

Projekt Dokumentation

Sun2Water



4. SEMESTER PROJEKT

GRUPPE 4

ELEKTRISK ENERGITEKNOLOGI

AARHUS UNIVERSITET

DEN 23/02-17

Versioner:

Version 1.0 - d. 17/3-17 - Første version

Vejleder: Emir Pasic

Andreas Haase Schulz
201303711

Martin Bruun Simonsen
20114338

Simon Rydder
201370470

Søren Lorentzen
201400335

Marcus Andersen
201508863

Simon Storgaard Callesen
201509727

Forord

Indholdsfortegnelse

Kapitel 1	Indledning	1
Kapitel 2	Kravspecifikation	3
2.1	Aktør kontekst diagram	3
2.2	Aktørbeskrivelse	3
2.3	Use case diagram	4
2.3.1	Termliste	5
2.4	Fully dressed use cases	6
2.4.1	Use case 1 - Tap vand	6
2.4.2	Use case 2 - Optimer vandstand	6
2.4.3	Use case 3 - Oplad batteri	7
2.4.4	Use case 4 - Send log	8
2.5	Ikke funktionelle krav	9
Kapitel 3	Systemarkitektur	11
3.1	Domænemodel	11
3.2	Overordnet arkitektur	11
3.2.1	Arkitektur for Energisystem	13
3.2.2	Arkitektur for Pumpesystem	14
3.2.3	Arkitektur for Vandsystem	16
3.3	Signalbeskrivelse	18
3.4	Sekvensdiagram	18
Kapitel 4	Analyse	23
Kapitel 5	Integrationstest	25
Kapitel 6	Accepttest	27
6.1	Use case testscenarier	27
6.1.1	Use case 1 - Tap vand	27
6.1.2	Use case 2 - Optimer vandstand	28
6.1.3	Use case 3 - Oplad batteri	29
6.1.4	Use case 4 - Send log	30
6.2	Test af ikke-funktionelle krav	30
6.2.1	Styringsenhed	30
6.2.2	Målere	31
6.2.3	Vandpumpe	32
Litteratur		33

Indledning

1

Mangel på rent drikkevand er et stort problem rundt i verden. Faktisk er der 663 millioner mennesker i verden, der ikke har adgang til rent drikkevand. Manglen på rent vand er især et problem ude på landet i de afrikanske lande, som ligger syd for Saharaørkenen. Her er adgangen til vand typisk fra floder og søer, hvor vandet kan være fyldt med bakterier og urenheder.

Til dette 4. semester projekt skal der udvikles en selvforsynende pumpebrønd, der kan levere rent vand til afsidesliggende landsbyer. Pumpebrønden skal placeres et egnet sted, hvor det er muligt at bore ned til grundvandet.

Systemet skal forsynes igennem et antal solpaneler, der kan levere den nødvendige strøm for at drive vandpumpe og styring.

Grundvandet pumpes op i en vandtank, der samlet set kan indeholde vand til 3 dages forbrug. Endvidere skal systemet indeholde batterikapacitet til at fylde vandtanken minimum 1 gang og dermed 3 dages forbrug.

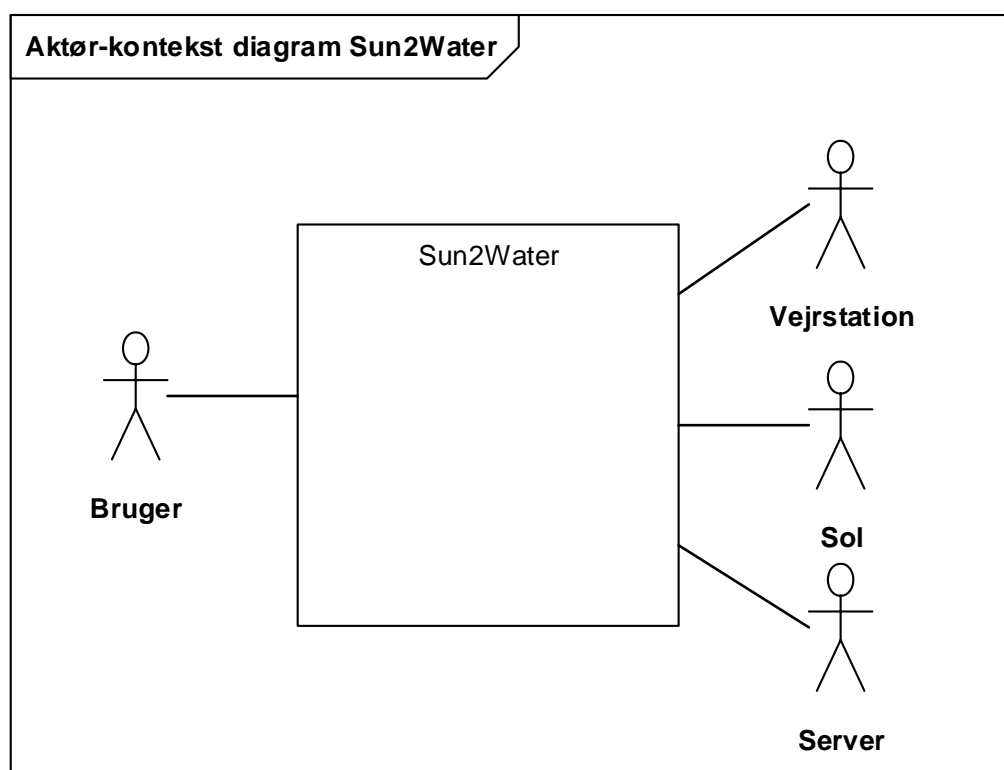
Det er vigtigt at systemet er pålideligt. Derfor skal systemet bruge den genererede solenergi, så effektivt som muligt og tage hensyn til forskellige parametre for at sikre en stabil vandforsyning.

Systemet vil kunne give mindre landsbyer rent vand, forbedre hygiejneforhold og dermed forbygge sygdomme, der spredes igennem forurenet vand og dårlig hygiejne.

Kravspekifikation 2

2.1 Aktør kontekst diagram

Systemet har fire aktører: Bruger, Vejrstation, Sol og Server.



