

Magnus Grøtte Børnes  
Audun Flage  
Torstein Bjørkhaug Langberg

## "Evaluering av skytjenester"

049

Bacheloroppgave i Informatikk, Drift av datasystemer

Veileder: Jostein Johannes Lund

Mai 2019



Magnus Grøtte Børnes  
Audun Flage  
Torstein Bjørkhaug Langberg

## "Evaluering av skytjenester"

049

Bacheloroppgave i Informatikk, Drift av datasystemer  
Veileder: Jostein Johannes Lund  
Mai 2019

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet  
Fakultet for informasjonsteknologi og elektroteknikk  
Institutt for datateknologi og informatikk





# Innhold

<b>Forstudierapport</b>	6
<b>Designdokument</b>	22
<b>Hovedrapport</b>	32
<b>Sluttrapport</b>	112



# NTNU

Kunnskap for en bedre verden

IDRI3001 Bachelor i Informatikk, Drift av datasystemer  
Norges teknisk-naturvitenskaplige universitet

*049 – “Evaluering av skytjenester”*

## **Forstudierapport**

20. mai 2019

av  
Magnus Grøtte Børnes  
Audun Flage  
Torstein Bjørkhaug Langberg

# Revisjonshistorikk

Dato	Versjon	Beskrivelse
16.01.19	0.1	Dokument opprettet.
29.01.19	0.5	Førsteutkast
30.01.19	0.6	Språk og formatering utbedret
13.02.19	1.0	Første offisielle utgivelse
08.04.19	1.1	1. Revidering
20.05.19	1.2	2. Revidering

# Innholdsfortegnelse

<b>1 Innledning</b>	<b>4</b>
1.1 Bakgrunn	4
1.2 Dokumentets hensikt	4
1.3 Beskrivelse av problemer og behov	4
1.4 Kort om dagens systemer og rutiner	5
1.5 Definisjoner og forkortelser	5
<b>2 Prosjekt mål</b>	<b>6</b>
2.1 Effektmål	6
2.2 Resultatmål	6
2.3 Prosessmål	7
<b>3 Prosjektets omfang</b>	<b>8</b>
3.1 Produktets egenskaper	8
3.2 Prosjektets milepæler og hovedaktiviteter	8
3.3 Gantt-diagram	9
<b>4 Interessenter og rammebetingelser</b>	<b>10</b>
4.1 Interessentanalyse	10
4.2 Rammebetingelser	10
<b>5 Kritiske suksessfaktorer</b>	<b>12</b>
5.1 Kommunikasjonsplan	12
<b>6 Risikoanalyse</b>	<b>13</b>
<b>7 Kost/nytte</b>	<b>14</b>
<b>8 Retningslinjer og standarder</b>	<b>14</b>
8.1 Krav til dokumentasjon	14
8.2 Krav til kvalitetsgjennomgang	15
8.3 Krav til standarder og metoder	15
<b>9 Prosjektorganisering</b>	<b>16</b>
<b>10 Avslutning</b>	<b>16</b>

# **1 Innledning**

Vi er en gruppe på tre studenter ved Informatikk, drift av datasystemer ved NTNU. Samlet har vi erfaring på mange områder innen IT og digitale verktøy; inkludert drift av servere, programmering, design og virtualisering.

Denne forstudierapporten skrives i sammenheng med en bacheloroppgave gitt av Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU) hvor vi skal evaluere bruk av forskjellige skytjenester.

## **1.1 Bakgrunn**

NMBU har i dag et lokalt datasenter som kjører mange av tjenestene de tilbyr brukerne sine. I og med at det finnes anerkjente leverandører av skytjenester, som f.eks. Microsoft Azure og Amazon Web Services, er NMBU interessert i å se nærmere på muligheter og eventuelle utfordringer ved å ta i bruk disse. I forbindelse med dette er vi, bachelorgruppen, engasjert for å undersøke dette nærmere.

## **1.2 Dokumentets hensikt**

Forstudierapporten skal danne grunnlag for bacheloroppgavens omfang og rammer. Rapporten gjør rede for de ulike behovene og kravene oppgavestiller (NMBU) måtte ha, i tillegg til mulige fremgangsmetoder. Dokumentet skal også fungere som en utredning av viktige faktorer som må tas i betraktning når prosjektet skal gjennomføres, og vil være til hjelp når selve oppgaven skal besvares.

Vi håper at forstudierapporten vil gi alle interessenter god oversikt over prosjektets omfang, varighet, estimerte kostnader og krav. Vi ønsker også å kommunisere metodologi, spesifikke tidsfrister, kommunikasjonskanaler og annen informasjon som kan være nyttig og relevant for utførelsen av prosjektet.

## **1.3 Beskrivelse av problemer og behov**

NMBU har ingen nevneverdige problemer med dagens datasystemer, men ønsker å være fremtidsrettet når det kommer til drift av sine datasystemer. De har i dag mer enn 50 fysiske servere og 220 virtuelle maskiner og har vurdert muligheten for å legge noen av disse ut i skyen. Utfordringen hos NMBU er at de ikke besitter nok kunnskap om de forskjellige skytjenestene for å utføre nettopp dette.

Noen av de viktigste fordelene ved å benytte skytjenester for å drifte servere er at de store leverandørene i noen tilfeller garanterer en oppetid på 99.99%, noe som tilsvarer en nedetid på ca. 53 minutter i løpet av et år. De har stor fokus på sikkerhet og drar nytte av stordriftsfordeler slik at de har ressurser til å lede an på dette området. Dette gjør at maskinene generelt sett kanskje kan anses som minst like trygge når de ligger i skyen som når de ligger lokalt. Skytjenester fører også til lavere oppstartskostnader og er lett tilgjengelig uansett hvor man befinner seg.

## 1.4 Kort om dagens systemer og rutiner

NMBU har i dag et lokalt datasenter med 50 fysiske servere og 220 virtuelle maskiner. Fordelingen mellom Microsoft/Linux ligger på ca. 75%/25%. Universitetet har i dag ca. 5200 studenter og ca. 1700 ansatte fordelt over to campus hvor IT-avdeling kan skilte med ca. 50 ansatte.

Dagens systemer består blant annet av servere som kjører Microsoft Hyper-V som OS. De har også tilgang på Microsoft Azure, men denne skyløsningen blir foreløpig brukt mest til testing. De bruker Microsoft Office 365 som studentenes e-post- og kalenderløsning. De har også satt i gang en pilot for å implementere O365 også for de ansatte.

## 1.5 Definisjoner og forkortelser

- **Bachelorgruppe 49** – Vi som har skrevet denne bacheloroppgaven. Oppgave #49.
- **NMBU** – Norges miljø- og biovitenskapelige universitet
- **Microsoft Azure** – Microsofts skytjeneste
- **Amazon AWS** – Amazon Web Services/Amazons skytjeneste
- **Google Cloud** – Googles skytjeneste, også kalt GCP eller Google Cloud Platform
- **Microsoft Office 365** – En pakke inneholdende kjente programmer som Word, PowerPoint, Excel, Outlook, etc., i tillegg til nye tjenester som SharePoint og andre online-tjenester.
- **Active Directory** – System for brukerhåndtering
- **S4B** – Skype for Business; kommunikasjonsverktøy fra Microsoft
- **Gantt-diagram** – Grafisk oversikt over prosjektets løp og omfang, med varighet og tidsfrister.
- **OS** – Operativsystem
- **Escape-strategi** – Beskrivelse av hvordan trekke seg ut/si opp en skytjeneste og samtidig minimere konsekvenser og kostnader.

## 2 Prosjektmål

### 2.1 Effektmål

Effektmålene sier noe om hva vi ønsker å oppnå med dette prosjektet. Vi setter oss følgende effektmål:

- Oppnå høyere kompetanse på de aktuelle skytjenestene og eventuelle forskjeller på disse.
- Løse oppgaven på en god, oversiktlig og forståelig måte.
- Danne et godt kunnskapsgrunnlag for NMBU for en videre vurdering om man ønsker å benytte seg av en eller flere av de aktuelle skytjenestene.

### 2.2 Resultatmål

Ved prosjektets slutt ønsker vi at resultatet skal tilfredsstillende interessentenes forventninger angående dette prosjektet. Vi setter oss derfor følgende resultatmål:

- Presentere vurderinger og sammenligninger av skytjenestene til disse to leverandørene; Microsoft Azure og Amazon Web Services.
- Gi leseren god forståelse av hvordan følgende tjenester løses av de forskjellige leverandørene, sortert etter relevanse:
  - ◆ VDI
  - ◆ Hybride løsninger mellom skytjenester og lokale servere
  - ◆ Chatbot
  - ◆ Escape-strategier
- Evaluere og sammenligne pris mellom leverandørene.
- Få en god oversikt over hvilke tjenester skyleverandørene tilbyr og hvor de er tilgjengelig.
- I tillegg til nevnte leverandører og deres tjenester vil vi også være åpne for andre løsninger som kan være relevante for oppgavestiller.
- Av resultatet skal det fremkomme en konklusjon om videre arbeid for NMBU.

## **2.3 Prosessmål**

Vi stiller høye krav til utførelsen av prosjektet. Dette inkluderer omfattende dokumentasjon og krav til nøyaktighet. Vi setter oss følgende prosessmål:

- Bygge kompetanse internt
- Oppnå effektivt samarbeid og kommunikasjon mellom gruppens medlemmer
- Forholde oss til etablerte rutiner, planer, tidsfrister, o.l.
- Føre formelle møteinnkallinger og referater
- Dokumentere fremgang og prosess i tilfredsstillende og hensiktsmessig detalj
- Minimere fravær
- Forholde oss til bestemte standarder



## 3 Prosjektets omfang

### 3.1 Produktets egenskaper

Under har vi listet opp en del egenskaper NMBU ønsker at vi skal gå i detalj på for hver av skytjenestene. Disse ønskene kom fram i det første veiledningsmøtet vi hadde med NMBU.

- Amazon AWS og Microsoft Azure, evt. Google Cloud om det blir tid til dette.
  - VDI
  - Funksjon som tjeneste (FaaS; chatbot, etc.)
  - Splitting av servere mellom skyen og lokalt
  - Tilgjengelighet på brukerinhold etter overgang til skyen
  - Integrasjonsmuligheter mellom skytjenesten og lokale maskiner
  - Systemet skal ha en god Escape-strategi
  - Prisbilde

Listen kan revideres.

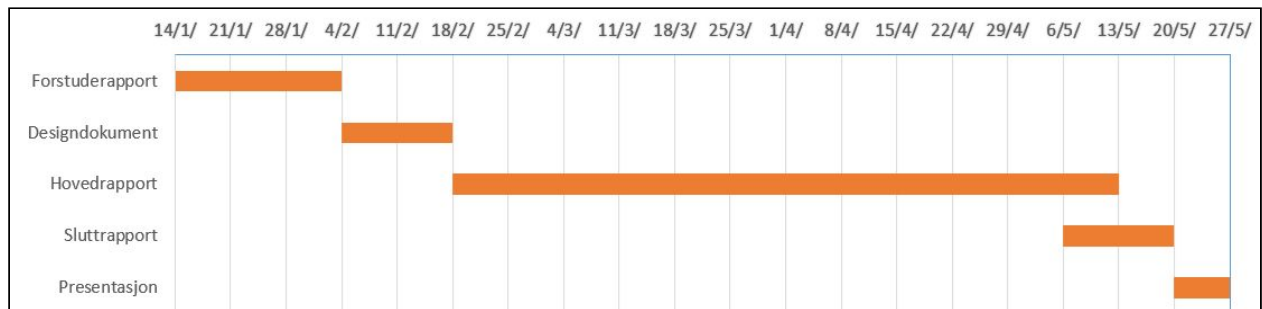
### 3.2 Prosjektets milepæler og hovedaktiviteter

Vi har inntil videre identifisert følgende milepæler og hovedaktiviteter i dette prosjektet:

- Utarbeide forstudierapport
- Revidere/ferdigstille forstudierapport basert på innspill fra NMBU
- Utarbeide designdokument
- Fullføre hovedrapport
- Fullføre sluttrapport
- Presentasjon av hovedrapporten for interessenter

### 3.3 Gantt-diagram

For å visualisere tidsaspektet rundt prosjektet har vi utviklet et Gantt-diagram som en grov oversikt over den planlagte tidsfordelingen av prosjektet:



*GANTT-diagram*

Vi har som vist over dedikert tre uker til denne forstudierapporten. Her inngår også dialog med veileder og bedriften (NMBU) for å få mer informasjon og god forståelse av systemene vi skal jobbe med. Vi dedikerer to uker til designdokumentet, og mesteparten av den gjenværende tiden til hovedrapporten. De siste par ukene vil vi også skrive sluttrapporten. Etter at vi har levert bacheloroppgaven vil vi forberede oss til å presentere prosjektet.

## 4 Interessenter og rammebetingelser

### 4.1 Interessentanalyse

Vi har identifisert interessenter, deres suksesskriterier for prosjektet, og bidragsevnene til hver interessentgruppe. Oversikten ser slik ut:

Interessenter	Suksesskriterier	Bidrag til prosjektet
NMBU	Danne et godt kunnskapsgrunnlag for videre arbeid med eventuell overgang til skytjenester.	Er oppgavestiller. Krav, veiledning og lokal maskinvare.
Bachelorgruppe 49	Et godt gjennomført prosjekt	Evaluerer av skytjenester
NTNU v/veileder Jostein Lund	Et godt gjennomført prosjekt	Kunnskap, veiledning og lisenser til skytjenestene

### 4.2 Rammebetingelser

Rammebetingelsene for prosjektet er beskrevet i dokumenter med felles informasjon og veiledning for skriving av bachelor, utarbeidet av IDI, NTNU. I tillegg har vi en oppgavebeskrivelse å forholde oss til, utarbeidet av NMBU.

Generelle rammebetingelser for bacheloroppgaven:

- Absolutt frist for innlevering den 20. mai 2019. Oppgaven skal leveres i én pdf-fil, inkludert alle vedlegg, i Inspira.
- Det forventes en arbeidsmengde på ca. 500 timer ( $\pm 5\%$ ). Dette tilsvarer ca. 30 timer pr. uke i 17 uker. Dette skal loggføres i timelister underveis. Det skal også skrives en kort oppsummering av arbeidet for hver.
- Det skal skrives fire dokumenter; forstudierapport, designdokument, hovedrapport og sluttrapport.
- Det skal kalles inn til regelmessige møter med veileder ca. annenhver uke.
- Det skal produseres formelle møteinnkallinger og møtereferat.
- Det skal også leveres individuelle refleksjonsnotat ved prosjektets slutt.

Rammebetingelser beskrevet i oppgavebeskrivelsen:

- Av resultatet skal det fremkomme vurderinger/analyser av minimum disse to skytjenesteleverandørene; Microsoft Azure, Amazon Web Services. I tillegg skal vi trekke inn Google Cloud om dette er hensiktsmessig for oppgaven og det er tid til dette.
- Se også [kap. 3.1 Produktets egenskaper](#).

## 5 Kritiske suksessfaktorer

I samspill med NMBU har vi satt oss følgende suksessfaktorer, som må oppfylles for at prosjektet skal kunne anses som en suksess:

- Rammebetingelsene må oppfylles.
- Hovedrapporten må være komplett og av høy kvalitet.
- NMBU må få anledning til å komme med innspill.
- NMBU må være tilfreds med resultatet.
- Jevnlige møter med både veileder og NMBU.
- Arbeide ca. 30 timer pr. uke.
- Få tilgang til skytjenestene for nødvendig testing.

### 5.1 Kommunikasjonsplan

Kommunikasjonsplan			
Budskap	→ Avsender	→ Kanal	→ Mottaker
Formål, omfang, varighet, fremgangsmåte	→ Bachelorgruppe 49	→ Forstudierapport	→ Interessenter
Endelig gjennomføring av prosjekt	→ Bachelorgruppe 49	→ Hovedrapport	→ Interessenter
Endringer ønskes	→ NMBU	→ Møter	→ Bachelorgruppe 49
Kvalitetsvurdering	→ Veileder	→ Interne studier	→ Bachelorgruppe 49

## 6 Risikoanalyse

For å kunne jobbe systematisk og målrettet med å forebygge hendelser som er skadelig for prosjektets fullførelse samt å begrense potensielt skadeomfang, har vi utarbeidet en risikoanalyse for å danne et bilde av risikofaktorer, og for å identifisere hvilke risikofaktorer som kan kategoriseres som sannsynlige, alvorlige eller innenfor vår kontroll. Dermed kan vi utføre forebyggende arbeid for å minimere risikofaktorenes sannsynlighet og skadeomfang.

		Konsekvens				
		1 Svært liten	2 Liten	3 Middels	4 Stor	5 Svært stor
Sannsynlighet	5 Svært sannsynlig					
	4 Meget sannsynlig		E			
	3 Sannsynlig				B	
	2 Moderat sannsynlighet				F	D
	1 Lite sannsynlig				C	A

**Grønt område**    **Lav risiko**            Ressurser kan frigjøres til områder med høyere risiko  
**Gult område**     **Middels risiko**        Tiltak bør vurderes  
**Rødt område**    **Høy risiko**             Tiltak anbefales iverksatt

- A. Dødsfall – Familie eller gruppemedlemmer. Vil føre til total stopp i prosjektet og det vil ta tid før arbeidet kan fortsette.
- B. Langvarig sykdom - 5 dager eller mer
- C. Interne konflikter - Konflikter innad i gruppen eller mellom intressenter
- D. Datatap - Tap av data. F.eks. dokumenter eller data som tilhører prosjektet
- E. Sykdom - 4 dager eller mindre
- F. Nødvendig bakgrunnsinformasjon kommer for sent eller uteblir

To risikomomenter faller innenfor prosjektets terskel for høy sannsynlighet og alvorlighet, og er samtidig innenfor vår kontroll. Vi vil gjøre forebyggende arbeid i sammenheng med disse, hovedsakelig:

- Forebygge datatap med regelmessig sikkerhetskopiering, både lokalt og med fjernlagring
- Forebygge at langvarig sykdom hindrer prosjektets fremgang ved å ha gode kommunikasjonskanaler samt skrive rapporter og møtereferater over Google Docs slik at disse er tilgjengelig fra hvor som helst.

## 7 Kost/nytte

I forbindelse med dette bachelorprosjektet vil vi også nevne noe om kost/nytte. Det vil imidlertid ikke være særlig relevant å se noe særlig på kostnader ved å utføre selve bachelorprosjektet, da det nesten ikke er økonomi involvert. Det vil dog være mer relevant å ta opp dette temaet når vi snakker om prisbildet i hovedrapporten.

Bachelorprosjektet utføres kostnadsfritt, og det vil derfor ikke være mye “kost” å snakke om her. Det kan derimot være stor nytte av prosjektet. Spesielt da kostnadene er tilnærmet ikke-eksisterende for interessentene. De eneste kostnadene vi kan registrere for dette prosjektet er utgifter knyttet til leie av skytjenester til testing, og evt. arbeidstimer hos interessentene. Disse tallene er dog meget lave sammenlignet med evt. nytteverdi som kan komme av studiet.

Oppsummert kan man si at det er knyttet lav eller ingen økonomisk risiko til prosjektet, da studentene ikke lønnes. Verste tenkelige utfall vil være at prosjektet ikke fullføres, ingen kunnskap oppnås, og arbeidstid hos interessentene går til spille. Samtidig vil gevinsten av at prosjektet lykkes kunne være av stor betydning. Spesielt for NMBU, som vil kunne benytte seg av mye ny tilegnet kunnskap til sine videre vurderinger og bruk av skytjenester i fremtiden.

## 8 Retningslinjer og standarder

### 8.1 Krav til dokumentasjon

Det skal skrives fire dokumenter som til sammen skal utgjøre den endelige bacheloroppgaven. Forstudierapport, designdokument, hovedrapport og sluttrapport. Vi planlegger å være ferdig med forstudierapporten innen 4. februar. Til designdokumentet har vi satt av to uker. Vi har satt sluttdatoen for dette dokumentet til 18. februar. Hovedrapporten er den vi har beregnet mest tid til. Vi har satt av 12 uker og anser å være ferdig til 13. mai. Helt på slutten av prosjektet har vi satt av to uker til sluttrapporten, hvor den første uka overlapper den siste uka av de 12 som er satt av til hovedrapporten. Alt dette visualiseres i [Gantt-diagrammet i kapittel 3.3](#).

Eventuelle revisjoner av dokumentene vil gjøres etter møter med NMBU eller veileder, eller dersom vi oppdager feil eller mangler. Hver versjon av dokumentene skal lagres slik at endringer kan identifiseres. Endringer vil kunne identifiseres med programvare underveis i arbeidet. Vi vil derfor ikke beskrive endringene som er gjort. Før dokumenter og revisjoner godkjennes, skal gruppens medlemmer være

kjent med innholdet og eventuelle endringer. Revidering skal ta utgangspunkt i feil, mangler, eller tilbakemelding fra NMBU og veileder.

Dokumentene vil skrives i Google Docs og eksporteres til PDF-format. Innholdsfortegnelsen er klikkbar og vil lede leseren direkte til hver overskrift. Informativ grafikk vil designes i vektorformat der det er mulig og legges inn i dokumentene med hensiktsmessig plassering, i stedet for å legges ved siden av dokumentet og refereres til.

Det vil også utarbeides timelister for hvert gruppelem, samt referater for alle møter med NMBU og/eller veileder. Prosjekthåndbok inklusive møteinnkallinger/-referater og timelister, etc. skal leveres som en zip-fil ved siden av rapportene.

## **8.2 Krav til kvalitetsgjennomganger**

Alle komponenter av prosjektet (inkludert dokumentasjon, kommunikasjon, produktet, presentasjon, etc.) skal i utgangspunktet utarbeides med tilfredsstillende kvalitet. Det vil si at kvalitet skal sikres fortløpende. Dette gjør det enklere å øke og sikre kvaliteten videre ved revisjoner og senere iterasjoner.

Vi stiller formelle krav til gjennomgang og kvalitetssikring av endelige versjoner og iterasjoner. Dette skal ideelt gjøres for hvert dokument og hver funksjonelle egenskap med hele gruppen til stede i dedikerte økter/møter.

## **8.3 Krav til standarder og metoder**

Gruppen har enstemmig bestemt at vi skal følge en smidig (agile) utviklingsmodell. Det kom frem i uformelle diskusjoner at gruppens samlede kompetanse og motivasjon er på et høyt nok nivå til å kunne gjøre fortløpende/smidige avgjørelser, og at rigide, formelle rammer for utviklingsprosessen vil medføre flere ulemper enn fordeler. Vi ser for oss at syklusene i utviklingsprosessen blir kortvarige.

En smidig utviklingsprosess innebærer et økt ansvar hos gruppelemmene, og krever kontinuerlig motivasjon og arbeidsvilje. Dette er foreløpig på plass, og selv om gruppelemmene har god erfaring med å jobbe med hverandre i tidligere prosjekter, er det viktig at det stadig stilles krav til oppmøte, arbeidsinnsats og kvalitet.



## 9 Prosjektorganisering

I dette prosjektet representeres oppgavestiller (NMBU) av Ola-Gunnar Juelsrud og Kenneth Holter. Jostein Lund er utnevnt som veileder for gruppen under hele prosjektperioden. Vi vil ha kontakt med både NMBU og veileder jevnlig med ca. to ukers mellomrom.

Vi har tatt en vurdering på om det vil være hensiktsmessig å utnevne en nøkkelperson eller leder for gruppa som skal ha et siste ord på eventuelle avgjørelser. Da gruppa har to års samarbeidserfaring har vi kommet frem til at vi ikke ønsker å gjøre dette, og at dette ikke er hensiktsmessig for vår situasjon.

Vi har likevel valgt å fordele noe ansvar mellom oss. Vi ser for oss at hvert medlem av gruppa har hvert sitt fokusområde, slik at man både hindrer dobbeltarbeid, og sørger for å ha full kontroll på arbeidsoppgaver som skal utføres. Dette har vi fordelt etter dialog i gruppa, og har kommet frem til følgende:

Audun Flage vil ha størst fokus på koordinering, planlegging, tidsfrister, etc., Torstein Bjørkhaug Langberg vil ha ekstra fokus på det faglige innholdet, og Magnus Grøtte Børnes vil ha ekstra fokus på formaliteter som dokumentoppsett, møteinnkallinger/-referat, etc.

Ansvar for kvalitet og fullføring av oppgaver ligger hos alle gruppens medlemmer, men hvert medlem og dets fokusområde skal bidra med identifisering av oppgaver, formidling av informasjon, og lignende.

## 10 Avslutning

Vi håper dette forstudiet vil gi alle interessenter et godt innblikk i prosjektets mål, omfang og rammer. Neste steg er å i tråd med Gantt-diagrammet gå over i neste fase av prosjektet hvor det skal utarbeides designdokument. Designdokumentet vil konkretisere deler av forstudierapporten, og skal kunne gi svar på hvordan vi planlegger å løse selve oppgaven.



