå data. Det er også nemt at påsætte sikkerhed på en relationel database fordi den er opbygget som tabeller og på den måde kan man kræve sikkerhed på udvalgte tabeller.

3.2.7 Entity Framework Core

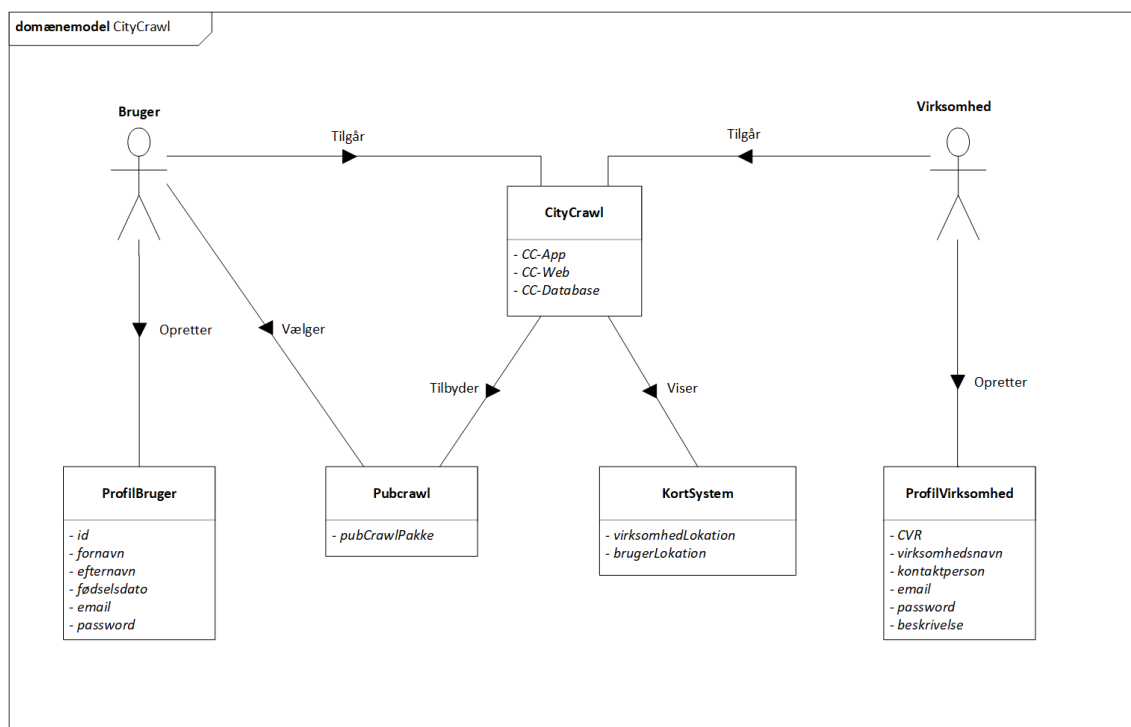
For at implementere designet af CC-database er det blevet valgt at anvende Entity Framework Core, også kendt som EF Core. Valget skyldes at EF Core er et fleksibelt data access tool som bruge til at tilgå data i en database. Dette giver mulighed for at bruge en .Net struktur, frem for en SQL struktur.

EF Core gør det altså nemt at tilpasse, udvide og tilrette hvilken data som databasen skal indeholde fremfor blot at importere et SQL script direkte i en database. Grundet .Net frameworket, kan der nemt opstilles forbindelser til databasen, ved at bruge DbContext.

4 Systemarkitektur

I dette afsnit vil systemarkitekturen for CityCrawl beskrives i form af en domænemodel, en C4-model der beskriver de relevante indgangsvinkler til CityCrawl og afslutningsvis en 4+1 ViewModel.

Figur 2 viser domænemodellen for CityCrawl, som er lavet ud fra en system domæneanalyse, hvor de vigtigste begreber og relationer for CityCrawl er blevet beskrevet. Denne model bruges til at få dannet en bro mellem det opsatte krav, omverden og implementation.

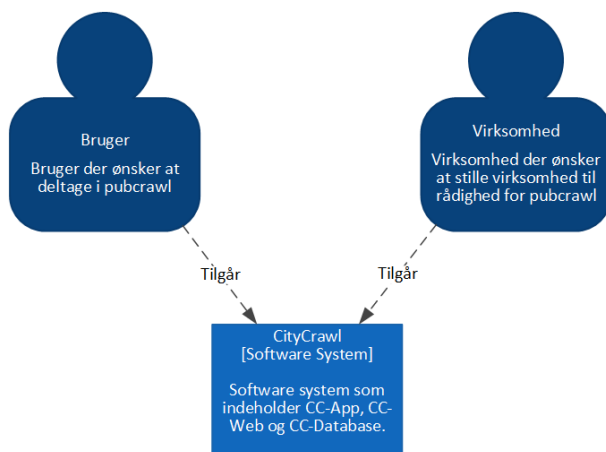


Figur 2: Domænemodel for CityCrawl

4.1 C4-model af CityCrawl

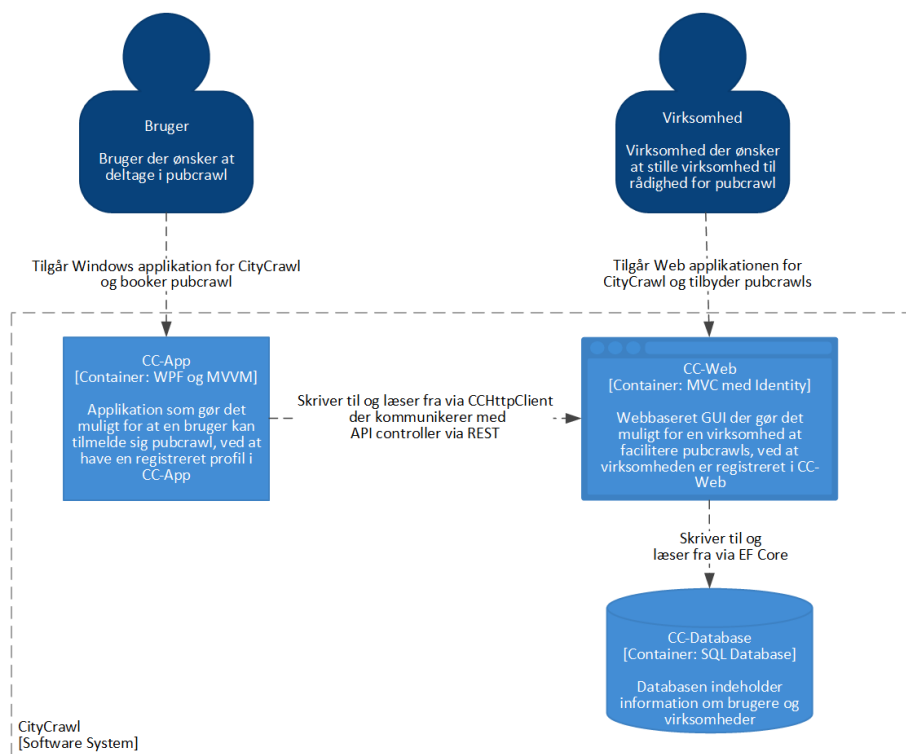
C4-modellen anvendes for at give et visuelt overblik over softwarearkitekturen af CityCrawl. Projektgruppen har valgt at illustrere tre ud af de fire niveauer af C4-modellen, idet der ikke kigges på det sidste lag, som omhandler kode. Heraf vil der først kigges på Context som er det yderste niveau af C4 modellen som skal vise hvilke aktører og eventuelle eksterne systemer, der tilgår CityCrawl. Dernæst kigges der ind i CityCrawl systemet, hvor der kigges på de Containers som indgår i CityCrawl. Dette niveau viser den interne kommunikation mellem de forskellige containere i CityCrawl. Derefter vil der kigges på relevante komponenter og deres interne interaktioner. Heraf kigges der på CC-App komponentet og CC-Web komponentet, som skal give et indblik i, hvordan de forskellige komponenter og aktører interagerer med hinanden.

Figur 3 viser Context niveauet for CityCrawl systemet via C4-modellen, som illustrerer hvordan aktørerne interagerer med CityCrawl.



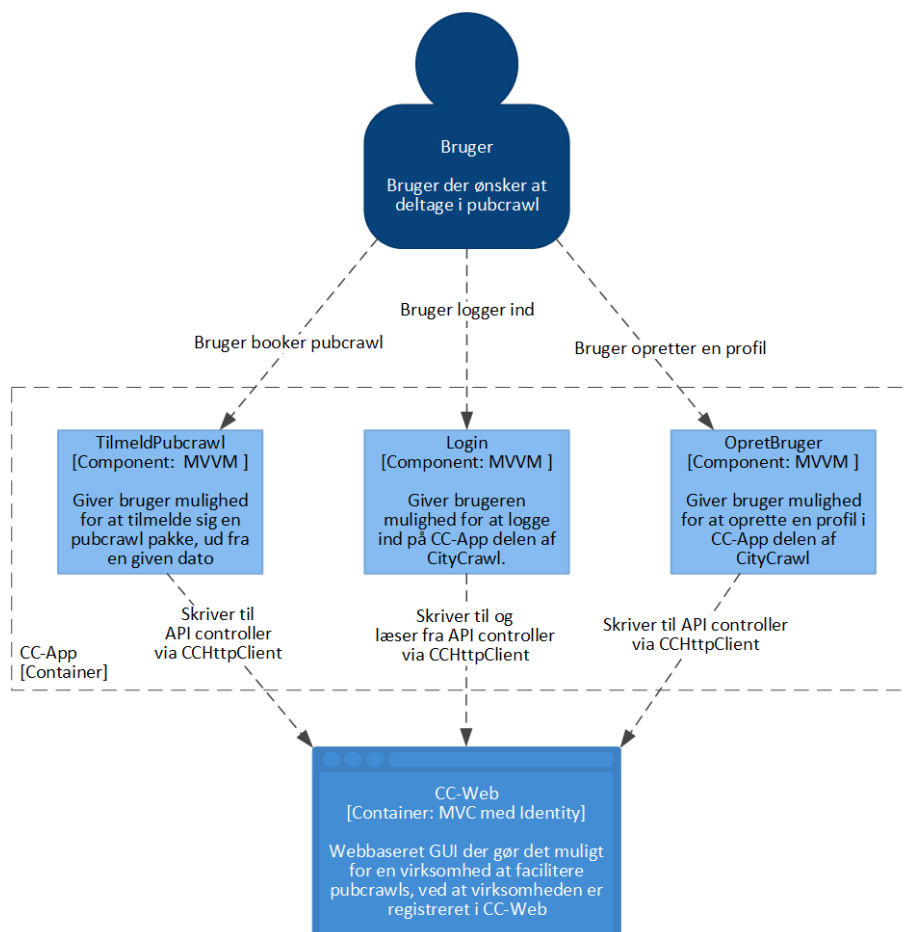
Figur 3: Niveau 1: System Context diagram for CityCrawl viser, at en bruger og en virksomhed skal kunne interagere med CityCrawl, samt at CityCrawl er et software system, som indeholder en WPF applikation, en Web applikation, og en Database

Figur 4 viser Container niveauet for CityCrawl systemet i C4-modellen, her tydeliggøres det hvilke del-systemer CityCrawl består af.



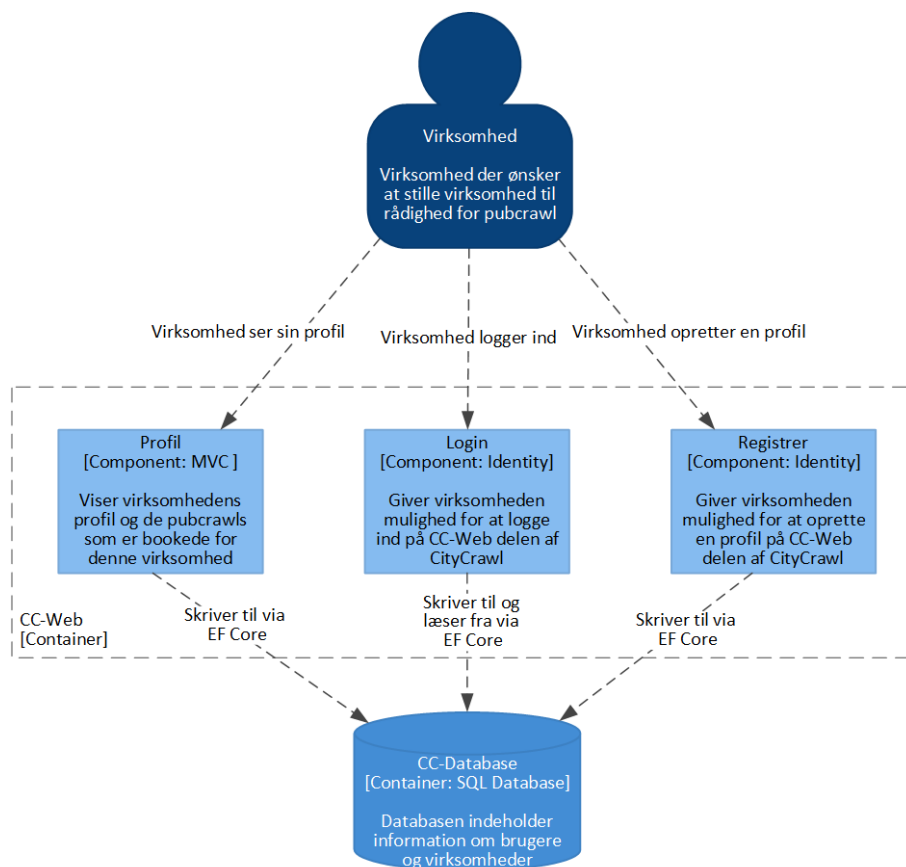
Figur 4: Niveau 2 af C4-modellen: Container diagram for CityCrawl viser, at brugeren tilgår CC-App, og virksomheden tilgår CC-Web, samt der vises, hvordan der oprettes de respektive forbindelser til CC-Database fra både CC-App og CC-Web.

Figur 5 viser Component niveauet for CC-App containeren i C4-modellen for CityCrawl systemet. Dette niveau giver et visuelt indblik i hvordan brugeren kan til gå CC-App.



Figur 5: Niveau 3 for CC-App af C4-modellen: Component diagram for CC-App viser, hvordan de forskellige MVVM komponenter i CC-App interagerer med CC-Database, hvilken er en separat container i CityCrawl. Denne kommunikation til CC-Database containeren gør det muligt, at brugeren kan oprette en profil, logge ind og tilmelde en pubcrawl pakke ud fra en bestemt dato.