Figur 2.1. Aktør kontekst diagram

2.2 Aktørbeskrivelse

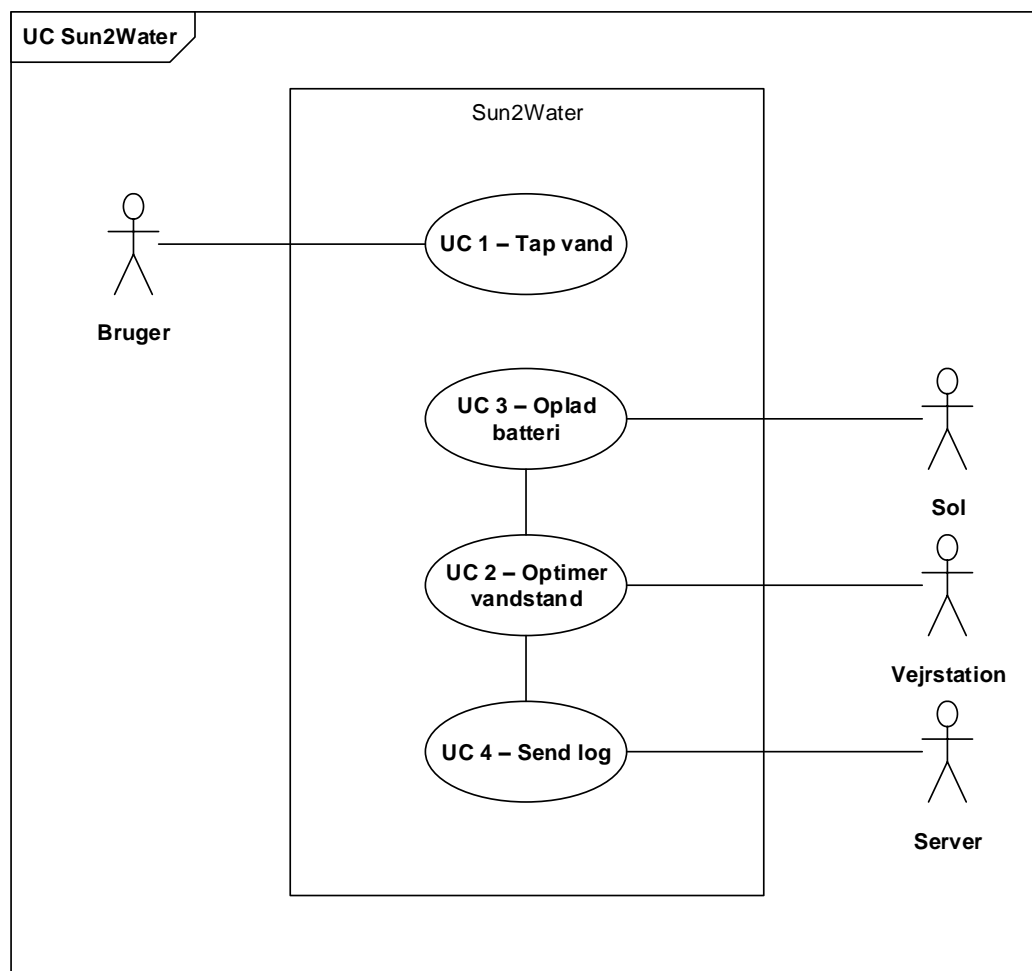
Systemet har en primær aktør og tre sekundære aktører.

Systemets primære aktør er brugeren af systemet. Det er brugeren der ønsker at anvende systemet og som kan integrere med systemet. Brugerens ønske er at tappe vand fra systemet.

Systemets sekundære aktører er Vejrstation, Solen og Server:

- Vejrstationen sender aktuelle vejrprognoser til systemet, når systemet anmoder om det.
- Solen forsygner systemet med energi, ved at skinne på systemets solpaneler.
- Server modtager og gemmer logfiler fra systemet.

2.3 Use case diagram



Figur 2.2. Use case diagram Sun2Water

Sun2Water består af tre aktører (beskrevet i afsnit 2.2) og fire Use Cases. På 2.2 er vist de fire Use Cases sammenhæng med hinanden og systemets aktører. Use Case 1 – Tap vand har til formål at sørge for, at Brugeren modtager vand når han interagerer med systemet. Use Case 2 – Optimer vandstand har til formål at optimerer vandstanden i tanken hver x time, ud fra parametre som de kommende dages vejr, solens nuværende effekt, den nuværende vandmængde i tanken samt batteriets niveau. Use Case 3 – Oplad batteri skal beskrive hvordan solenergien bliver omdannet til spænding i batteriet. Use Case 4 – Send log har til formål at sende information til Server om logdata og eventuelle fejl. Dette gøres med faste

mellemrum efter hver optimering af vandstand. En dybdegående beskrivelse af de fire Use Cases ses beskrevet i afsnit 2.4.

2.3.1 Termliste

1. Systemet
 - a. Det samlede system også kaldet Sun2Water
2. Systemet er klar til brug
 - a. Systemet tændt
 - b. Alt er tilsluttet korrekt
3. Log-fil
 - a. Loggen indeholder en historik over de seneste aktiviteter i systemet
4. Prognose
 - a. Prognosen er en 3-dages vejrprognose der hentes fra en database
5. Batteikapacitet
 - a. Hvor meget strøm der er tilbage på batteriet
6. logdata
 - a. Data om de forskellige parametre i systemet

2.4 Fully dressed use cases

De udarbejdede use cases vil i efterfølgende afsnit blive beskrevet.

2.4.1 Use case 1 - Tap vand

Her beskrives hvordan en bruger tapper vand. Bruger trykke på en vandknap, og der dispenseres vand så længe den holdes inde. Er tanken tom dispenseres der ikke noget vand.

Use Case	1
Navn	Tap vand
Mål	Bruger har modtaget vand fra vandtanken
Initiering	Bruger
Aktører	Bruger (primær)
Antal samtidige forekomster	1
Forudsætning	Der er vand i tanken
Resultat	Bruger har modtaget vand.
Hovedscenarie	<ol style="list-style-type: none">1. Bruger holder vandknap inde2. Systemet dispenserer vand [Ext. 2.1: Vandtank er tom]3. Bruger slipper vandknap
Udvidelser / undtagelse	[Ext. 2.1: Vandtank er tom] <ol style="list-style-type: none">1. Bruger modtager ingen vand

Tabel 2.1. Use case 1 - Tap vand

2.4.2 Use case 2 - Optimer vandstand

Denne Use Case indsamler information om systemets tilstand samt vejret. Ud fra informationerne beregner systemet et optimalt effektforbrug pumpen skal køre med. Pumpen kører efterfølgende med dette effektforbrug indtil en timer igangsætter en ny konfiguration. Dette sker ved at UC'en går til punkt 1 igen. Inden genstart skrives målinger og effektforbrug i loggen og UC 4 - Send log initieres.

Use Case	2
Navn	Optimer vandstand
Mål	Optimere pumpningen i forhold til dagligt forbrug
Initiering	Systemet
Aktører	-
Antal samtidige forekomster	1
Forudsætning	Systemet er klar til brug
Resultat	Programmet har optimeret pumpningen ud fra parametre i systemet og det daglige forbrug
Hovedscenarie	<ol style="list-style-type: none"> 1. Systemet måler vandstand [Ext. 1: Måling mislykkedes] 2. Systemet måler solpanels effekt [Ext. 1: Måling mislykkedes] 3. Systemet måler batterispænding [Ext. 1: Måling mislykkedes] 4. Systemet anmoder Vejrstation om prognose 5. Systemet modtager prognose [Ext. 2: Systemet modtager ikke prognose] 6. Systemet udregner optimalt pumpeeffektforbrug 7. Systemet igangsætter pumpe med optimalt pumpeeffektforbrug 8. Systemet gemmer data i loggen 9. Systemet initiere UC 4 - Send log 10. Systemet venter x time(r) 11. Systemet går til punkt 1 i UC 2 - Optimer vandstand
Udvidelser /undtagelse	<p>[Ext. 1: Måling mislykkedes]</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Systemet skriver fejl i loggen 2. Systemet fortsætter med tidligere måling <p>[Ext. 2: Systemet modtager ikke prognose]</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Systemet skriver fejl i loggen 2. Systemet fortsætter med tidligere prognose

Tabel 2.2. Use Case 2 - Optimer vandstand

2.4.3 Use case 3 - Oplad batteri

Her beskrives hvordan batteriet oplades med energi fra solen via et solpanel og en effektkreds.

Use Case	3
Navn	Oplad batteri
Mål	At oplade batteri
Initiering	Sol
Aktører	Sol (Sekundær)
Antal samtidige forekomster	1
Forudsætning	Systemet er klar til brug
Resultat	At oplade batteri
Hovedscenarie	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sol skinner på solpanel 2. Solpanel danner spænding 3. Spænding oplader batteri gennem opladerkreds
Udvidelser /undtagelse	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ingen

Tabel 2.3. Use Case 3 - Oplad batteri

2.4.4 Use case 4 - Send log

Logfilen sendes til Server som gemmer logfilen.