# NTNU

Kunnskap for en bedre verden

IDRI3001 Bachelor i Informatikk, Drift av datasystemer  
Norges teknisk-naturvitenskaplige universitet

*049 – “Evaluering av skytjenester”*

## **Designdokument**

20. mai 2019

av  
Magnus Grøtte Børnes  
Audun Flage  
Torstein Bjørkhaug Langberg

# Revisjonshistorikk

Dato	Versjon	Beskrivelse
30.01.19	0.1	Dokument opprettet.
18.02.19	0.5	Førsteutkast
25.02.19	1.0	Første offisielle utgivelse
20.05.19	1.1	1. Revidering

# Innholdsfortegnelse

<b>1 Innledning</b>	<b>4</b>
1.1 Dokumentets hensikt	4
1.2 Avgrensning	4
1.3 Definisjoner og forkortelser	4
1.4 Oversikt over innholdet	5
1.5 Forutsetninger og avhengigheter	6
<b>2 Detaljerte løsningsbeskrivelser</b>	<b>7</b>
2.1 Skyleverandører	7
2.2 Tjenester i skyen	7
2.2.1 VDI	7
2.2.2 Chatbot	8
2.2.3 Backup og disaster recovery	8
2.3 Andre løsningsdetaljer	8
2.3.1 Integrasjon mellom lokale servere og skyen	8
2.3.2 Lisenser	8
2.3.3 Escape-strategier	8
2.3.4 Prisbilde	9
2.4 Avvik fra konklusjoner i forstudiet	9
<b>3 Oppsummering</b>	<b>10</b>

# 1 Innledning

## 1.1 Dokumentets hensikt

Designokumentet skal konkretisere oppgavens rammer og omfang samt beskrive hvordan vi tenker å utarbeide vår besvarelse. Dokumentet vil være til stor hjelp videre, og hjelpe oss å holde fokus og riktig kurs gjennom prosjektet.

## 1.2 Avgrensning

Dette prosjektet er å se på som en del av et større forstudie ved NMBU. Konklusjoner fra dette prosjektet vil tas i betraktning ved NMBUs videre arbeid med å vurdere eventuell bruk av skytjenester i sin virksomhet. Vår oppgave er å evaluere og sammenligne opptil tre forskjellige skyleverandører, hovedsaklig; MS Azure og AWS, men også GCP om dette viser seg å være hensiktsmessig.

Som beskrevet i [kap. 2](#) har vi avgrenset vårt studie til noen utvalgte hovedtjenester. Dette dokumentet beskriver hvordan vi ønsker å gå frem for å studere, evaluere og sammenligne disse tjenestene. Andre tjenester som er relevante for oppgaven kan oppdages underveis i studiet, men kan derfor bli utelatt fra dette dokumentet.

## 1.3 Definisjoner og forkortelser

- **Bachelorgruppe 49** – Vi som har skrevet denne bacheloroppgaven. Oppgaven er nummerert 49 i oversikten over årets bacheloroppgaver ved IDI.
- **NMBU** – Norges miljø- og biovitenskapelige universitet
- **Skyen** – Fra Wikipedia: “*Nettskyen eller bare skyen – betegnelse for alt fra dataprosessering og datalagring til programvare på servere i eksterne serverparker tilknyttet internett, også kjent som skytjenester.*” Kort oppsummert: Outsourcing av databehandling.
- **MS Azure** – Microsoft Azure, Microsofts skytjeneste
- **AWS** – Amazon Web Services, Amazons skytjeneste
- **GCP** – Google Cloud Platform, Googles skytjeneste
- **Microsoft Office 365** – En pakke inneholdende kjente programmer som Word, PowerPoint, Excel, Outlook, Skype for Business, etc., i tillegg til nye tjenester som OneDrive, SharePoint og andre online-tjenester.
- **Active Directory** – System for brukerhåndtering og autentisering
- **OS** – Operativsystem

- **Escape-strategi** – Beskrivelse av hvordan man kan trekke seg ut/si opp en skytjeneste og samtidig minimere konsekvenser og kostnader.
- **VDI** – Virtual Desktop Infrastructure
- **WVD** – Windows Virtual Desktop, Microsofts VDI-løsning
- **BOT-service** – Et virtuelt kundemottak på nett, der kunden kan stille spørsmål, og en datamaskin svarer automatisk.
- **BYOD** – Bring your own device

## 1.4 Oversikt over innholdet

Som nevnt i forstudierapporten er NMBU et av Norges største universiteter med ca. 5200 studenter og rundt 1700 ansatte. Dagens datasystem består av ca. 50 lokale fysiske servere og 220 virtuelle maskiner. Det å legge IT-tjenester opp i skyen blir stadig mer aktuelt, og tatt fordelene med dette i betraktning har også NMBU vurdert dette som en mulig fremtidig løsning.

Etter flere møter mellom bachelorgruppen og NMBU har det kommet frem at NMBU hovedsakelig ønsker at vi skal undersøke hvilke av skyleverandørene som leverer den beste VDI-løsningen samt hvordan denne løsningen kommuniserer med lokale servere og hvor godt dette kan skaleres opp og ned. Prisbildet rundt dette er også av interesse.

NMBU vil også at vi skal se på mulighetene for å opprette en nullte-linje servicedesk i form av en BOT-service, hvordan denne tjenesten fungerer og hvordan den læres opp, etc.

Lisenser er også noe vi må ta hensyn til når vi sammenligner de forskjellige leverandørene. Vi skal også se på om det lønner seg å ha alle tjenestene hos samme leverandør, eller om disse kan spres over flere leverandører, både med tanke på pris og tilgjengelighet.

## 1.5 Forutsetninger og avhengigheter

For at prosjektet skal kunne gjennomføres er det noen forutsetninger som må oppfylles. En av de viktigste forutsetningene til suksess er å opprettholde god kommunikasjon både innad i gruppen, og mellom gruppen og veileder/oppgavestiller.

For å holde orden på kommunikasjonen vil vi i all hovedsak prøve å holde denne mellom partene gjennom formelle møter, og føre møteinnkallinger og -referat som sendes ut til alle inviterte. På denne måten har man til enhver tid dokumentasjon på det man kommer frem til, og man minimerer muligheten for misforståelser underveis.

I tillegg til dette vil gruppen ha felles arbeidstid og -lokasjon, slik at man kan samarbeide godt og diskutere detaljer underveis. Evt. fravær meldes i god tid.

For å kunne utføre denne oppgaven på best mulig måte, er vi avhengige av å ha tilgang til de ulike skytjenestene for testing. Uten dette kan man lett gå glipp av viktige funksjoner og tjenester, som igjen påvirker resultatet og vår konklusjon av studiet.

Gjennom de første ukene av prosjektet har vi prøvd å finne ut hvordan vi enklest mulig kan få mest mulig tilgang til de ulike skytjenestene. Hos Microsoft Azure benytter vi oss av NTNUs eksisterende avtale, og har tilnærmet full tilgang til de ulike tjenestene. For AWS og GCP har vi fått tilgang som studenter gjennom søknader utarbeidet sammen med veileder. Her har vi også tilnærmet full tilgang, men har i utgangspunktet kun fått tildelt en begrenset mengde kreditt, og må derfor kanskje finne nye løsninger underveis i prosjektet.

## 2 Detaljerte løsningsbeskrivelser

### 2.1 Skyleverandører

For å avgrense oppgaven til en hensiktsmessig størrelse har vi plukket ut de tre mest aktuelle/relevante skyleverandørene i dette markedet. Disse er; Microsoft Azure, Amazon Web Services og Google Cloud Platform. Med hovedfokus på de to førstnevnte.

Vi vil i samsvar med NMBUs ønsker fokusere på Microsoft Windows som operativsystem gjennom hele prosjektet. Det kan tenkes at noen sammenligninger mellom leverandørene blir “urettferdige” da Microsoft kan dra fordel av å være leverandør av både operativsystem og skytjeneste. Samtidig kan dette være en interessant hypotese å utprøve i sammenligningen mellom de ulike leverandørene.

### 2.2 Tjenester i skyen

I dette underkapittelet beskriver vi de ulike tjenestene vi ønsker å teste hos de ulike leverandørene. For å utnytte våre ressurser best mulig innenfor tidsrammen, har vi i enighet med NMBU kommet frem til å fokusere på *Virtual Desktop Infrastructure (VDI)* som hovedtjeneste. Vi går inn for å fordype oss spesielt på denne tjenesten. I tillegg ønsker vi å gå inn på noen andre aktuelle tjenester som nevnt videre i punkt 2.2 og 2.3. Tjenestene testes på de tre respektive skyplattformene og resultatene vil sammenlignes og vurderes med hverandre med tanke på både ytelse, brukervennlighet og pris.

#### 2.2.1 VDI

VDI står for Virtual Desktop Infrastructure. Dette er en teknologi som tilbyr virtuelle maskiner med det man trenger av programvare, prosessorkraft og grafikk-ytelse. Disse maskinene kan nås fra flere forskjellige enheter og OS enten via nettleser eller klientprogrammer.

Her tenker vi å sette opp en VDI-løsning på hver av de ulike skytjenestene. Dette vil gi oss et solid bilde på hvordan tjenestene fungerer og hvor lettvinde de er å jobbe med. En utfordring ved dette er dog å skaffe tilgang til de ulike skyplattformene, slik at dette faktisk kan testes ut. Hvis dette viser seg å bli veldig vanskelig, har ikke dette så store konsekvenser, da fokuset vårt uansett er å finne



ut hva skyleverandørene kan tilby, mer enn det er å vise hvordan man faktisk setter opp disse systemene.

### **2.2.2 Chatbot**

NMBU ønsker at vi skal se på mulighetene med å sette opp en *chatbot*. Denne skal typisk kunne svare automatisk på ofte stilte spørsmål (FAQ). Det ønskes her at gruppen kommer med en god beskrivelse på hva som kreves for å sette opp en slik tjeneste og hvordan denne kan læres opp.

### **2.2.3 Backup og disaster recovery**

Backup er viktig å for alle bedrifter, uansett om man jobber lokalt eller i skyen. Backup av servere bør skje regelmessig og skal hindre at man mister data hvis det skulle skje noe.

Disaster recovery handler om at systemet skal ha en oppetid på “fire 9’ere”, dette vil si 99,99%, og hvis det skulle skje et dataangrep eller andre uforventede ting som skulle føre til at systemet går ned, så vil disaster recovery hjelpe med å få systemet opp og kjørende igjen veldig fort.

## **2.3 Andre løsningsdetaljer**

### **2.3.1 Integrasjon mellom lokale servere og skyen**

NMBU har tydelig meddelt sitt ønske om en VDI-løsning som kan nå deres lokale tjenester. Dette kan være tjenester som inneholder sensitive opplysninger, og som dermed ikke er ønsket å ha i skyen av sikkerhetsmessige årsaker.

### **2.3.2 Lisenser**

For å kunne bruke for eksempel Windows eller Microsoft 365, må man betale månedlige/årlige lisenser. Da skytjenester er relativt nye i forhold til lisenser, er det interessant å se på hvordan utviklerne og skyleverandørene har løst dette.

### **2.3.3 Escape-strategier**

Escape-strategier handler om hvordan man skal kunne komme seg ut av en skyløsning og gå til en annen skytjeneste eller gå tilbake til å ha serverne lokalt.

NMBU ønsker at vi skal se på hva de forskjellige leverandørene har å tilby når det kommer til Escape-strategier, hvor lett det er å komme seg ut og hvor mye leverandørene kan bidra med dette.

### **2.3.4 Prisbilde**

Dette er et av hovedelementene i dette prosjektet. Vi har stor tro på at alle skyleverandørene kan levere mesteparten av de ønskede tjenestene, men forventer at de har litt forskjellige løsninger. Derfor kommer pris og brukervennlighet inn i bildet. Vi vil sammenligne de forskjellige skyleverandørenes løsninger, brukervennlighet og pris opp mot hverandre, og vurdere om dette er tilstrekkelig for å kunne ta et valg, eller om det er andre mer viktige faktorer som gjelder når alt kommer til stykket.

## **2.4 Avvik fra konklusjoner i forstudiet**

Etter første utgivelse av forstudierapporten hadde vi et møte med NMBU der vi diskuterte mål og fokusområde. Det ble enighet om at hovedfokuset vårt blir VDI, noe som ikke kom særlig fram av forstudiet.

I tillegg ble chatbot og hybride løsninger nevnt som aktuelle områder NMBU ønsker å vite mer om, og som de derfor gjerne vil at vi skal fokusere på.

Det kom også fram at vi skal konsentrere oss om Windows fremfor andre OS i første omgang, og at Microsoft Azure og Amazon Web Services er mest interessant og har derfor høyere prioritet enn Google Cloud Platform.

Under utforskning og research har vi også funnet andre mindre skytjenester som kunne vært aktuelle for NMBU. Heriblandt Citrix Cloud. Citrix har hatt anerkjente løsninger som ligner på VDI i lang tid, og lanseringen av deres skyløsning kan hjelpe dem å holde følge med markedet. Vi vil vurdere å implementere dette i prosjektet om vi ser at dette er hensiktsmessig.

## 3 Oppsummering

NMBU, som mange andre organisasjoner, vurderer å benytte seg av skytjenester i sin virksomhet. Dette er begrunnet med både høyere kvalitet og lavere kostnader. Dagens skyleverandører og tilbud er mange og den teknologiske utviklingen kan være overveldende rask. Vi ønsker i samarbeid med NMBU å se på de ulike skytjenestene og finne ut hva som kan være hensiktsmessig å ta i bruk for universitetet.

Dette prosjektet er å se på som en del av et større forstudie ved NMBU. Vår oppgave er å evaluere og sammenligne de største skyleverandørene til bruk i deres virksomhet. Andre, mindre skyleverandører kan også bli aktuelle. Dokumentet beskriver hvordan vi ønsker å gå frem for å studere, evaluere og sammenligne disse tjenestene.

Det er dog noen forutsetninger for å kunne gjennomføre prosjektet. Dette handler blant annet om kommunikasjon og samarbeid mellom gruppa, oppgavestiller og veileder samt tilgang til skytjenestene vi skal arbeide med og evaluere. Derfor vil det føres møteinnkallinger og -referater, og det vil jobbes aktivt for å få tilgang til de ulike skytjenestene i samarbeid med veileder.

Av dokumentet kommer det også frem hvordan vi ønsker å prioritere disse ulike forskningsfeltene: VDI, integrering mellom lokalt og skyløsning, chatbot, prisbilde, escape-strategi, og eventuelle andre tjenester. Disse tjenestene vil utprøves hos følgende skyleverandører (sortert etter prioritet): Microsoft Azure, Amazon Web Services, Google Cloud, og eventuelle andre.



# NTNU

Kunnskap for en bedre verden

IDRI3001 Bachelor i Informatikk, drift av datasystemer  
Norges teknisk-naturvitenskaplige universitet

*049 – “Evaluering av skytjenester”*

## **Hovedrapport**

20. mai 2019

av  
Magnus Grøtte Børnes  
Audun Flage  
Torstein Bjørkhaug Langberg

# Revisjonshistorikk

Dato	Versjon	Beskrivelse
19.02.19	0.1	Dokument opprettet.
08.05.19	0.5	Førsteutkast
10.05.19	1.0	Offisiell utgivelse
20.05.19	1.1	1.Revidering

# Innhold

<b>1 Introduksjon</b>	<b>7</b>
1.1 Bakgrunn	7
1.2 Dokumentets hensikt	7
1.3 Dokumentets oppbygging	7
1.4 Resultatmål for prosjektet	8
1.5 Definisjoner og forkortelser	8
<b>2 Microsoft Azure</b>	<b>10</b>
2.1 VDI – Windows Virtual Desktop	10
2.1.1 Oppsett av WVD	12
2.1.2 WVD fra brukerperspektiv	15
Remote Desktop Control Panel	15
RemoteApp	15
Innlogging via nettleser	17
OneDrive	19
Mobile løsninger	21
2.2 Hybrid-løsninger i Azure	22
2.2.1 Azure Stack	22
2.2.2 Nettverk mellom skyen og lokale systemer	23
Microsoft Azure ExpressRoute	23
VPN-gateway	24
Microsoft StorSimple	25
StorSimple Virtual Array	26
2.3 Chatbot	26
2.3.1 Chatbot-arkitektur for ofte stilte spørsmål	26
Oppretting av QnA-service m/kunnskapsbase	26
Eksempel på løsningsinfrastruktur	27

2.4 Escape-strategi	28
Eksportering av Blob-storage	29
2.5 Priser for Microsoft Azure	30
2.5.1 Windows Virtual Desktop	30
Lisenser	31
2.5.2 VM-er	31
2.5.3 Azure Reserved VM Instances (RI-er)	32
Azure Hybrid Benefit	32
2.5.4 ExpressRoute	33
Modell 1 – Dataabonnement med forbruksmåling	33
Modell 2 – Ubegrenset dataabonnement	34
2.5.5 VPN-Gateway	34
2.5.6 Azure Bot Service	35
2.5.7 Azure Stack	36
2.5.8 Azure Data Box	37
Data Box	37
Data Box Disk	37
Data Box Heavy	37
Dataoverføring ut av Azure	38
2.5.9 StorSimple	38
2.6 Tjenester og tilgjengelighet	39
<b>3 Amazon Web Services</b>	<b>40</b>
3.1 Amazon WorkSpaces (VDI)	40
3.1.1 Oppsett av WorkSpaces	40
3.1.2 Utrulling av applikasjoner	43
Eksempel på utrulling av applikasjoner	44
3.1.3 Active Directory	47
3.1.4 Amazon WorkDocs	48
3.1.5 Amazon WorkMail	48

3.2 Hybrid-løsninger i AWS	49
3.2.1 AWS Outposts	49
3.2.2 AWS Storage Gateway	50
3.2.3 AD Connector	51
3.2.4 AWS Direct Connect	51
3.2.5 AWS VPC	52
3.2.6 AWS VPN	52
3.3 Chatbot	53
Eksempel på oppsett av FAQ-chatbot i Amazon Lex	53
Amazon Lambda	55
Amazon Connect	56
3.4 Escape-strategi	57
3.4.1 AWS Snowball	57
3.5 Priser for AWS	59
3.5.1 Amazon WorkSpaces	59
Amazon WorkSpaces for Education	59
Amazon WorkSpaces Cost Optimizer	59
3.5.2 VM-er	60
Reserved Instances (RI)	60
3.5.3 AWS SnowBall	60
3.5.4 AWS Direct Connect	61
Dedicated Connection	61
Hosted Connection	61
3.5.5 AWS Storage Gateway	62
Amazon Simple Storage Service (S3)	62
File Gateway	62
Volume Gateway	62
Tape Gateway	63
Dataoverføringspriser	63
3.5.6 AWS VPN	63
3.5.7 Amazon Lex	63
3.6 Tjenester og tilgjengelighet	64



<b>4 Andre funn</b>	<b>65</b>
4.1 Google Cloud Platform	65
4.1.1 Citrix Workspaces (VDI)	65
4.1.2 Andre tjenester	66
4.1.3 Escape-strategi	67
4.1.4 Pris	67
4.2 VMware i AWS	67
4.3 Microsoft Azure Lab Services	67
<b>5 Sammenligning</b>	<b>68</b>
5.1 VDI	68
5.2 Hybrid-løsninger	69
5.3 Chatbot	69
5.4 Escape-strategi	70
5.5 Priser	70
5.6 Tjenester og tilgjengelighet	71
5.6.1 Tilgjengelighet	71
5.6.2 Tjenester	72
Tjenester nevnt i denne rapporten	72
Andre tjenester	73
<b>6 Konklusjon</b>	<b>75</b>
6.1 Videre arbeid	76
<b>7 Referanser</b>	<b>76</b>
Microsoft:	76
Amazon:	78
Annet:	79

# 1 Introduksjon

Vi er en gruppe på tre studenter ved Informatikk, drift av datasystemer ved NTNU, med samlet erfaring på mange områder innen IT og digitale verktøy; inkludert drifting av servere, programmering, design og virtualisering.

Denne rapporten skrives i sammenheng med en bacheloroppgave gitt av Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU) hvor vi skal evaluere bruk av ulike skytjenester til bruk i deres virksomhet. Dette er hovedrapporten av til sammen fire dokumenter; forstudierapport, designdokument, hovedrapport og sluttrapport.

## 1.1 Bakgrunn

NMBU har i dag et lokalt datasenter som kjører mange av tjenestene de tilbyr brukerne sine. I og med at det finnes anerkjente leverandører av skytjenester, som f.eks. Microsoft Azure og Amazon Web Services, er NMBU interessert i å se nærmere på muligheter og eventuelle utfordringer ved å ta i bruk disse. I forbindelse med dette er vi, bachelorgruppen, engasjert for å undersøke dette nærmere.

## 1.2 Dokumentets hensikt

Denne hovedrapporten skal gi et overblikk over skyleverandørenes løsninger på utvalgte områder. Vi har blant annet sett på hybrid-løsninger, chatbots og “escape-strategier”, men har lagt aller mest vekt på leverandørenes VDI-løsninger etter oppgavestillers ønske. Rapporten kan være til hjelp for NMBU ved vurdering om det er hensiktsmessig å legge datatjenester ut i skyen. I tillegg vil dokumentet fungere som dokumentasjon på dette prosjektets arbeid.

## 1.3 Dokumentets oppbygging

For å gi best mulig oversikt over det vi har funnet, har vi valgt å dele inn rapporten i kapitler, der skyleverandørene beskrives i hvert sitt kapittel (kap. 2 og 3). De ulike tjenestene vi har evaluert ligger som underpunkter i de respektive kapitler.

I tillegg til disse kapitlene har vi lagt inn et kapittel (kap. 4) der vi presenterer andre funn vi har gjort i løpet av prosjektet, som vi mener kan være relevante for NMBU. Videre kommer det et sammenligningskapittel (kap. 5). Her oppsummeres resultatene, og det argumenteres for og imot skyleverandørenes ulike løsninger. Til slutt kommer det en konklusjon med anbefaling til videre arbeid.

## 1.4 Resultatmål for prosjektet

Ved prosjektets slutt ønsker vi at resultatet skal tilfredsstillere interessentenes forventninger angående dette prosjektet. Vi setter oss derfor følgende resultatmål:

- Presentere vurderinger og sammenligninger av skytjenestene til disse to leverandørene; Microsoft Azure og Amazon Web Services.
- Gi leseren god forståelse av hvordan følgende tjenester løses av de forskjellige leverandørene, sortert etter relevanse:
  - ◆ VDI
  - ◆ Hybride løsninger mellom skytjenester og lokale servere
  - ◆ Chatbot
  - ◆ Escape-strategier
- Evaluere og sammenligne pris mellom leverandørene.
- Få en god oversikt over hvilke tjenester skyleverandørene tilbyr og hvor de er tilgjengelig.
- I tillegg til nevnte leverandører og deres tjenester vil vi også være åpne for andre løsninger som kan være relevante for oppgavestiller.
- Av resultatet skal det fremkomme en konklusjon om videre arbeid for NMBU.

## 1.5 Definisjoner og forkortelser

- **Bachelorgruppe 49** – Forfatterne av denne bacheloroppgaven. Oppgaven er nummerert 49 i oversikten over bacheloroppgaver ved IDI 2019.
- **NMBU** – Norges miljø- og biovitenskapelige universitet
- **Skyen** – Fra Wikipedia: “*Nettskyen eller bare skyen – betegnelse for alt fra dataprosessering og datalagring til programvare på servere i eksterne serverparker tilknyttet internett, også kjent som skytjenester.*” Kort forklart: Det å sette bort databehandling/-lagring til en ekstern leverandør (“Outsourcing”).
- **On-Premise** – Lokalt/hos kunden
- **MS Azure** – Microsoft Azure, Microsofts skytjeneste
- **AWS** – Amazon Web Services, Amazons skytjeneste
- **GCP** – Google Cloud Platform, Googles skytjeneste
- **Microsoft Office 365** – En pakke inneholdende kjente programmer som Word, PowerPoint, Excel, Outlook, Skype for Business, etc., i tillegg til nye tjenester som OneDrive, SharePoint og andre online-tjenester.
- **Active Directory** – System for brukerhåndtering og autentisering
- **OS** – Operativsystem
- **Escape-strategi** – Beskrivelse av hvordan man kan trekke seg ut/si opp en skytjeneste og samtidig minimere konsekvenser og kostnader.