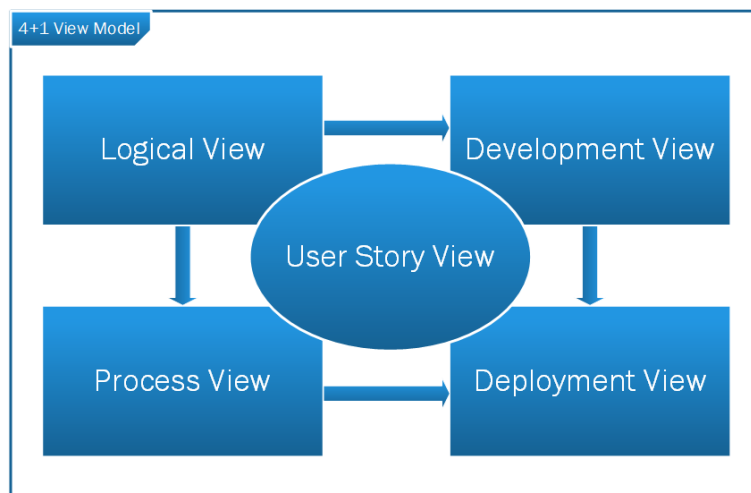
Figur 6 viser Component niveauet for CC-Web containeren i C4-modellen for CityCrawl systemet. Dette niveau giver et visuelt indblik i hvordan brugeren kan til gå CC-Web.



Figur 6: Niveau 3 for CC-Web af c4-modellen: Component diagram for CC-Web viser, hvordan MVC komponentet og hvordan de to Identity komponenter i CC-Web containeren kommunikerer med CC-Database containeren. Heraf illustrerer denne kommunikation, hvordan virksomheden har mulighed for at oprette en profil, logge ind og se sin profil. Under virksomhedens profil vil virksomheden kunne se, hvilke pubcrawls der er bookede.

4.2 4+1 view model for CityCrawl

I det følgende vil 4+1 view modellen for CityCrawl systemet beskrives, hvoraf der kigges på forskellige indgangsvinkler til systemet. Først vil User Story Viewet beskrives, som giver indblik i både brugerens og virksomhedens tilgang, bestemt ud fra de fastlagte User Stories under kravspecifikationen. Efterfølgende vil det logiske View af CityCrawl beskrives, som skal danne et indgangsblik i selve funktionaliteten af både CC-App og CC-Web, med fokus på MVVM og MVC metoderne. Heraf vil der også være en beskrivelse af et Deployment View, som skal beskrive, hvordan projektgruppen har planlagt at udvikle samarbejdet mellem delsystemerne i CityCrawl. Projektgruppen har valgt ikke at beskrive CityCrawls Process View og Development View, idet der ikke udarbejdes et flertrådet system.

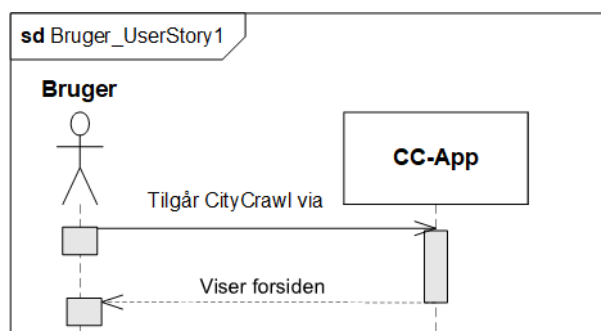


Figur 7: 4+1 ViewModel (fra 4+1view-architecture.UML2.pdf fra lektion 5 i Software Design faget)

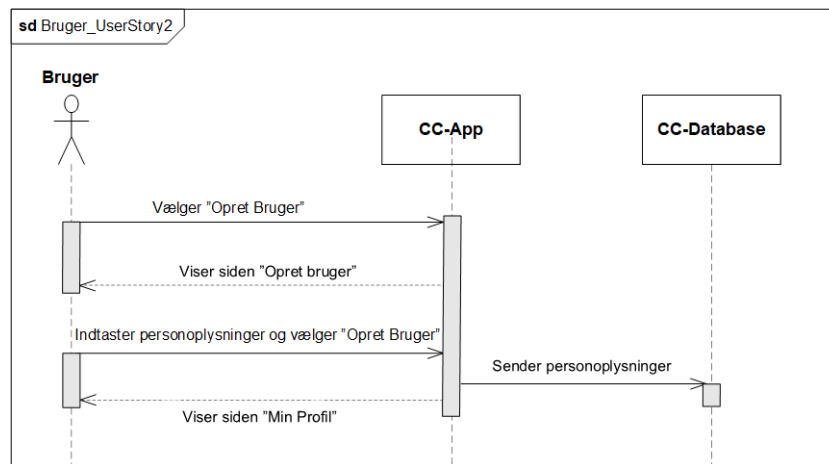
4.2.1 User Story View

I dette afsnit vil der være en beskrivelse af User Story Viewet for systemarkitekturen, i form af sekvensdiagrammer for de forskellige user stories for både brugeren og virksomheden. Disse beskriver interaktionen mellem objekterne og processerne, som er med til at identificere de arkitektoniske elementer og illustrerer handlingsforløbet for designet.

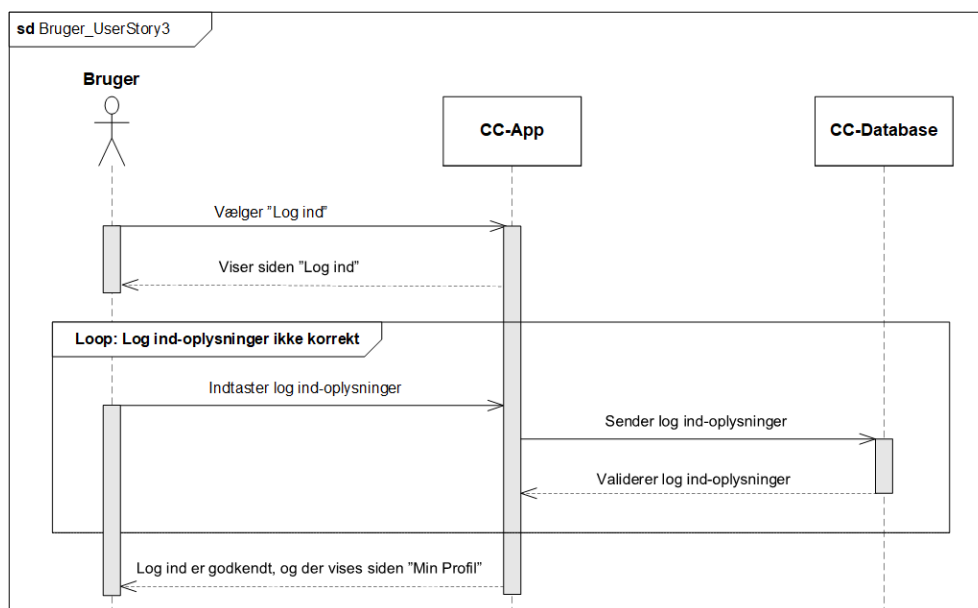
User stories for bruger



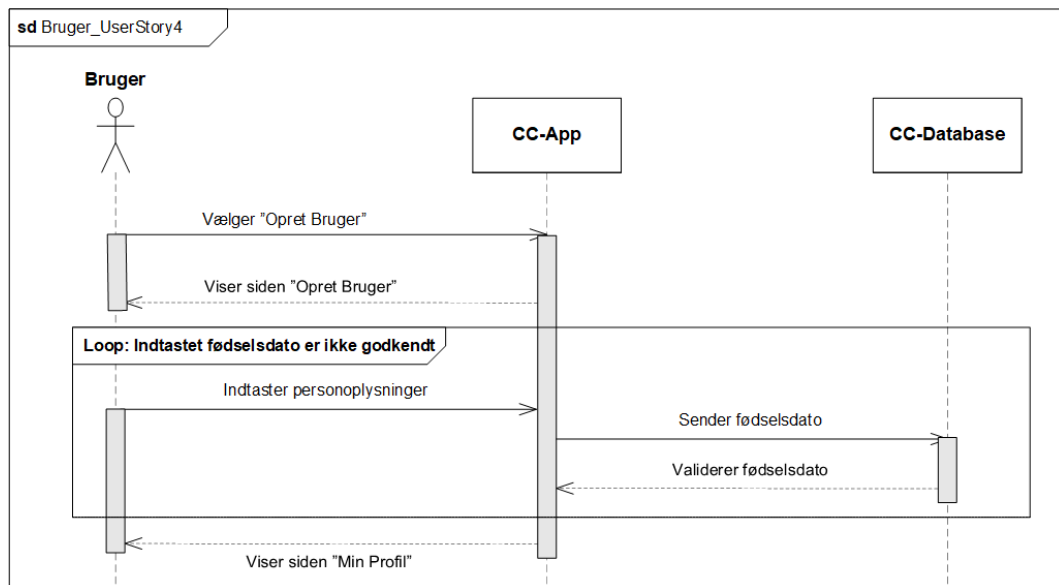
Figur 8: Sekvensdiagram for User Story: "Tilgå CC-app". Brugeren åbner CC-App og får returneret forsiden.



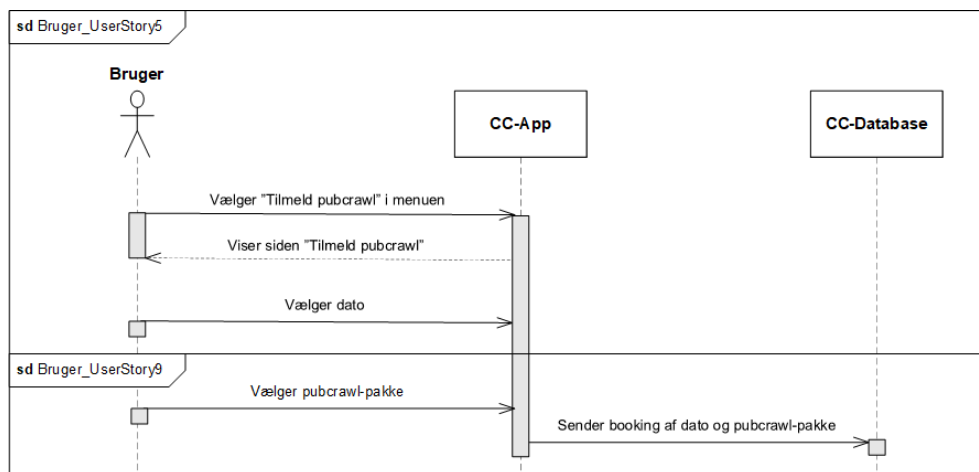
Figur 9: Sekvensdiagram for User Story: "Opret bruger på CC-App". Brugeren trykker på *Opret bruger* knappen, og får vist modalvinduet for *Opret bruger*. Brugeren indtaster dernæst sine bruger-oplysninger og afslutter ved at trykke på *Opret bruger* knappen. Bruger-oplysninger sendes til database. Brugeren får vist modalvinduet for *Min profil*.



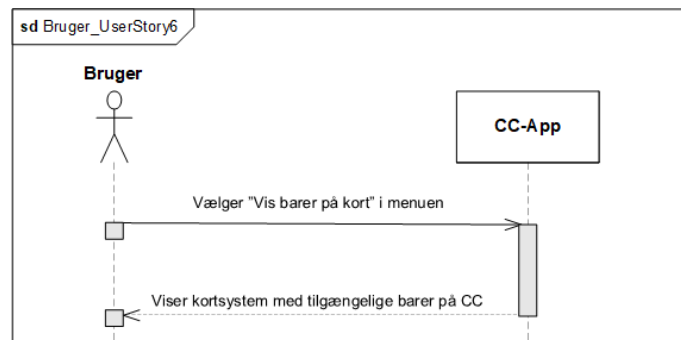
Figur 10: Sekvensdiagram for User Story: "Log ind på CC-App". Brugeren trykker på *Log ind* knappen, og får vist modalvinduet for *Log ind*. Brugeren indtaster dernæst sine log ind-oplysninger og afslutter ved at trykke på *Log ind* knappen. Log ind oplysninger sendes til database og valideres. Hvis log ind-oplysningerne ikke er korrekt, bedes brugeren om at indtaste log ind-oplysninger igen. Er log ind-oplysninger korrekte, så får brugeren vist modalvinduet for *Min profil*.



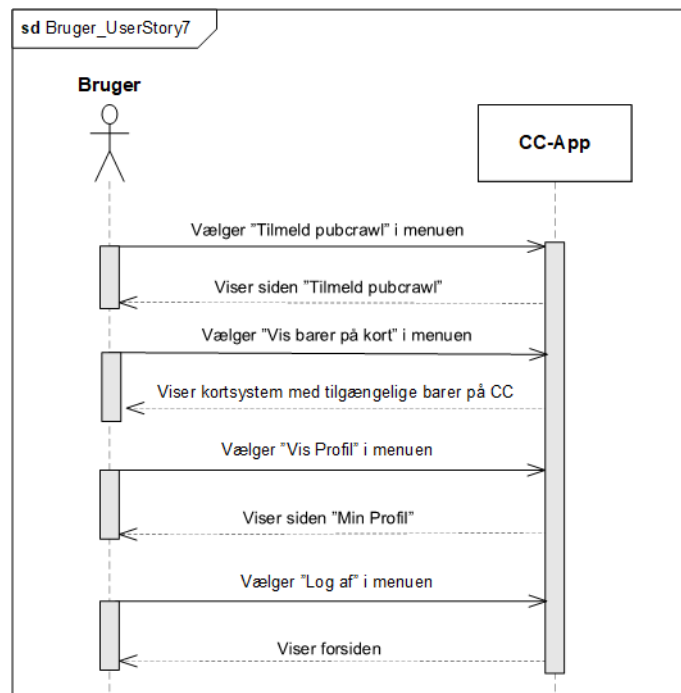
Figur 11: Sekvensdiagram for User Story: "Verificere alder". Brugeren trykker på *Opret bruger* knappen, og får vist modalvinduet for *Opret bruger*. Brugeren indtaster dernæst sine bruger-oplysninger og afslutter ved at trykke på *Opret bruger* knappen. Bruger-oplysninger sendes til database og valideres for alder over 18 år. Brugeren får vist modalvinduet for *Min profil*.