Use Case	4
Navn	Send log
Mål	At sende den seneste log til Server
Initiering	Use Case 2 - Konfigurer pumpning
Aktører	Server (Sekundær)
Antal samtidige forekomster	1
Forudsætning	Systemet er klar til brug
Resultat	Den seneste log bliver sendt til Server
Hovedscenarie	<ol style="list-style-type: none"> 1. Systemet sender seneste log til Server
Udvidelser /undtagelse	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ingen

Tabel 2.4. Use Case 4 - Send log

2.5 Ikke funktionelle krav

Ikke funktionelle krav

I. Styringsenhed

- 1) Konfigurering af pumpe skal opdateres hver x time
- 2) Systemets regulering af vandforsyning skal sikre mindst 3500 L/dag
- 3) Energiforbrug ved hvile tilstand max = x
- 4) Energiforbrug ved watch tilstand max =
- 5) Energiforbrug ved ON tilstand max = x

II. Sensor

- 1) Vandstandsmåler skal kunne måle indendfor måleområde = $[0;x]$
- 2) Batterimåler skal kunne måle indendfor måleområde = $[0;x]$
- 3) Solpanelsmåler skal kunne måle indendfor måleområde = $[0;x]$

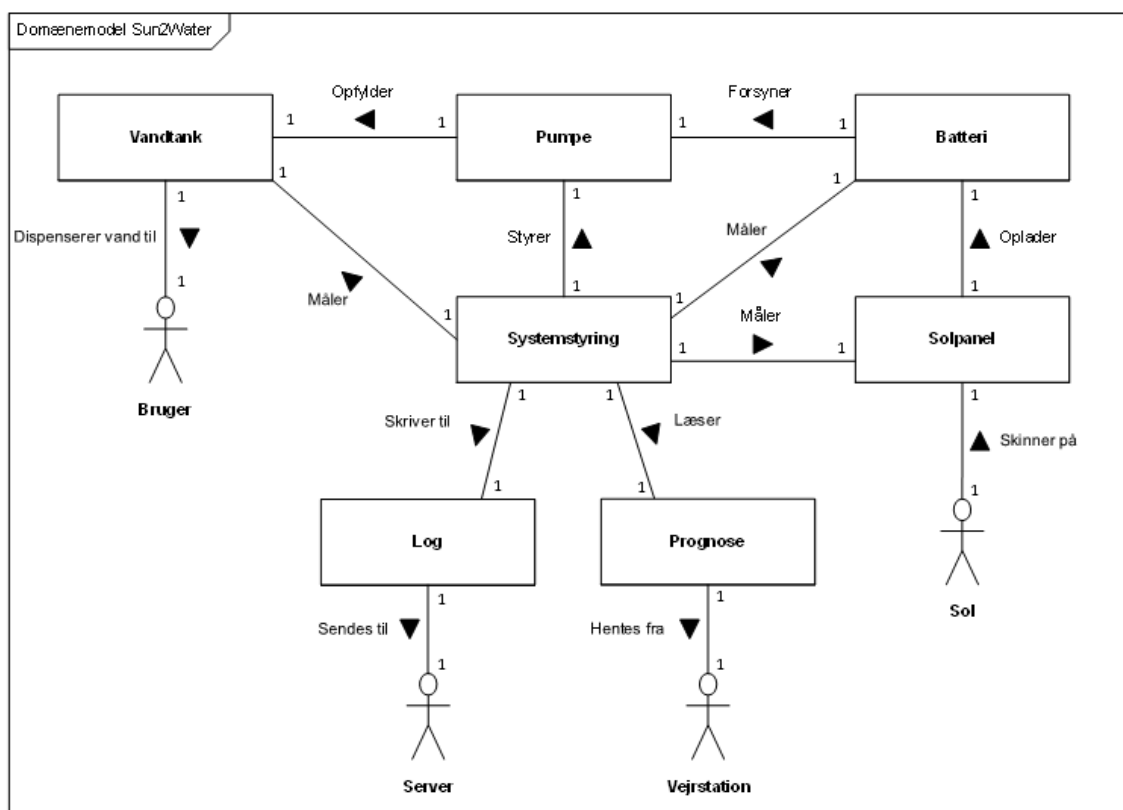
III. Vandpumpe

- 1) Vandpumpe skal kunne pumpe med x L/time

Systemarkitektur 3

3.1 Domænemodel

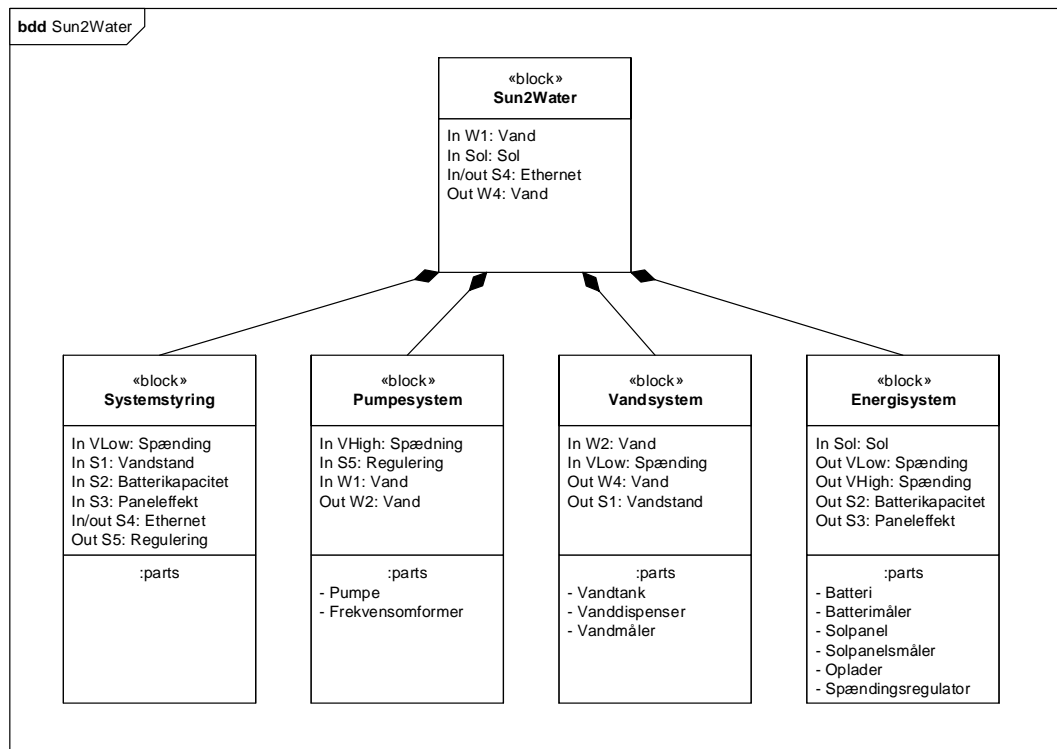
Systemets overordnede struktur er blevet skitseret i en domænemodel. Domænemodellen viser hvilke enheder systemet overordnet består af, og hvordan de interagerer med hinanden.