- **VM** – Virtuell maskin
- **RI** – Reserved Instances. VM-er med “bindingstid”.
- **VDI** – Virtual Desktop Infrastructure. Virtualisering av skrivebord.
- **WVD** – Windows Virtual Desktop, Microsofts VDI-løsning.
- **“Multi-Session”** – Mulighet for flere brukere pålogget samtidig på samme maskin.
- **SCCM** – System Center Config. Mgr. Et mye brukt driftsverktøy fra Microsoft.
- **PaaS** – Platform as a service/plattform som en tjeneste.
- **IaaS** – Infrastructure as a service/infrastruktur som en tjeneste.
- **Chatbot** – Et virtuelt kundemottak på nett, der kunden kan stille spørsmål, og en datamaskin svarer automatisk.
- **FAQ** – Frequently asked questions/ofte stilte spørsmål
- **QnA** – Questions and Answers
- **GB** – Gigabyte. Måleenhet for datamengde. Tilsvarende  $10^9 = 1\,000\,000\,000$  byte.
- **GiB** – Gibibyte. Nesten det samme som GB, men tilsvarende  $2^{30} = 1\,073\,741\,824$  byte. *(Det er verdt å nevne at begge benevnelser blir brukt av skyleverandørene, og derfor også i denne rapporten.)*
- **ASN** – Autonomous System Number. Et nummer som sier noe om identiteten
- **API** – Application Programming Interface (programmeringsgrensesnitt). En modul med forhåndslagde funksjoner man kan importere inn i sin egen kode.
- **EBS** – Amazon Elastic Block Storage, en lagringsløsning hos Amazon.
- **S3** – Amazon Simple Storage Service, en lagringsløsning hos Amazon.
- **Microsoft 365** – En pakke bestående av *Office 365*, *Windows 10* og *Enterprise Mobility + Security*
- **Availability Zone** – Hver region er delt inn i flere “availability zones”
- **Instance Family** – VM-er i AWS er delt inn i kategorier, kalt Instance Families
- **Tenancy** – Handler om man kjører tjenester på dedikert eller delt maskinvare.

Se fullstendig oversikt over skyleverandørenes tjenester under kap. [2.6](#) for Microsoft, og kap. [3.6](#) for Amazon.

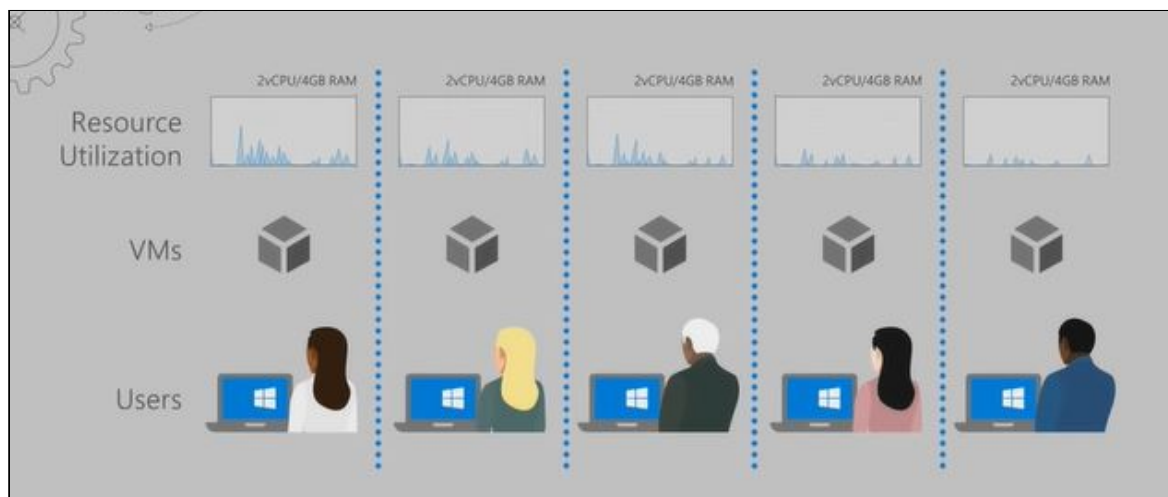
## 2 Microsoft Azure



Microsoft Azure ble lansert i 2010, og har vært en av de ledende leverandørene av skytjenester siden den gang. Azure har en markedsandel på ca. 30%, og ligger som nummer to, bak AWS (40%). Det er samtidig verdt å merke seg at Microsoft har over 80% av verdens 500 største bedrifter som sine kunder. Dette er en variert kundeportefølje med klienter som Boeing, Apple iCloud, Coca Cola, Samsung, BMW og Dell.

### 2.1 VDI – Windows Virtual Desktop

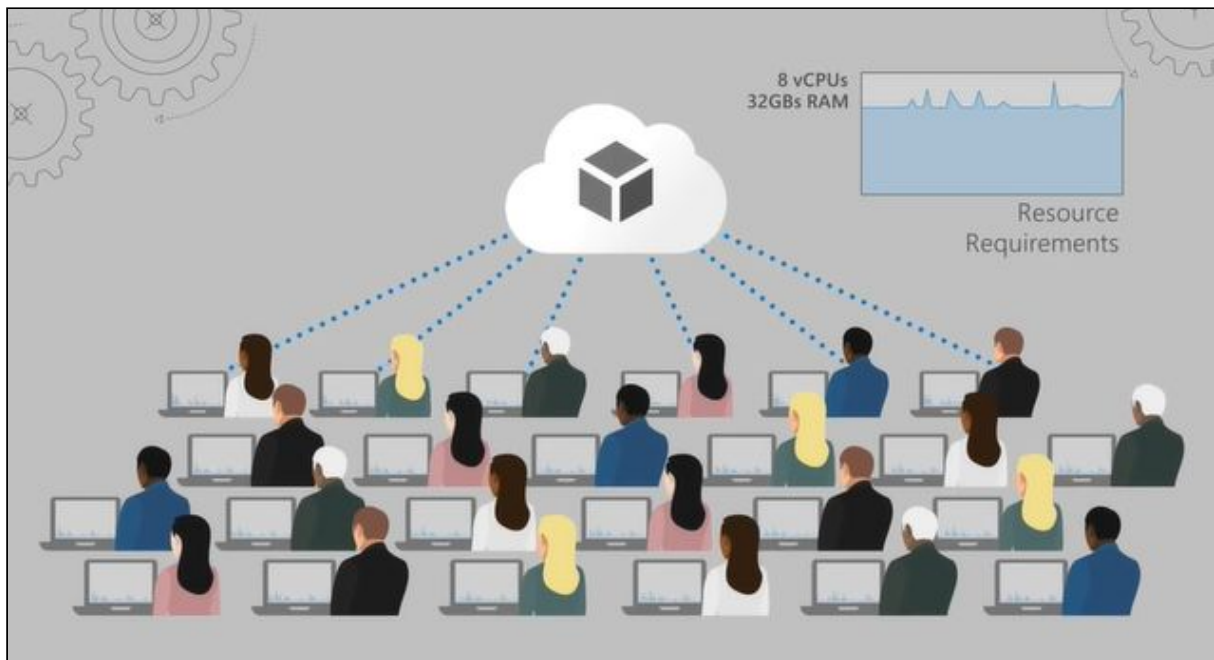
Microsoft Azure annonserte høsten 2018 sin nye VDI-løsning Windows Virtual Desktop (WVD). Denne løsningen gir mulighet til å sette opp virtuelle skrivebord og fjernstyrte apper i Windows 10, som også kan fjernstyres fra nesten hvilken som helst enhet. Sammen med WVD lanseres også Windows 10 med “multi-session” slik vi er kjent med fra Windows Server. Dette vil kunne gi gode muligheter for skalering.



Eksempel på use case med dagens systemer. Hver bruker har hver sin virtuelle maskin. (Alle bilder i dette kapittelet er hentet 26.04.19 fra: [https://www.youtube.com/watch?v=30dOLcZA\\_9U](https://www.youtube.com/watch?v=30dOLcZA_9U) eller <https://mspoweruser.com/onedrive-will-now-remove-offline-files-if-they-arent-accessed-for-a-certain-period/> hvis ikke annet er nevnt.)

På bildet over ser vi et eksempel på hvordan teknologien fungerer i dag. Hver enkelt bruker får allokert en virtuell maskin (VM) med for eksempel 2 vCPU og 4GB RAM. Vi kan også se på grafene at ressursene ikke utnyttes optimalt slik dette er i dag.

Den nye “multi-session”-Windows 10 fra Microsoft tillater at flere brukere kan være logget inn på samme maskin/VM, som vist på bildet under, i stedet for å tildele én maskin til hver enkelt bruker. Løsningen er fleksibel og lar deg velge hvilken som helst VM-størrelse fra Azure-katalogen. I følge Microsoft, og som man kan se ut i fra bildene over og under, har man her spart over 80% av ressursene uten at dette går utover brukeropplevelsen.



Eksempel på use case ved bruk av WVD og Azures algoritme for lastbalansering. Alle bruker samme virtuelle maskin.

Med Azures algoritme for lastbalansering kan man velge om man ønsker å fordele ressursene i såkalt “Breadth mode” eller “Depth mode”. Med “Breadth mode” setter man opp for eksempel 5 VM-er for 120 brukere. Her vil brukerne fordeles jevnt på de ulike maskinene for å best mulig ytelse.

Med “Depth mode” lager man nye VM-er etter hvert som disse fylles opp med brukere. Dette kombinert med Azures skaleringsverktøy blir en kostnadseffektiv modell som gjør det lettere å sørge for at man ikke betaler for ressurser som ikke er i bruk.

## 2.1.1 Oppsett av WVD

(Under våre forsøk har vi ikke kunnet opprette WVD Preview uten feilmelding vedrørende joining av domenet. I tillegg ble WVD Preview sluppet tre måneder ut i prosjektet, noe som har gitt oss lite tid til feilsøking og videre testing. Vi har derfor besluttet å stort sett bruke eksterne kilder i kap. 2.1.)

WVD opprettes på samme måte som andre ressurser i Azure, og er lovt å være en brukervennlig prosess. Foreløpig bærer installasjonen preg av at tjenesten kun er levert i *Preview*, men vi ønsker likevel å gi et raskt innblikk i hvordan dette gjøres per dags dato.

The screenshot shows the 'Create Windows Virtual Desktop' wizard in Azure. The 'Basics' step is selected and expanded, showing the following configuration options:

- Hostpool name:** wvd-test-hostpool (with a green checkmark)
- Desktop type:** Pooled (selected) and Personal
- Default desktop users:** (empty text box)
- Subscription:** Microsoft Azure Enterprise
- Resource group:** (New) wvd-test
- Location:** (US) East US 2

Below the configuration options, there is a note: "For the best user experience, consider creating your environment near an Azure region containing a Windows Virtual Desktop cluster." with a "Learn more" link.

Installasjon av WVD i Azure (steg 1)

Under installasjonen vil man bli bedt om å fylle ut en del info. For de som eventuelt er kjent med Azure fra før er dette også en kjent affære. Når man har fylt inn hvem som skal ha ansvaret for dette virtuelle skrivebordet (f.eks. [admin@example.com](mailto:admin@example.com)) må man legge inn et *Host pool*-navn. Dette kan f.eks. være navnet på en avdeling i en bedrift/universitet. Deretter velger man *Pooled* eller *Personal*, der *Pooled* tillater flere brukere på én og samme VM, mens *Personal* gir hver bruker hver sin VM.

Under *Assigned users* får vi muligheten til å velge hvilke brukere eller grupper som skal ha tilgang til denne *Host pool*-en. Deretter må vi velge en eksisterende *Resource group*, eller opprette en ny, for provisjonering, overvåking, tilgangskontroll og for mer effektiv kostnadsstyring. Her er det et krav at denne *Resource group*-en må være tom.

The screenshot displays the 'Create Windows Virtual Desktop' wizard in the Azure portal. The wizard is divided into two main sections: a progress indicator on the left and configuration options on the right.

**Progress Indicator (Left):**

- 1 Basics** (Done) ✓
- 2 Configure virtual machines** (Usage profile and VM count) >
- 3 Virtual machine settings** (Select VM configuration settings) >
- 4 Windows Virtual Desktop info** (Authenticate to Windows Virtual ...) >
- 5 Summary** (Windows Virtual Desktop - Provis...) >
- 6 Buy** >

**Configuration Panel (Right):**

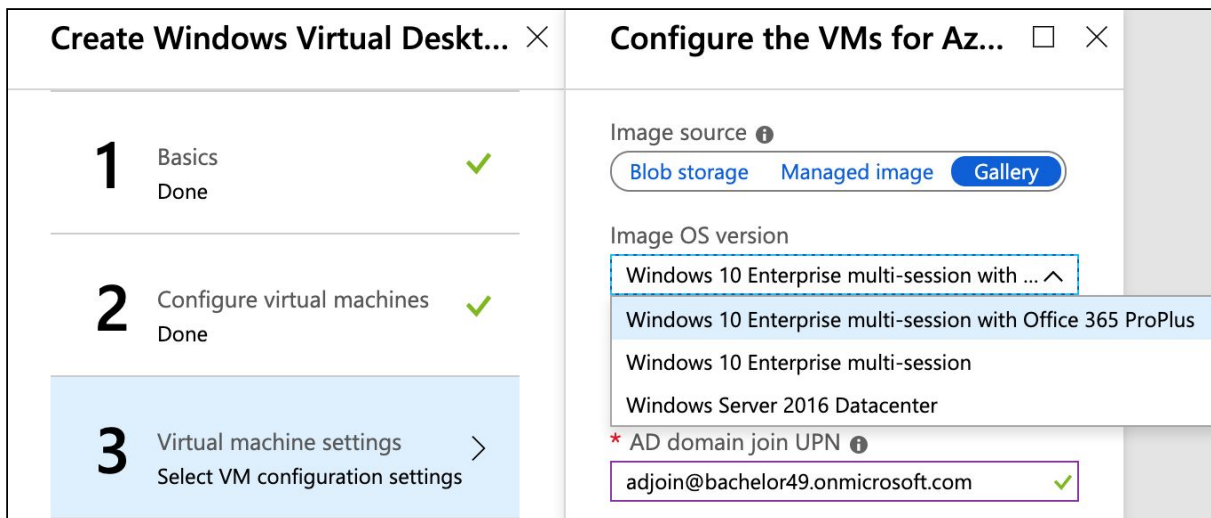
- Usage Profile:** Light, **Medium** (selected), Heavy, Custom
- \* Total users:** 100 ✓
- \* Virtual machine size:** **4x Standard D8s v3** (8 vcpus, 32 GiB memory) [Change size](#)
- \* Virtual machine name prefix:** wvd-test ✓

Installasjon av WVD i Azure (steg 2)

I andre del av oppsettet ser vi mer på de tekniske detaljene. Dette gjelder blant annet operativsystem og disktype samt *Usage Profile*, som hjelper deg å velge riktig maskinstørrelse. Her kan man stille seg spørsmål om det her snakk om enkle skriveprogrammer og nettsurfing, eller om vi snakker om mer ressurskrevende arbeid. I tillegg må man plote inn hvor mange brukere man forventer skal bruke systemet. Ut i fra disse valgene kommer Azure med forslag til et oppsett som vil passe til ditt forespeilede bruk.

På bildet ovenfor ser vi at med hundre brukere med *Medium* arbeidsmengde foreslår Azure 4 VM-er som hver har 8 virtuelle CPU-er, 32 GB RAM og en midlertidig lagring på 200 GB. Man står selvfølgelig fritt til å tilpasse dette etter eget behov.





Installasjon av WVD i Azure (steg 3)

Videre ser vi at Microsoft i denne *Preview*-en av WVD tilbyr Windows 10 Enterprise multi-session (med og uten Office 365 ProPlus) og Windows Server 2016 Datacenter.

I tillegg skal man kunne velge både Windows 7 Enterprise, Windows 10 Enterprise og Windows 10 Enterprise multi-session samt servere fra Windows Server 2012 R2 til Windows Server 2019, ifølge Microsoft. Det skal også være mulig å legge inn et eget OS ved å velge *Custom* og deretter legge ved en ISO-fil.

Videre har man også mulighet til å velge mellom SSD eller HDD, der det selvfølgelig vil være relativt store prisdifferanser, noe som ikke er spesielt for denne løsningen i seg selv.

Til slutt fyller man inn AD-domene-detajler, og fullfører installasjonen.

## 2.1.2 WVD fra brukerperspektiv

Det er ofte lett å overse brukerens perspektiv i det store bildet. Vi ønsker derfor å vise hvordan WVD vil kunne oppleves for brukeren.

### Remote Desktop Control Panel



Remote Desktop Control Panel i Windows 10 med WVD

For å gi brukeren full oversikt over alle fjernstyrte apper har Microsoft utviklet *Remote Desktop (Control Panel)*. Herfra kan brukeren kjøre alle apper og skrivebord som er gjort tilgjengelig for vedkommende. Dette ligner på den velkjente tjenesten SCCM Software Center, men skiller seg tydelig fra sistnevnte ved at man ikke trenger noen installasjon av programmene, da man kjører dem direkte fra skyen.

### RemoteApp

Allerede i 2009 lanserte Microsoft tjenesten *Microsoft RemoteApp* som en del av *Remote Desktop Services (RDS)*, tilgjengelig i Windows Server 2008 R2. Siden den gang har dette blitt videreutviklet til *Azure RemoteApp*, som ble en mer tilpasset versjon for skyen. Dette blir nå enda mer strømlinjeformet og brukervennlig ved lanseringen av WVD. Vi går nærmere inn på hvorfor nedenfor.

Ved å ta i bruk *RemoteApp* kan brukeren få tilgang til programmer/apper som ikke er installert direkte på maskinen, men som i stedet kjører i skyen. Dette kan være helt vanlige skriveprogrammer som MS Word og MS Powerpoint, men det kan også være tyngre programmer som krever større dataressurser, og som ville vært for kraftige til å kjøre på brukerens lokale maskin.

Det som er ekstra fordelaktig med det oppdaterte *RemoteApp* kontra et vanlig virtuelt skrivebord, er at brukervennligheten er blitt drastisk bedre. Man kan nemlig få programmene som ligger i skyen til å opptre som vanlige programmer i Windows. Man trenger kun å forholde seg til sitt eget lokale skrivebord, og slipper derfor å åpne et virtuelt skrivebord i eget vindu.



Her ser vi et eksempel på en startmeny. Alle disse programmene kjører i skyen.

Når man legger inn e-posten til brukeren i *Remote App & Desktop control panel* vil programmene automatisk dukke opp i startmenyen. I parentes ser vi navnet på *host pool*-en som brukeren og programmene er en del av.

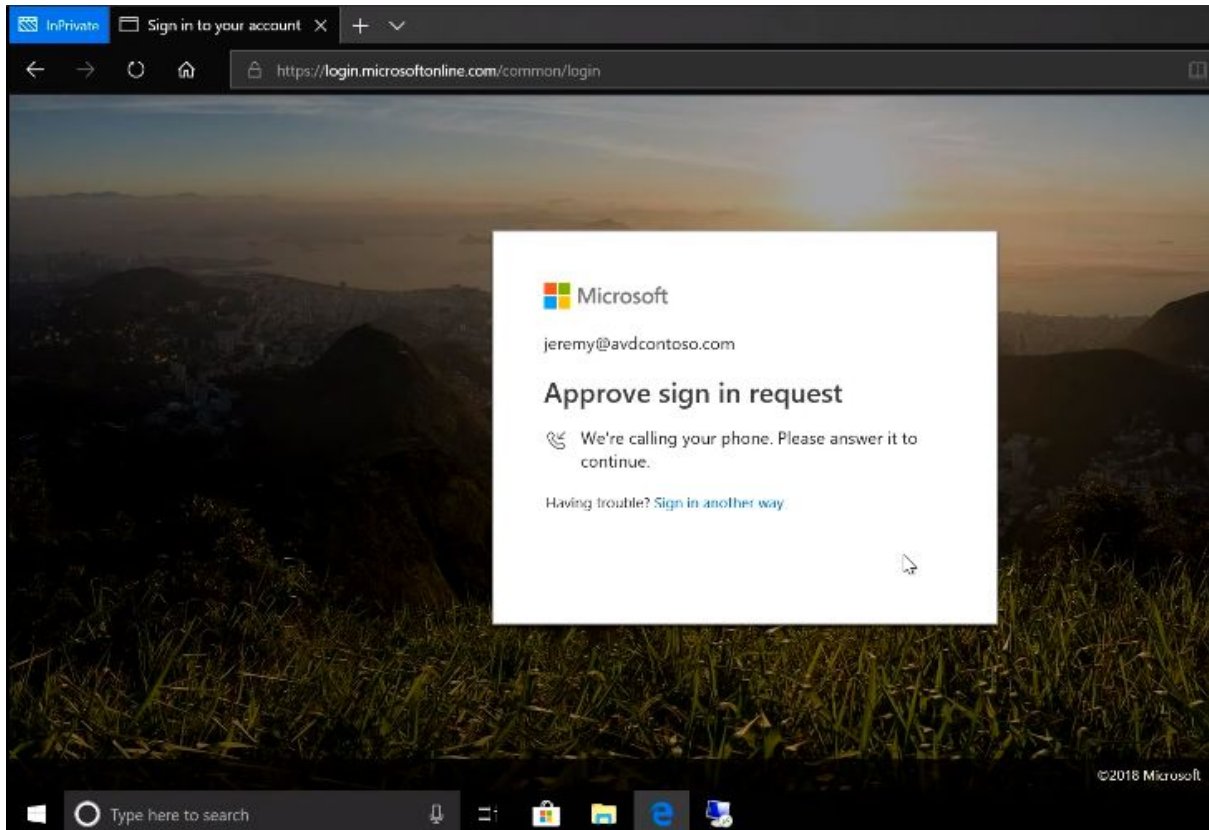


Eksempel på oppgavelinje i Windows 10, med MS Powerpoint kjørende i skyen.

I oppgavelinjen er det kun et lite symbol som skiller en app i skyen fra en lokal app. Så lenge brukeren har god nettforbindelse, vil ikke brukeren legge spesielt merke til at appen ikke kjører lokalt.

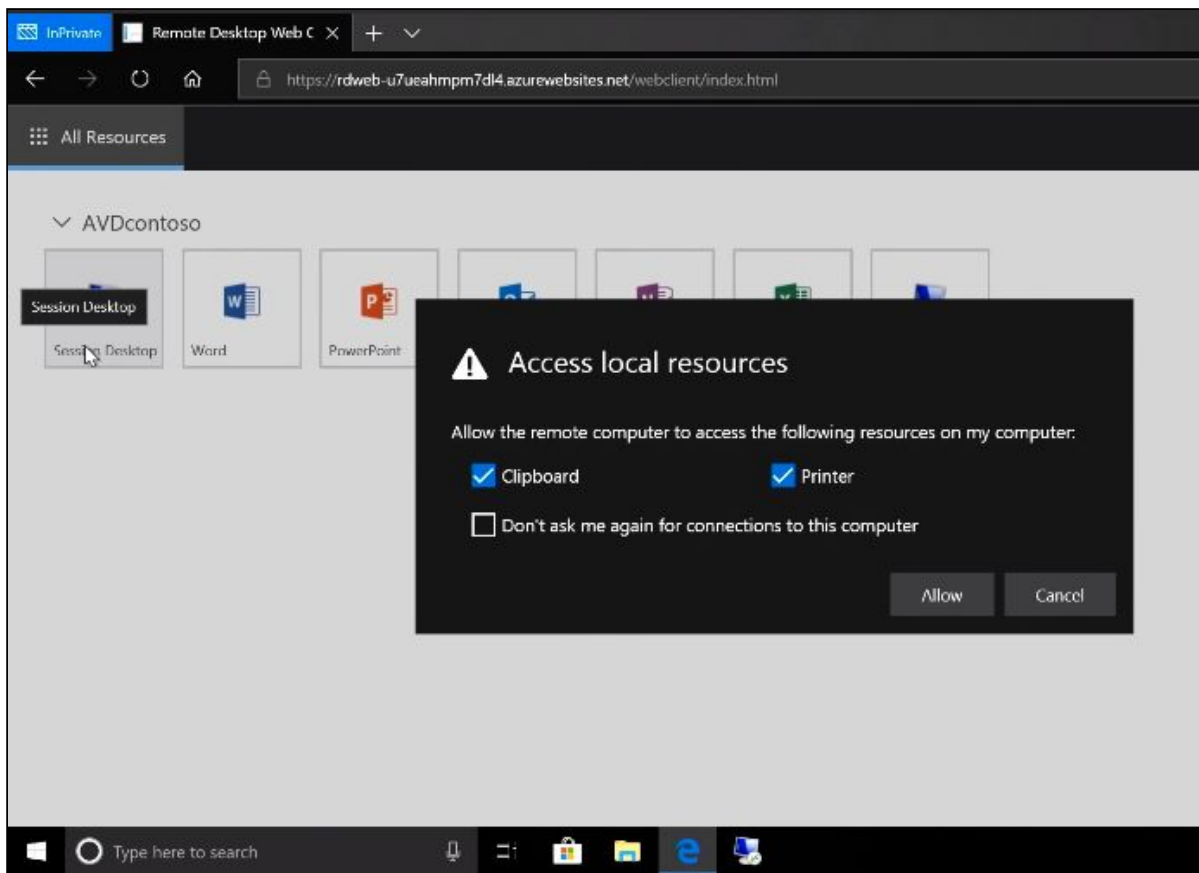
## Innlogging via nettleser

Man har også tilgang til programmene sine og eksterne skrivebord via hvilken som helst nettleser så lenge den støtter HTML5. Det er ingen krav om at PC-en er såkalt *trusted* eller koblet opp mot et domene.