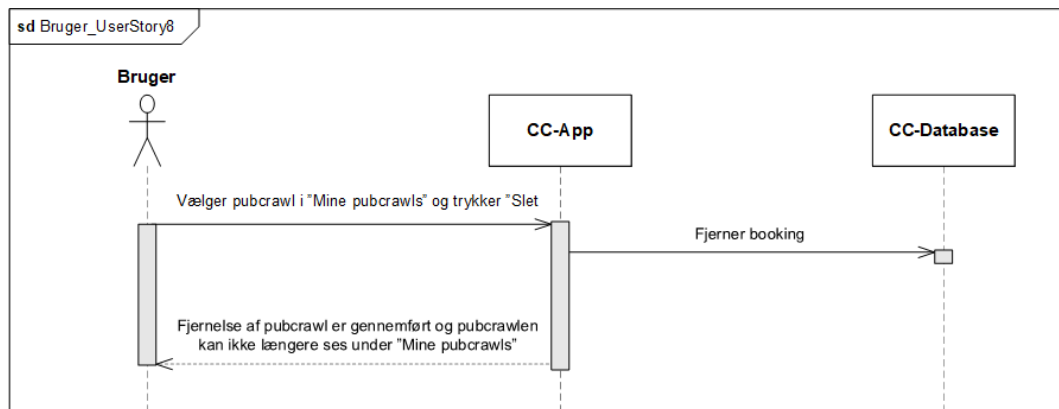
Figur 12: Sekvensdiagram for User Story: "Book pubcrawl til bestemt dato" og "vælge pubcrawlpakke med prædefinerede virksomheder". Brugeren vælger *Tilmeld pubcrawl* fra menuen. Brugeren får vist modalvinduet *Tilmeld pubcrawl*. Brugeren vælger en dato for pubcrawl. Brugeren vælger en pubcrawl pakke, hvor valgte dato og pakke sendes til databasen.



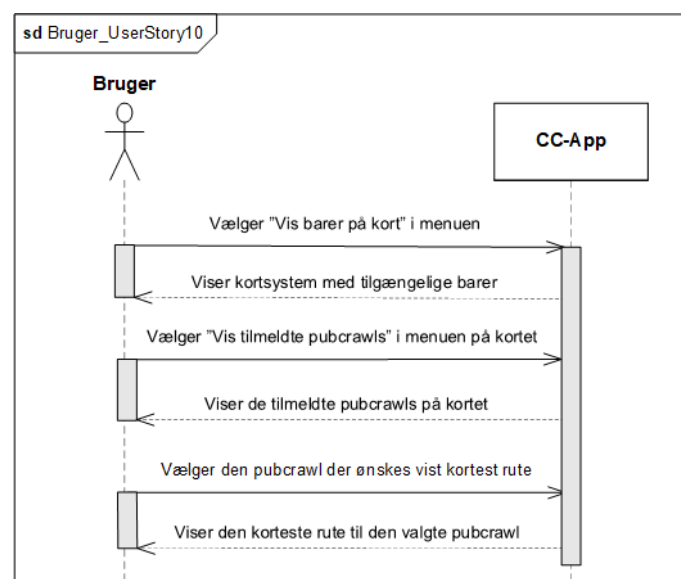
Figur 13: Sekvensdiagram for User Story: "Tilmeldte barer på digitalt kortssystem". Brugeren vælger *Vis barer på kort* fra menuen. Brugeren får vist modalvinduet *Bar kort*.



Figur 14: Sekvensdiagram for User Story: "Klikke ind på forskellige tabs". Brugeren vælger *Tilmeld pubcrawl* fra menuen. Brugeren får vist modalvinduet *Tilmeld pubcrawl*. Brugeren vælger *Vis barer på kort* fra menuen. Brugeren får vist modalvinduet *Bar kort*. Brugeren vælger *Vis profil* fra menuen. Brugeren får vist modalvinduet *Min profil*. Brugeren vælger *Log af* fra menuen. Brugeren får vist modalvinduet for forsiden *Main window*.

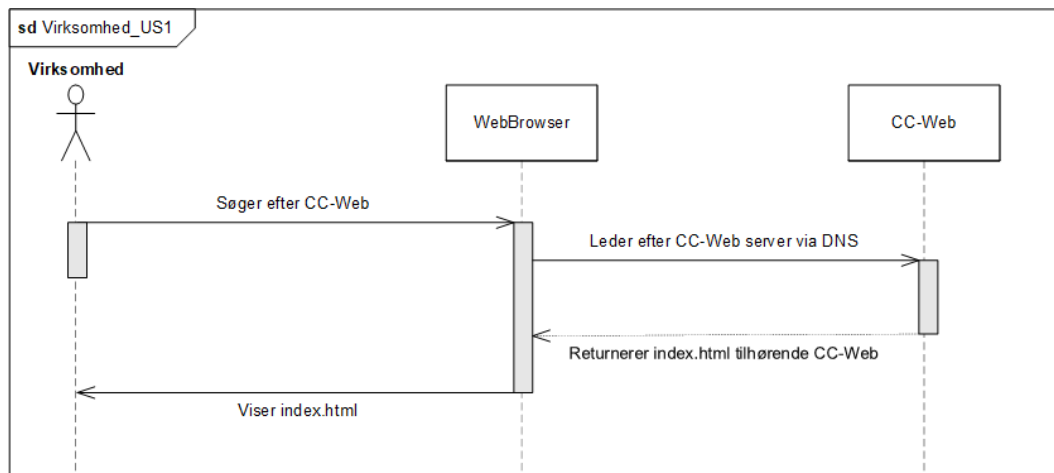


Figur 15: Sekvensdiagram for User Story: "Slette pubcrawl". Brugeren vælger den pubcrawl der ønskes slettet under *Mine pubcrawls* i modalvinduet *Min profil* og trykker på *Slet* knap. Pubcrawl'en slettes i databasen. Pubcrawl'en er nu fjernet fra *Mine pubcrawls*.

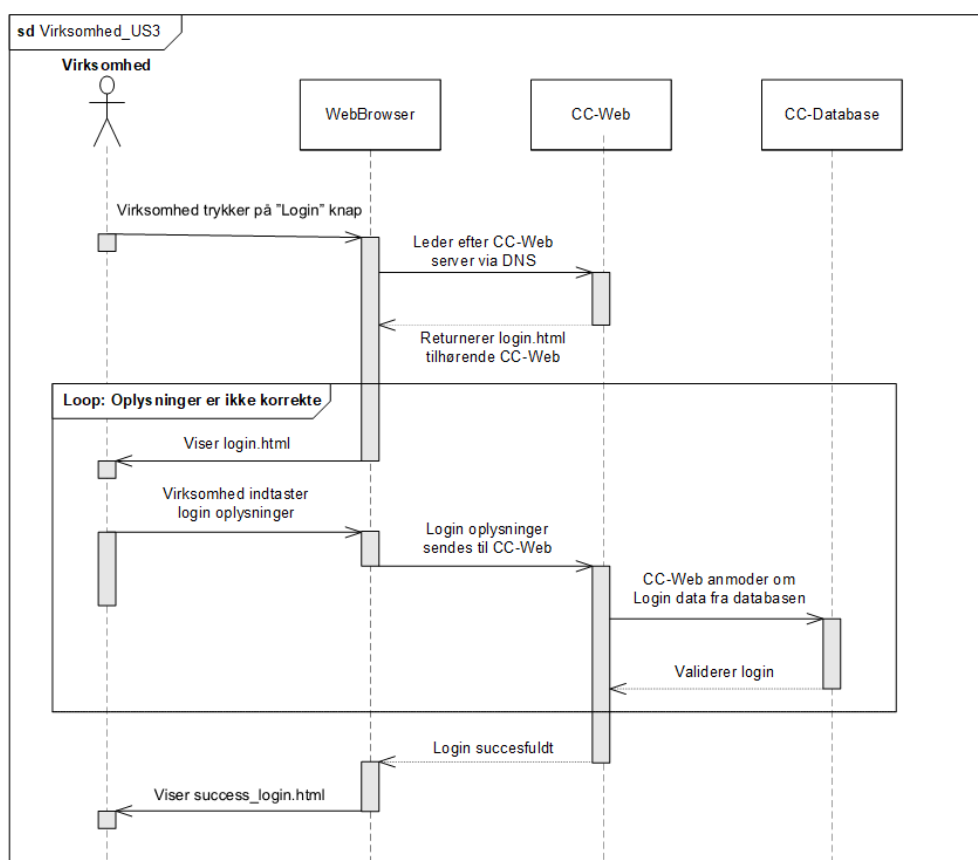


Figur 16: Sekvensdiagram for User Story: "Korteste rute til bestemt pubcrawl event". Brugeren vælger *Vis barer på kort* i menuen og får vist modalvinduet for *Bar kort*. Brugeren vælger *Vis tilmeldte pubcrawls* i menuen på kortet og får vist de tilmeldte pubcrawls på kortet. Brugeren vælger den pubcrawl der ønskes vist den korteste rute hertil. Der vises den korteste rute fra brugerens placering til den ønskede pubcrawl event.

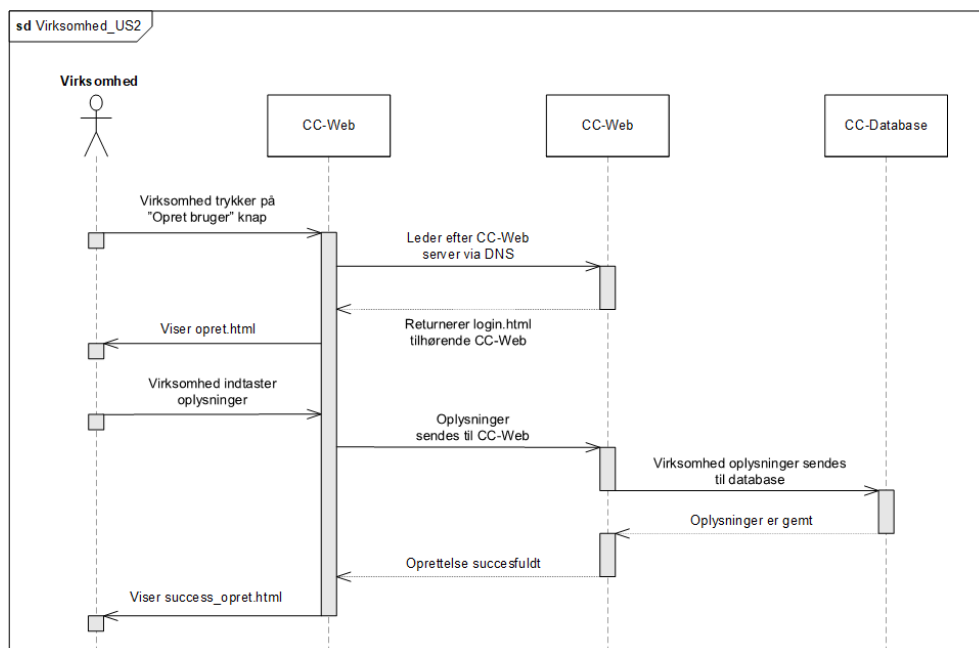
User stories for virksomhed



Figur 17: Sekvensdiagram for User Story: "Tilgå CC-Web". Virksomheden søger efter CC's URL i sin web-browser. Virksomheden får vist CC's forside på hjemmesiden.



Figur 18: Sekvensdiagram for User Story: "Logge ind på CC-Web". Virksomheden trykker på *Login* knappen og bliver taget til *Login* siden. Virksomheden indtaster sine loginoplysninger. CC-Web validerer at loginoplysninger passer på databasen. Virksomheden får vist succesfuldt login.



Figur 19: Sekvensdiagram for User Story: "Opret som virksomhed på CC-Web". Virksomheden trykker på *Opret bruger* knappen og bliver taget til *Opret bruger* siden. Virksomheden indtaster sine bruger-oplysninger. CC-Web sender bruger-oplysninger til databasen. Virksomheden får vist succesfuldt oprettet bruger.

4.2.2 Logical View

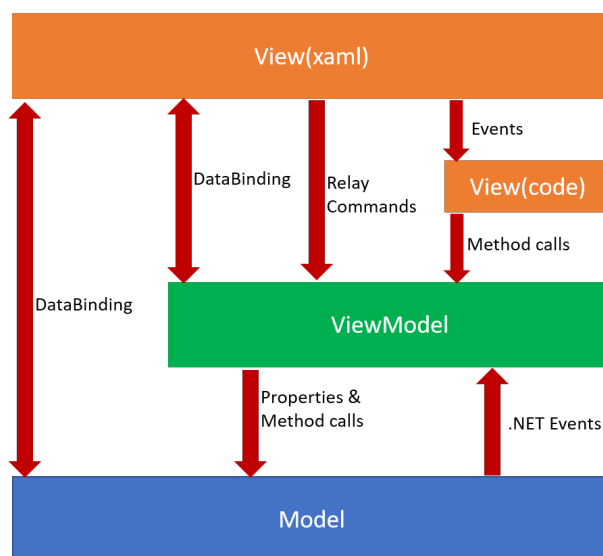
I dette afsnit vil det Logiske View af 4+1 modellen beskrives. Det logiske View omhandler de funktioner, der har betydning for en bruger eller en virksomhed, som anvender CityCrawl systemet.

MVVM (Model-View-ViewModel)

MVVM bruges for at danne en god separation mellem View og ViewModel i bl.a. WPF. Heraf kan al code behind flyttes fra View filerne til ViewModel klasserne. Dette gør, at man får dannet en adskillelse mellem bruger grænsefladen og den bagvedliggende logik, som medbringer, at det bliver mere overskueligt at opretholde en god bruger grænseflade. Ved brug af denne adskillelse medfører det også at udviklerne har mulighed for at udføre test på ViewModel klasserne, uden at der tænkes på selve håndteringen af bruger grænsefladen.

MVVM bliver anvendt i CC-App, for at opdele CC-Apps funktioner i en Model del, en View del og en ViewModel del, hvor ViewModel klasserne har ansvar for funktionerne der skal ske på de tilhørende Views, samt at Model klasserne fungerer som domæne klasser som indeholder anvendt data.

I figur 20 (fra GUI MVVM.pdf, lektion 07 MVVM i GUI-programmering faget) illustreres strukturobygningen af MVVM, hvor View delen indeholder XAML koden for de forskellige implementerede vinduer i CC-App, som er forbundet til ViewModel klasserne via databinding. Denne databinding oprettes ved, at DataContext proprietet i View har en reference til det pågældende ViewModel, som det skal kommunikere med. Håndtering af events fra de forskellige vinduer gøres med brug af databinding til diverse Commands i ViewModel klasserne. ViewModel klasserne vil heraf kommunikere med Model klasserne for at tilgå nødvendig data i CityCrawl.