Figur 3.1. Domænemodel for systemet

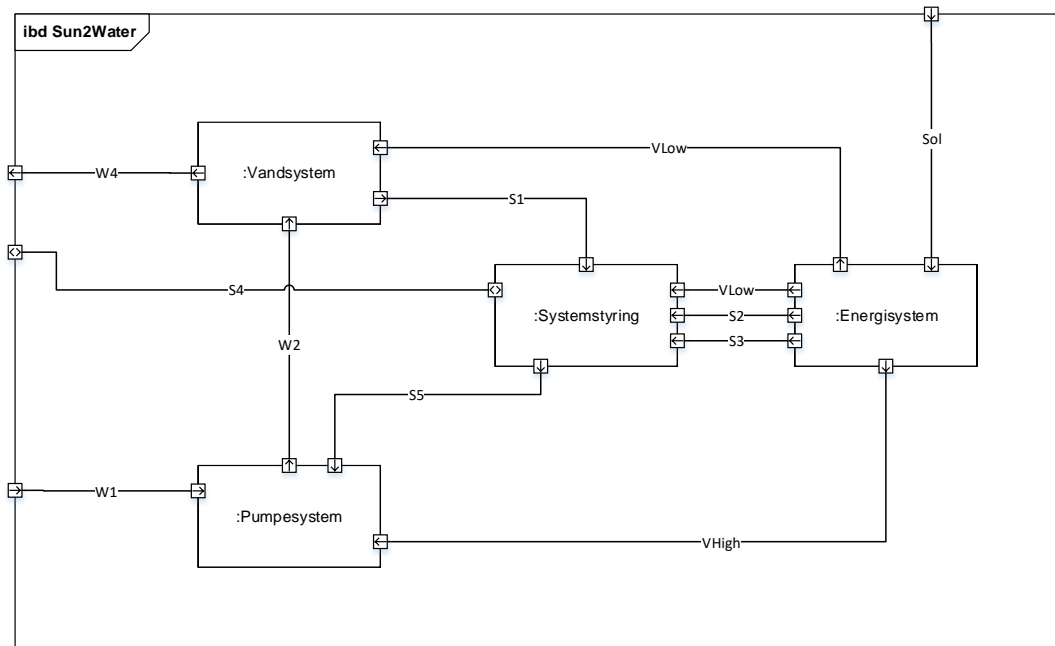
3.2 Overordnet arkitektur

Det samlede system er opbygget af en systemstyring, pumpesystem, vandsystem og et energisystem. Det er systemstyring der er hjernen i systemet og det er den der styre de andre blokke. Pumpesystem indeholder blandt andet en pumpe, der pumper vand op i vandtnken. Vandsystem indeholder vandtanken og har også en sensor, der kan måle vandstanden i tanken. Energisystem er den blok der forsyner systemet med energi. Den indeholder solpaneler der lader et batteri op igennem en ladekreds.



Figur 3.2. Overordnet bdd for systemet

I ibd diagrammet figur 3.3 kan forbindelser for det overordnede system ses. Systemet indeholder flere forskellige spændinger og signaler. Oversigt over spændinger og signaler kan ses i signalbeskrivelsen afsnit 3.3



Figur 3.3. Overordnet ibd for systemet

3.2.1 Arkitektur for Energisystem

Energisystem er den overordnede blok som beskriver hvor energien til det resterende system kommer fra. Den leverer spænding til resten af systemet, samt to signaler som beskriver batteriets kapacitet samt solpanelets effekt.

Batteri

Batteri modtager en spænding fra Oplader som oplader batteriet. Batteri sender VLow (en lav spænding) ud til resten af systemet og forsyner de mindre komponenter.

Batterimåler

Batterimåler modtager en spænding fra batteriet og sender dernæst et signal til systemstyringen, om batteriets kapacitet.

Solpanel

Solpanel får sollys ind og omdanner det til en spænding. Spændingen bliver sendt videre til opladeren.

Solpanelmåler

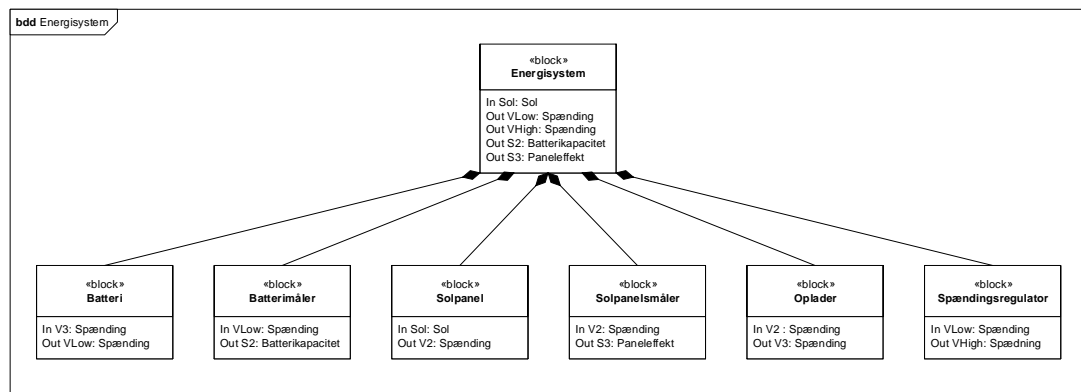
Solpanelmåleren modtager en spænding fra solpanelet, og sender et signal videre til systemstyringen om hvor stor en spænding solpanelet danner.

Oplader

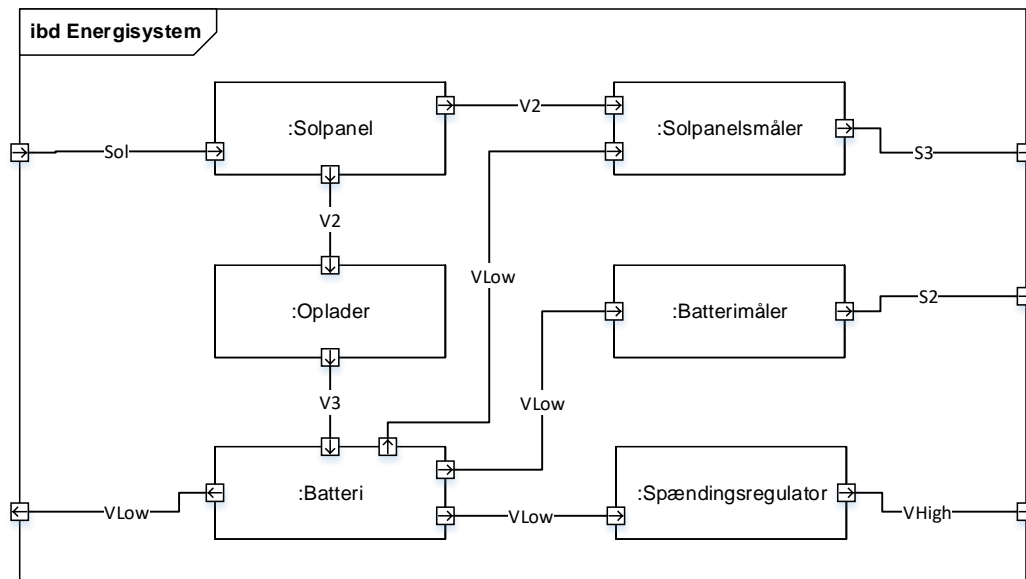
Oplader er en opladerkreds som modtager en spænding fra solpanelet og oplader batteriet via kredsen.

Spændingsregulator

Spændingsregulatoren modtager en spænding fra batteriet og transformerer spændingen til et højere niveau som sendes til pumpesystemet.