*Innlogging i WVD fra brukerperspektiv.*

En mulig løsning her for et høyere nivå av sikkerhet er to-faktor-autentisering hvor man for eksempel bruker en mobiltelefon som andre faktor. Denne praksisen har også Microsoft valgt når de presenterer løsningen.

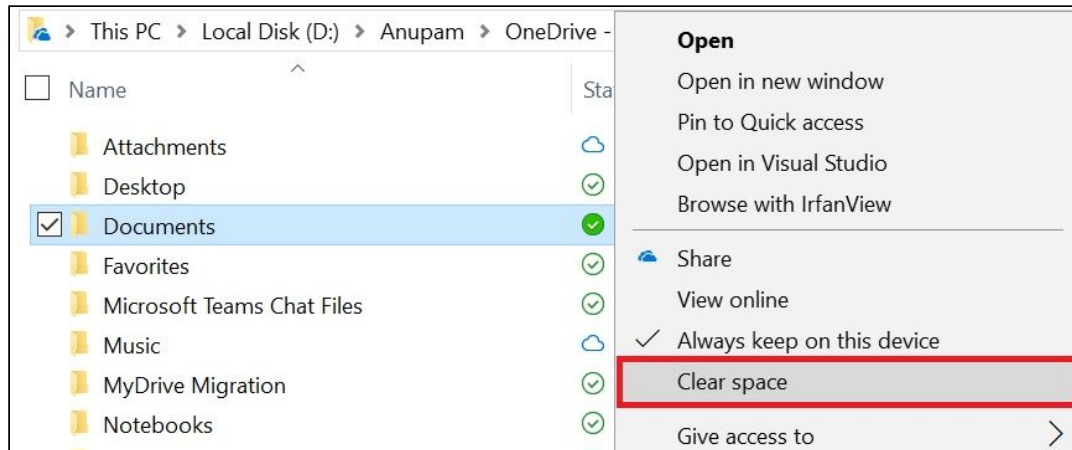


*Brukeren gir tilgang til lokalt Clipboard og Printer ved åpning av ekstern Session*

Når brukeren er autentisert vil han/hun få opp en Windows 10-maskin direkte i nettleseren.

## OneDrive

Ved å bruke WVD i kombinasjon med OneDrive kan man nå filene sine uansett hvilken klient man logger inn fra.



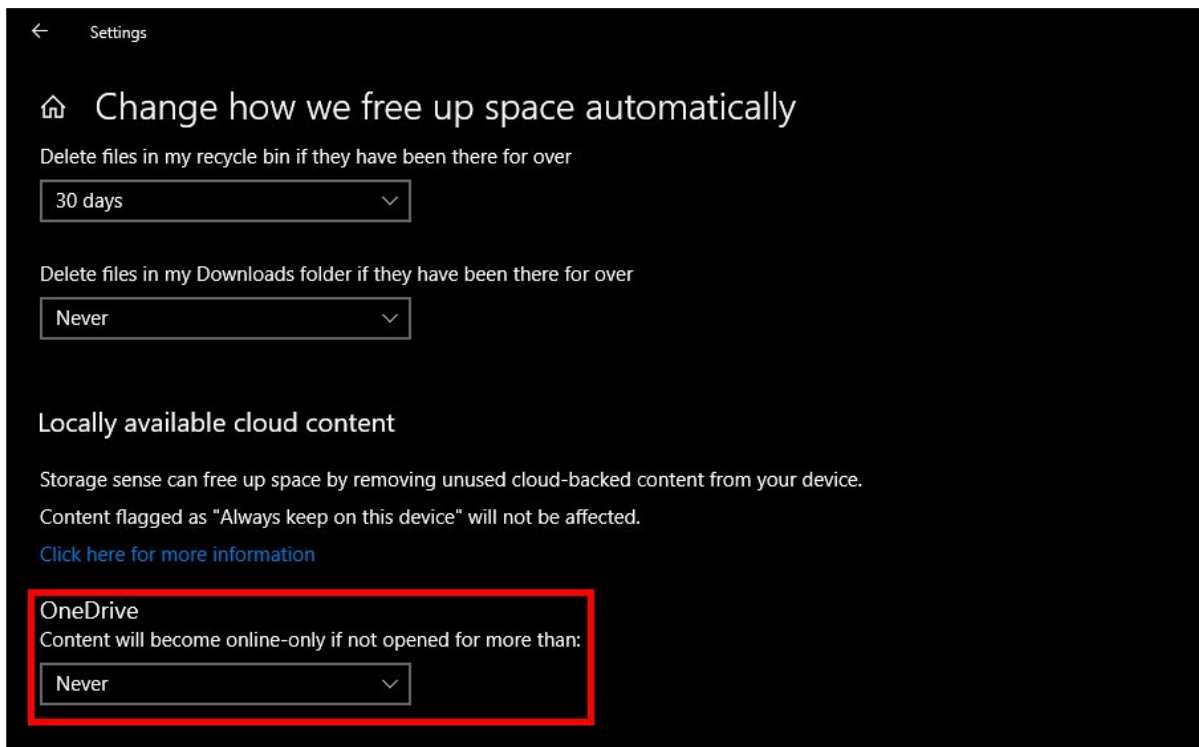
Synkroniserte filer kan fjernes fra den lokale maskinen for å frigjøre plass. Filene lastes ned igjen når de åpnes på nytt. (Hentet 26.04.19 fra <https://www.anupams.net/sync-files-ondemand-onedrive/>.)

Som vist på bildet over kan filer og mapper ha tre forskjellige statuser:

Sky-symbolet ☁ indikerer at objektet kun ligger lagret i OneDrive (skyen) og at det derfor kun er tilgjengelig med internettilkobling.

Den ufylte sirkelen ✓ indikerer at objektene er tilgjengelig offline, men at de kan forsvinne fra den lokale maskinen ved en automatisk eller manuell opprydning.

Filene merket med helfarget grønn sirkel ✓☁ er filer man aktivt har valgt skal beholdes på klienten, selv om man kjører opprydning.

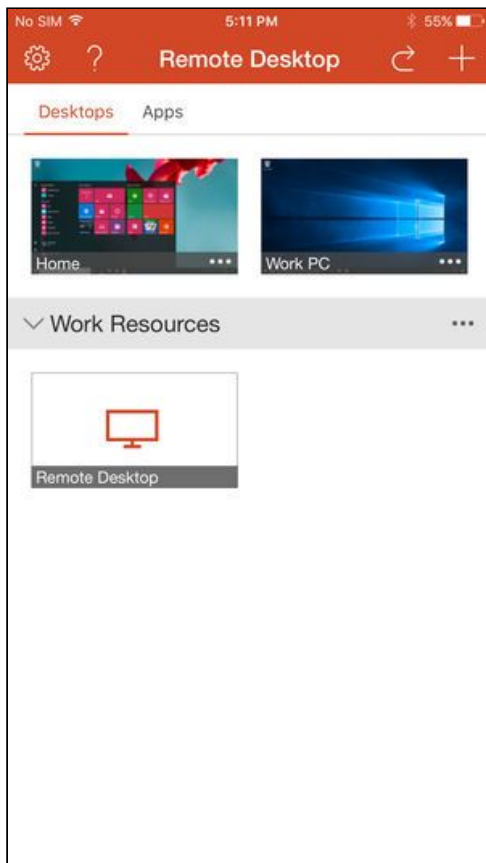


*Innstilling for automatisk frigjøring av plass, ved å slette synkroniserte filer som ikke er brukt på en stund.*

Det er nemlig mulig å sette opp automatisk rydding av plass som fjerner synkroniserte filer fra den lokale maskinen som ikke er brukt på en stund. Her kan man velge mellom 1 dag, 14 dager, 30 dager eller 60 dager.

## Mobile løsninger

WVD støttes av både Android og iOS via appen *Microsoft eksternt skrivebord* som enkelt kan lastes ned fra *Google Play* eller *App Store*. Dette gjør denne løsningen svært praktisk for reisende arbeidere og folk som er mye på farten. På Android-enheter vil det være mulig å koble opp både mus og tastatur via Bluetooth, mens det på iOS er kun tastatur som støttes via Bluetooth. Her har Microsoft inngått et samarbeid med et selskap kalt Swiftpoint slik at det også er mulig å koble opp mus mot iOS-enheter.



Her ser vi et utklipp fra appen.



Swiftpoint GT Touch Gesture Mouse

Hentet 08.05.19 fra:

<https://itunes.apple.com/us/app/microsoft-remote-desktop/id714464092?mt=8>

[https://www.bhphotovideo.com/c/product/1118156-REG/swiftpoint\\_sm500\\_gt\\_mouse.html](https://www.bhphotovideo.com/c/product/1118156-REG/swiftpoint_sm500_gt_mouse.html)



## 2.2 Hybrid-løsninger i Azure

Tjenester som går på tvers mellom sky og on-premise (lokale tjenere) kalles hybrid-løsninger. I dette kapittelet skal vi ta for oss noen av de mest aktuelle hybrid-løsningene fra Microsoft til bruk ved NMBU. Noen av disse tjenestene kan være like aktuelle både i en permanent løsning og i en overgangsfase mellom on-premise og sky. Vi har også tatt med noen nettverksløsninger for å demonstrere hvilke muligheter som finnes.

### 2.2.1 Azure Stack

Azure Stack gjør det mulig for bedrifter å kjøre Azure-tjenester lokalt på sine egne datasentre. Man kan også benytte seg av et *Managed Azure Stack*, som vil si at serverne ligger hos en tredjepartsleverandør som drifter løsningen. Fordelene med å benytte seg av Azure Stack er at man kan kjøre PaaS (Compute, netverk og Lagring) og IaaS (App service, SQL Server og MySQL Server) lokalt med minimale forsinkelser mellom bruker og Azure-tjenester.

En annen fordel er at man kan utvikle og rulle ut applikasjoner i Azure, for å deretter rulle dem ut i et lokalt Azure Stack, uten å måtte gjøre endringer i applikasjonen. Man kan også administrere systemet via en portal med gjenkjennelig brukergrensesnitt, da dette er basert på det samme brukergrensesnittet som i den vanlige Azure-portalen.

Man kan også integrere Azure Stack med Azure for å lett kunne skalere bruk, ved behov for ekstra ressurser – både midlertidig og permanent.

Det er ikke mulig å bestille Azure Stack direkte fra Microsoft. Dette gjøres gjennom partnere av Microsoft. Azure Stack består av 4–16 noder som blir bygd av den partneren man har bestilt fra og sendt til bedriften.

Azure Stack kan enten være koblet til nett og Azure, eller den kan være totalt frakoblet. Den frakoblede løsningen kan brukes av bedrifter som ikke har internett tilgjengelig; for eksempel på båt, plattform eller avsidesliggende installasjoner. Man har likevel tilgang til alle tjenestene Azure Stack kan tilby.

Tjenester i Azure lanseres også oftest i Azure Stack etter relativt kort tid, når det kommer til hvilke tjenester som tilbys vil Microsoft fokusere på å implementere de mest populære funksjonene først. For eksempel vil WVD (Windows Virtual Desktop) trolig bli tilgjengelig i Azure Stack i nær fremtid etter lansering.

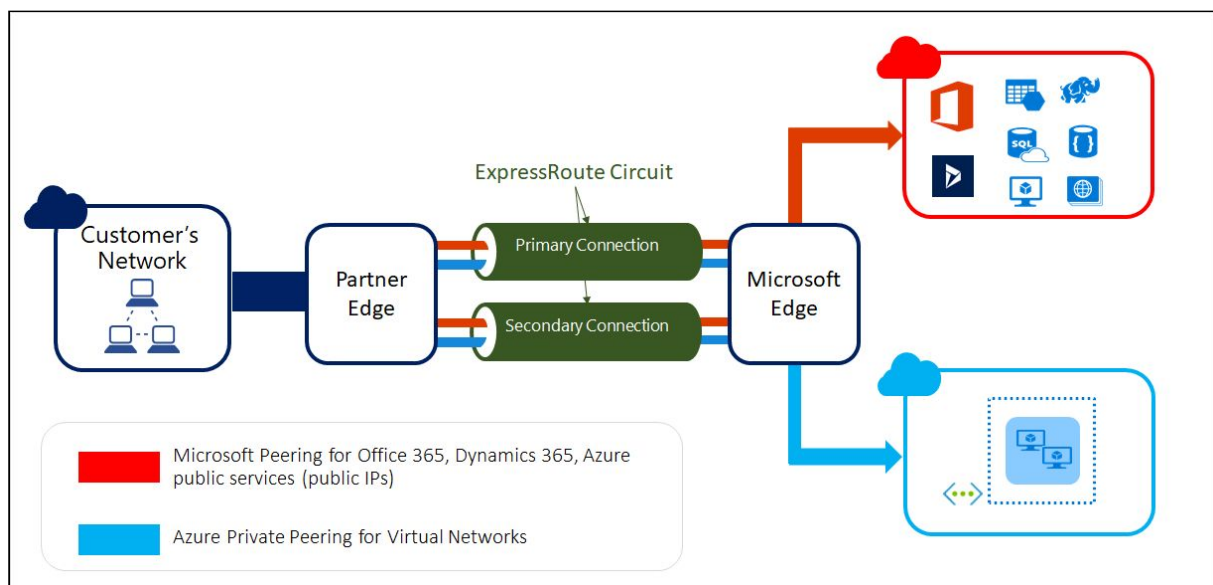
Ved problemer tilbyr Microsoft også direkte support, og kan eventuelt koble seg til bedriftens Azure Stack for å løse problemene.

## 2.2.2 Nettverk mellom skyen og lokale systemer

For å kunne jobbe sømløst mellom sky og lokale (on-premise) løsninger tilbyr skyleverandørene dedikerte tjenester for å gjøre dette så sømløst og effektivt som mulig. Med disse tjenestene kan man opprette direkte nettverkskoblinger mellom skyen og det lokale nettverket, utenfor det offentlige internettet, som kan være en fordel både med tanke på pålitelighet, forsinkelse, kapasitet og sikkerhet.

### Microsoft Azure ExpressRoute

Microsoft Azure Expressroute er Microsofts tjeneste for å opprette en direkte tilkobling som nevnt i avsnittet over. Vi ønsker her å vise i korte trekk hvordan dette fungerer.



Infrastruktur for Microsoft Azure ExpressRoute. Hentet 08.04.19 fra:

<https://docs.microsoft.com/en-us/azure/expressroute/expressroute-introduction>

I figuren over ser vi et kart som viser en gitt oppkobling, med kundens lokale nettverk til venstre, og Azure til høyre. I all hovedsak rutes trafikken mellom disse to via en *ExpressRoute connectivity provider* som har en direkte linje med ett eller flere av Azures datasentre.

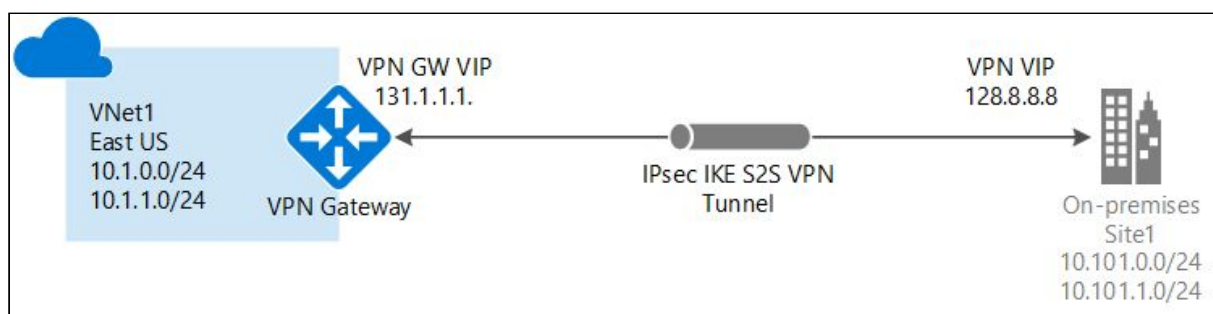
Dette kan settes opp på to ulike måter. Enten via *Azure Private Peering* eller *Microsoft Peering*. Hovedforskjellen mellom disse to er at med *Private Peering* rutes trafikken direkte til et *VNet* i Azure-portalen og kan kun brukes innenfor én *subscription* eller ett abonnement, mens med *Microsoft Peering* rutes trafikken til Azure-nettet, og man kan nå alle Azure-tjenester uavhengig av hvilken *subscription* de ligger i, i tillegg til tjenester som Office 365, Dynamics 365 og Azures PaaS-tjenester. *Microsoft Peering* krever dog bruk av offentlige ASN-er og IP-adresser.

Når tjenesten er satt opp med *Private Peering*, kan man operere med lokale tjenere (on-premise) og tjenere i Azure (skyen) i samme subnett, for eksempel innenfor en lokal range som 10.1.1.0/24, uten bruk av offentlige ASN-er og IP-adresser.

Tjenesten benytter seg av BGP-håndtrykk (Border Gateway Protocol) og ASN (Autonomous System Number) for identitetskontroll.

I figuren over ser vi også at det er opprettet to parallelle oppkoblinger, én primær og én sekundær. Dette er for å sikre redundans, og dette både anbefales og er påkrevd av Microsoft for at ExpressRoute-tilkoblingen skal oppfylle kravene for oppetid i henhold til Azure's SLA-avtale.

## VPN-gateway



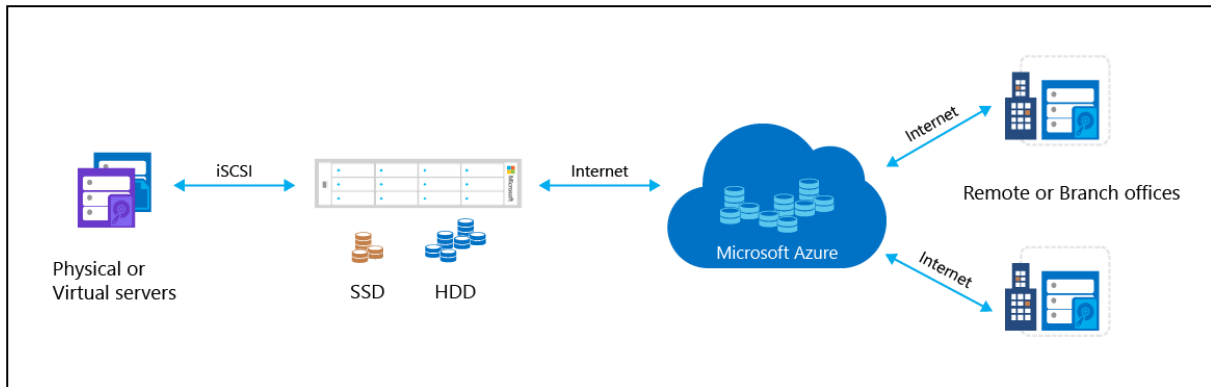
Eksempel på oppsett av VPN-gateway. Hentet 08.04.19 fra:

<https://docs.microsoft.com/en-us/azure/vpn-gateway>

Denne løsningen brukes for å kunne koble det lokale nettverket til et virtuelt nettverk i Azure (Site-to-Site). Oppkoblingen skjer ved at det settes opp et VPN som tillater sending av kryptert data mellom et VNet i Azure og et lokalt nettverk over det offentlige nettverket. VPN-gateway er med på å gi virtuelle maskiner i skyen tilgang på lokale tjenester man ikke ønsker å legge ut i skyen.

I motsetning til *ExpressRoute* vil trafikken ved bruk av VPN-gateway gå over det offentlige internettet.

## Microsoft StorSimple



Oversiktskart over Microsoft StorSimple. Hentet 08.04.19 fra:  
<https://azure.microsoft.com/nb-no/services/storsimple/>

Microsoft StorSimple er en hybrid lagringsløsning i Azure. StorSimple består av tre lag. De to øverste lagene er SSD-er og det nederste laget er en HDD. Brukerdata blir først lagret på SSD nr. 1, for deretter å bli duplisert over til SSD nr. 2. Her lagres data som er hyppig i bruk slik at denne er raskt tilgjengelig for brukeren. Etterhvert som dataen ikke er i bruk på en stund blir den komprimert og flyttet til på det tredje laget (HDD). Data som er enda sjeldnere i bruk vil flyttes til skyen etter en viss tid. Her blir det lagret tre kopier av denne dataen i to av Azures datasenter for å sikre redundans og backup.

StorSimple gjør at den dataen som er mest i bruk ligger lett tilgjengelig, mens annen data ligger i skyen. Dette sparer store kostnader knyttet til lokal lagringsplass, men går på bekostning av tilgjengeligheten på data som ikke er like mye i bruk. Når man henter data som ligger lagret i skyen vil denne bli flyttet tilbake til det andre laget (SSD nr. 2) og være lett tilgjengelig igjen.

StorSimple blir administrert gjennom Azure-portalene hvor man kan håndtere data og planlegge sikkerhetskopier som kan bli lagret både i skyen og/eller lokalt. Sikkerhetskopiene blir lagret som *snapshots*, slik at bare nye endringer blir lagret, noe som sparer mye plass i forhold til vanlig sikkerhetskopiering. Snapshots opprettes på noen få sekunder, og de er også raske å gjenopprette ved behov.

I en gjennomsnittlig bedrift er det vanlig at bare ca. 10–20% av all data som blir produsert brukes jevnlig, og det er nettopp denne dataen som vil bli lagret på den lokale StorSimple-løsningen for rask tilgang. Resten, som vil si ca. 80–90% av dataen, lagres i skyen.

## StorSimple Virtual Array

StorSimple Virtual Array er en StorSimple-løsning som kjører på en virtuell maskin på en hypervisor som Hyper-V eller VMware. Den har de samme grunnleggende egenskapene som StorSimple Hybrid Cloud Storage-løsningen. En StorSimple Virtual Array-matrise kan konfigureres som en NAS-enhet (ved hjelp av SMB-protokollen) eller som en SAN-enhet (ved hjelp av iSCSI). Denne løsningen er rettet mot mindre bedrifter som trenger fildeling, samarbeids- og informasjonsflyt samt til små databasespørringer som bruker en kombinasjon av lokale og lagdelte volumer.

## 2.3 Chatbot

For å kunne ta imot et høyt antall henvendelser på førstelinjesupport hos NMBU kan det være hensiktsmessig å ta i bruk en automatisert tjeneste som kan svare på sluttbrukernes mest stilte spørsmål. Dette kalles en bot-tjeneste. Chatboten analyserer brukerens meldinger og finner et passende svar som deretter returneres automatisk.

Microsofts bot-tjeneste er en fleksibel tjeneste som kan bygges slik man ønsker det. Azure har laget mange forslag til løsningsarkitekturer basert på forskjellige *use-cases*. De tre vanligste *use-case*-ene er dog: Chatbot for handel, informasjons-chatbot og *Enterprise productivity*-chatbot. Vi har imidlertid valgt *Chatbot-arkitektur for ofte stilte spørsmål*, (eller *Chatrobotarkitektur for vanlige spørsmål* som den heter i løsningsarkitekturdatabasen i Azure), som utgangspunkt her, da det er her behovet ligger hos NMBU.