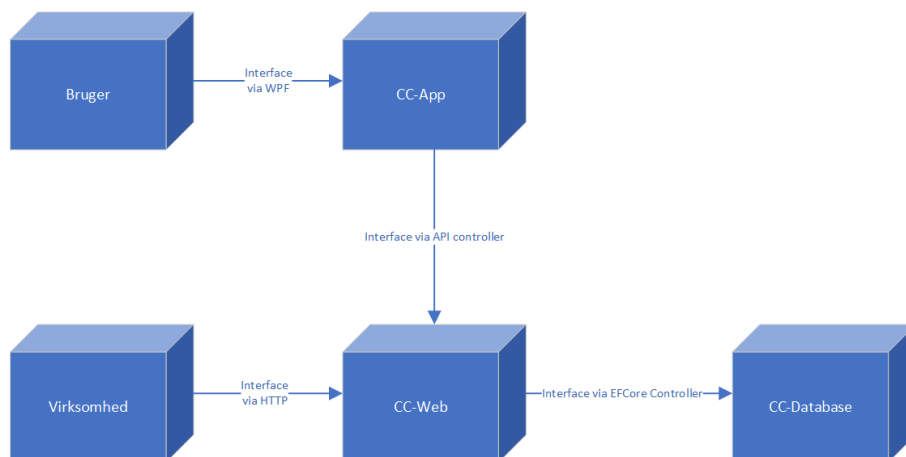
Figur 20: MVVM strukturen som viser at Views bestående af XAML kommunikerer med code behind delen af Views via events. Derefter illustreres det at Views kommunikerer med ViewModel klasserne og Model klasserne ved brug af databinding. Derudover kan det ses at ViewModel klasserne kommunikerer med Model klasserne ved at sende metodekald, som så svares tilbage via .NET events

MVC (Model-View-Controller) MVC anvendes i CC-Web for at forbinde Views, som er C# HTML sider via controlleren, der igen anvender data fra Models, iform af både entitet klasser fra CC-Database og alm. C# klasser. Heraf er Model delen af MVC ansvarlig for at håndtere det data der sendes ind fra brugergrænsefladen, som sendes ind til Model klasserne via en controller. Controller aspektet af MVC står for at være kommunikationslaget mellem Views og Models. Denne kommunikation opretholdes ved, at de forskellige Views kommunikerer til controlleren med brugerinput. Disse input behandles i controlleren, således at controlleren udfører den ønskede handling med brug af de forskellige data modeller. Derudover sørger controlleren også for at sende nødvendig information fra Model klasserne til View-siderne, således at det forventede data vises, i korrekt HTML format.

4.2.3 Deployment View

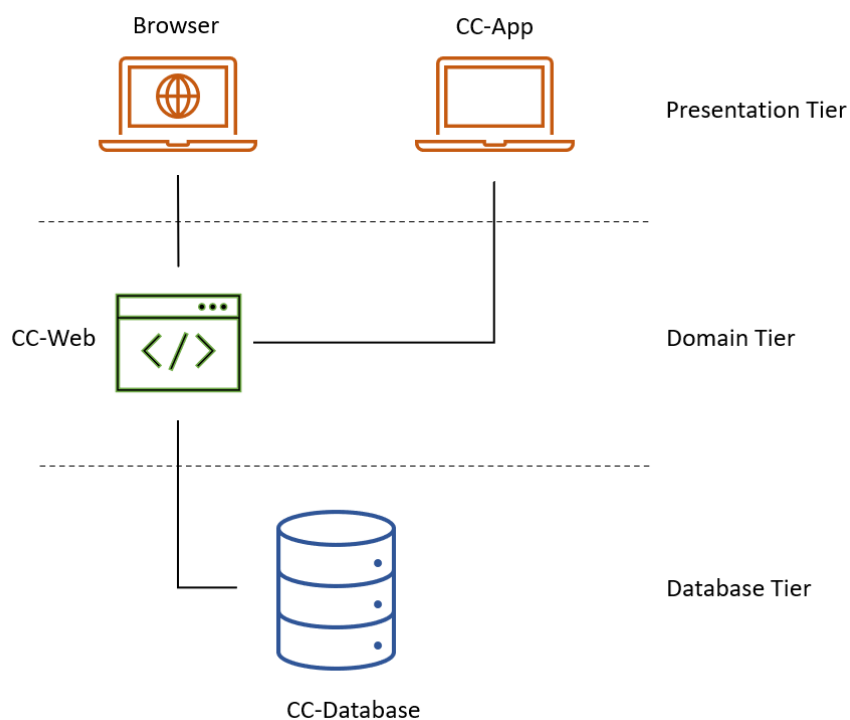
I dette afsnit vil Viewet for deployment blive beskrevet.

Figur 21 illustrerer Deployment Viewet for CityCrawl. Blokkene i Viewet er elementerne i systemet set i forhold til den tekniske infrastruktur. Figuren viser, at brugeren kun kan tilgå CC-App og virksomheden kun kan tilgå CC-Web. Det kan også ses at CC-App kan kommunikere med CC-Web's implementeret Web-API, som så kan kommunikere med CC-Database.



Figur 21: Deployment View

Figur 22 viser 3-tier arkitekturlaget for CityCrawl. Disse tre tier er opdelt i et Presentation Tier, Domain Tier samt en Database Tier. Præsentationslaget er den tier, der viser de applikationer som brugeren og virksomheden interagerer med. Denne tier er altså hvor der sendes og læses data fra brugeren. I domænelaget bliver data fra præsentationslaget processeret. Denne tier kan også læse og skrive til databaselaget. Databaselaget, er den tier hvor det processerede data bliver oplagret. Al kommunikationen mellem de 3 tier går altid igennem domænelaget, hvilket gør, at præsentationslaget og databaselaget ikke kan kommunikere direkte med hinanden.



Figur 22: 3-tier arkitekturlaget for CityCrawl illustrerer at CC-App kommunikerer med CC-Database via CC-Web, og at CC-Web kan kommunikere direkte med CC-Database. Derudover viser denne 3-tier struktur også at virksomheden tilgår CC-Web via browseren, hvorimod at brugeren har direkte tilgang til CC-App.

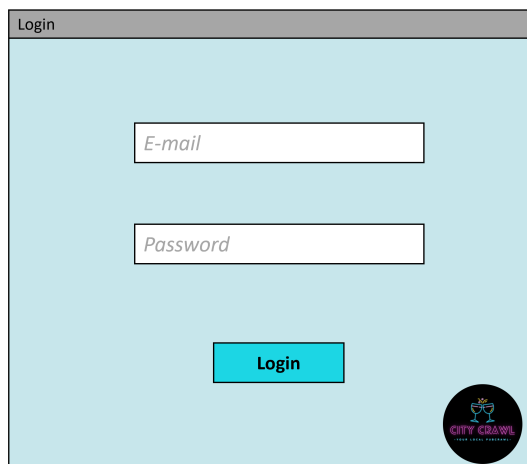
5 CC-App

5.1 Design af CC-App

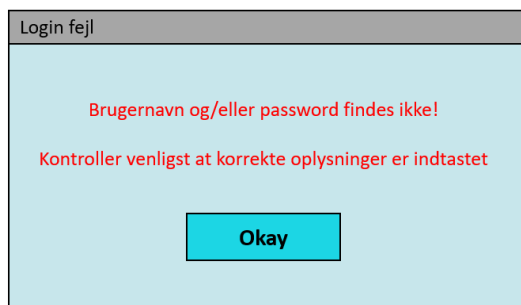
I det følgende afsnit vil designovervejelserne vedrørende CC-App blive beskrevet. Projektgruppen har valgt at danne CC-App som en WPF applikation, hvor en bruger kan anvende CityCrawl til at tilmelde pubcrawls ud fra en given dato. Heraf skal brugeren kunne oprette en profil, som gemmes i CC-Database, og efterfølgende vil brugeren kunne logge ind på CC-App, hvor brugeren kan se sine indtastede oplysninger. Derefter kan brugeren tilmelde sig fx to forskellige pakkeløsninger af pubcrawls, som også gemmes i CC-Database og vises under brugerens profil.



Figur 23: Design af CC-App forside. CityCrawl logo er repræsenteret stort og tydeligt i midten af forsiden med to knapper til hhv. *Login* og *Opret bruger*. Disse skal herefter kunne åbne de givne modalvinduer for henholdsvis *Login* (figur 24) og *Opret bruger* (figur 26).

The image shows a login modal window with a light blue background and a grey title bar labeled "Login". Inside the modal, there are two white text input fields. The first field is labeled "E-mail" and the second is labeled "Password". Below these fields is a blue button with the text "Login" in white. In the bottom right corner of the modal, there is a circular logo for "CITY CRAWL" with a stylized figure inside.

Figur 24: Design af CC-App login. Login modalvinduet er mindre end forsiden (figur 23), og indeholder to tekstbokse til udfyldelse af login oplysninger, som består af *e-mail* og *password*. Vinduet har også en knap til at validere login-oplysninger og tage brugeren videre til *Min profil* vinduet (figur 27), hvis databasen kender brugeren. Hvis brugeren ikke kendes eller e-mail og/eller password er skrevet forkert, mødes brugeren af *Login fejl* vinduet (figur 25). Login vinduet har samme farvetema, som login knappen på forsiden har, og er en af hovedfarverne i CityCrawl logo.

The image shows a "Login fejl" (Login error) modal window with a light blue background and a grey title bar labeled "Login fejl". Inside the modal, there is red text that reads "Brugernavn og/eller password findes ikke!" followed by "Kontroller venligst at korrekte oplysninger er indtastet". Below this text is a blue button with the text "Okay" in white.

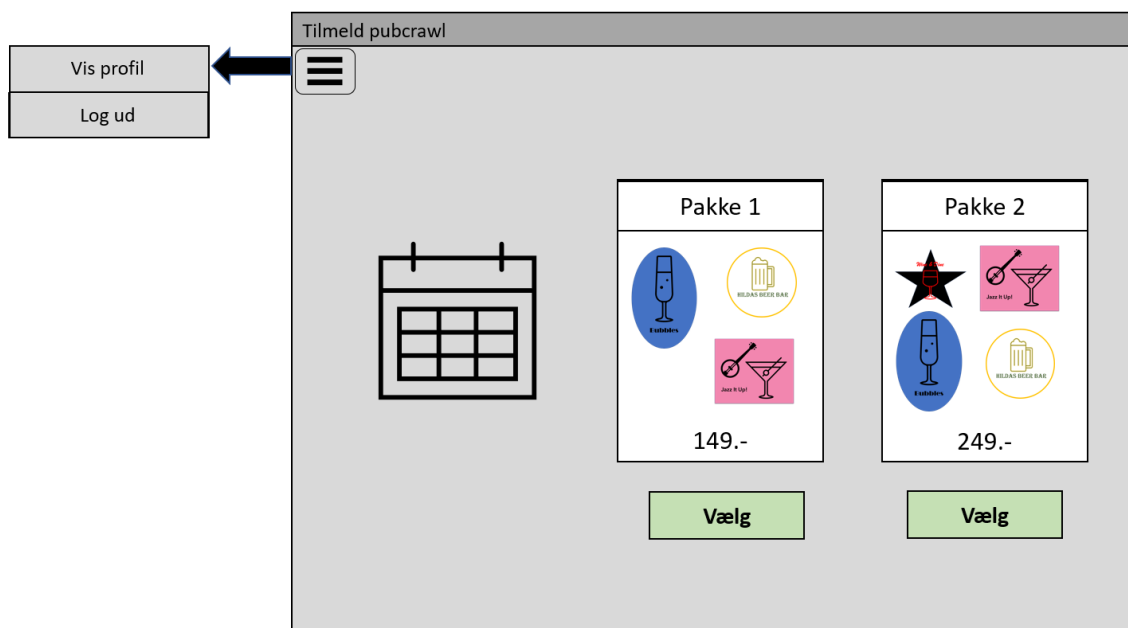
Figur 25: Design af CC-App login fejl. I vinduet er en tekst skrevet med rød, der oplyser om fejl i login oplysninger. Brugeren kan interagere med en *Okay* knap, der lukker *Login fejl* vinduet og tager brugeren tilbage til *Login* vinduet (figur 24). Farvetemaet følger samme farver som *Login* vinduet.



Figur 26: Design af CC-App opret bruger. Opret bruger modalvinduet indeholder fem tekstbokse til udfyldelse af brugeroplysninger, som vil blive gemt i CC-Database. *Opret bruger* knappen sender de indtastede oplysninger videre til CC-Database og tager brugeren videre til *Min profil* vinduet (figur 27). Opret bruger vinduet holder samme farvetema, som *Opret bruger* knappen på forsiden har, og er en af hovedfarverne i CityCrawl logo.



Figur 27: Design af CC-App min profil viser et design, hvor brugeren skal kunne se sine indtastede oplysninger, samt tilmeldte pubcrawls. Heraf skal brugeren kunne skifte til tilmeld pubcrawl vinduet (figur 28) eller gå tilbage til forsiden af CC-App (figur 23).

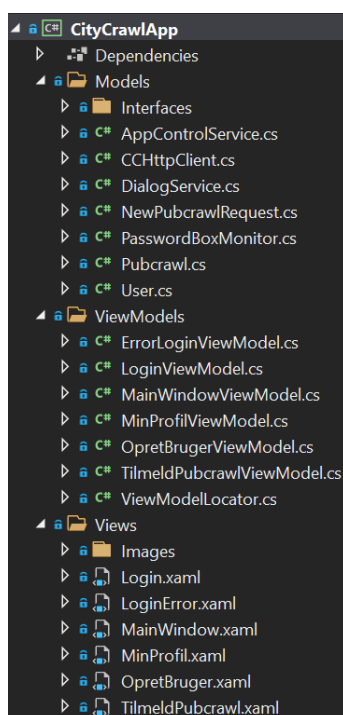


Figur 28: Design af CC-App tilmeld pubcrawl viser design af vinduet, hvor brugeren skal kunne vælge en specifik dato og hernæst en pubcrawl-pakkeløsning, som så skal registreres under den pågældende bruger. Derudover skal brugeren have mulighed for at gå tilbage til min profil vinduet (figur 27) eller tilbage til forsiden (figur 23).

5.2 Implementering af CC-App

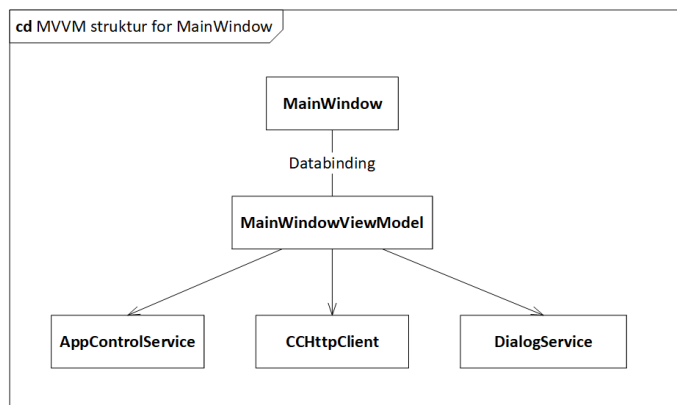
I dette afsnit vil det beskrives hvordan CC-App er implementeret, og hvilke overvejelser der har været under udviklingsprocessen. Projektgruppen har valgt at anvende softwarearkitektur mønstret MVVM (Model-View-ViewModel), som gør brug af databinding på tværs af Views og ViewModel klasserne, hvoraf at Views er XAML vinduerne i WPF, og ViewModel klasserne kommunikerer med de forskellige Views og de nødvendige Model klasser. Heraf har projektgruppen oprettet en bindingsklasse, kaldet ViewModelLocator.cs, som anvendes for at binde de forskellige Views til ViewModel klasserne.