Figur 3.4. bdd for Energisystem



Figur 3.5. ibd for Energisystem

3.2.2 Arkitektur for Pumpesystem

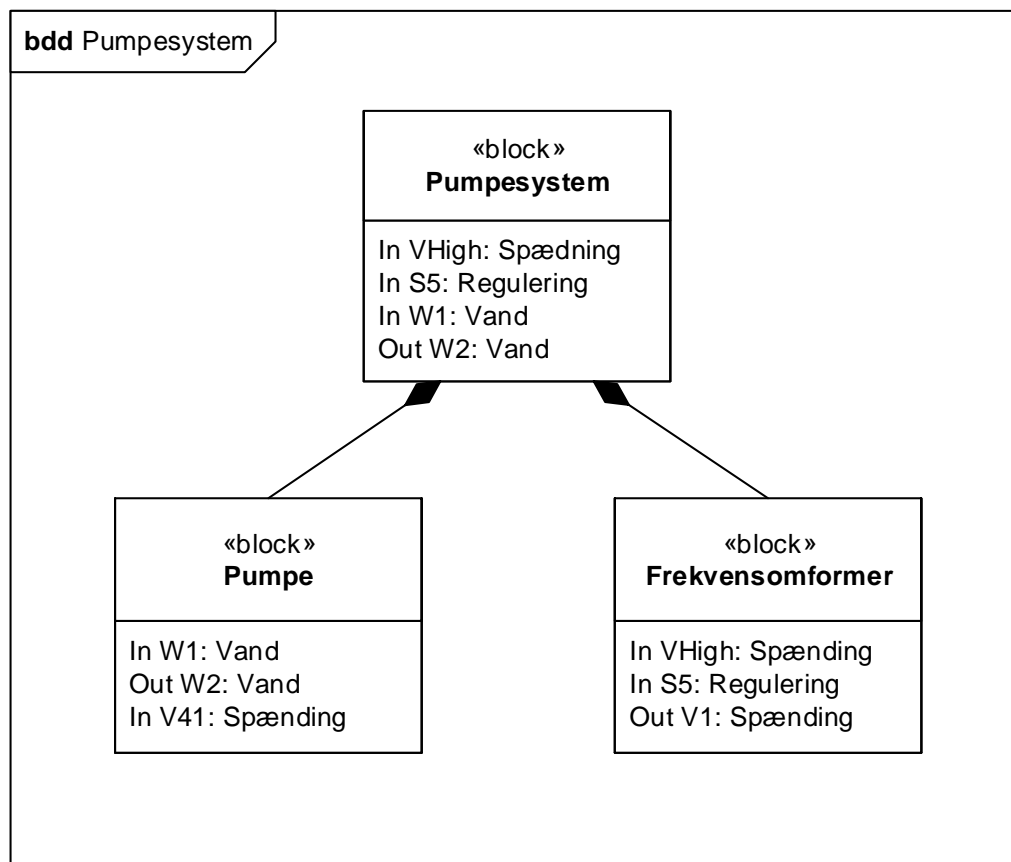
Pumpesystemet modtager en høj spænding fra spændingsregulatoren til at forsyne pumpen, samt et regulerende signal fra systemstyringen. Pumpesystemet står for at pumpe vand op fra undergrunden samt at sende det videre til vandtanken.

Pumpe

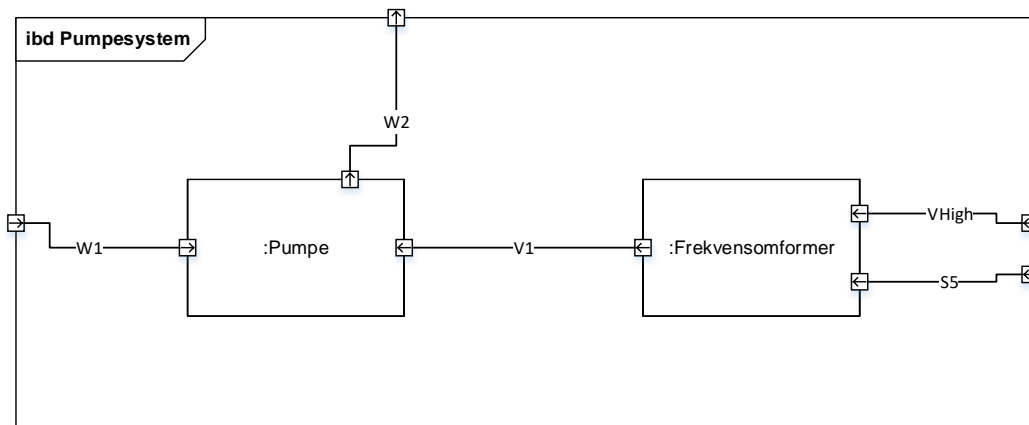
Pumpen modtager en spænding fra frekvensomformereren. Pumpen står for at pumpe vandet fra undergrunden op i vandtanken.

Frekvensomformer

Frekvensomformereren modtager en høj spænding fra spændingsregulatoren. Den omformer frekvensen og sender den omformede spænding til pumpen. Frekvensomformereren modtager et regulerende signal som alt efter systemet tilstand regulerer den spænding som bliver tilført pumpen.



Figur 3.6. bdd for Pumpesystem



Figur 3.7. ibd for Pumpesystem

3.2.3 Arkitektur for Vandsystem

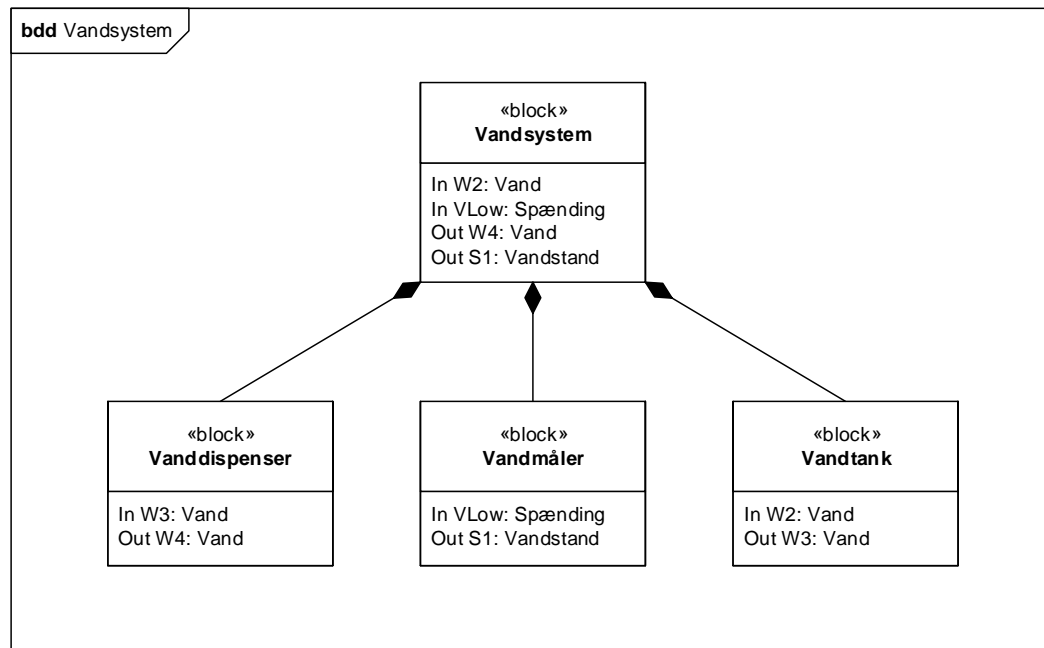
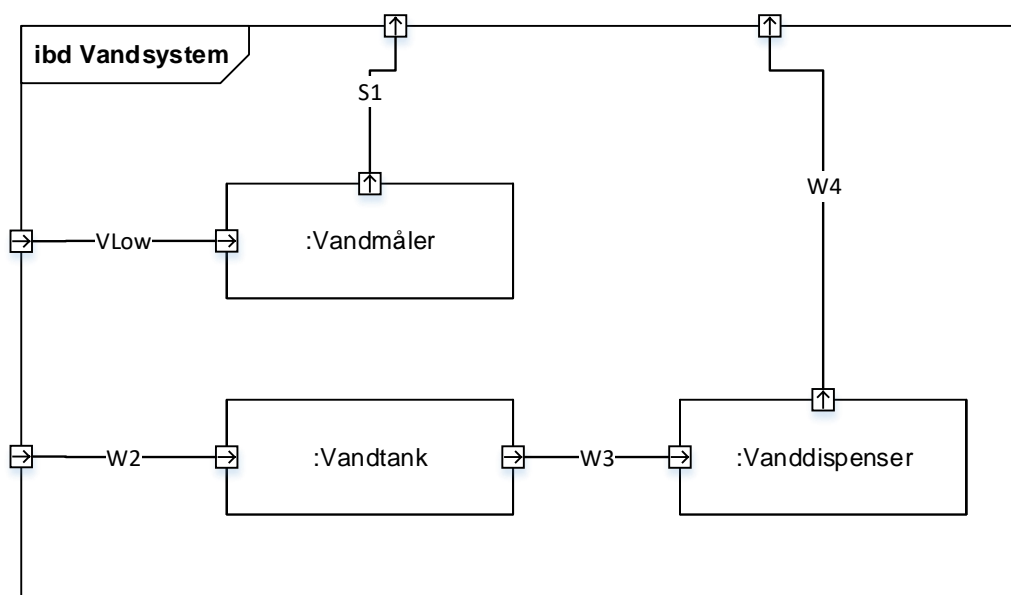
Vandsystemet står for at opbevare det oppumpede vand, samt dispensere vand til brugeren. Vandsystemet holder styringsenheden opdateret på hvor meget vand der er i tanken.