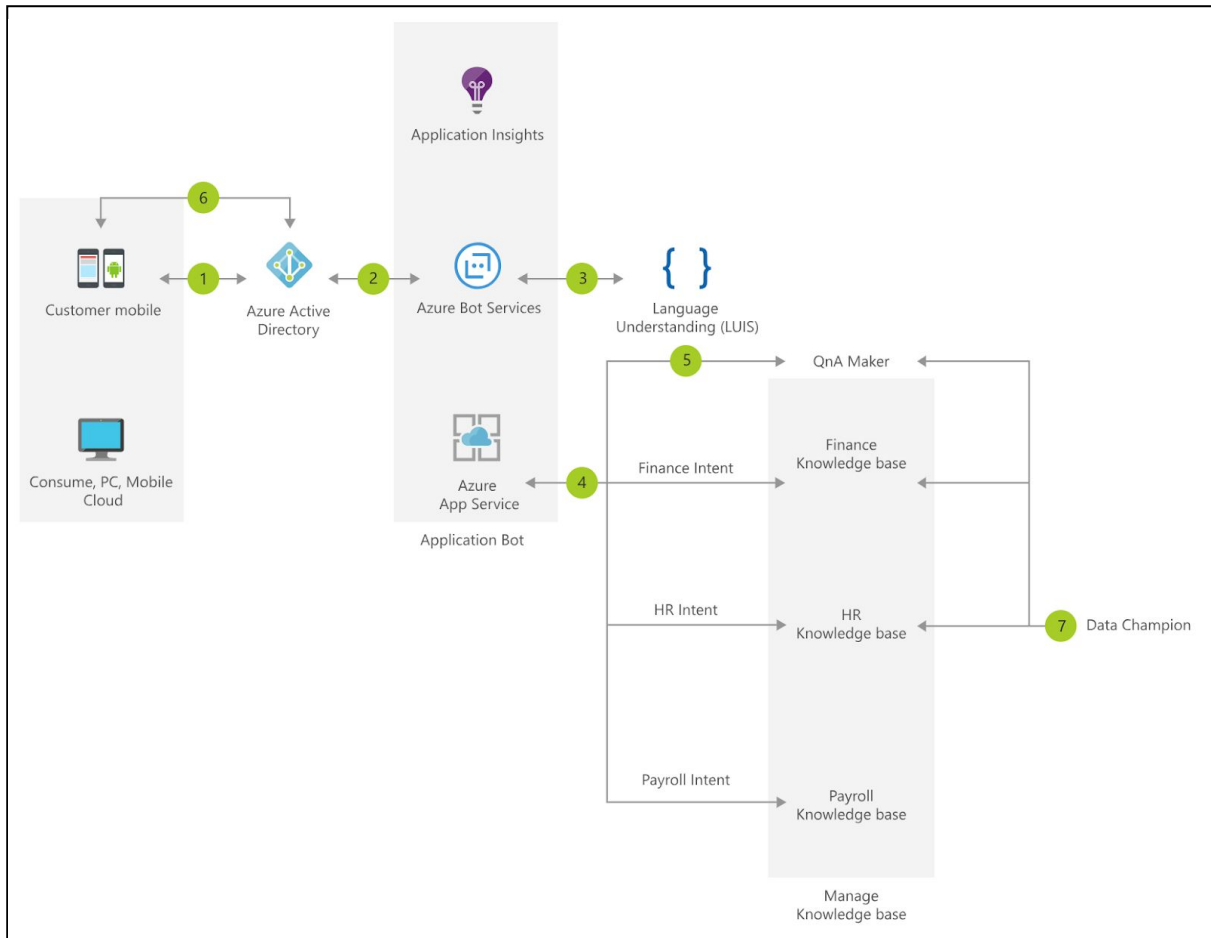
### 2.3.1 Chatbot-arkitektur for ofte stilte spørsmål

Dette er en informasjonsrobot som er utformet for å kunne svare på enten spørsmål definert fra en kunnskapsbase eller på helt vanlige spørsmål ved hjelp av *Cognitive Services QnA Maker*. Ved litt mer åpne spørsmål kan den settes opp til å søke hjelp hos Azure Search.

#### Oppretting av QnA-service m/kunnskapsbase

Det er enkelt å implementere sin eksisterende FAQ/ofte stilte spørsmål inn i Azures QnA-maker. Man oppretter en *QnA-service* i Azure, og kobler denne opp mot en kunnskapsbase man også oppretter. Deretter oppgir man enten en URL eller laster opp en fil som inneholder en FAQ/ofte stilte spørsmål. Azure vil så finne spørsmålene og svarene på denne siden, eller i dette dokumentet, og legge dette inn i den nye kunnskapsbasen automatisk. Deretter kan spørsmål og svar legges til, redigeres eller fjernes, alt etter behov. Med en slik tjeneste hos NMBU kan man raskere besvare brukernes mest stilte spørsmål og bidra til automatisk problemløsning.

## Eksempel på løsningsinfrastruktur



Eksempel på løsningsinfrastruktur for chatbot. Hentet 09.04.2019 fra:

<https://azure.microsoft.com/nb-no/solutions/architecture/faq-chatbot-with-data-champion-model/>

Flyt i figuren over:

1. Brukeren kobler seg opp mot bot-tjenesten (via app, webapp, etc)
2. Azure Active Directory validerer identiteten til brukeren
3. Spørring er sendt til en *Language Understanding Intelligent Service (LUIS)*-modell for å forstå hensikten med spørringen
4. Basert på hensikten blir spørringen sendt videre til den passende kunnskapsbasen
5. *QnA Maker* svarer med den beste matchen til den innkommende spørringen
6. Resultatet vises for brukeren
7. *Data Champions* administrerer og oppdaterer QnA-kunnskapsbasen basert på tilbakemelding fra brukeren og dens trafikk.

I eksempelet over ser vi en ansatt hos en bedrift benytte seg av bot-tjenesten for å finne informasjon. AD brukes for å identifisere brukeren, slik at man er sikker på at informasjonen ikke havner i gale hender. Den ansatte kan for eksempel etterspørre detaljer som vedkommende trenger for å utføre sitt arbeid, eller eventuelt helt andre spørsmål; for eksempel angående sitt arbeidsforhold, lønn, eller lignende.

For NMBU kan det være hensiktsmessig med en lignende modell, både for ansatte som i eksempelet over, og eventuelt for studentene. En student kan for eksempel

etterspørre vurderinger og karakterer på innlevert arbeid, hente ut pensum fra en pensumdatabase, etc. Til eksempel kunne en student stilt følgende spørsmål:

“Hvor skal forelesningen være?”

Med god opplæring vil Azure Bot Service i teorien kunne forstå hva denne studenten spør om. Bot-en må altså skjønne at den nevnte forelesningen er den førstkommende i denne studentens kalender, og besvare spørsmålet deretter. Dette forutsetter selvfølgelig at denne informasjonen finnes i kunnskapsbasen. Det er i prinsippet uendelige muligheter for implementering med universitetets systemer her.

## 2.4 Escape-strategi

Det å komme seg ut og flytte sine data ut av Azure er fullt mulig, men det vil medføre en kostnad. Generelt sett kan vi si at all trafikk inn til Azure er gratis, mens all trafikk ut koster penger. Når det gjelder prisen, vil det være helt avhengig av bruk.

Vi går her nærmere inn på Microsofts *Data Box*-tjeneste, som i korte trekk innebærer fysisk frakoblet flytting av data, der man eksporterer data ut av Azure og ned på harddisker, som så sendes fysisk til ens adresse. Dette er det mest hensiktsmessige når det er snakk om veldig store datamengder. Microsoft har tre forskjellige typer som kan brukes til dette. Disse er *Data Box*, *Data Box Disk* og *Data Box Heavy*.

**Data Box** har en kapasitet på 100 TB. Den bruker standard NAS-protokoller (SMB/NFS) for kopiering av data, og den krypterer all data med AES 256-bit-kryptering.



**Data Box Disk** har en kapasitet på 8 TB per disk og en bestilling kan bestå av fem disker med total lagring på 40 TB. All data blir kryptert med AES 128-bit-kryptering.

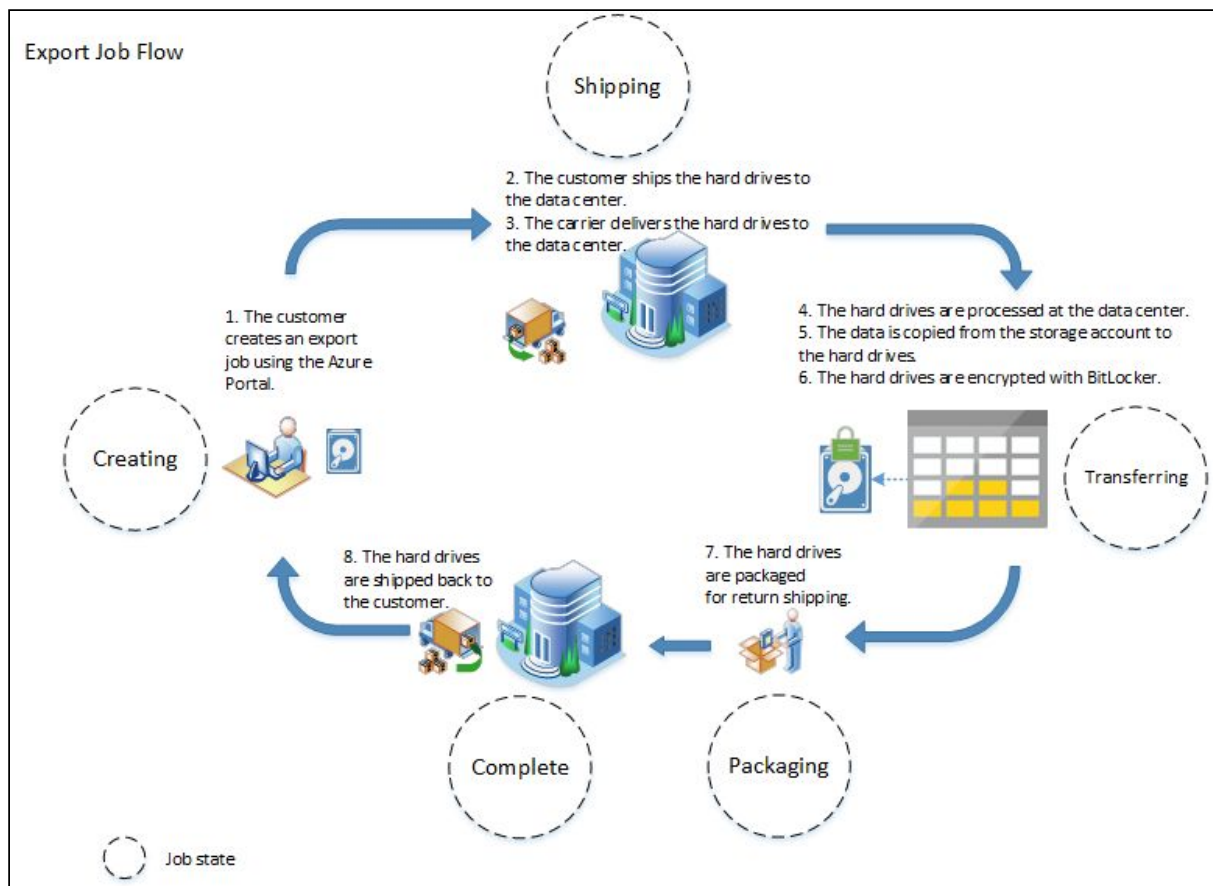


**Data Box Heavy** har en kapasitet på 1 PB. Den bruker standard NAS-protokoller (SMB/NFS) for kopiering av data, og den krypterer all data med AES 256-bit-kryptering.



Bildene er hentet fra <https://azure.microsoft.com/nb-no/services/databox/>

## Eksportering av Blob-storage



Modell for eksportering av Azure Blob. Hentet 15.03.2019 fra:

<https://docs.microsoft.com/en-us/azure/storage/common/storage-import-export-service>

For å eksportere Blob-storage fra Azure må man sende inn diskene til Azure, som vist i figuren over. Deretter eksporterer Azure dataen over på diskene, før disse krypteres og sendes i retur.



## 2.5 Priser for Microsoft Azure

Azure har prislister for alle sine tjenester tilgjengelig på deres nettsider, men dette blir lett overveldende hvis man ikke vet nøyaktig hvilke tjenester som er hensiktsmessig å bruke, eller hvor kraftig maskinvare man faktisk er avhengig av. Vi har derfor samlet priser for de aktuelle tjenestene som er nevnt tidligere i kapittelet, og lagt til noen forklaringer der vi føler det er nødvendig. Overordnet sett kan man si at det aller meste følger *pay-as-you-go*-modellen, og beregnes enten timesbasert eller månedsbasert. Det er likevel en del unntak fra dette, og i en del tilfeller kan man velge mellom flere prismodeller for samme tjeneste.

Alle prisene i dette kapittelet er hentet fra <https://azure.microsoft.com/en-us/pricing/> og er å se på som veiledene. Det er rimelig å anta at NMBU vil kunne få gode avtaler, både pga. stordrift samt at det ikke er uvanlig at universiteter får gode priser på slike IT-tjenester.

### 2.5.1 Windows Virtual Desktop

Eksempelscenario ved bruk av WVD med 100 brukere i *Windows 10 multi-session*. Prisene er oppgitt for Azure-regionen East, US:

Bruk	Beskrivelse	Estimert kostnad	Estimert lagringskostnad <sup>3</sup>
Lett	Idéelt for lettdrevne oppgaver som f.eks. dataregistrering og apper for call-sentre.	3x D8s v3 (à 8 vCPU): 3,59 kr/time <sup>1,2</sup>	3x E20 Standard SSD-er (512 GB hver) + 2xDS1 v2: 1 174,16 kr/måned <sup>4</sup>
Middels	Idéelt for grunnleggende apper fra Microsoft Office slik som Word og Excel, samt databaseapper.	4x D8s v3 (à 8 vCPU): 4,78 kr/time <sup>1,2</sup>	3x E20 Standard SSD-er (512 GB hver) + 2xDS1 v2: 1 174,16 kr/måned <sup>4</sup>
Tung	Idéelt for mer intensive arbeidsbelastninger som utvikling eller ingeniørarbeid.	7x D8s v3 (à 8 vCPU): 8,37 kr/time <sup>1,2</sup>	3x E20 Standard SSD-er (512 GB hver) + 2xDS1 v2: 1 174,16 kr/måned <sup>4</sup>
Tung grafikk	Idéelt for grafikkintensive apper som 3D CAD og Adobe Photoshop.	7x NV6 (à 6 vCPU): 28,72 kr/time <sup>1,2</sup>	3x E20 Standard SSD-er (512 GB hver) + 2xDS1 v2: 1 174,16 kr/måned <sup>4</sup>

#### Eksempel for enkelt-skrivebord for personlig bruk

Personlig skrivebord	Idéelt for en vedvarende opplevelse for hver bruker.	D2s v3 (2 vCPU): 0,30 kr/time/VM <sup>2</sup>	2x E10 Standard SSD-er (128 GB hver) per VM: 155,79 kr/måned/VM <sup>5</sup>
----------------------	--	---	---

Hentet 02.05.19 fra <https://azure.microsoft.com/nb-no/pricing/details/virtual-desktop/>.

<sup>1</sup> Basert på "always on", 3-årig RI (Reserved instance) med Azure Hybrid benefit i området for East, US: D8s v3: 1,20 kr/t, NV6: 4,10 kr/t, D2s v3: 0,30 kr/t.

<sup>2</sup> Ved hjelp av skaleringsverktøy kan de virtuelle maskinene slås av og på etter kapasitetsbehov dersom de kjører på forbrukspriser.

<sup>3</sup> Velg mellom Managed Disks, Premium SSD, Standard SSD eller Standard HDD for OS og brukerlagring. Office ProPlus-kunder kan benytte OneDrive for Business for brukerlagring.

<sup>4</sup> Estimert lagring med "multi-session" basert på en delt filserver for 100 brukere, som støtter 15 GB lagring

og 15 IOP-er pr. bruker. Anbefalt konfigurasjon = 3x E20 Standard SSD @ 311,58 kr/mnd + S2D-konfigurert 2x DS1 v2 @ 0,16 kr x 730 timer pr. måned. Månedlig total kostnad er 1 174,16 kr.

<sup>5</sup> Estimert lagring for personlig skrivebord er basert på 1x E10 Standard SSD for OS-lagring og 1x E10 Standard SSD for brukerlagring på 77,90 kr/mnd pr. stk.

## Lisenser

I tillegg til dette er man avhengig av en av følgende lisenser for å kunne bruke WVD: Microsoft 365 E3, E5, A3 eller A5, evt. Windows E3, E5, A3 eller A5. Under følger en oversikt over de forskjellige Windows-lisensene:

E3 = Enterprise

E5 = Enterprise med noen ekstra sikkerhetsfunksjoner

A3 = Education

A5 = Education med noen ekstra sikkerhetsfunksjoner

Microsoft 365 inkluderer de respektive Windows lisensene ovenfor i tillegg til Office 365 og Enterprise Mobility + Security.

Priser for disse lisensene er ikke offentlig tilgjengelig, og må derfor etterspørres ved å kontakte Microsoft.

## 2.5.2 VM-er

Når det gjelder pris på vanlige VM-er har vi valgt ut noen serier med maskiner som vi tror kan passe til bruk ved NMBU, samt noen av de virkelig store maskinene for å eksemplifisere prisbildet. Legg spesielt merke til D8 v3 som er den maskinen Microsoft anbefaler ved bruk av WVD med 25 brukere ved *medium workload*, som brukt i eksempelet i [kap. 2.1.1](#).

Forekomst	vCPU	RAM	Midl. lagring	Pris ved 1 år resrv.	Rabatt med RI-er
				~ pr. mnd	1 år / 3 år resrv.
D2 v3	2	8 GB	50 GB	960 kr	~19% / ~31%
D8 v3	8	32 GB	200 GB	4 715 kr	~19% / ~31%
D64 v3	64	256 GB	1 600 GB	37 720 kr	~19% / ~31%
H8	8	56 GB	1 000 GB	8 962 kr	~32% / ~45%
H8m	8	112 GB	1 000 GB	12 007 kr	~38% / ~51%
E8 v3	8	64 GB	200 GB	5 521 kr	~23% / ~37%
E64 v3	64	432 GB	1 600 GB	41 493 kr	~20% / ~34%
NV6*	6	56 GB	340 GB	8 648 kr	~26% / ~41%

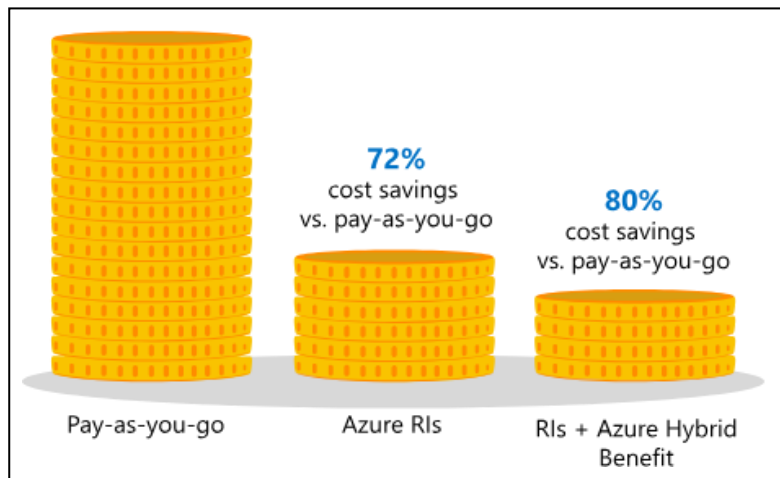
\* GPU: 1x M60

Prisene gjelder region North Europe og er hentet 03.05.19 fra

<https://azure.microsoft.com/en-us/pricing/details/virtual-machines/windows/>.

### 2.5.3 Azure Reserved VM Instances (RI-er)

Microsoft tilbyr også i tillegg til “Pay-as-you-go”-modellen et alternativ kalt Azure Reserved VM Instances (RI-er). Denne modellen lar deg reservere virtuelle maskiner på forhånd som kan gi en kostbesparelse på opp til 80 %. Denne tjenesten bygger på prinsippet “Jo mer man handler av en vare – jo billigere blir det”.



Prisforskjellen mellom Pay-as-you-go-modellen og RI-modellen.

Hentet 03.05.19 fra <https://azure.microsoft.com/nb-no/pricing/reserved-vm-instances/>

Denne tjenesten kan enkelt kjøpes ved én enkel forhåndsbestilling der man velger om man vil kjøpe for en ett- eller tre-års periode. Denne tjenesten er også gunstig med tanke på budsjett og prisoversikt. Når man skal forhåndsbestille VM-er vil Microsoft være behjelpelig med tips og anbefalinger basert på dine siste 30 dagers bruk. Det er også mulig å reversere allerede bestilte VM-er mot et avbestillingsgebyr på 12 % av kjøpesummen. RI-er må dog betales ved bestilling, og man vil derfor få en stor utgift ved bestilling i stedet for jevn fordeling utover året.

#### Azure Hybrid Benefit

Azure Hybrid Benefit lar deg få mer ut av dine Windows Server-lisenser. Her er det mulig å spare opptil 40% på virtuelle maskiner. Dette kan gjøres med lisenser for Windows Server Datasenter og Standard Edition som dekkes av Software Assurance (Volumlisensprogram) eller Windows Server-abonnementer. Det er mulig å konvertere eller gjenbruke gamle lisenser for kjøring på nye virtuelle maskiner. For eksempel kan man konvertere en Windows Server 2012 R2 om til en Windows Server 2016 til en lavere kostnad enn ved kjøp av en helt ny lisens.

## 2.5.4 ExpressRoute

Ved bruk av ExpressRoute er det mulig å velge to forskjellige prismodeller. Den ene er basert på forbruk, og man betaler pr. GB overført, pluss en fast sats pr. mnd. Med den andre modellen betaler man en høyere fastpris pr. måned, men får ubegrenset datamengde for overføring. Innkommende data er inkludert i begge prismodeller, så man betaler kun for utgående dataoverføring.

### Modell 1 – Dataabonnement med forbruksmåling

Båndbredde	Standard (pr. mnd.)	Premium (pr. mnd.)	Innkommende dataoverføring inkludert	Utgående dataoverføring inkludert
50 Mbps	446,28 kr	1 054,83 kr	Ubegrenset	Ikke inkl.
100 Mbps	892,55 kr	1 622,82 kr	Ubegrenset	Ikke inkl.
200 Mbps	1 176,55 kr	2 393,66 kr	Ubegrenset	Ikke inkl.
500 Mbps	2 353,09 kr	5 598,73 kr	Ubegrenset	Ikke inkl.
1 Gbps	3 537,75 kr	9 623,32 kr	Ubegrenset	Ikke inkl.
2 Gbps	7 075,50 kr	19 246,65 kr	Ubegrenset	Ikke inkl.
5 Gbps	17 688,74 kr	42 031,04 kr	Ubegrenset	Ikke inkl.
10 Gbps	27 587,94 kr	51 930,24 kr	Ubegrenset	Ikke inkl.

Månedsprisoverslagene er basert på 744 brukstimer (24 timer x 31 dager) per måned. Alle prisene i dette delkapittelet er hentet 18.05.19 fra <https://azure.microsoft.com/nb-no/pricing/details/expressroute/>.

I tillegg kommer følgende priser pr. GB overført:

Sone	Pris/GB
Sone 1 (Europa, Nord-Amerika, Australia Gov.)	0,20 kr
Sone 2 (Asia, +++, Australia)	0,41 kr
Sone 3 (UAE, Sør-Afrika, Sør-Amerika)	1,14 kr

## Modell 2 – Ubegrenset dataabonnement

Båndbredde	Standard (pr. mnd.)	Premium (pr. mnd.)	Innkommende dataoverføring inkludert	Utgående dataoverføring inkludert
50 Mbps	2 434,23 kr	3 042,79 kr	Ubegrenset	Ubegrenset
100 Mbps	4 665,61 kr	5 477,02 kr	Ubegrenset	Ubegrenset
200 Mbps	9 331,22 kr	10 548,33 kr	Ubegrenset	Ubegrenset
500 Mbps	22 313,78 kr	25 559,42 kr	Ubegrenset	Ubegrenset
1 Gbps	46 250,37 kr	52 335,95 kr	Ubegrenset	Ubegrenset
2 Gbps	92 500,74 kr	104 671,89 kr	Ubegrenset	Ubegrenset
5 Gbps	208 126,67 kr	232 468,97 kr	Ubegrenset	Ubegrenset
10 Gbps	416 253,33 kr	440 595,63 kr	Ubegrenset	Ubegrenset

Månedsprisoverslagene er basert på 744 brukstimer (24 timer x 31 dager) per måned. Priser hentet 02.05.2019.

### 2.5.5 VPN-Gateway

Priser for VPN-Gateway er som følger:

Type	Pris (pr. mnd.)	Båndbredde	S2S-tunneler (1–10: Inkludert)	P2S-tunneler (1–128: Inkludert)
Basic	~213,24 kr	100 Mbps	Max. 10	Max. 128
VpnGw1	~1 125,43 kr	650 Mbps	Max. 30 11-30: 0,12 kr/time pr. tunnel	Max. 250 129-250: 0,082 kr/time pr. tilkobling
VpnGw2	~2 902,41 kr	1000 Mbps	Max. 30 11-30: 0,12 kr/time pr. tunnel	Max. 500 129-500: 0,082 kr/time pr. tilkobling
VpnGw3	~7 404,12 kr	1250 Mbps	Max. 30 11-30: 0,12 kr/time pr. tunnel	Max. 1000 129-1000: 0,082 kr/time pr. tilkobling

Månedsprisoverslagene er basert på 730 brukstimer per måned. Prisene her hentet 18.05.19 fra <https://azure.microsoft.com/nb-no/pricing/details/vpn-gateway/>.

s2s-tunneler er site-to-site gateways og betyr tilkoblinger mellom datasentre.

p2s-tunneler er point-to-site gateways og betyr tilkobling fra bruker til on-premise- eller sky-nettverket

## 2.5.6 Azure Bot Service

For *Azure Bot Service* betaler man i hovedsak for ressursbruken i portalen – “pay-as-you-go”. Microsoft har delt inn bot-service i to kategorier: Standard- og Premium-kanaler.