MVVM mappestrukturen af CC-App vises i figur 29



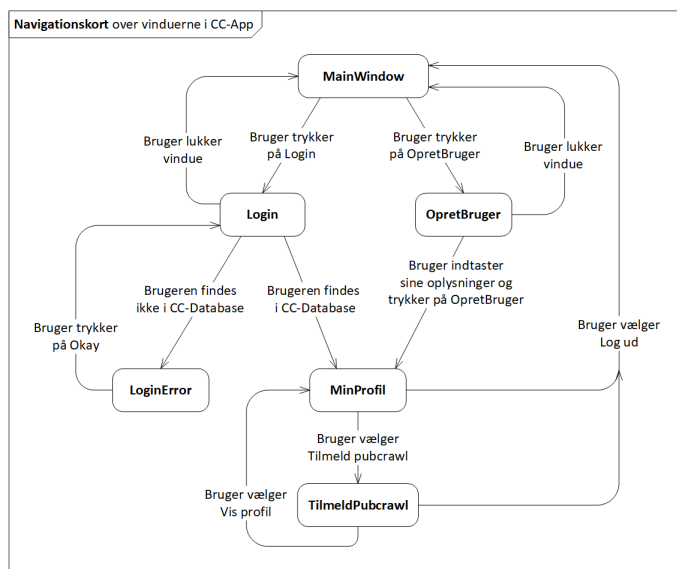
Figur 29: MVVM mappestruktur af CC-App, som viser at der er en ViewModel klasse som kommunikerer med et tilsvarende View.

I figur 30 illustreres et UML klassediagram af MVVM strukturen af MainWindow som skal vise et eksempel på MVVM strukturen i CC-App.



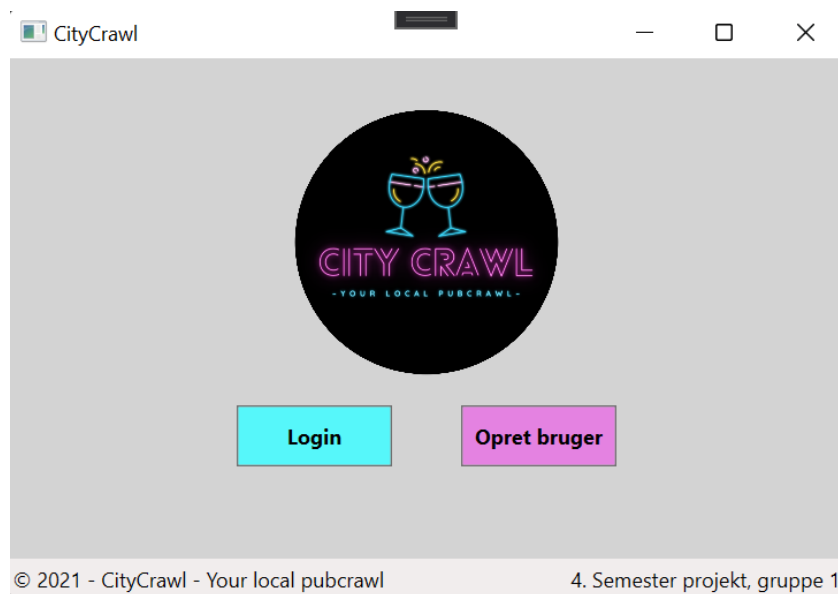
Figur 30: Klassediagram for MVVM strukturen af MainWindow, der viser at Viewet MainWindow kommunikerer med ViewModel klassen MainWindowViewModel via databinding. Derudover illustreres det at MainWindowViewModel klassen anvender data fra Model klasserne AppControlService, CHttpClient og DialogService.

I det følgende vises et navigationskort over vinduerne i CC-App, som illustrer hvordan de forskellige vinduer tilgås af brugeren.



Figur 31: Navigationskort af vinduerne i CC-App, som illustrer hvordan en bruger kan tilgå de forskellige Views i CC-App.

Den implementerede forside af CC-App er illustreret i figur 32.



Figur 32: Den implementerede CC-App forside viser brugerens førstehåndsindtryk af CC-App. Her kan brugeren enten vælge at blive oprettet og efterfølgende at logge ind, eller direkte logge ind, hvis brugeren allerede findes i CC-Database.

CC-App indeholder seks Views og seks ViewModels, som er bundet sammen via ViewModelLocator.cs, samt tre Model klasser. De seks Views repræsenterer CC-App forsiden og de fem resterende modalvinduer. De seks ViewModel klasser indeholder al funktionalitet, der optræder som code behind funktionaliteten til alle vinduerne. Dertil fungerer de tre Model klasser som alm. C# klasser, der indeholder nødvendig data, som anvendes på tværs af ViewModel klasserne. Heraf indeholder Model klasserne også *data access* klasser som tilsvarende de entiteter der findes i CC-Database.

CC-App kommunikerer med CC-Database ved, at metoderne i CCHttpClient klassen kommunikerer med Web-API kontrolløren i CC-Web. Denne kommunikation beskrives nærmere i afsnit 5.4 (CCHttpClient) og afsnit 6 (Web-API).

5.3 Test af CC-App

I dette afsnit vil der kigges på forskellige unit test og systemtest af CC-App, med fokus på brugerens tilgang til CC-App, samt en efterfølgende coverage rapport, med brug af en Jenkins server.

5.3.1 Unit test af CC-App

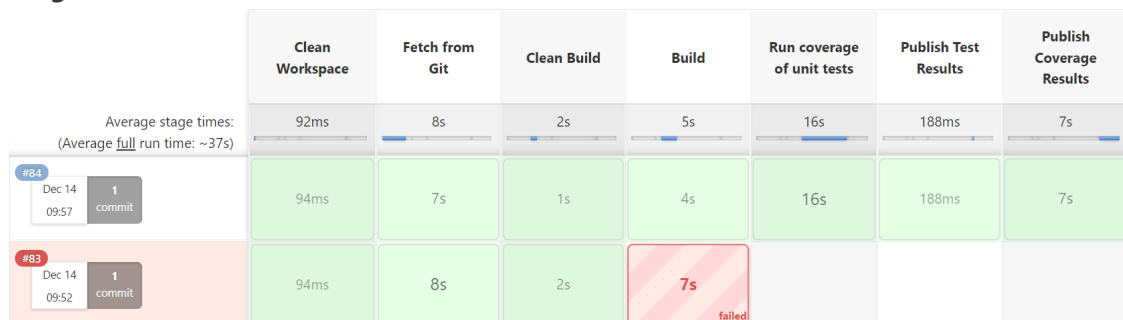
Unit test af CC-App er blevet udført ved at designe koden på en måde som gør det muligt at unit teste, fx ved at anvende dependency injection. Dependency injection sørger for at al funktionalitet der omhandler CCHttpClient og visning af modal vinduer, flyttes ud i separate klasser med tilhørende interfaces. Heraf kan disse interfaces mockes, som medfører at det er muligt at danne unit test. Koden er struktureret så unit test er muligt, og derved opretholdes SOLID designprincippet Single Responsible Principle.

De enkelte unit test er dannet via NUnit med brug af NSubstitute, som anvendes for at danne mocks af CCHttpClient klassen og DisplayServices klassen. Dette medfører at der er opnået 100% test dækning af ViewModel klasserne, som indeholder den primære code behind funktionalitet for WPF vinduerne. Heraf testes hverken CCHttpClient eller DisplayServices klasserne ikke, idet de er mocket.

Projektgruppen har anvendt continuous integration for at køre de forskellige unit test af CC-App kontinuerligt. Derudover er projektet sat op til at køre test hver gang der pushes op til gruppens fælles GitHub.

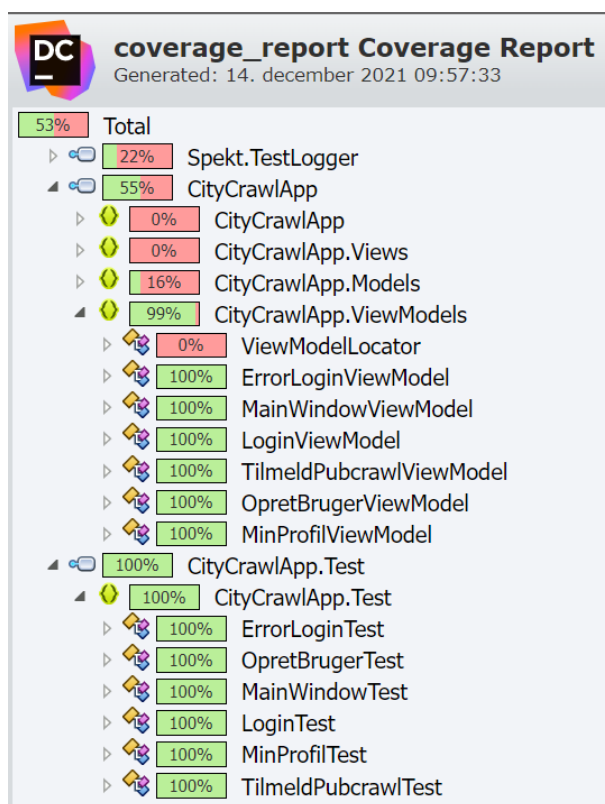
I figur 33 illustreres en kørsel for clean build, build, unit test kørsel, coverage kørsel, og en efterfølgende coverage rapport. Figuren viser at Jenkins server jobbet henter nødvendig information fra projektgruppens fælles GitHub, hvorefter der bygges og dannes coverage rapport af unit test.

Stage View



Figur 33: Build og test af unit test for CC-App ved brug af Continuous Integration. Heraf ses det at der er sket en successfull kørsel og test af unit test i CC-App, hvor der er dannet en tilhørende coverage rapport. Denne coverage rapport viser hvor meget af koden, som er dækket af test.

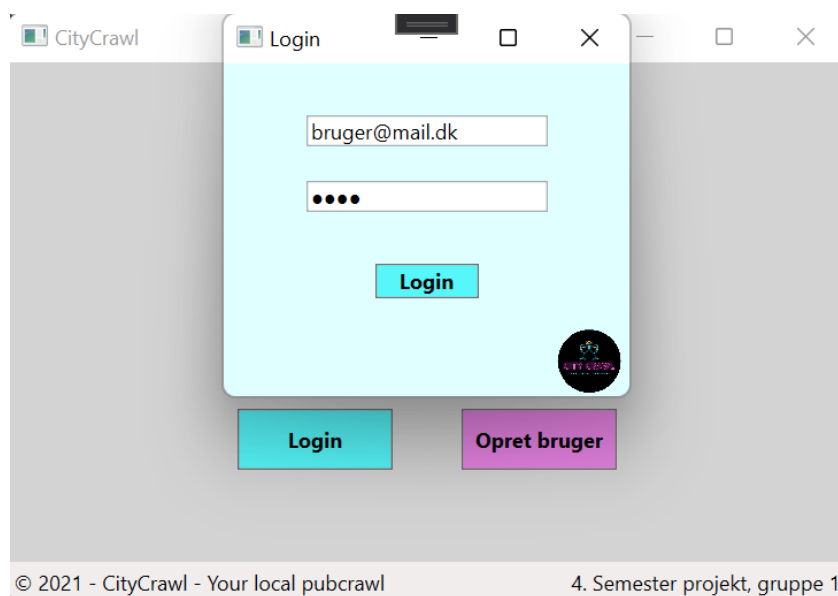
I figur 34 vises den udførte coverage rapport for unit test af CC-App, hvoraf det vises at der er udført unit test med 100% dækning af ViewModel klasserne.



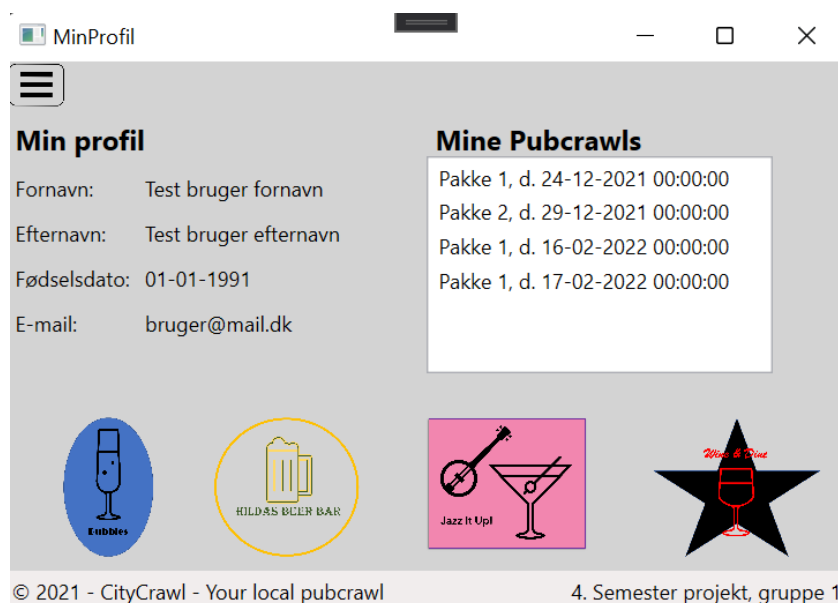
Figur 34: Coverage rapport for CC-App ved brug af Continuous Integration. Coverage rapporten viser at der er 100% dækning af ViewModel klasserne, som hænger godt sammen med at der er 55% dækning af hele CC-App.

5.3.2 Systemtest af CC-App

Systemtest af CC-App skal vise at en bruger kan oprette en profil, logge ind i CC-App med den registrerede e-mail og password, og efterfølgende tilmelde sig forskellige pubcrawls. Udførelse af denne systemtest er illustreret i figur 35 og 36.



Figur 35: Den implementerede CC-App forside med det tilhørende login modalvindue, som åbnes, når brugeren har trykket på login knappen, og herefter vil brugeren logge ind i CC-App, hvis brugeren kendes af CC-Database. Ellers vil brugeren modtage en besked om at genindtaste sine loginoplysninger via et nyt modalvindue.