Vanddispenser

Vanddispenseren dispenserer vandet fra vandtanken og ud til brugeren.

Vandmåler

Vandmåleren modtager en lav spænding fra batteriet for at være operativ. Den sender et signal til systemstyringen om hvor meget vand der er i tanken.

*Figur 3.8.* bdd for Vandsystem*Figur 3.9.* ibd for Vandsystem

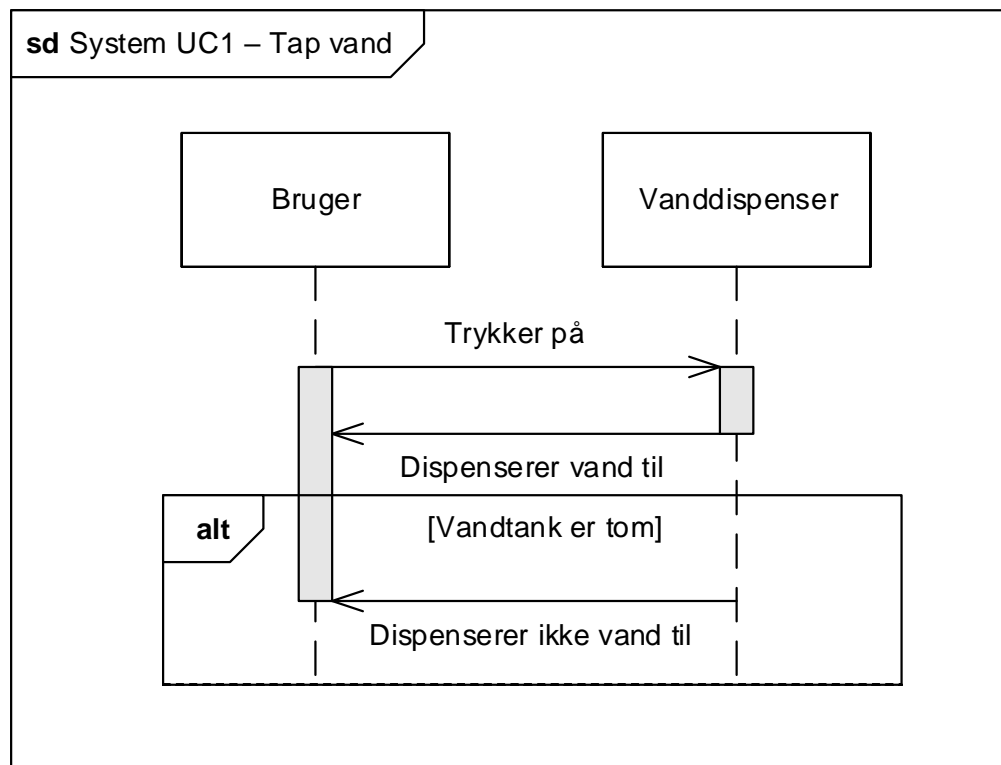
3.3 Signalbeskrivelse

Signal beskrivelse		
Signalnavn	Type	Beskrivelse
VLow	?VDC	Systemspænding
VHigh	?VDC	Frekvensomformerspænding
V1	?VDC	Frekvensomformet spænding
V2	?VDC	Solpanelspænding
V3	?VDC	Oplader spænding
GND	Ground	Reference
S1	Analog signal	Vandstand i tank
S2	Analog signal	Batterikapacitet
S3	Analog signal	Solpanel effekt
S4	ethernet	Internetforbindelse
S5	Analog signal	Regulering af motor
W1	Vand	Vand fra brønd
W2	Vand	Vand til vandtank
W3	Vand	Vand fra tank til dispenser
W4	Vand	Vand ud af dispenser

Tabel 3.1. Beskrivelse af signaler der optræder på ibd og bdd

3.4 Sekvensdiagram

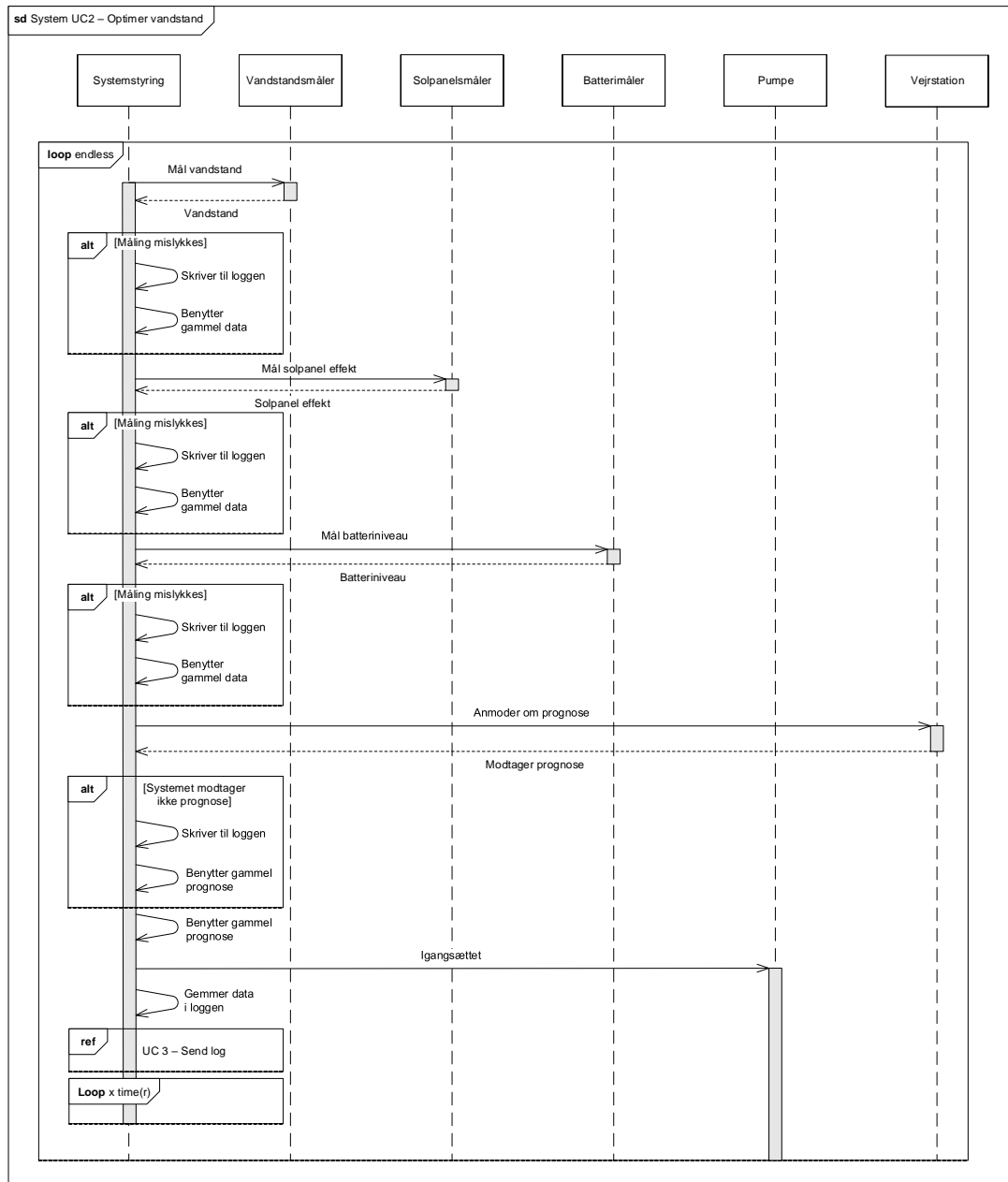
I følgende afsnit er der beskrevet sekvensdiagrammer for hver use case.