**Standard-kanaler** inkluderer Microsofts førstepartstjenester (for eksempel Skype, Cortana og Microsoft Teams) samt tjenester med offentlig tilgjengelige Bot-API-er (for eksempel Facebook og Slack). Med denne kanalen betaler man kun for ressursbruken. Man har altså ubegrenset antall meldinger.

Med **Premium-kanalene** kan robotene dine kommunisere pålitelig med brukere i ditt eget program eller på nettsidene dine. Disse kanalene lar deg tilpasse brukernes klientopplevelse ved å tilpasse DirectLine (åpen kildekode) og Web Chat-klienter. Med denne løsningen har man 10 000 gratis meldinger pr. måned. Overstiger man dette må man tegne en S1-lisens med en pris på 4,06 kr per 1000 meldinger.

## 2.5.7 Azure Stack

Selv om man kjører og drifter både maskinvare og programvare lokalt, må man likevel betale for bruk av Azure Stack. Dette kan ses på som en slags dynamisk lisenskostnad etter *pay-as-you-go*-modellen. Ved *managed* Azure Stack hos en leverandør vil drift av maskinvare og programvare komme i tillegg.

Azure-tjeneste	Pris*
<b>Virtuelle maskiner</b>	
- Grunnleggende virtuell maskin	0,065 kr/vCPU/time
- Windows Server virtuell maskin**	0,374 kr/vCPU/time
<b>Storage-kontoer***</b>	
- Blob storage	0,049 kr/GB/måned
- Tabell og kø lagring	0,147 kr/GB/måned
- Standard uadministrerte disker	0,090 kr/GB/måned
<b>Administrerte disker</b>	
- M4 (32 GB)	3,12 kr/disk/måned
- M6 (64 GB)	6,11 kr/disk/måned
- M10 (128 GB)	11,95 kr/disk/måned
- M15 (256 GB)	22,99 kr/disk/måned
- M20 (512 GB)	44,14 kr/disk/måned
- M25 (1 TB)	83,09 kr/disk/måned
<b>App service</b>	
- Web Apps, API Apps, Functions	0,46 kr/vCPU/time

Prisene her hentet 18.05.19 fra <https://azure.microsoft.com/en-us/overview/azure-stack/how-to-buy/>.

\* Priser for Azure Stack i integrerte systemer.

\*\* Rull ut Windows-servere og SQL Server ved å bruke eksisterende Windows Server- og SQL Server-lisenser du har fra før, i forbindelse med Azure Stack. Bruk Azure Stacks timemålinger eller din eksisterende Windows Server-lisens for å utplassere virtuelle Windows-maskiner. Dersom du bruker Windows Server-lisensene du har fra før, kommer du bare til å bli belastet et forbruksgebyr basert på bruken av virtuelle maskiner.

\*\*\* Azure belaster ikke transaksjonsgebyrene for Azure Storage-tjenester på Azure Stack. Alle kontrollerte Lagringstjenester har 500 IOPS per disk og gjennomstrømning på 60 MB/s per disk.

## 2.5.8 Azure Data Box

Ved kjøp av Data Box-tjenestene betaler man ett engangsgebyr pluss et tillegg pr. ekstra dag utover de inkluderte dagene. I tillegg til dette kommer et frakttillegg som inkluderer både levering og retur.

### Data Box

Tjeneste	Enhet	Pris
Importtjenestegebyr	1 enhet (10 dager inkludert)	2028,53 kr
Gebyr for ekstra dag	1 dag	121,71 kr
Standardfrakt for enhet <sup>1</sup>	1 pakke	916,89 kr

<sup>1</sup>Fraktgebyret inkluderer levering og retur

### Data Box Disk

Tjeneste	Enhet	Pris
Ordrebehandlingsgebyr	1 enhet	405,71 kr
Gebyr for daglig diskbruk (8 TB) <sup>1,2</sup>	Pr. disk pr. dag	81,14 kr
Standardfrakt for enhet <sup>3</sup>	1 pakke	283,99 kr

<sup>1</sup> Opptil 5 disker per ordre

<sup>2</sup> De første tre dagene (inkludert leveringsdagen) utgjør innledningsperioden og belastes som én enkel enhet av daglig bruksgebyr. Etter innledningsperioden på tre dager, er vanlig bruksgebyr gjeldende.

<sup>3</sup> Fraktgebyret inkluderer levering og retur

### Data Box Heavy

Tjeneste	Enhet	Pris
Importtjenestegebyr	1 enhet (20 dager inkludert)	16 228,20 kr
Gebyr for ekstra dag	1 dag	405,70 kr
Standardfrakt for enhet <sup>1,2</sup>	1 fraktenhet	fra 14 321,39 kr

<sup>1</sup> Fraktgebyret inkluderer levering og retur

<sup>2</sup> Fraktgebyr for Data Box Heavy varierer avhengig av fraktpriser til og fra stedet ditt og fraktalternativet. Dette starter vanligvis fra kr 14 321,387 og beregnes ved fullføringen av ordren.

Alle prisene i dette delkapittelet er hentet 08.05.2019 fra

<https://azure.microsoft.com/nb-no/pricing/details/databox/>



## Dataoverføring ut av Azure

Mengde data	Pris
De første 5 GB/mnd <sup>1</sup>	Free
5 GB – 10 TB <sup>2</sup> /mnd	0.706 kr/GB
Neste 40 TB (10-50 TB)/mnd	0.674 kr/GB
Neste 100 TB (50-150 TB)/mnd	0.568 kr/GB
Neste 350 TB (150-500 TB)/mnd	0.406 kr/GB
Over 500 TB/mnd	Kontakt Microsoft

Hentet 10.05.19 fra <https://azure.microsoft.com/en-us/pricing/details/bandwidth/>.

<sup>1</sup> For 6- og 12-månederstilbud om kreditt belastes utgående dataoverføringer på nivået for 5 GB – 10 TB.

<sup>2</sup> 1 TB = 1,024 GB

### 2.5.9 StorSimple

Priser for StorSimple er som følger:

Modell	Daglig pris	Månedspris (31 dagers måned)
Virtuelt apparat – 1200	33,35 kr	1033,82 kr
Skymatrise 8010 eller 8020	33,35 kr	1033,82 kr
Fysisk apparat – 8100	355,72 kr	11 027,39 kr
Fysisk apparat – 8600	511,27 kr	15 849,35 kr

Prisene er hentet 02.05.2019 fra <https://azure.microsoft.com/nb-no/pricing/details/storsimple/>.

## 2.6 Tjenester og tilgjengelighet

Microsoft Azure tilbyr mange tjenester verden over. Men ikke alle disse er tilgjengelige over alt. Vi har derfor satt opp denne tabellen for å gi bedre oversikt over hvilke tjenester som er tilgjengelige hvor. Vi har plukket ut de mest aktuelle datasentrene for NMBU, i tillegg til ett datasenter i USA som har de aller fleste tjenestene.

Datasenter	North- & West-Europe	Germany Central	France Central	UK West	UK South	East US
Windows Virtual Desktop	●		●		●	●
VPN Gateway	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ExpressRoute	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Data Box	✓		✓	✓	✓	✓
Data Box Disk	✓		✓	✓	✓	✓
Data Box Heavy	●		●	●	●	●
StorSimple	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Azure Functions	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Azure Active Directory	✓	✓	✓	✓	✓	✓

✓ = Tilgjengelig

● = Lansert i *Preview*

## 3 Amazon Web Services



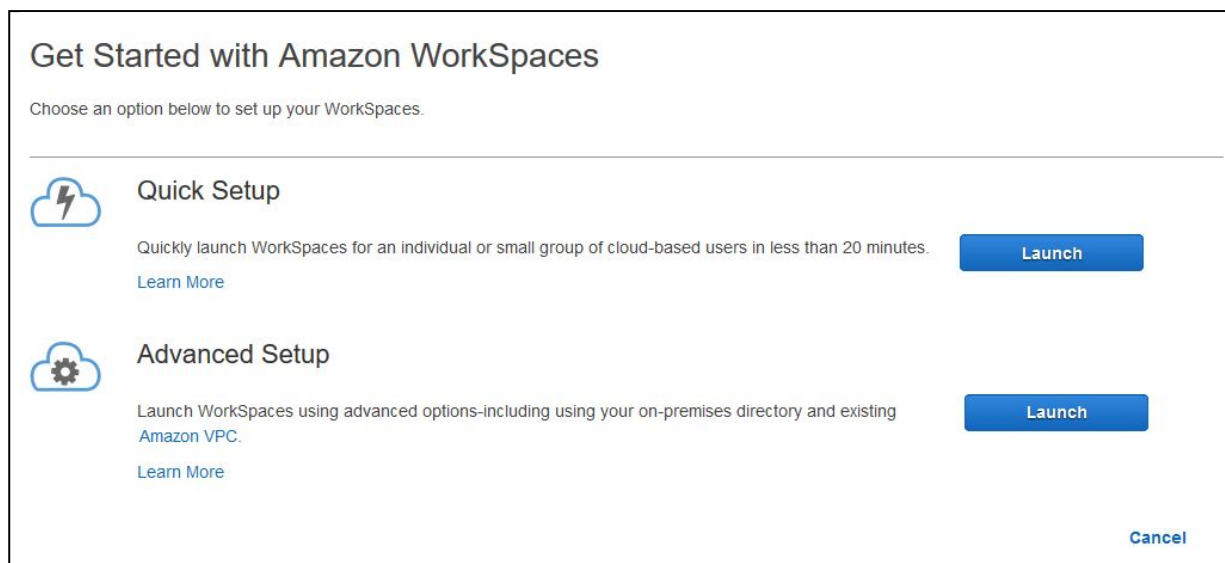
Amazon Web Services (AWS) ble lansert i 2006, og har vært ledende leverandør av skytjenester i flere år, med en markedsandel på ca. 40% pr. dags dato. AWS brukes blant annet av kjente aktører som Adobe, Netflix, AirBnb, Spotify og NASA. AWS har altså flere kunder enn Microsoft, men kundene er ofte bedrifter av mindre størrelse sammenlignet med Microsoft.

### 3.1 Amazon WorkSpaces (VDI)

Amazon lanserte sin VDI-løsning, Amazon WorkSpaces, i 2013. Med denne tjenesten har Amazon klart å ta til seg store markedsandeler innenfor VDI/terminalserver-markedet. Vi skal se nærmere på hva Amazon tilbyr med denne tjenesten, og ta for oss muligheter og begrensninger ved valg av denne løsningen.

Amazon tilbyr WorkSpaces i 11 av sine 16 datasentre, og i Europa er det sentrene i Irland, Frankfurt og London som tilbyr dette. En større oversikt over hvilke tjenester som er tilgjengelig hvor finnes i [kap. 3.6](#).

#### 3.1.1 Oppsett av WorkSpaces



Velkomstbilde ved oppsett av WorkSpaces i AWS.

I noen av disse datasentrene tilbys det en såkalt “Quick Setup”. Ved å bruke dette får man satt opp en gratis prøveversjon av *Simple AD* man kan bruke, og man får da satt

opp WorkSpaces på ca. 20 min. Dette brukes først og fremst for testing, og vanligvis ikke i reelle systemer. Vi viser likevel hvordan dette gjøres for å gi et innblikk i hvordan dette settes opp.

Create New Users and Add Them to Directory: corp.amazonworkspaces.com

Username	First Name	Last Name	Email	
<input type="text" value="Magnugb"/>	<input type="text" value="Magnus"/>	<input type="text" value="Børnes"/>	<input type="text" value="Magnubg@stud.ntnu.no"/>	<a href="#">REMOVE</a>

---

Select Users from Directory: corp.amazonworkspaces.com

	Username	Name	Email
<input type="checkbox"/>	corp.amazonworkspaces.com\Administrator		
<input type="checkbox"/>	corp.amazonworkspaces.com\AWSAdminD-93672D3FAD		
<input type="checkbox"/>	corp.amazonworkspaces.com\AWS_WorkSpaces		
<input type="checkbox"/>	corp.amazonworkspaces.com\AWS_WorkSpacesAppMan		
<input type="checkbox"/>	corp.amazonworkspaces.com\AWS_WorkSpacesSync		
<input type="checkbox"/>	corp.amazonworkspaces.com\demo1	demo 1	torstein1997@gmail.com
<input type="checkbox"/>	corp.amazonworkspaces.com\Guest		
<input type="checkbox"/>	corp.amazonworkspaces.com\krbtgt		
<input type="checkbox"/>	corp.amazonworkspaces.com\Test	te st	torstein1997@gmail.com
<input type="checkbox"/>	corp.amazonworkspaces.com\torstbl	Torstein Langberg	torstein_bl@hotmail.com

⏪ < 1 to 10 of 10 > ⏩

Mulighet for å velge brukere fra AD.

Når man har laget et *directory* eller har koblet opp sitt eksisterende AD mot AWS, kan man begynne å rulle ut maskiner til brukerne. Her kan man enten opprette brukerne når man ruller ut maskinene, eller man kan importere eksisterende brukere fra AD.

<input type="checkbox"/>	Value with Amazon Linux 2	1 vCPU	2 GiB	80 GB	10 GB
<input type="checkbox"/>	Standard with Amazon Linux 2 <span style="background-color: green; color: white; padding: 2px;">Free tier eligible</span>	2 vCPU	4 GiB	80 GB	50 GB
<input type="checkbox"/>	Performance with Amazon Linux 2	2 vCPU	7.5 GiB	80 GB	100 GB
<input type="checkbox"/>	Power with Amazon Linux 2	4 vCPU	16 GiB	175 GB	100 GB
<input type="checkbox"/>	PowerPro with Amazon Linux 2	8 vCPU	32 GiB	175 GB	100 GB
<input type="checkbox"/>	Standard with Windows 7 <span style="background-color: green; color: white; padding: 2px;">Free tier eligible</span>	2 vCPU	4 GiB	80 GB	50 GB
<input type="checkbox"/>	Standard with Windows 10 <span style="background-color: green; color: white; padding: 2px;">Free tier eligible</span>	2 vCPU	4 GiB	80 GB	50 GB
<input type="checkbox"/>	Standard with Windows 7 and Office 2010	2 vCPU	4 GiB	80 GB	50 GB
<input type="checkbox"/>	Standard with Windows 7 and Office 2013	2 vCPU	4 GiB	80 GB	50 GB
<input type="checkbox"/>	Standard with Windows 10 and Office 2016	2 vCPU	4 GiB	80 GB	50 GB

Language

Valg av virtuell maskinvare.

Neste steg er å velge operativsystem samt hvor kraftige maskinene skal være. Med vårt begrensede *Free tier*-abonnement har man her mulighet til å velge mellom *Amazon Linux 2*, *Windows 7* og *Windows 10*. Med Windows-maskinene har man også mulighet til å rulle ut disse med Microsoft Office ferdig installert. Disse brukerne vil få en e-post som instruerer brukeren om hvordan man laster ned *Amazon WorkSpaces*-klienten og hvordan man tar i bruk sin allokerte *WorkSpace*-maskin.

**Assign WorkSpace Bundles**

Select bundle and storage sizes for each of your users. You can select root and user volume sizes of 80GB and 10GB, 80GB and 50GB, 80GB and 100GB, 175GB and 100GB or expand volumes up to 2000GB each. More details about our storage options can be found [here](#).

Username	Bundle	Language	Root Volume	User Volume
corp.amazonworkspaces.com\Test	Standard with Window	English (US)	80	50

Valg av størrelse på brukernes *WorkSpaces*-maskiner.

Det er også mulig å allokere mer eller mindre lagringsplass for hver maskin, om man ønsker dette.

### Running Mode

Choose how you will run and pay for your WorkSpaces. Learn more [here](#).

**AlwaysOn**  
Billed monthly. Instant access to an always running Workspace.

**AutoStop** Free tier eligible  
Billed by the hour. WorkSpaces start automatically when you login, and stop when no longer being used.

**AutoStop Time (hours)**

**Note:** When possible AutoStop will snapshot the state of the desktop to the root volume of the Workspace. When a user next logs into their Workspace it is resumed and all open documents and running programs return to their previous state. To further enhance the security of your WorkSpaces we recommend you encrypt all storage volumes (see below).

Valg av (betalings-)modus for WorkSpaces-maskinene.

Her velger man hvordan man vil kjøre og betale for hver maskinen. Med *AlwaysOn* betaler man månedlig og maskinene er alltid påslått. Med *AutoStop* stopper maskinen automatisk når den har vært inaktiv for valgte antall timer. Den store fordelene med dette er at man betaler for hver time man faktisk bruker maskinen, og reduserer kostnadene. Ulempen med dette er at brukeren vil oppleve noe lengre ventetid ved innlogging når maskinen er avslått. I tillegg vil det ta enda noe lengre tid om man er uheldig og prøver å logge inn akkurat når maskinen er i ferd med å slå seg av.

Ved bruk av Amazon WorkSpaces Cost Optimizer vil man kunne bytte mellom disse modusene automatisk etter hva som er mest lønnsomt. Les mer om dette i [kap. 3.5.1](#).

Videre gis det blant annet mulighet til å kryptere *Root Volume* og *User Volume*, legge til etiketter/tags for hver Workspace, etc.

### WorkSpaces

Launch WorkSpaces Actions

Search by Workspace ID, username, bundle name or organization name

	Workspace ID	Username	Compute	Running Mode	Root Volume	User Volume	Status
<input type="checkbox"/>	ws-7p8fjvyp	torstbl	Standard	AutoStop	80 GB	50 GB	STOPPED

WorkSpaces-konsollen.

Når man har satt opp WorkSpaces blir man sendt til oversikten over alle Workspace-ene. Her kan man blant annet administrere, søke etter, endre, slette og opprette nye maskiner.

### 3.1.2 Utrulling av applikasjoner

Amazon tilbyr også at man kan rulle ut applikasjoner til sine brukere. Denne tjenesten kalles *Amazon WorkSpaces Application Manager*. Her kan man enten abonnere på applikasjoner fra *Amazon Marketplace*, eller man kan legge inn egne applikasjoner man har en gyldig lisens til.

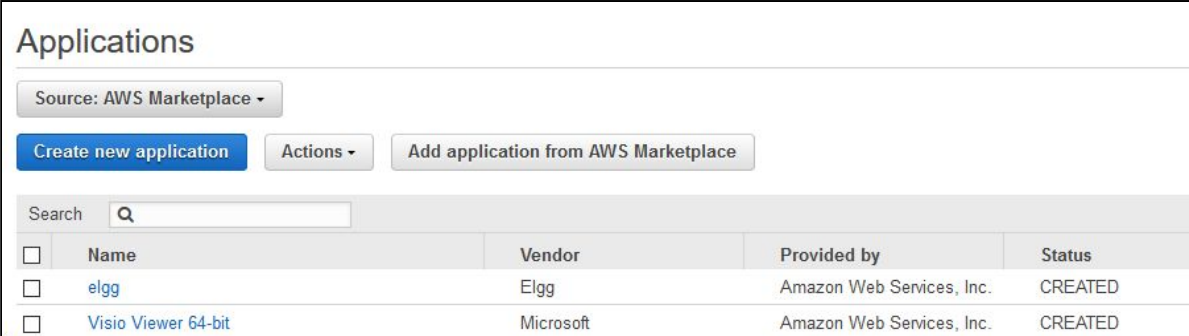
Amazon tilbyr to forskjellige versjoner av denne tjenesten som kan abonnere på, *WAM Lite* eller *WAM Standard*. *Lite*-versjonen er gratisversjonen, og gir en færre funksjoner enn med *Standard*-versjonen. Med *Standard*-versjonen kan man blant annet forhåndsinstallere programmer automatisk, uten at brukeren trenger å gjøre dette selv. (Her i Europa er *WAM* foreløpig kun tilgjengelig ved datasentrene i Irland.)

Funksjoner	WAM Lite	WAM Standard
Pris	Gratis	43,30 kr/bruker/måned
Laste opp bedriftsapplikasjoner og tredjepartsprogramvare som du eier lisenser for.	✓	✓
Håndtere tilgangsstyring for brukere og grupper	✓	✓
Oversikt over brukere og gruppers bruk	✓	✓
Automatisk installer bedriftsapplikasjoner og tredjepartsprogramvare som du eier lisenser for.		✓
Versjonskontroll		✓
Administrerer installasjonstype		✓
Støtter automatiske oppdateringer		✓
Administrerer maksimalt antall installasjoner		✓

*WAM Lite* og *Standard* sammenlignet.

Hentet 04.04.19 fra: <https://eu-west-1.console.aws.amazon.com/wam/home?region=eu-west-1#/subscription>.

## Eksempel på utrulling av applikasjoner

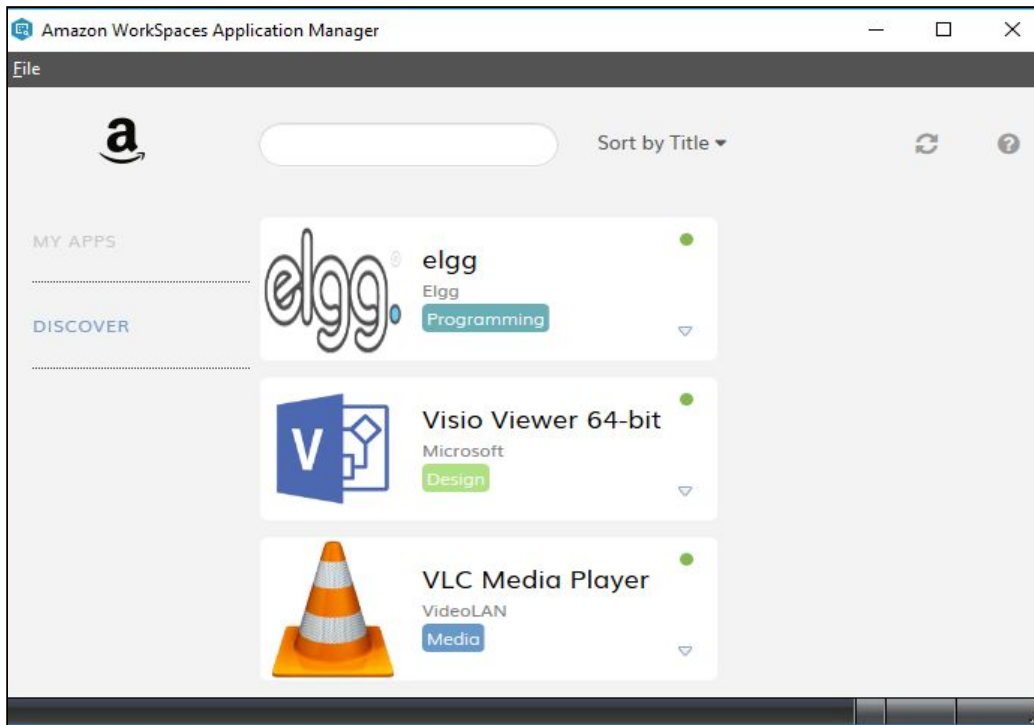


Applications				
Source: AWS Marketplace ▾				
Create new application		Actions ▾	Add application from AWS Marketplace	
Search <input type="text"/>				
<input type="checkbox"/>	Name	Vendor	Provided by	Status
<input type="checkbox"/>	elgg	Elgg	Amazon Web Services, Inc.	CREATED
<input type="checkbox"/>	Visio Viewer 64-bit	Microsoft	Amazon Web Services, Inc.	CREATED

*Applications* i *WorkSpaces*-konsollen.

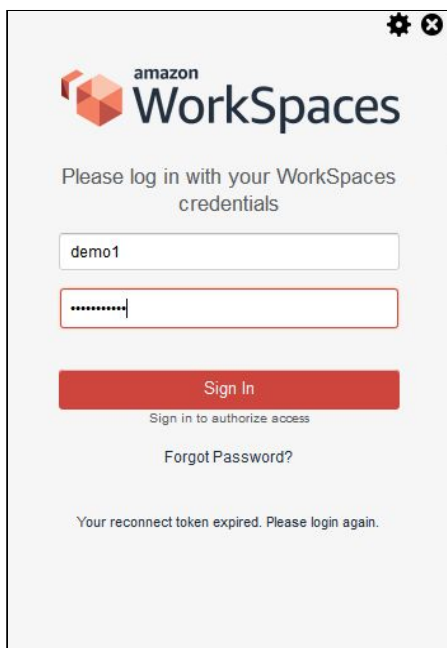
I applikasjonsmenyen i *WorkSpaces*-konsollen finner man en oversikt over applikasjoner man har abonnert på eller lagt inn selv. Her kan man begynne å rulle ut applikasjoner til enkeltbrukere eller grupper.





Brukerens program for nedlasting av tilgjengelige applikasjoner.