Figur 36: Den implementerede CC-App min profil side viser brugerens profil i CC-App, samt brugerens nuværende tilmeldte pubcrawls. Brugeren kan fra Minprofil siden enten komme videre til *TilmeldPubcrawl* siden eller tilbage til forsiden via menu-ikonet.

Projektgruppen kan konkludere at CC-App er en velfungerende WPF applikation som tillader at en bruger kan logge ind, oprette en profil og tilmelde forskellige pubcrawl-pakker. Dette understøttes af de udførte unit test, som bygger på 100% dækning af de forskellige ViewModel klasser der indeholder selve handlingen i CC-App. Derudover viser den opstillede systemtest at en bruger kan se sine tilmeldte pubcrawl-pakker inde på siden MinProfil, som er valgt efter en specifik dato.

5.4 CCHttpClient

CCHttpClient er en klasse i CC-App som anvender REST til at kommunikere med Web-API controlleren i CC-Web. Web-API controlleren beskrives nærmere i afsnit 6.

Metoderne i CCHttpClient klassen anvendes for, at der kan sendes og hentes data mellem CC-App og CC-Database, via Web-API controlleren. I det nedestående vises metoderne i CCHttpClient.

- `HttpClientGetUserFromServer`
- `HttpClientCreateUser`
- `HttpClientAddPubCrawls`

Handlingsforløbet i metoden *HttpClientCreateUser* går ud på at brugerens indtastede oplysninger fra siden *OpretBruger* sendes til CC-Database. Dette sker via et POST REST kald til metoden *Registrer* i Web-API controlleren, som kommunikerer direkte med CC-Database. Efterfølgende kan brugerens oplysninger hentes ud fra CC-Database ved et kald af metoden *HttpClientGetUserFromServer* som anvender et GET REST kald til metoden *Bruger* i Web-API controlleren.

6 Web-API

Design af Web-API I dette afsnit vil designet og de tilhørende overvejelser for CityCrawls Web-API præsenteres. Der ønskes at have en Web-API controller for at CC-App kan kommunikere med CC-Database via CC-Web og for at CC-Web kan tilgå brugerens bookede pubcrawls igennem CC-Database.

Web-API'et skal designes således at der kan gemmes bruger oplysninger i CC-Database når en bruger registrer sig på CC-App. API'et skal også kunne verificere at en bruger eksisterer i CC-Database når brugeren forsøger at logge ind, samt kunne verificere at der anvendes de korrekte loginoplysninger når en eksisterende bruger forsøger at logge ind.

Det er også vigtigt at der er en form for sikkerhed for at beskytte brugerens oplysninger. Derfor ønskes API'et designet således at brugerens password bliver hashet. Når et password hashes vil det stadigvæk være muligt at kunne validere hvorvidt det korrekte password anvendes.

Tilslidst skal API'et bruges til at virksomhederne på CC-Web kan se når en bruger har booket en pubcrawl hos dem.

6.1 Implementering af Web-API

Web-API er blevet implementeret som et REST API, samt som en API controller with actions, using Entity Framework Core. Det betyder at der er blevet implementeret et API som kan kommunikere med CC-Database som er implementeret i Entity Framework Core.

I API'et er der implementeret en række HTTP-request som netop opfylder de ønskede designkrav. Der blandt andet har et HTTPGet-request, kaldet BrugerLogin, hvis opgave er at verificere at der anvendes de korrekte brugeroplysninger og et HTTPPost-request, kaldet Registrer, som gemmer en nyoprettet bruger i CC-Database.

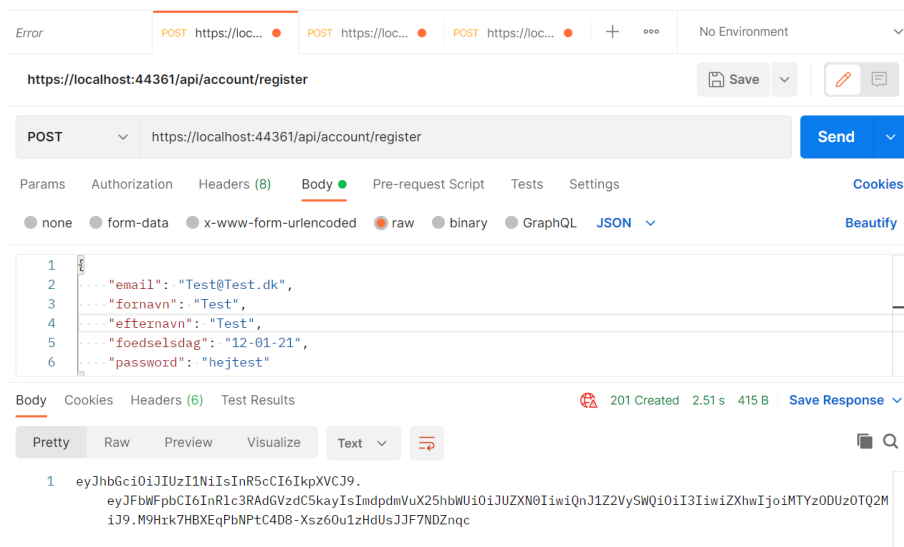
For at sikre brugerens password er bcrypt og JSON Web Token blevet anvendt. Bcrypt er en krypterings algoritme og JSON Web Token er en standard som anvendes til dele digitalt signerede information mellem en klient og en server.

6.2 Test af Web-API

Afslutningsvis er Web-API'et blevet testet for at undersøge om det rent faktisk er muligt at registrere en bruger og logge ind via Web-API'et, samt om brugerens oplysninger bliver krypteret. Disse test er udarbejdet ved brug af Postman, som er en applikation som specifikt anvendes til test af API.

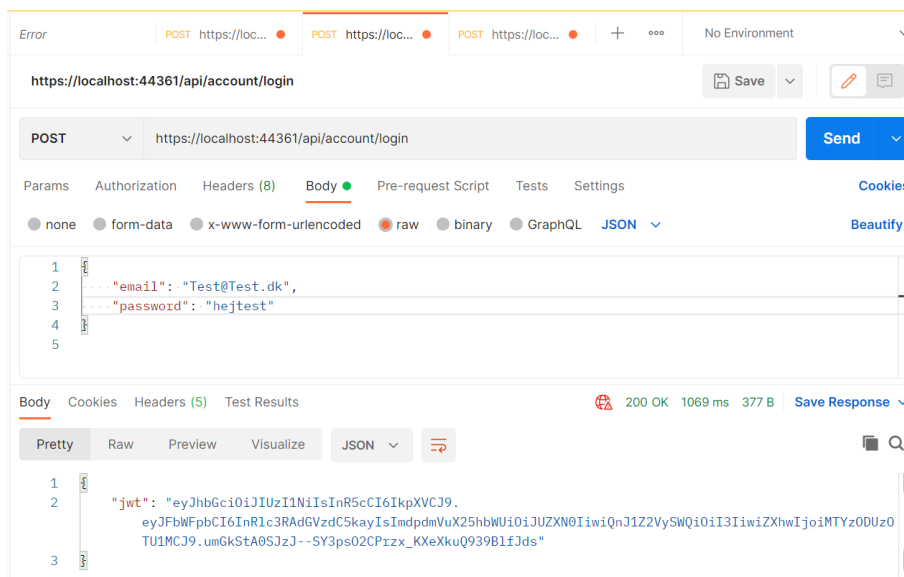
Ved at anvende programmet Postman er det muligt at teste de implementerede HTTP-requests som netop anvendes til at kommunikere mellem CC-app og CC-Database.

I figur 37 illustreres det at det er muligt at oprette en bruger via API'et og at brugerens oplysninger bruges til at danne en JSON Web Token.



Figur 37: Test af Web-API hvor en bruger registrerer sig. Testen viser at loginoplysningerne omdannes til et sikkert JSON Web Token. Dette er implementeret fordi der logges automatisk ind når en bruger opretter en profil og derfor ønskes det at omdanne loginoplysningerne til et JSON Web Token.

Figur 38 viser at det er muligt at logge ind med den oprettede profil fra figur 37 og at loginoplysningerne bliver omdannet til et JSON Web Token.



Figur 38: Test af Web-API hvor en bruger logges ind. Testen viser at brugeroplydningerne omdannes til et sikkert JSON Web Token.

Det kan derfor konkluderes at det er muligt at register en ny bruger via Web-API'et, samt logge ind med en eksisterende bruger. Det kan også konkluderes at det er muligt at omdanne brugerens loginoplysninger til et sikkert JSON Web Token.

Web-API'et bliver også testet når CC-Database testes i afsnit 8, idet API'et anvendes når CC-App læser og skriver data til og fra CC-Database. Som det konkluderes i afsnittet for test af CC-Database er det muligt at data kommunikeres korrekt mellem CC-App og CC-Database, og derfor kan det også konkluderes at Web-API'et også i praktisk fungerer efter hensigten.

7 CC-Web

7.1 Design af CC-Web

I dette afsnit vil designet for CityCrawls webapplikation, kaldet CC-Web, blive præsenteret. Designet for CC-Web er blevet udarbejdet i samhörighed med designet for CC-App for at have et gennemført og ensartet design igennem hele CityCrawl platformen.

Der er blevet udarbejdet en række designs som viser hvordan de forskellige sider på CC-Web skal se ud. Disse er blevet udarbejdet for at give udviklerne af webapplikationen et design at arbejde ud fra, samt at skabe en visuel enighed omkring webapplikationens udseende.


CC-Web skal give virksomheder mulighed for både at logge ind på en eksisterende bruger, samt oprette en ny bruger hvis de ønsker at være synlige på CityCrawl platformen. Det er med andre ord en applikation som diverse virksomheder tilgår via en internetbrowser. Det er altså ikke et program som virksomhederne skal have downloadet på deres egne computer, men blot en hjemmeside de har fri adgang til fra hvilket som helst enhed.

I figur 39 kan forsiden for CC-Web ses. Det er denne side som virksomhederne først bliver præsenteret for når de tilgår CC-Web. Her gives de to muligheder, nemlig enten at logge ind eller oprette en ny bruger.




Figur 39: CC-Web forside

Figur 40 viser login siden for CC-Web. Her skal virksomheden oplyse korrekt e-mail og password for kunne logge ind på hjemmesiden. Oplyses den korrekte e-mail og/eller password vil der gives en fejlmedelse til bruger som ses i figur 41.



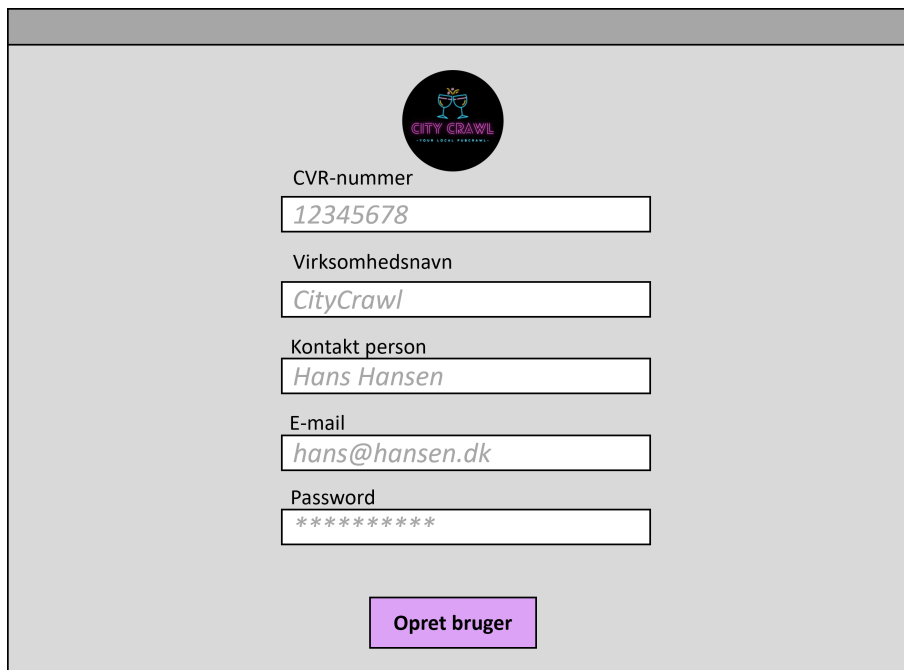
Figur 40: CC-Web login side




Login Failed. Please try again!

Figur 41: Fejlmeddelse ved enten forkert brugernavn eller password ved login

I tilfældet hvor virksomheden ikke har en bruger hos CityCrawl kan de vælge at trykke opret bruger på forsiden og dette fører dem videre til siden som kan se i figur 42. Her skal virksomheden oplyse virksomhedens juridiske oplysninger, en kontaktperson og virksomhedens login oplysninger.





CVR-nummer

Virksomhedsnavn

Kontakt person

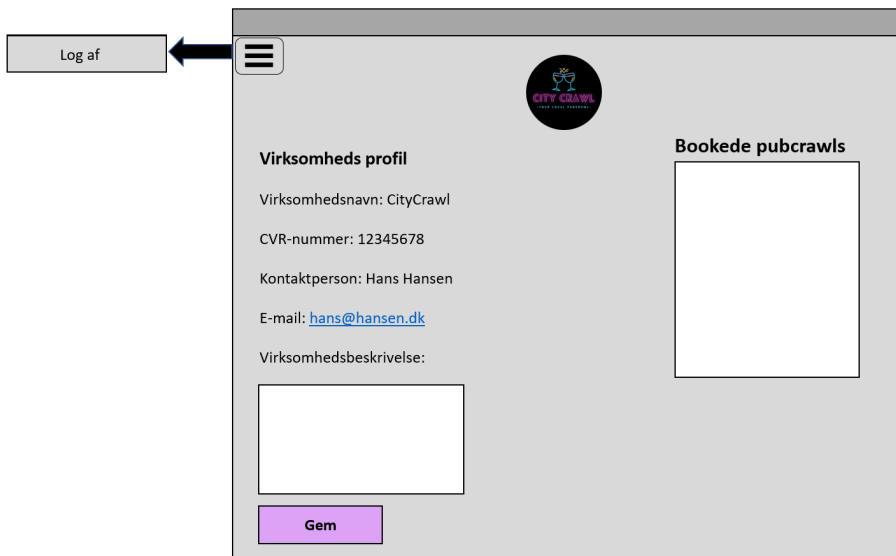
E-mail


Password

Opret bruger

Figur 42: Oprettelse af bruger på CC-Web

Det sidste vindue, som kan ses i figur 43, viser virksomhedens profil på CC-Web. Her bliver virksomhedens oplysninger vis og har virksomheden mulighed for at lave en beskrivelse af deres forretning. Siden viser også de pubcrawls som er blevet booket og som skal forbi den pågældende virksomhed.