Use case 1 - Tab vand

Figur 3.10. Sekvensdiagram for use case 1 - Tab vand

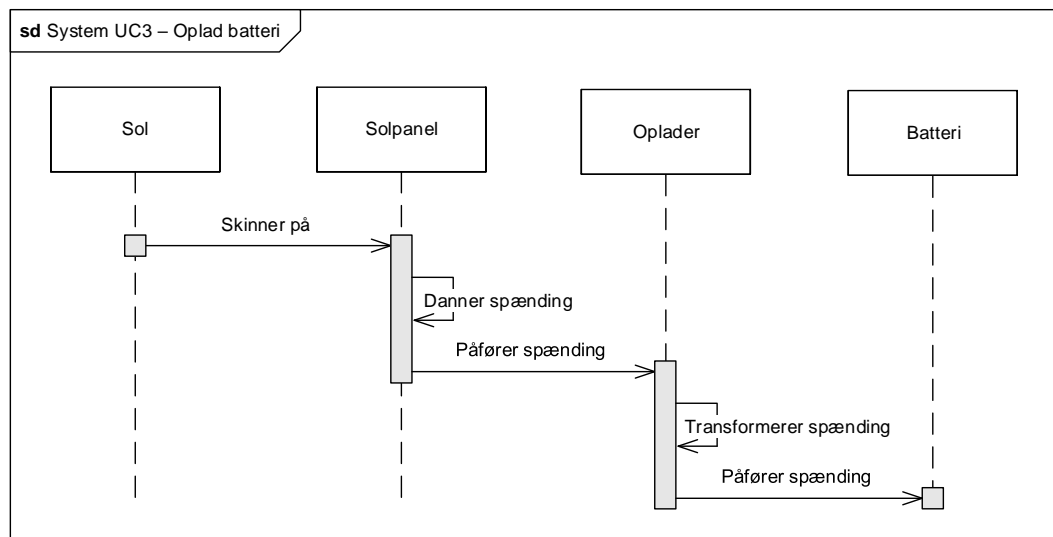
Use case 2 - Optimer vandstand

Systemsekvensdiagrammet der ses på figur 3.11 viser, sekvensen for Use Case 2. Hele sekvensen er i et loop der aldrig ender når systemet er sat op. En sekvens består af målinger af vandstand, solpanelseffekt, batteriniveau, samt henter en prognose. Disse værdier bruger den til at udregne en optimal pumpeværdi, som sendes til frekvensomformereren. Til sidst kalder systemet Use Case 4 - Send log. Herefter venter systemet x antal timer inden det begynder på en sekvens igen.



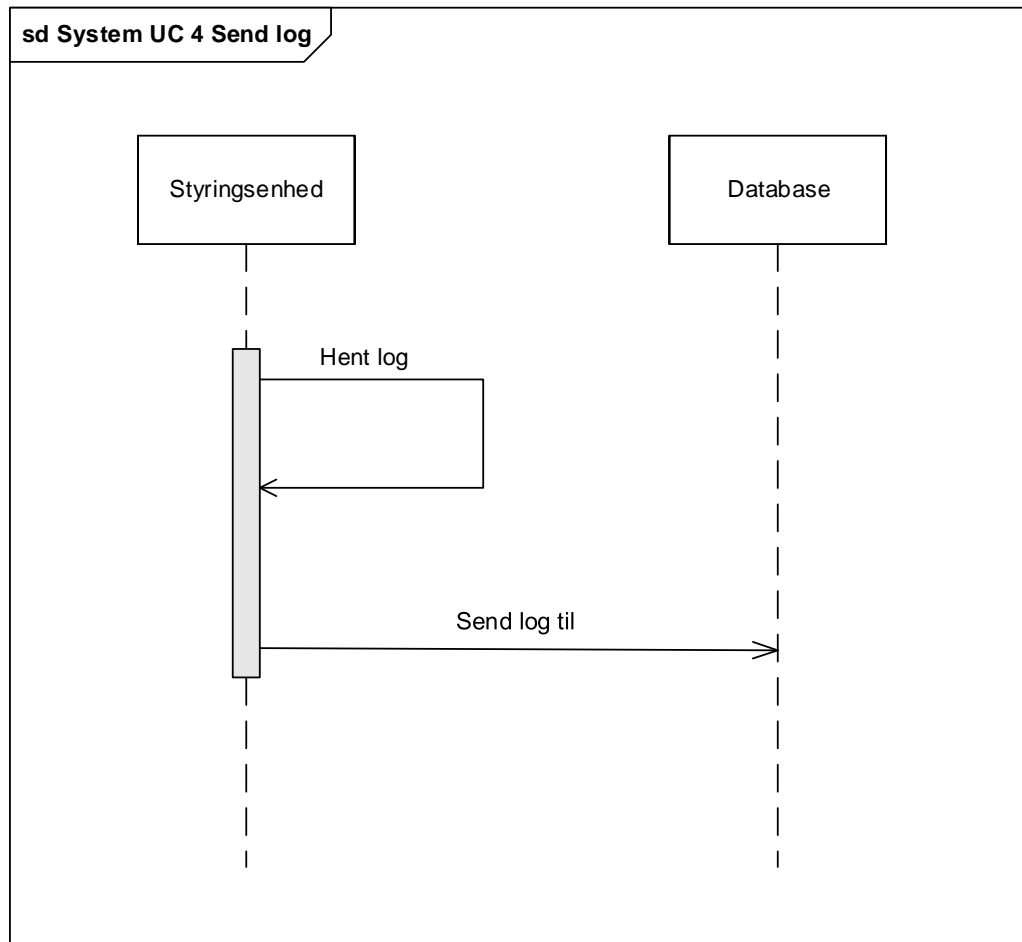
Figur 3.11. Sekvensdiagram for use case 2 - Optimer vandstand

Use case 3 - Oplad batteri



Figur 3.12. Sekvensdiagram for use case 3 - Oplad batteri

Use case 4 - Send log



Figur 3.13. Sekvensdiagram for use case 4 - Send log

Analyse 4

Integrationstest 5

Accepttest 6

6.1 Use case testscenarier

6.1.1 Use case 1 - Tap vand

Først testes hovedscenariet af use case 1 - Tap vand.