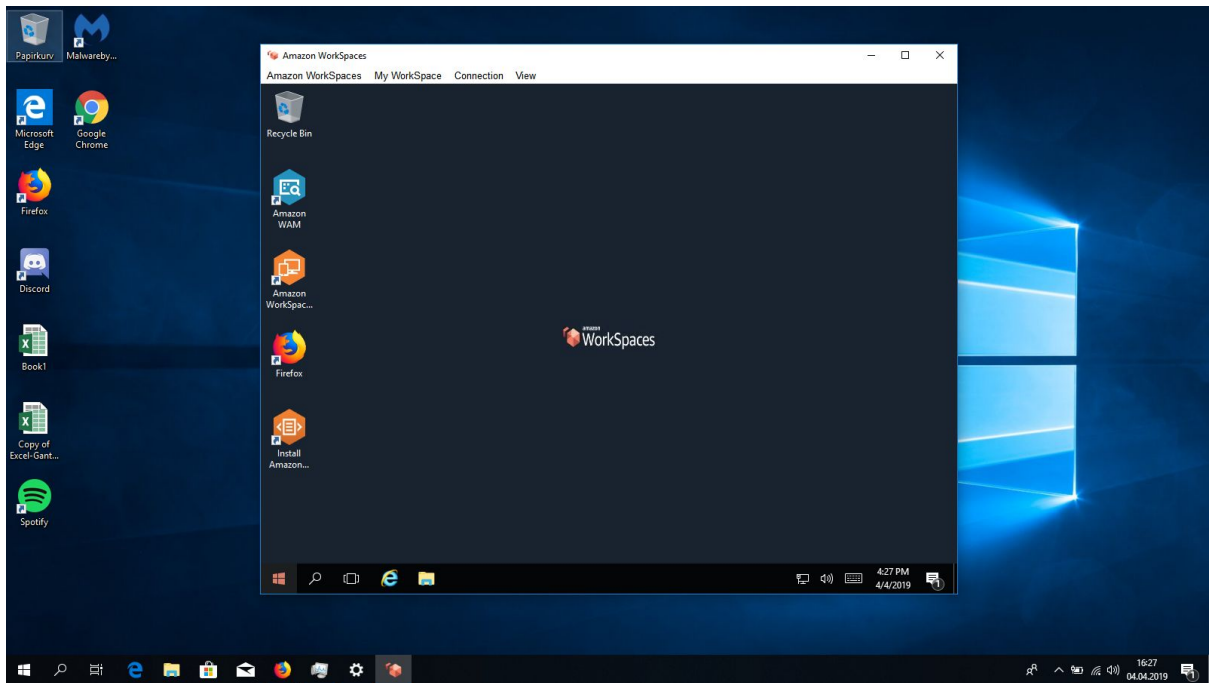
Når en applikasjon rulles ut, får brukerne en snarvei til Amazon WAM på skrivebordet neste neste gang de logger inn på sin WorkSpace. Her får brukeren mulighet til å laste ned applikasjonene som er rullet ut til vedkommende, om ikke disse er satt til å installeres automatisk.



Innlogging i WorkSpaces fra brukerperspektiv.

Her kan brukeren logge inn i sitt WorkSpaces-skrivebord.





*Brukerens opplevelse ved innlogging i WorkSpaces-skrivebord.*

Til slutt ser vi hvordan dette ser ut for brukeren når vedkommende er logget inn.

Hvis brukeren skulle miste internettilkoblingen eller lukker skjermen i en kort periode, vil han/hun ikke trenge å logge seg inn på nytt før etter en viss tid. Standardinnstillingen for tidsavbrudd er 20 minutter. Dette kan endres med Amazon WorkSpace Group Policy-regler.

### 3.1.3 Active Directory

For å håndtere brukere i Amazon WorkSpaces må man ha en kjørende AD-tjeneste. Dette kan gjøres på fire forskjellige måter: *AD Connector*, *Simple AD*, *AWS Managed Microsoft AD* eller med en vanlig VM kjørende med Windows Server og AD i EC2.

Funksjon	AD Con.	Simple AD	MMAD	AD i EC2
Autentisere påloggingsforespørsler fra AWS applikasjoner som Amazon WorkSpaces, Amazon WorkDocs, eller Amazon WorkMail.	✓ (proxy)	✓	✓	✓*
Legge til EC2-instanser som kjører Linux eller Microsoft Windows i domenet.	✓ (proxy)	✓	✓	✓*
Tillater single sign-on (SSO) til AWS Management Console med eksisterende AD-kontoer.	✓ (proxy)	✓	✓	✓*
Kan håndtere opp mot 5 000 brukere og 20 000 objekter.	✓	✓	✓	✓
Autentisere påloggingsforespørsler fra directory-avhengige Microsoft-workloads, inkludert spesialtilpassede .NET and SQL Server-baserte applikasjoner.		✓	✓	✓
Vanlige Active Directory-funksjoner som brukerkontoer, gruppemedlemskap og gruppepolicyer		✓	✓	✓
Avanserte AD-funksjoner, som f.eks DNS dynamiske oppdateringer, AD Adm. Center, PowerShell-støtte, AD-papirkurv, gruppeadministrerte tjenestekontoer og skjemautvidelser for POSIX og Microsoft-programmer			✓	✓
Sette opp "trust relationships" med andre AD-domener.			✓	✓
Sette opp "trust relationships" med andre AWS Directories.			✓	✓
Kan håndtere opp mot 50 000 brukere og 200 000 objekter.			✓	✓
AD skjema-modifikasjoner, kommunisering over LDAPS, PowerShell AD cmdlets, og the transfer of FSMO roles				✓
Active Directory replikering				✓
Kan håndtere <u>mer enn</u> 50 000 brukere og 200 000 objekter.				✓
Bruker Windows-autentisering til å autentisere brukere når de logger inn på en Amazon RDS DB som kjører Microsoft SQL Server			✓	

\* Krever AD Connector (les mer om AD Connector i [kap. 3.2.3](#)).

Hentet 04.04.19 fra: <https://blog.rackspace.com/choosing-correct-aws-directory-service-option>.

### **3.1.4 Amazon WorkDocs**

Amazon WorkDocs er en administrert tjeneste der Amazon lar deg laste opp filer for personlig eller delt lagring. Man kan sammenligne denne tjenesten med Google Drive med forhåndsvisning av dokumenter, men den inneholder ikke eget skriveprogram. Det fine med denne løsningen er at dokumenter er tilgjengelig fra hvor som helst i verden og fra nesten hvilken som helst mobile enhet. Det tilbys også en API som lar deg implementere WorkDocs i dine egne applikasjoner.

Denne løsningen har ingen form for forhåndsutgifter eller forpliktelser. Man betaler kun for antall aktive brukerkontoer og for lagringen som blir brukt. Tjenesten er inkludert i Amazon WorkSpaces, med 50 GB inkludert lagring. Utover dette koster det ca. 17 kr pr. mnd for 1TB lagring.

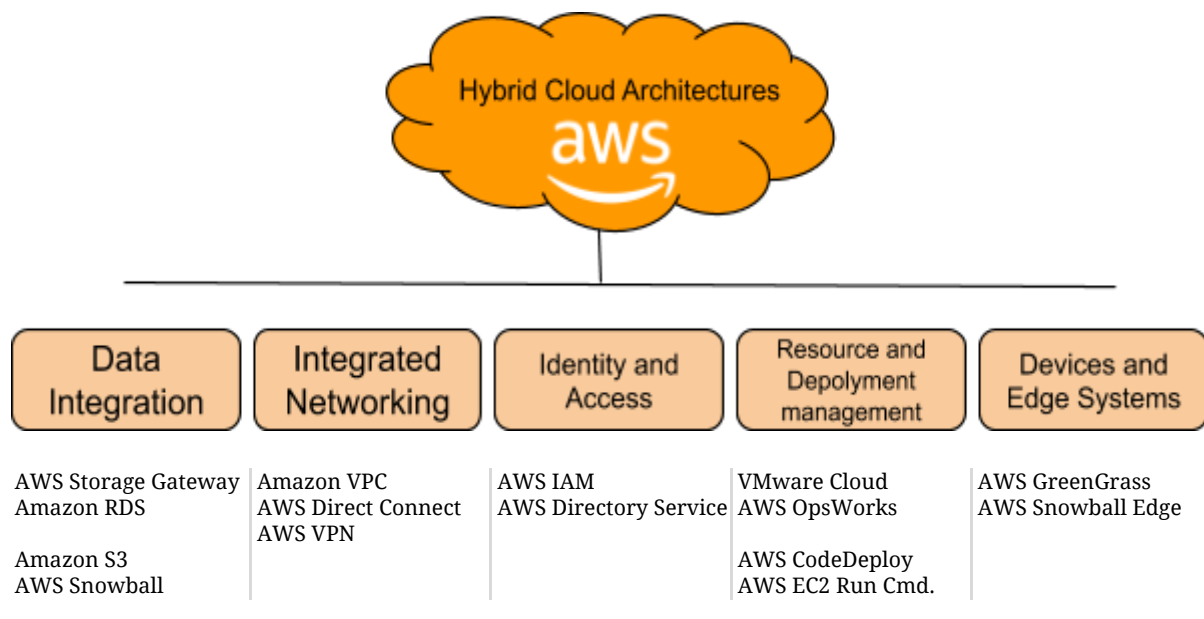
### **3.1.5 Amazon WorkMail**

Amazon WorkMail er Amazons mail- og kalendertjeneste. WorkMail kan integreres med et eksisterende Active Directory så brukerne kan logge inn i WorkMail med samme påloggingsinformasjon. Tjenesten koster ca. 35 kr pr. bruker, og hver bruker får 50 GB data inkludert. WorkMail støtter alle de vanlige e-post-protokollene, slik at brukerne kan bruke sine e-post-klienter av egen preferanse på både PC og mobile enheter.

All data blir kryptert med krypteringsnøkler man har kontroll over i AWS Key Management Service. I tillegg kommer Amazon WorkMail med virusbeskyttelse som sjekker all innkommende og utgående data. Man kan også integrere WorkMail med Amazon WorkDocs for å gi hver bruker enda mer lagring for ca. 52 kr pr. bruker pr. måned.

## 3.2 Hybrid-løsninger i AWS

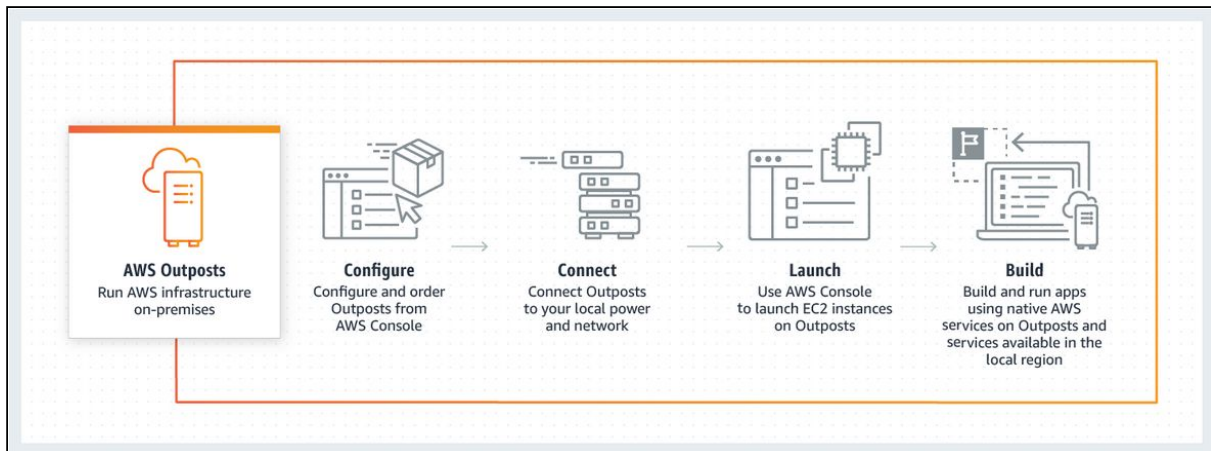
Amazon samler sine hybrid- eller integrasjonstjenester under et felles navn kalt *AWS Hybrid Cloud Architectures*. Tjenestene som tilbys er inndelt i kategoriene **Data integration, Integrated Networking, Integrated Identity and Access, Integrated Resource and Deployment Management** og **Integrated Devices and Edge Systems**, som visualisert i figuren nedenfor. Vi skal konsentrere oss om utvalgte tjenester fra figuren nedenfor som vi mener kan være hensiktsmessig med tanke på hybridløsninger hos oppgavestiller, NMBU.



### 3.2.1 AWS Outposts

I tillegg til tjenestene i figuren ovenfor er Amazon aktuelle med sin nye tjeneste AWS Outposts. Dette er Amazons svar på Microsofts Azure Stack. Tjenesten ble annonsert sent 2018 og har lanseringsdato andre halvdel av 2019. Med AWS Outposts kan man kjøre AWS-tjenester, infrastruktur og driftsmodeller lokalt på sitt eget datasenter eller hos en leverandør. Outposts kommer først med muligheten til å kjøre EC2-objekter og EBS (Amazon Elastic Block Storage)-lagring, men Amazon har planlagt å legge til tjenester som RDS, ESC, EKS, Stagemaker og EMR. Med AWS Outposts kan man sømløst flytte VM-er mellom sky og on-premise.

AWS Outposts vil komme i to varianter. Den enkle løsningen er at man kjører AWS-tjenester direkte i Outposts. Den andre varianten er mest relevant hvis man bruker VMware i sine eksisterende systemer. VMware Cloud i AWS Outposts som gjør det mulig å bruke den samme VMware Control Plane og de samme API-er som blir brukt på for å kjøre lokal VMware-infrastruktur.



Oversikt over hvordan AWS Outpost fungerer. Hentet 06.05.19 fra <https://aws.amazon.com/outposts/>.

Outposts kjører kun på Amazon-spesifikk maskinvare, og man må bestille Outposts i sin helhet fra Amazon, inkludert maskinvare. Hvorvidt dette kommer til å endre seg i tiden etter lansering er foreløpig uvisst.

### 3.2.2 AWS Storage Gateway

For å integrere lokalt lagret data (on-premise) med AWS S3 (Simple Storage Service) kan man bruke AWS Storage Gateway. AWS Storage Gateway er en tjeneste som tilbyr en sømløs hybrid lagringsløsning mellom skyen og lokale miljøer. Denne tjenesten kan analysere og prosessere data samt integrere lokale applikasjoner i skyen, slik at man kan nå både lokale og eksterne lagringskilder. Tjenesten kan også brukes til backup og disaster recovery, eller til å utvide lagringskapasitet.

Den store fordelen med ta i bruk *Storage Gateway* er at man kombinerer fordelene med både lokal lagring og lagring i skyen. Den lokale *Gateway*-en vil også lagre den sist leste og skrevne dataen for at applikasjoner lett kan nå denne med lav responstid. *Storage Gateway* blir delt inn i tre typer *Gateways*:

**File Gateway** gir brukeren mulighet til å lagre filer som bilder eller sikkerhetskopier som objekter i Amazon S3.

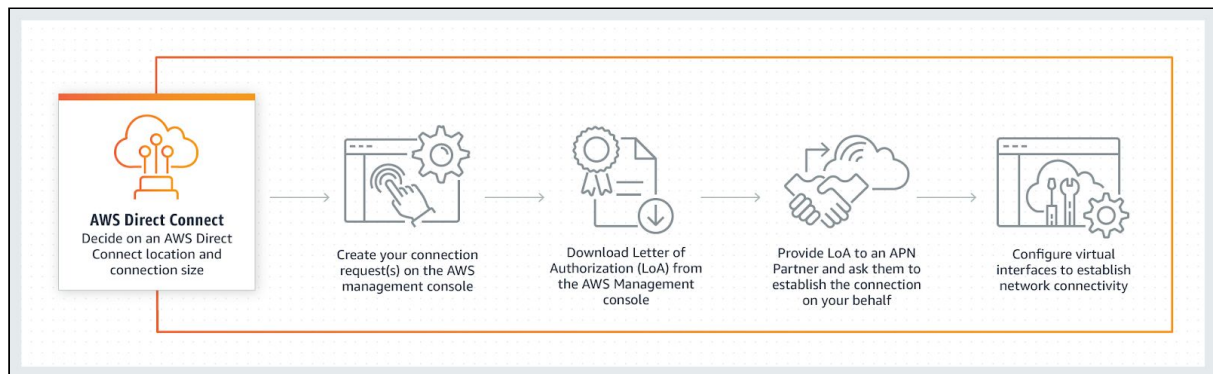
**Tape Gateway** tilbyr en sømløs måte for å overføre sikkerhetskopier fra fysisk tape/bånd eller virtuelle tape-biblioteker til skyen kombinert med kontinuerlig backup-lagring og -prosessering.

**Volume Gateway** kan bli brukt på to måter. *Cached* eller *Stored*. I *Cached* modus så vil dataene bli lagret i AWS S3, mens den mest brukte dataen bli lagret i *cache*n lokalt slik at den skal være tilgjengelig med kort responstid. Med *Stored*-modus blir all data lagret lokalt. Det vil også bli lagret en asynkron kopi i S3 og i *Point-in-time EBS Snapshots*.

### 3.2.3 AD Connector

For integrering av AD mellom sky og lokale tjenester har Amazon utviklet *AD Connector*. Denne tjenesten har vi også nevnt i [kap. 3.1.3](#). Denne løsningen integrerer lokal Active Directory med AD i AWS. Når *AD Connector* er konfigurert vil man kunne logge inn i både lokale applikasjoner og AWS-applikasjoner ved å bruke den samme Active Directory-legitimasjonen, noe som gjør brukeradministrering enklere.

### 3.2.4 AWS Direct Connect



Hvordan bestilling av AWS Direct Connect inngås.

Hentet 05.05.19 fra <https://aws.amazon.com/directconnect/>.

AWS Direct Connect er en tjeneste som lar deg sette opp en direkte nettverkskobling mellom dine lokale tjenester og AWS. Dette kan i mange tilfeller redusere nettverksforbruket, og nettverksforbindelsen vil oppleves mer stabil enn med en vanlig oppkobling over internett. Tjenesten kan sammenlignes med Microsoft Azure ExpressRoute.

AWS Direct Connect bruker det standardiserte 802.1q VLAN slik at man kan partisjonere et VLAN inn i flere virtuelle grensesnitt. Dette tillater bruk av samme nettverksforbindelse for å få tilgang til offentlige ressurser. For eksempel kan man nå objekter som er lagret i Amazon S3 ved hjelp av offentlige IP-adresser. Eller man kan nå private ressurser som VM-er som kjører innenfor en VPC med private IP-adresser, samtidig som man opprettholder separasjon mellom offentlige og private miljøer. De virtuelle grensesnittene kan også rekonfigureres for å møte skiftende behov.

### **3.2.5 AWS VPC**

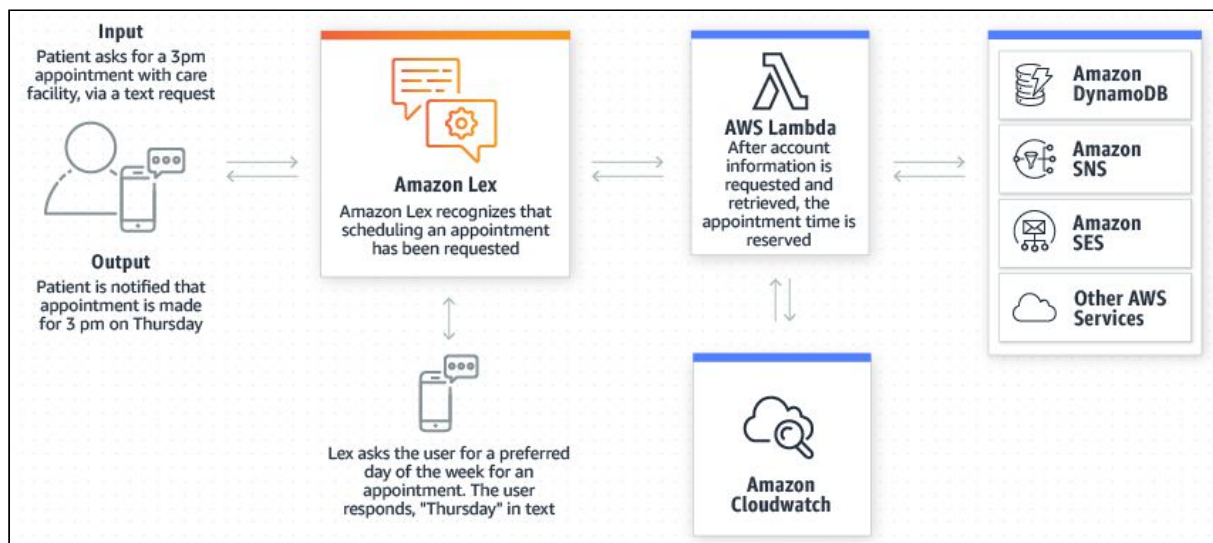
AWS Virtual Private Cloud (VPC) lar bedrifter sette opp en logisk isolert seksjon i AWS Cloud hvor man kan kjøre AWS-ressurser i et virtuelt nettverk. I en VPC har bedriften fullstendig kontroll over det virtuelle miljøet, og kan bestemme om det skal kunne nå det offentlige nettet eller om det bare skal kunne kommunisere med on-premise via AWS VPN eller AWS Direct Connect.

### **3.2.6 AWS VPN**

AWS VPN lar en bedrift opprette en sikker og privat tilkobling mellom et nettverk eller en enhet og AWS. AWS VPN består av to tjenester; *Site-to-site VPN* og *Client VPN*. Med *Site-to-site VPN* kan man opprette en sikker tilkobling mellom on-premise og AWS VPC, mens *Client VPN* lar hver enkelt bruker koble seg til AWS eller et on-premise nettverk.

### 3.3 Chatbot

Amazons konfigurerbare chatbot for bedrifter kalles *Amazon Lex*. Denne er basert på den samme teknologien som den mer kjente forbrukerversjonen *Amazon Alexa*, og fungerer ganske likt som de andre chatbotene på markedet. Amazon Lex brukes allerede av mange store aktører på verdensbasis. Blant annet av NASA, som bruker Amazon Lex for å kunne styre “Rov-E”-roboten sin med stemmekommandoer.



Oversiktskart over infrastruktur for Amazon Lex. Hentet 04.05.19 fra <https://aws.amazon.com/lex/>.

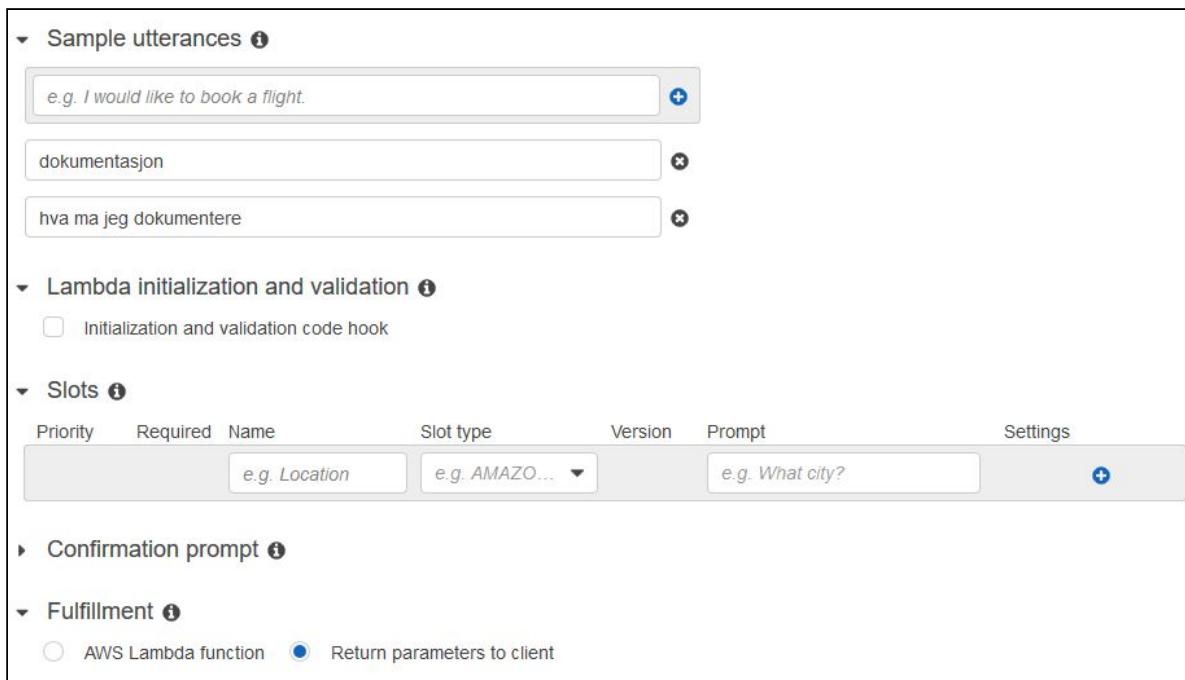
Amazon Lex lar deg bygge din egen chatbot for dagligdagse forbrukerforespørsler, nyhetsoppdateringer og eventuelle andre nyttige ting man måtte trenge. Når en chatbot er laget kan man enkelt distribuere tjenesten på mobile enheter, chat-tjenester eller IoT-enheter, med rik støtte for formatering.