Virksomheds profil

Virksomhedsnavn: CityCrawl

CVR-nummer: 12345678

Kontaktperson: Hans Hansen

E-mail: hans@hansen.dk

Virksomhedsbeskrivelse:

Gem

Bookede pubcrawls

Figur 43: Virksomhedsprofil på CC-Web

subsectionImplementering af CC-Web I dette afsnit det blive beskrevet hvordan CC-Web er blevet implementeret og hvilke overvejelser der været i den forbindelse derved.

CC-Web er blevet implementeret som et ASP.NET Core Web App projekt med ud fra Model-View-Controller princippet, fordi dette design giver mulighed for både at bygge en webapplikation, snakke sammen med en database og anvende et Web-API.

CC-Web projektet består af fem HTML-filer, også kaldet Views, som hver repræsenterer de ønskede sider i applikationen, tilhørende controllers som back-end funktionalitet, samt en CSS-fil, som bruges til at style siden. Til implementeringen af CC-Web er der også blevet brugt Individual accounts som er en del af Identity.

Ved brug af HTML-filer, er selve elementerne blevet opsat for hjemmesiden. Her gøres brug af standard HTML tags. Der gøres også brug af en pre-defineret fil `_Layout`, som bestemmer nogle generelle features på siden, for eksempel menu og footer. Siderne er blevet lavet, således at der kan gøres brug af og sendes data imellem de forskellige sider. Få steder er der blevet gjort brug af style-tagget, som gør det muligt at lave lokal styling af specifikke elementer.

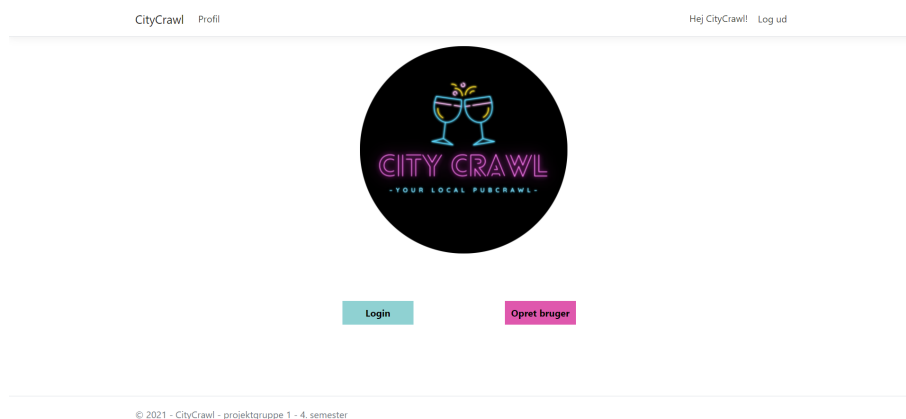
Da der er elementer, så som knapper, der går igen mellem siderne, er der blevet brugt en CSS fil, som laver et generelt design, som kan bruges på alle HTML-siderne i projektet. Dette er for eksempel illustreret ved at de lyserrøde og blå knapper går igen med et ens design, der er altså lavet et generelt design for disse knapper.

Da HTML- og CSS-elementerne ikke er i stand til at udføre handlinger, så som at snakke med en given database, er der brug for noget back-end. Dette gøres i forbindelse med Controllers, der programmeres via C#. Disse Controllers udfører operationer, så som at tilføje og læse elementer til og fra en database. I dette tilfælde, kræves data overført til og fra HTML-siderne. Ved brug af form-tagget i HTML kan der sendes data mellem View og Controller. Denne data kan da processeres af Controlleren hvor den efterfølgende vil returnere. Et given View kan gøre brug af Models, som sendes fra Controlleren til View. Model gør det muligt at tilgå elementer, så som en database, der da kan tilgå den data der findes deri.

I systemet gøres der også brug af Models, som i sin simpelhed, blot er måder at oprette forbindelse med elementer til en SQL relationel database. Det er da disse Models, som gør at databasen ved hvad den skal indeholde. Disse data er da det der kan bruges af Controllers og Views. For at gøre brug af Models som database entiteter, bruges Entity Framework .NET Core. Dette kan for eksempel bruges til at checke om data i CC-Database findes, som for eksempel Profil data for virksomheder i Virksomheds entiteten.

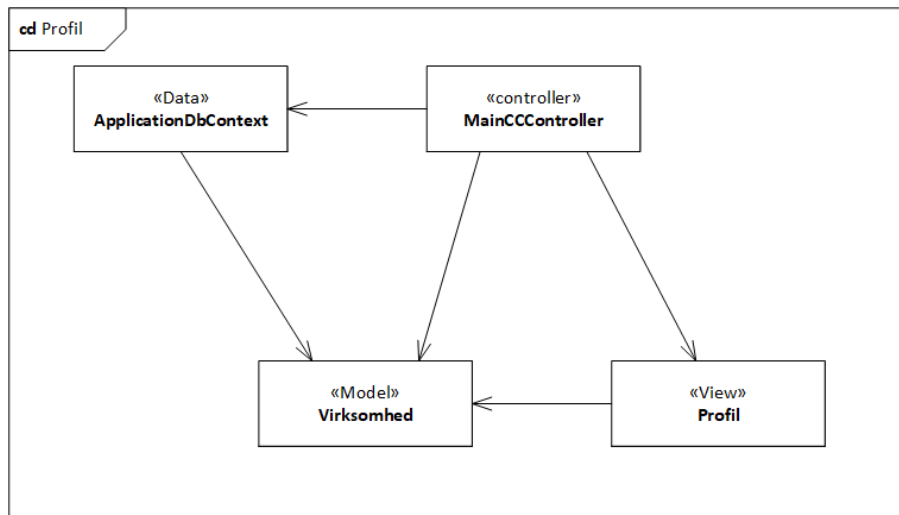
Da der er brug for at blive vist som information på CC-Web profil siden, er det nødvendigt at gemme data, som kan tilgås på alle givende sider. Dette gøres ved at bruge Identity, som gemmer profildata via cookies. Det vil sige, at når en bruger logger ind, vil data for det login blive gemt, indtil der logges ud. Herved kan en bruger identificeres. Identity giver også muligheden for at oprette en bruger, som bliver gemt i databasen. Det er denne data Identity gør brug af, til at bestemme hvilken bruger som er aktiv.

Sammenlignes implementeringen af forsiden for CC-Web i figur 44 og designet for forsiden i figur 39 er det illustreret at det ønsket design faktisk er blevet implementeret efter hensigten. Det illustreres også at der er lavet nogle meget få modifikationer af designet medført enten af nytænkning af designet og grundet anvendelsen af ASP.NET Core Web applikation projekt.



Figur 44: Den implementeret forsides for CC-Web

I figur 45 illustreres blandt andet MVC strukturen for Profil Viewet. Ydermere viser diagrammet forbindelsen mellem systemets elementer. MainCCController efterspørger profildata via ApplicationDbContext, som så finder data fra Virksomheds modellen. MainCCController henter efterfølgende data var Virksomheds modellen og denne data vises på Profil Viewet.



Figur 45: Klassediagram for Profil Viewet

7.2 Test af CC-Web

Som det sidste led i implementeringen af CC-Web der dele af systemet blevet testet ved brug af unit testning frameworket NUnit. Mængdeden af test for CC-Web er blevet nedprioriteret grundet tidsmangel, dette bliver yderligere uddybet i afgrænsningen i afsnit ??.

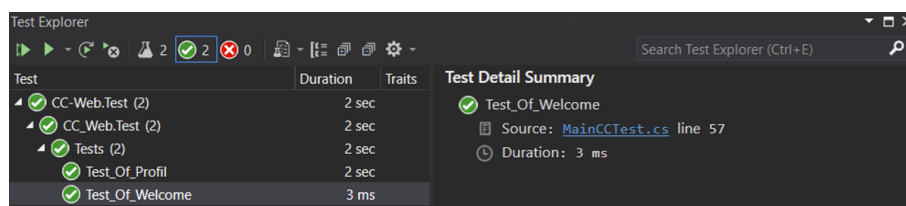
For at teste CC-Web er der blevet opstillet to NUnit test, for at se om den kommunikation der er mellem View og controller fungerer som efter hensigten. Herved har valget af test landet på Welcome og Profil metoderne i MainCCController. Welcome er den side virksomheden bliver præsenteret for når der er blevet logget ind på CC-Web og Profil er den side som viser virksomhedens oplysninger.

Welcome testes for at se om der omdirigeres til den rigtige side. Testen kalder da Welcome, og tester herved om den givende side der returneres, er den som ønsket.

Profil siden testes for om der kan identificeres den rigtige virksomhed. Ved at sende et id med til Profil, testes der, om den virksomhed der passer til id'et er korrekt.

Ved brug af Profil siden, er der påkrævet adgang til CC-Database. Derfor opsættes adgang til CC-data ved start af testen. Denne forbindelse tester indirekte om databasen fungerer, fordi testen udføres ved at læse data fra CC-Database.

Figur 46 viser Test Explore resultaterne for MainCCController.



Figur 46: Test Explorer resultater af MainCCController. Udklipet viser at det to udarbejdet NUnit test for henholdsvis Welcome og Profil er vellykket.

Ved at lave test af systemet, kan det konkluderes at systemet fungerer korrekt. Da der er mulighed for at omdirigere mellem Views, samt identificere og læse data, ved hjælp af EF Core. Derfor opfylder systemet de krav der er sat, hvilket vil sige at backend controlleren fungere korrekt. Yderligere kan det ved visuel inspektion konkluderes at systemets front-end opfylder det ønskede design via korrekte opsætning af HTML og CSS. Det kan også konkluderes at Identity kan bruges til at registrere nye virksomheder og logge ind og ud af web-applikation, samt at forbindelsen mellem controller, Views og database fungere korrekt og dermed er alle krav for CC-Web opfyldt.

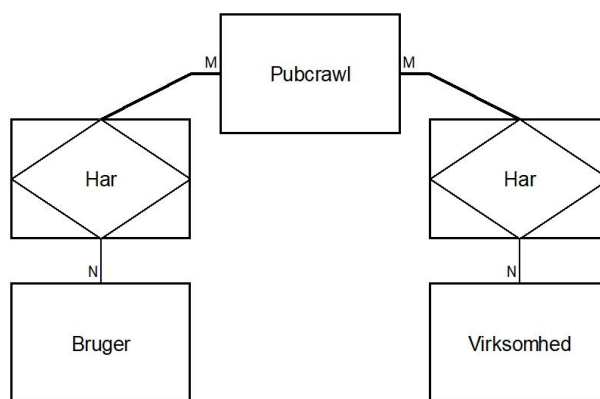
8 CC-Database

8.1 Design af CC-Database

I afsnittet vil designet og de forudgående overvejelser for CC-Database blive beskrevet. Det vil gøres ved brug af ERD- og DSD-diagrammer, idet disse diagrammer giver et detaljeret indblik i databasens forhold, samt hvordan databasen ønskes implementeret.

Det er blevet besluttet i projektgruppen at implementere en relationel database, hvor det skal være muligt både at kunne skrive til og læse fra databasen. Databasen skal indeholde følgende tre entiteter: Pubcrawl, Bruger og Virksomhed.

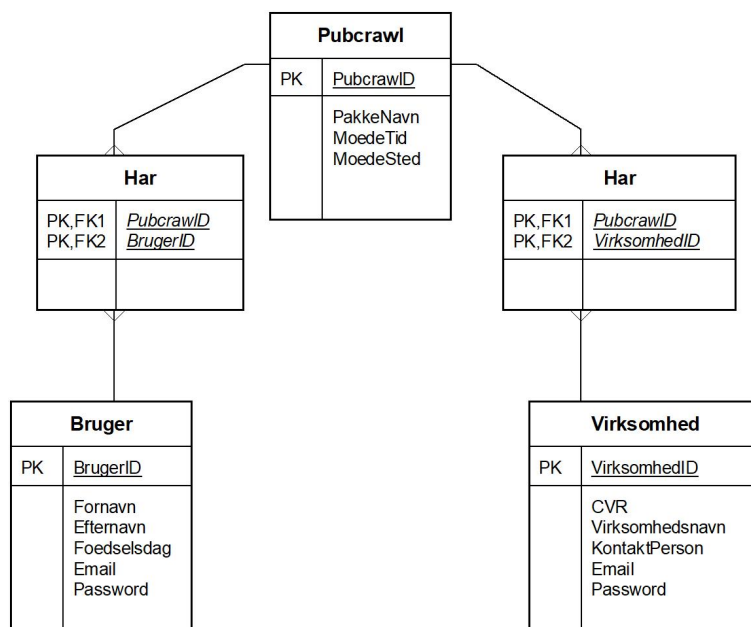
Pubcrawl entiteten har et mange til mange forhold med både bruger og virksomhed. Det betyder f.eks. at en bruger kan booke mange pubcrawls og at en pubcrawl kan have mange brugere. Ligeledes gælder det at forholdet mellem en virksomhed og et pubcrawl er mange til mange. Disse forhold tydeliggøres i ERD-diagrammet som illustreres i figur 47.



Figur 47: ERD diagram for CC-Database. Diagrammet viser forholdet imellem databasens forskellige entiteter

I overvejelserne for designet af både CC-Database, samt de to brugergrænseflader CC-Web og CC-App er der i projektgruppen blevet diskuteret, hvilke oplysninger som kan være relevante at have for både en bruger og en virksomhed. Dette er en vigtig beslutning, fordi der skal være samhørighed mellem den data som skal skrives til CC-Database igennem brugergrænsefladerne, og den data som læses fra CC-Database. I DSD-diagrammet i figur 48 vises de attributter som entiteterne skal have. Disse attributter repræsenterer også de relevante oplysninger, som en bruger og en virksomhed skal have.

DSD-diagrammet i figur 48 viser også hvilke attributter som er de primære nøgler (PK) for hver entitet og hvor i CC-Database der skal implementeres fremmed nøgler (FK). Disse oplysninger er vigtige, fordi de viser hvordan CC-Database skal implementere for at overholde de ønskede forhold.



Figur 48: DSD diagram for CC-Database. Diagrammet viser de attributter de forskellige entiteter indeholder

8.2 Implementering af CC-Database

I forbindelse med implementeringen af CC-Database har der været en række udfordringer i forhold til at kunne skrive og læse data til og fra CC-Web. Det har været udfordrende at finde den bedst mulige metode til at kunne læse data fra og skrive data til CC-Database igennem web-applikationen. Grunden til udfordringer med implementation af CC-Database har blandt andet været, at det relevante faglige indhold ift. integration af databasen er blevet undervist sent i semesteret.