Use cases under test		Use Case 1 - Tap vand		
Scenarie		Hovedscenarie		
Forudsætning		Systemet er klar til brug		
Step	Handling	Forventet Resultat	Faktisk Resultat	Vurdering OK/Fail
1	Bruger trykker Vanddispenser ind.	Vanddispenser trykkes ind.		
2	Bruger venter imens vand dispenseres fra Vanddispenser.	Vand løber ud af Vanddispenser.		
3	Bruger slipper Vanddispenser	Vand stopper med at løbe fra Vanddispenser.		

Tabel 6.1. Test af hovedscenarie for use case 1 - Tap vand

Herefter testes udvidelsen for use case 1 - Tap vand, hvor vandtanken er tom.

Use cases under test		Use case 1 - Tab vand		
Scenarie		Extension 1 - Vandtank er tom		
Forudsætning		Hovedscenarie er igangsat		
Step	Handling	Forventet Resultat	Faktisk Resultat	Vurdering OK/Fail
1	Brugeren modtager ingen vand	Der løber ikke vand ud af Vanddispenser		

Tabel 6.2. Test af extension 1 for use case 1 - Tap vand

6.1.2 Use case 2 - Optimer vandstand

Use case 2 - Optimer vandstand testes igennem for hovedscenariet.

Use cases under test		Use Case 2 - Optimer vandstand		
Scenarie		Hovedscenarie		
Forudsætning		Systemet er klar til brug		
Step	Handling	Forventet Resultat	Faktisk Resultat	Vurdering OK/Fail
1	Systemet måler vandstand	Vandstand måles		
2	Systemet måler solpanels effekt	Solpanel effekt måles		
3	Systemet måler batterispænding	Batterispænding måles		
4	Systemet anmoder Vejrstation om prognose.	Anmodning om prognose sendes		
5	Systemet modtager en ny prognose	Prognose modtages		
6	Systemet udregner optimalt pumpeeffektforbrug	Optimalt pumpeeffektforbrug udregnes		
7	Systemet igangsætter pumpe med optimalt pumpeeffektforbrug	Pumpe igangsættes		
8	Systemet gemmer data i loggen	Data gemmes i loggen		
9	Systemet initierer UC 4 - Send log	UC 4 igangsættes		
10	Systemet venter x time(r)	Afvent x time(r)		
11	Systemet går til punkt 1 i UC 2 - Optimer vandstand	Punkt 1 i UC igangsættes		

Tabel 6.3. Test af hovedscenariet for use case 2 - Optimer vandstand

Herefter testen extension 1 - Måling mislykkedes for use case 2.

Use cases under test		Use Case 2 - Optimer vandstand		
Scenarie		Extension 1 - Måling mislykkedes		
Forudsætning		Hovedscenarie er igangsat		
Step	Handling	Forventet Resultat	Faktisk Resultat	Vurdering OK/Fail
1	Systemet skriver fejl i loggen	Systemet markerer at den givet sensormåling har givet fejl		
2	Systemet fortsætter med tidligere måling	Systemet melder at den tidligere måling benyttes		

Tabel 6.4. Test af extension 1 for use case 2 - Optimer vandstand

Så testes extension 2 - Systemet modtager ikke prognose for use case 2 .

Use cases under test		Use Case 2 - Optimer vandstand		
Scenarie		Extension 2 - Systemer modtager ikke prognose		
Forudsætning		Hovedscenarie er igangsat		
Step	Handling	Forventet Resultat	Faktisk Resultat	Vurdering OK/Fail
1	Systemet skriver fejl i loggen	Systemet markerer at den ikke har modtaget en ny prognose		
2	Systemet fortsætter med tidligere prognose	Systemet melder at den tidligere prognose benyttes		

Tabel 6.5. Test af extension 2 for use case 2 - Optimer vandstand

6.1.3 Use case 3 - Oplad batteri

Hovedscenariet for use case 3 - Oplad batteri testes.

Use cases under test		Use case 3 - Oplad batteri		
Scenarie		Hovedscenarie		
Forudsætning		Systemet er klar til brug. Måling med voltmeter henover batteri er foretaget umiddelbart før Use Case igangsættes.		
Step	Handling	Forventet Resultat	Faktisk Resultat	Vurdering OK/Fail
1	Solen skinner på solpanel	Solen skinner på solpanel		
2	Solpanel danner spænding	Solpanelsmåler udviser spændingsforskel		
3	Batteri oplades	Batterimåler udviser forøget spændingsforskel ift. måling før Use Case igangsættes		

Tabel 6.6. Test af use case 3 - Oplad batteri

6.1.4 Use case 4 - Send log

Use case 4 - Send log testes, hvor logfilen sendes til Server, som gemmer logfilen.

Use cases under test		Use case 4 - Send Log		
Scenarie		Hovedscenarie		
Forudsætning		Systemet er klar til brug		
Step	Handling	Forventet Resultat	Faktisk Resultat	Vurdering OK/Fail
1	Systemet sender seneste log til Server	Server modtager seneste log		

Tabel 6.7. Test af use case 4 - Send log

6.2 Test af ikke-funktionelle krav

6.2.1 Styringsenhed

Her testes de ikke-funktionelle krav der har med styringsenheden at gøre.

Nr.	Krav	Test	Forventet Resultat	Resultat	Godkendt Kommentar
1	Konfigurering af pumpe skal opdateres hver x time	kunfigureing af pumpe opdateres med x time interval			
2	Systemets regulering af vandforsyning skal sikre mindst 3500 L/-dag	Systemet leverer mindst 3500 L på 1 døgn			
3	Energiforbrug ved hvile tilstand max = x	Energiforbrug i hvile tilstand i løbet af en time = x			
4	Energiforbrug ved watch tilstand max = x	Energiforbrug i watch tilstand i løbet af en time = x			
4	Energiforbrug ved ON tilstand max = x	Energiforbrug i ON tilstand i løbet af en time = x			

Tabel 6.8. Test af ikke-funktionelle krav for styringsenhed

6.2.2 Målere

Så testes ikke-funktionelle krav for målere i systemet.

Nr.	Krav	Test	Forventet Resultat	Resultat	Godkendt Kommentar
1	Vandstandsmåler skal kunne måle indendfor måleområde = $[0;x]$	Vandstandsmåler fyldes og tømmes dernæst, samtidig med at vandtank udviser løbende målinger = $[0,x]$			
3	Batterimåler skal kunne måle indendfor måleområde = $[0;x]$	Batterioplades til max spænding og aflades dernæst imens batterimåler udviser løbende målinger = $[0,x]$			
5	Solpanelsensor skal kunne måle indendfor måleområde = $[0;x]$	Solpanelmåler udviser målinger = $[0,x]$, hvor solpanel først tildækkes og dernæst udsættes for sollys			

Tabel 6.9. Test af ikke-funktionelle krav for målere i systemet

6.2.3 Vandpumpe

Test af ikke-funktionelle krav for pumpen.

Nr.	Krav	Test	Forventet Resultat	Resultat	Godkendt Kommentar
1	Vandpumpe skal kunne pumpe med x L/time	Måling af volume af pumpet vand i løbet af en time			

Tabel 6.10. Test af ikke-funktionelle krav for vandpumpen

Litteratur

Gullev og Poulsen, 2006. Lars Gullev og Michael Poulsen. *The installation of meters leads to permanent changes in consumer behaviour*. News from DBDH, Journal 3/2006, s. 20–24, 2006.

Jewett og Serway, 2008. John W. Jewett og Raymond A. Serway. *Physics for Scientists and Engineers, 7th edition*. ISBN: 0-495-11240-2, Paperback. Thomson Learning, 2008.

Klima-, Energi- og Bygningsministeriet, 2014. Klima-, Energi- og Bygningsministeriet. *Strategi for energirenovering af bygninger*. <http://www.ens.dk/info/publikationer/strategi-energirenovering-bygninger>, 2014. Downloadet: 23-02-2015.

Rettelser