Det er især kommunikationen mellem CC-Web og Virksomheds entiteten, som har krævet en ekstra indsats. Det har medført at den faktiske opbygelse og anvendelse af databasen er blevet gentænkt et antal gange. Vi fandt dog ud af undervejs at det ville være smartere at anvende ASP.NET Core med Identity, da det allerede har et indbygget login system. Fordelen ved Identity er, at virksomhedens loginoplysninger gemmes ved hjælp af cookies. Dette har medført at projektgruppen skulle identificere hvordan loginoplysningerne gemmes i CC-Database.

Det har været et ønske at oprettelsen af en ny virksomhed gøres på en gang og det er her den store udfordring har været, fordi det ikke har været muligt at tilgå både en given Identity database og CC-Database på en gang.

Derfor er databasen blevet implementere således at email og password gemmes både i Identity's eniteten og i Virksomheds entiteten, så det fra CC-Web's side ligner at oprettelsen kun sker en gang, selvom dataen bliver uddelegeret til to forskellige entiteter.

Det betyder at CC-Database bruges til at gemme oplysninger på alle virksomheder og alle brugere i deres respektive entiteter, samt at Identity indsættes i egen entitet, og bruges til at validere virksomhedernes loginoplysninger og adgang.

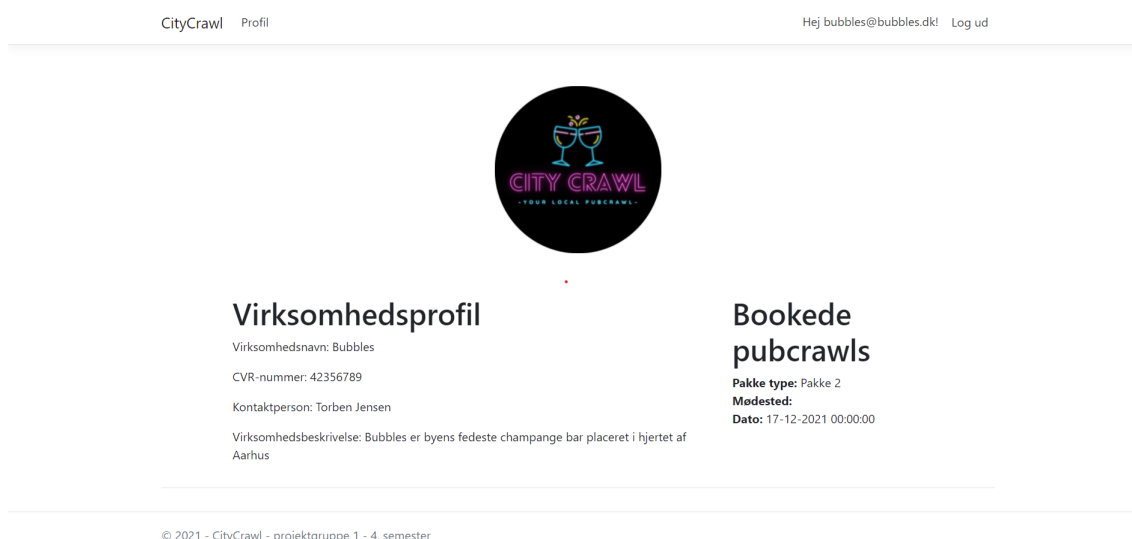
I slutningen af semesterprojektets forløb gik det op for projektgruppen at den oprindelige opbygningen af CC-Database skulle tilrettes, fordi det ikke var muligt at virksomheden kunne se de pubcrawls som en bruger havde bookede hos dem. Derfor blev designet af CC-Database lavet om, således at CC-Database også har en Pubcrawl entitet, som har et mange til mange forhold til både Bruger og Virksomhed entiteterne, som er illustreret i figur 47.

Udfordringerne har medført at der er sket en forsinkelse i forhold til den oprindelige tidsplan og at gruppen derfor har måtte nedprioritere andre opgaver i projektets forløb.

8.3 Test af CC-Database

Afslutningsvis testes det hvorvidt CC-App og CC-Web kan læse fra og skrive til CC-Database. For at gøre test af CC-Database mulig er der blevet implementeret de fire virksomheder, som indgår i de mulige pubcrawl-pakker i CC-App. Implementering af disse virksomheder bliver oprettet fra program start, således at der dannes en kobling af de bookede pubcrawl-pakker med de korrekte virksomheder der indgår i de valgte pubcrawl-pakker. Heraf er det muligt at få vist hvilke pubcrawl-pakker en virksomhed er en udbyder til på CC-Web.

Første test af CC-Database er blevet udført ved at køre både CC-Web og CC-App samtidigt, blandt andet for at CC-App har adgang til Web-API'et. Det testes hvorvidt data gemmes i CC-Database når en bruger booker en pubcrawl-pakke i CC-App, så samme data kan læses fra CC-Web og blive vist på den pågældende virksomheds profil side. Figur 49 viser resultatet for denne test, at det netop er muligt at læse den gemte pubcrawl data fra CC-App i CC-Web, via kommunikationen til CC-Database. Det betyder at er muligt at skrive til CC-Database fra CC-App og læse fra CC-Database til CC-Web.




Figur 49: Et billede af CC-Web hvor data fra Virksomheds entiteten og Bruger entiteten læse fra CC-Database og vises på CC-Web.

Figur 49 viser også at det er muligt at læse data fra Virksomheds entiteten, således at de korrekte virksomhedsoplysninger bliver vist for den pågældende virksomhed som er logget ind på CC-Web.

Afslutningsvis viser figur 49 at det er muligt at logge ind med en eksisterende virksomhedsprofil. Når der logges ind på CC-Web bliver det tjekket hvorvidt om den indtastede e-mail og det indtastede password passer med de registrerede oplysninger for en virksomhed som allerede eksisterer i CC-Database. Overensstemmelse af de indtastede loginoplysninger for en virksomhed vil gøre at virksomheden kan logge ind i CC-Web, samt at der kan gemmes loginoplysninger, der giver mulighed for at vise data for virksomheden der er logget ind. Disse data kan ses på profilsiden for virksomheden. Uoverensstemmelse af disse loginoplysningerne gør at virksomheden bliver præsenteret for en fejlmeddelelse, som er illustreret i figur 50.

CityCrawl

Opret bruger Login



The Password field is required.

bubblesbubbles.dk

The Password field is required.

Password

☐ Remember me?

Log in

© 2021 - CityCrawl - projektgruppe 1 - 4. semester

Figur 50: Udklip fra CC-Web som viser at virksomheden bliver præsenteret for en fejlmeddelelse når forkerte loginoplysninger bliver indtastet.

Efter den første test er det blevet undersøgt hvorvidt data gemmes som forventet i CC-Database for at sikre at der kommunikeres korrekt gennem de forskellige aspekter i CityCrawl. I henholdsvis figur 51, figur 52 og figur 53 viser at der er blevet gemt data i CC-Database.

	BrugerID	Fornavn	Efternavn	Fødselsdag	Email	PwHash
▶	1	Jan	Jespersen	02/08/1987	jan@jep.dk	\$2a\$10\$kMUfa...
	2	Hans	Andersen	04/12/1996	hans@andersen...	\$2a\$10\$PdpvM...
⚙	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL

Figur 51: Udklip fra Bruger entiteten som viser at der er to bruger gemt i CC-Database, som er sendt fra CC-App.

	PubcrawlId	PakkeNavn	MoedeSted	MoedeTid
▶	1	Pakke 1		18-12-2021 00:...
⚙	NULL	NULL	NULL	NULL

Figur 52: Udklip fra Pubcrawl entiteten som viser at der et pubcrawl gemt i CC-Database, som er sendt ind fra CC-App.

	VirksomhedID	CVR	Virksomhedsna...	KontaktPerson	Email	Password	Beskrivelse
▶	1	42356789	Bubbles	Torben Jensen	bubbles@bubbl...	Bubbles1!	Bubbles er byen...
	2	34127865	Hildas Beer Bar	Jytte Sørensen	jytte@hildsbeer...	HildasBeer2!	Boobies and Be...
	3	56349865	Jazz it up	Simone Nielsen	info@jazzitup.c...	Jazzitup3!	Jazz op dit liv
	4	67895432	Wine & Dine	Lars Clausen	wine@dine.com	Wine&dine4	Drik dig fuld, så...
⚙	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL

Figur 53: Udklip fra Virksomhed entiteten som viser at fire virksomheder gemt i databasen. Disse virksomheder er oprettet ved at af program kørsel

Projektgruppen kan konkludere at der kan både skrive til og læse fra CC-Database, at data gemmes i de korrekte entiteter i CC-Database og at login verificeres korrekt ved hjælp af CC-Database.

9 Accepttest

I dette afsnit bliver accepttestene for både CC-App og CC-Web præsenteret. Disse accepttest er udarbejdet for at undersøge, hvorvidt de opstillede krav for CityCrawl opfyldes. Begge accepttest er udarbejdet som observationstests for systemet.

9.1 Accepttest for CC-App

I acceptttesten for CC-App testes det, hvorvidt det er muligt for en bruger at oprette sig via applikationen samt både kunne logge ind og ud af applikationen. Det testes også, hvorvidt brugeren bliver præsenteret for de korrekte fejlbeskeder, hvis forkerte oplysninger indtastes og til slut testes det, hvorvidt det er muligt for en bruger at tilmelde sig en pubcrawl for en given dato.

Applikation under test	CC-App			
Prækondition	CC-App er kørende og står med "MainWindow" åben			
Nr.	Handling	Forventet observation	Faktisk observation	Vurdering
1	Vælger "Opret bruger"	Viser siden "Opret bruger"	Siden "Opret bruger" vises	OK
2	Indtaster personoplysninger og vælger "Opret bruger"	Viser siden "Min profil"	Siden "Min profil" vises	OK
3	Vælger "Log af" i menuen	Viser forsiden (MainWindow)	Forsiden (Mainwindow) vises	OK
4	Vælger "Login"	Viser siden "Login"	Siden "Login" vises	OK
5	Indtaster FORKERTE login-oplysninger og vælger "Login"	Viser siden "Login fejl"	Der bliver smidt en exception i Web-API'et	FEJLER
6	Vælger "Okay"	Viser siden "Login"	Siden "Login" vises	OK
7	Indtaster RIGTIGE login-oplysninger og vælger "Login"	Viser siden "Min profil"	Siden "Min profil" vises	OK
8	Vælger "Tilmeld pubcrawl" i menuen	Viser siden "Tilmeld pubcrawl"	Siden "Tilmeld pubcrawl" vises	OK
9	Vælger pubcrawl-pakke UDEN at vælge dato	Viser en fejlmeddelse	Fejlmeddelsen vises	OK
10	Vælger "OK"	Viser siden "Tilmeld pubcrawl"	Siden "Tilmeld pubcrawl" vises	OK
11	Vælger dato og pubcrawl-pakke	Viser "Booking godkendt"	"Booking godkendt" vises	OK
12	Vælger "Vis profil" i menuen	Viser siden "Min profil"	Siden "Min profil" vises	OK
13	Vælger "Log ud" i menuen	Viser forsiden (MainWindow)	Forsiden (Mainwindow) vises	OK

Tabel 3: Accepttest for CC-App

9.2 Accepttest for CC-Web

I acceptttesten for CC-Web bliver det testet hvorvidt det er muligt for en virksomhed at registrere sig på web-applikationen, samt både at kunne logge ind og ud af web-applikationen. Det bliver også testet om hvorvidt virksomheden bliver præsenteret for fejlbeskeder når forkerte oplysninger indtastes. Herudover testes det også hvorvidt virksomheden får vist sine virksomhedsoplysninger på virksomhedsprofil-siden.

Applikation under test	CC-Web			
Prækondition	CC-Web er kørende og står med Viewet "Index" åbent, der viser forsiden for CC-web			
Nr.	Handling	Forventet observation	Faktisk observation	Vurdering
1	Vælger "Opret bruger"	Viser viewet for "Opret bruger"	Viewet "Opret bruger" vises	OK
2	Trykker "Register" uden at udfylde noget	Viser fejlbeskeder med rød, om at felterne mangler udfyldning	Fejlbeskeder vises med rød	OK
3	Udfylder felterne og trykker "Register"	Viser viewet "Welcome"	Viewet "Welcome" vises	OK
4	Vælger "Se din profil"	Viser viewet "Virksomhedsprofil"	Viewet "Virksomhedsprofil" vises	OK
5	Vælger "Log ud"	Viser viewet af forsiden for CC-web	Viewet for forsiden vises	OK
6	Vælger "Login"	Viser viewet "Login"	Viewet "Login" vises	OK
7	Indtaster FORKERTE login-oplysninger og vælger "Login"	Viser fejlbesked	Fejlbeskeden vises	OK
8	Indtaster RIGTIGE login-oplysninger og vælger "Login"	Viser viewet "Welcome"	Viewet "Welcome" vises	OK
9	Vælger "Se din profil"	Viser viewet "Virksomhedsprofil" med korrekte virksomhedsoplysninger	Viewet "Virksomhedsprofil" vises med korrekte virksomhedsoplysninger	OK

Tabel 4: Accepttest for CC-Web

9.3 Konklusion for accepttest

Det kan for acceptttesten konkluderes, at den overordnet gik som forventet, og derfor tilregnes den for vellykket. Det var kun test nr. 5, i CC-App, for indtastning af forkerte loginoplysninger som fejlede. Her var det forventet, at brugeren skulle modtage en fejlbesked, men idet der kom en exception i Web-API'et som ikke blev fanget af CHttpClient modtog brugeren ikke den pæne fejlbesked. Fejlen blev hurtigt identificeret i CHttpClient, som blev udvidet med den manglende fejlhåndtering for når brugeren ikke findes i CC-Database. Efterfølgende har denne korrigerende medført at den korrekte fejlmeddelelse præsenteres for brugeren.

10 Referencer

- Model-view-controller, <https://en.wikipedia.org/wiki/Model%E2%80%93view%E2%80%93controller>, d. 09.12.2021, kl. 15:14.
- 4+1 view model billede 7, hentet fra 4+1view-architecture.UML2.pdf fra lektion 5 i Software Design faget.
- MVVM billede 20, hentet fra fra GUI MVVM.pdf, lektion 07 MVVM i GUI-programmering faget.
- Til implementering af JSON Web Tokens der hentet inspiration udvalgt materiale undervisningslektion 12 om Security fra faget Netværksprogrammering og grundlæggende kommunikation. Nedenstående filer kan findes i mappen Reference-bilag i det afleverede materiale.
 - [1] 12b JSON Web Token.pdf
 - [2] Hvordan du tilføjer bruger login til et web API.pdf
- SOLID <https://en.wikipedia.org/wiki/SOLID> d. 12.12.2021 kl. 12:37.
- N-Tier <https://www.ibm.com/topics/three-tier-architecture> d. 09.12.2021 kl. 10:35.