Med Amazon Lex kan man lett lage en FAQ-chatbot hvor man har lagt inn svar på vanlig stilte spørsmål på forhånd. Det er dog muligheter for å lage en mer avansert bot hvor man integrerer flere tjenester som Amazon har å tilby.

#### Eksempel på oppsett av FAQ-chatbot i Amazon Lex

Ved oppsett av FAQ-chatbot i Amazon Lex fyller man inn spørsmål og svar på forhånd. Dette danner kunnskapsbasen for chatboten, som er utgangspunktet for hvilke svar som returneres til brukeren. Basert på brukerens spørsmål søker chatboten blant de forhåndslagde spørsmålene, og returnerer det som passer best.





▼ Sample utterances ⓘ

e.g. I would like to book a flight. +

dokumentasjon ✕

hva ma jeg dokumentere ✕

▼ Lambda initialization and validation ⓘ

Initialization and validation code hook

▼ Slots ⓘ

Priority	Required	Name	Slot type	Version	Prompt	Settings
		e.g. Location	e.g. AMAZO...		e.g. What city?	+

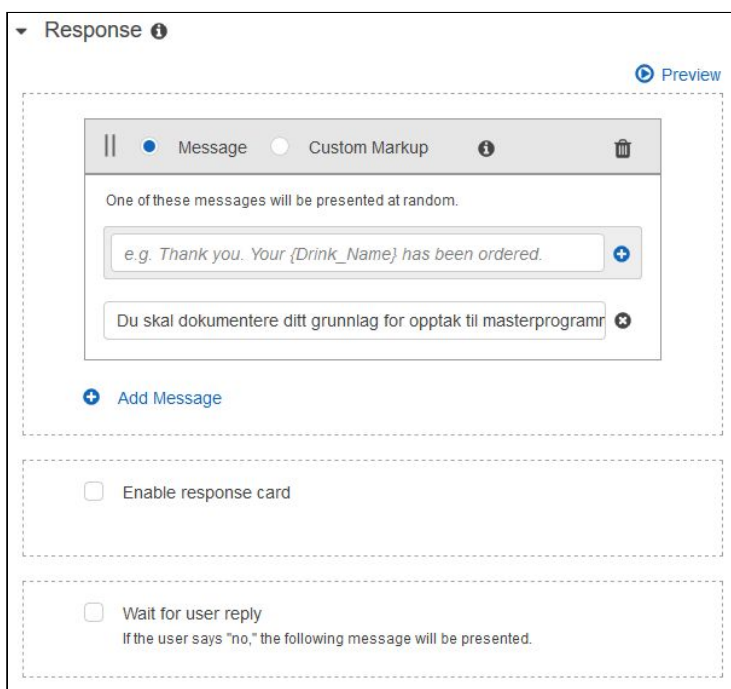
▶ Confirmation prompt ⓘ

▼ Fulfillment ⓘ

AWS Lambda function  Return parameters to client

Oppsett av FAQ-chatbot i Amazon Lex. Brukerinput.

Her ser vi menyen for oppsett av Amazon Lex. Vi har laget et enkelt eksempel med en chatbot som skal svare på ofte stilte spørsmål. Under *Sample utterances* skriver man inn eksempler på brukerinnt.



▼ Response ⓘ

Preview

|| Message Custom Markup ⓘ ✕

One of these messages will be presented at random.

e.g. Thank you. Your {Drink\_Name} has been ordered. +

Du skal dokumentere ditt grunnlag for opptak til masterprogram ✕

+ Add Message

Enable response card

Wait for user reply  
If the user says "no," the following message will be presented.

Oppsett av FAQ-chatbot i Amazon Lex. Svar som chatboten skal benytte.

På bildet over ser vi rubrikken der vi fyller inn svarene chatboten skal bruke. Man kan legge inn mange svar. Chatboten velger en tilfeldig av disse meldingene som returneres til brukeren. Dette gjør at chatboten virker litt mer menneskelig, ved at den ikke svarer det samme hver gang.

Det er også mulig å legge til flere svar så chatboten svarer brukeren med flere meldinger som vist under. Andre muligheter er å legge til responskort som vil sende brukeren et bilde med noen knapper på som vil fungere som forskjellige svar tilbake til boten, eller så kan det legges til et svar hvis brukeren svarer boten med et “nei”.



Oppsett av FAQ-chatbot i Amazon Lex. Eksempel på samtale.

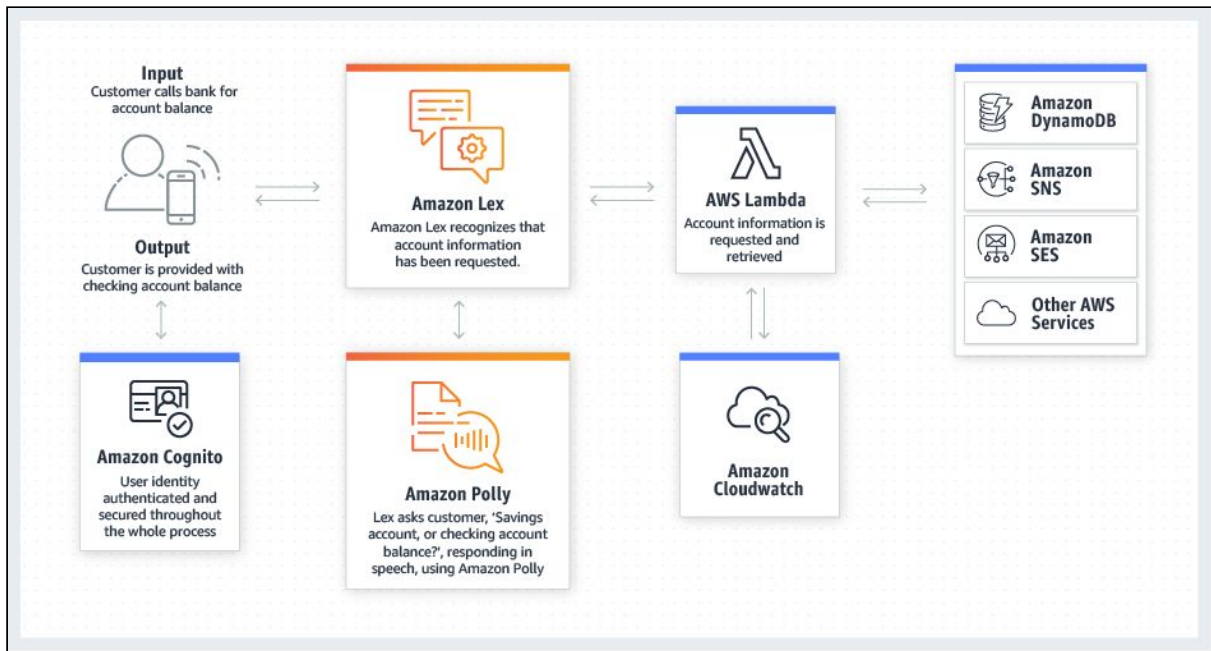
Som vist i bildet over trenger ikke brukeren å stille nøyaktig det spørsmålet vi la inn i *Sample utterances*. Chatboten prøver å finne et spørsmål som ligner og returnerer tilhørende svar. Hvis chatboten ikke finner en passende søkestreng, vil den returnere en feilmelding. Legg også merke til at Amazon Lex foreløpig kun støtter engelsk, og det er ikke mulig å bruke æ, ø og å pr. dags. dato.

Ved å kombinere Amazon Lambda med Amazon Lex kan man programmere inn mer avanserte svar. For eksempel kan man legge inn SQL-spørringer som henter ut informasjon fra en database, som igjen kan returneres til brukeren.

## Amazon Lambda

Amazon Lambda lar deg kjøre kode uten en dedikert server. Lambda støtter mange forskjellige språk inkludert Java, Go, Powershell, Node.js, C#, Python og Ruby code.

Den støtter også Runtime API som gjør det mulig å bruke flere programmeringsspråk. Amazon Lex kan sende input til Lambda som deretter prosesserer informasjonen og returnerer et svar som Lex kan sende tilbake til brukeren. Lambda kan også hente informasjon fra andre Amazon-tjenester som vist i figuren under.



Oversikt over infrastrukturen til Amazon Lex med flere tjenester integrert. Hentet 04.05.19 fra <https://aws.amazon.com/lex/>.

I tillegg til dette kan man benytte seg av Amazon Polly. Dette er en tjeneste som kan gjøre tekst om til tale. Dette kan brukes sammen med Lex for å respondere til brukeren ved hjelp av tale.

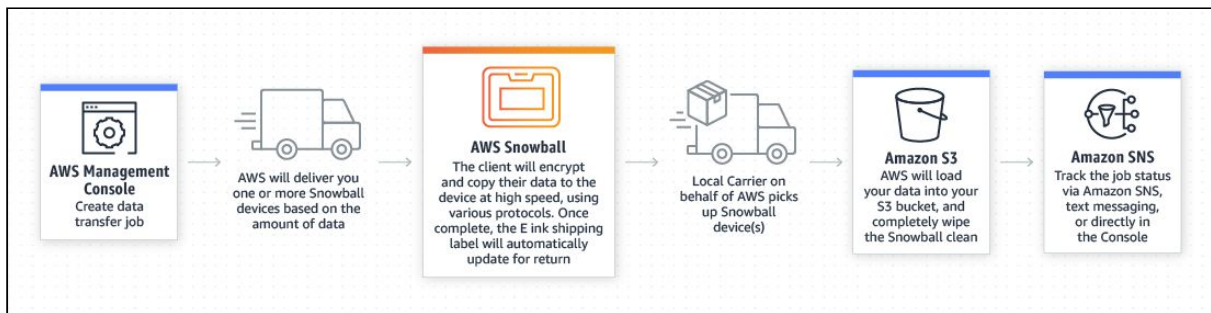
## Amazon Connect

Amazon Connect er et offentlig servicesenter for kunder. Denne tjenesten gjør det mulig for IT-konsulenter å hjelpe slutt kunder over telefon eller chat akkurat som om servicesenterets infrastruktur var satt opp og styrt lokalt. Amazon Connect instanser kan opprettes på tvers av tilgjengelighetssoner. Det er også mulig å etablere flere veier til telekomleverandørene for å øke feiltoleransen og samtidig ha høy tilgjengelighet.

## 3.4 Escape-strategi

AWS tilbyr fysisk migrering av data både til og fra sine servere. Å migrere data inn til AWS er tilnærmet gratis, men å migrere ut av AWS medfører en kostnad.

### 3.4.1 AWS Snowball



Bruk av AWS Snowball steg for steg. Hentet 06.05.19 fra <https://aws.amazon.com/snowball>.

AWS lar deg migrere data ved å ta i bruk deres egenutviklede boks som kan sendes via post mellom destinasjonene. Disse boksene, kalt “Snowball” eller “Snowball Edge”, er diskett på 50–100 TB, og er designet for å overføre store mengder data på en sikker måte. Boksene kan sammenlignes med NAS.

Tjenesten bestilles i *AWS Management Console* der man får tre valg;

- Importere data
- **Eksportere data**
- Lokal beregning og lagring

Siden vi i dette avsnittet fokuserer på escape-strategier skal vi kun gå nærmere inn på eksportering av data ut av AWS.

Denne typen eksportering av data skjer ved at Amazon sender såkalte Snowball-enheter til kunden. Enheten må så kobles opp mot det lokale nettverket. For å få en sikker overføring laster man ned og kjører *Snowball Client*. Når man har opprettet en sikker tilkobling bruker man klienten til å velge nøyaktig de filkatalogene man ønsker å overføre. Når diskene er tømte returneres de tilbake til Amazon.

Available Internet Connection	Theoretical Min. Number of Days to Transfer 100TB at 80% Network Utilization	When to Consider AWS Import/Export Snowball?
T3 (44.736Mbps)	269 days	2TB or more
100Mbps	120 days	5TB or more
1000Mbps	12 days	60TB or more

Oversikt over når AWS anbefaler bruk av Snowball-tjenesten. Hentet 06.05.19 fra <https://aws.amazon.com/snowball/faqs/>.

Her er et utsnitt av Amazons nettsider der de kommer med noen anbefalinger om når man bør gå for en *Snowball-løsning*. Vi ser utifra bildet at det kommer an på nettkapasiteten man har tilgang på.

I Europa leveres denne tjenesten kun til EU-land, og er derfor en tjeneste som ikke leveres her i Norge pr. dags dato. Men vi vet at Amazon ønsker seg inn i det norske markedet så det er rimelig å anta at denne løsningen kan bli tilgjengelig i løpet av de neste årene.

## 3.5 Priser for AWS

I det kommende kapittelet har vi hentet inn priser på ovennevnte tjenester fra Amazon. Prisene er konvertert fra USD til NOK med en kurs på 8,66.

### 3.5.1 Amazon WorkSpaces

Her er eksempler på VM-er Amazon tilbyr for Amazon Workspaces. Prisene under er inkludert Windows-lisenser. Maskiner uten Windows-lisenser inkludert koster ca. 35 kr mindre pr. måned. Man kan også bruke egne lisenser om man ønsker det, også kalt *Bring your own licence (BYOL)*.

Type	Kjerner	RAM	Root vol.	User vol.	Pris ~		
					pr. mnd	pr. time	
Standard	2 vCPU	4 GiB	80 GB	50 GB	346 kr	104 kr/mnd +	2,94 kr/t
Performance	2 vCPU	7,5 GiB	80 GB	50 GB	589 kr	104 kr/mnd +	5,89 kr/t
Power	4 vCPU	16 GiB	80 GB	50 GB	753 kr	130 kr/mnd +	6,50 kr/t
Power Pro	8 vCPU	32 GiB	80 GB	50 GB	1 325 kr	104 kr/mnd +	14,70 kr/t
Graphics*	8 vCPU	15 GiB	100 GB	100 GB	7 491 kr	225 kr/mnd +	18,01 kr/t
Graphics Pro**	16 vCPU	122 GiB	100 GB	100 GB	10 253 kr	675 kr/mnd +	119,33 kr/t

Priser hentet 14.03.2019 fra <https://aws.amazon.com/workspaces/pricing/>. Omregnet fra USD. Kurs = 8,66. Windows bundle, AWS (EU Frankfurt).

\* 1 GPU, 4 GiB Grafikkminne

\*\* 1 GPU, 8 GiB Grafikkminne

### Amazon WorkSpaces for Education

Amazon annonserte i mars 2018 reduserte priser for *Educational institutions*. Dette gjelder kunder som oppfyller kravene for *Microsoft for Qualified Education Users*. Det er rimelig å anta at (deler av) NMBU oppfyller disse kravene. Her er det kort forklart mulig å spare opptil 14% pr. mnd. i forhold til vanlige priser.

### Amazon WorkSpaces Cost Optimizer

Med Amazon WorkSpaces Cost Optimizer vil man kunne optimere betalingsmodellen for hver enkelt bruker. Dette gjør at man hele tiden får den laveste prisen basert på brukerens forbruk. Denne tjenesten er gratis, og er aktivert som standardinnstilling. Tjenesten finner ut om det lønner seg å betale timebasert eller månedlig og det kjøres en sjekk hver 24. time. Om det blir valgt månedlig betaling, vil det ikke byttes tilbake til timebasert før eventuelt etter den nevnte måned.

### 3.5.2 VM-er

For vanlige virtuelle maskiner i AWS gjelder følgende priser. Vi har plukket ut et variert utvalg av maskiner for å skape et bredt prisbilde.

Type	vCPU	Minne	Lagring	Pris
t3.small	2	2 GiB	Kun EBS	0,35 kr/time
t3.large	2	8 GiB	Kun EBS	0,99 kr/time
t3.2xlarge	8	32 GiB	Kun EBS	4,33 kr/time
m5.2xlarge	8	32 GiB	Kun EBS	6,89 kr/time
m5a.4xlarge	16	64 GiB	Kun EBS	13,02 kr/time
m5a.24xlarge	96	384 GiB	Kun EBS	78,15 kr/time
m4.4xlarge	16	64 GiB	Kun EBS	14,06 kr/time
m4.16xlarge	64	256 GiB	Kun EBS	55,26 kr/time

Disse prisene tar høyde for at man bruker datasenteret i Stockholm. Prisene er omgjort med en kurs på 8,66 fra USD til NOK. Priser hentet 03.05.2019 fra <https://aws.amazon.com/ec2/pricing/on-demand/>.

#### Reserved Instances (RI)

Med Reserved Instances er det mulig å reservere en VM i ett eller tre år med mulighet til å redusere kostnader i forhold til å betale *On-Demand* også kjent som “*Pay-as-you-go*”. Amazon tilbyr to typer Reserved Instances, Standard og Convertible.

Med *Standard* Reserved Instances har man mulighet til å spare opp til 75% ved å reservere en VM i tre år samt mulighet til å endre *availability zone*, størrelse og nettverkstype. Med *Convertible* Reserved Instances kan man spare opp til 54% på å reservere en VM i tre år, og har mulighet til å bruke forskjellige *Instance Families*, OS og *tenancies*, i tillegg til mulighetene man får med *Standard* RI.

### 3.5.3 AWS SnowBall

Å migrere data inn til AWS er tilnærmet gratis, men å migrere ut av AWS har en kostnad på ca. 0,26 kr pr. GB. Det vil si at å hente ut 100 TB med data vil koste omtrent 26 000 kr med dagens kurs.

Produkt	Pris	Pris per dag etter de første 10 dagene	Migrere data ut av Amazon
Snowball 50 GB	1 732 kr	130 kr	0,26 kr
Snowball 80 GB	2 165 kr	130 kr	0,26 kr
Snowball Edge 100 GB	2 598 kr	260 kr	0,26 kr

Hentet 07.05.19 fra <https://aws.amazon.com/snowball/pricing/>.



### 3.5.4 AWS Direct Connect

AWS Direct Connect følger også *pay-as-you-go*-modellen. Det er ingen etableringsavgifter hos AWS utover selve oppkoblingen gjennom tredjepart. Bruk faktureres månedlig. Prisen vil variere ut i fra datamengde og valg av region. Direct Connect er dog rimeligere enn vanlig overføring over internett. Amazon har satt opp et lite priseksempel: Ved kjøp av en 1GB linje til US East (Virginia), med et forbruk på 1TB overføring pr. måned, vil den totale kostnaden bli 2044 kr/mnd.

#### Dedicated Connection

Båndbredde	Pris
1G	2,60 kr/time
10G	19,49 kr/time

#### Hosted Connection

Båndbredde	Pris
50M	0,23 kr/time
100M	0,49 kr/time
200M	0,66 kr/time
300M	0,99 kr/time
400M	1,32 kr/time
500M	1,65 kr/time
1G*	2,72 kr/time
2G*	5,43 kr/time
5G*	13,58 kr/time
10G*	20,45 kr/time

\*Disse er bare tilgjengelig fra utvalgte AWS Direct Connect Partners. Oversikt kan finnes her:

<https://aws.amazon.com/directconnect/partners/>

Prisene er hentet 05.05.19 fra <https://aws.amazon.com/directconnect/pricing/>.



### 3.5.5 AWS Storage Gateway

Priser for bruk av de forskjellige *Storage Gateway*-ene og hvor mye det koster for overføring av data ut av AWS. Til orientering lister vi først opp priser for S3:

#### Amazon Simple Storage Service (S3)

S3 Standard Storage	Pris
Første 50 TB/måned	0,20 kr/GB
Neste 450 TB/måned	0,19 kr/GB
Over 500 TB/måned	0,18 kr/GB

Hentet 07.05.19 fra <https://aws.amazon.com/s3/pricing/?nc=sn&loc=4>.

#### File Gateway

Lagrings-priser	
- Fillagring i S3	Lagret og fakturert som Amazon S3 objekt
Forespørsel-priser	
- Data skrevet til AWS gjennom din gateway	0,09 kr/GB*
- Fillagring i S3	Priset som S3 objekt

\*Opp til maximum av 1083 kr per gateway per måned. De første 100 GB skrevet til AWS per bruker er gratis

#### Volume Gateway

Lagrings-priser	
- Volume lagring	0,20 kr per GB-Måneder av lagret data
- Snapshot lagring i EBS	Lagret og fakturert som EBS Snapshots
Forespørsel prising	
- Data skrevet til AWS gjennom gatewayen	0,09 kr/GB*
- Sletting EBS Snapshot/Volume	Gratis

\*Opp til maximum av 1083 kr per gateway per måned. De første 100 GB skrevet til AWS per bruker er gratis

## Tape Gateway

	Pris per GB-Måneder av lagret data
Virtuell tape lagring	0,20 kr
Virtuell tape lagring (arkivert i S3 Glacier)	0,03 kr
Virtuell tape lagring (arkivert i S3 Glacier Deep Archive)	0,01 kr

## Dataoverføringspriser

Overføring av data inn til AWS Storage Gateway Service fra lokal *gateway* koster ingenting. Priser for overføring av data ut av AWS Storage Gateway service til den lokale gateway-en er som følger:

	Pris
Opp til 1GB/måned	Gratis
Neste 9 999 TB/måned	0,78 kr/GB
Neste 40 TB/måned	0,74 kr/GB
Neste 100 TB/måned	0,61 kr/GB
Mer enn 150 TB/måned	0,43 kr/GB

Alle prisene i dette kapitlet er hentet 06.05.19 fra <https://aws.amazon.com/storagegateway/pricing/>.

### 3.5.6 AWS VPN

Med AWS VPN kan man ha opptil 50 Site-to-site tilkobling per bruker per AWS region.

	Pris (pr. tilkobling)
Site-to-site VPN	0,43 kr/time
AWS Client VPN	0,43 kr/time
AWS Client VPN endpoint association	0,87 kr/time

Hentet 06.05.19 fra <https://aws.amazon.com/vpn/pricing/>.

### 3.5.7 Amazon Lex

Det første året med Amazon lex koster det ingenting for de første 10 000 tekstforespørslerne og 5000 taleforespørslerne. Etter det første året koster Amazon Lex 0,035 NOK per taleforespørsel og 0,0065 NOK per tekstforespørsel. Dette tilsvarer altså 35 kr pr. 1000 taleforespørsler, og 6,50 kr pr. 1000 tekstforespørsler.

### 3.6 Tjenester og tilgjengelighet

Amazon Web Services tilbyr mange tjenester verden over. Men ikke alle disse er tilgjengelige over alt. Vi har derfor satt opp denne tabellen for å gi bedre oversikt over hvilke tjenester som er tilgjengelige hvor. Overordnet kan man si at det er flere tilgjengelige tjenester i USA enn her i Europa. Vi har plukket ut de mest aktuelle datasentrene for NMBU, i tillegg til et datasenter i USA som har de aller fleste tjenestene.

Datasenter	Stockholm	London	Frankfurt	Irland	Virginia, US
Amazon WorkSpaces		✓	✓	✓	✓
Amazon WorkSpaces App. Mng.				✓	✓
Amazon WorkDocs				✓	✓
Amazon WorkMail				✓	✓
AWS Directory Service		✓	✓	✓	✓
AWS Lambda	✓	✓	✓	✓	✓
Amazon Lex				✓	✓
Amazon Polly	✓	✓	✓	✓	✓
Amazon Connect			✓		✓
Amazon CloudWatch	✓	✓	✓	✓	✓
AWS Snowball		✓	✓	✓	✓
AWS Snowball Edge		✓	✓	✓	✓
AWS Snowmobile		✓	✓	✓	✓
AWS Direct Connect	✓	✓	✓	✓	✓
AWS Storage Gateway	✓	✓	✓	✓	✓
AWS DataSync			✓	✓	✓
Amazon Chime					✓

Hentet 04.04.19 fra: <https://aws.amazon.com/about-aws/global-infrastructure/regional-product-services/>.

Amazon bygger stadig ut sine datasentre, og det er rimelig å anta at Amazon vil rulle ut flere tjenester på hver lokasjon i årene som kommer. Denne tabellen vil sannsynligvis oppdateres hyppig pga. dette.

## 4 Andre funn

I løpet av prosjektet har det også kommet frem en del interessante alternativer vi ikke har kunnet prioritere, men som vi likevel mener bør nevnes i en rapport som denne. Blant annet innledet vi prosjektet med en intensjon om å evaluere Google Cloud Platform som en mulig kandidat, i tillegg til NMBUs ønske om å evaluere Microsoft og Amazon. Dette viste seg å ikke bli like aktuelt likevel (ref. kap. 4.1), men det anbefales likevel at NMBU vurderer å utrede disse alternativene i en videre prosess. Derfor har vi her oppsummert funn som ikke passer inn under en annen kategori.

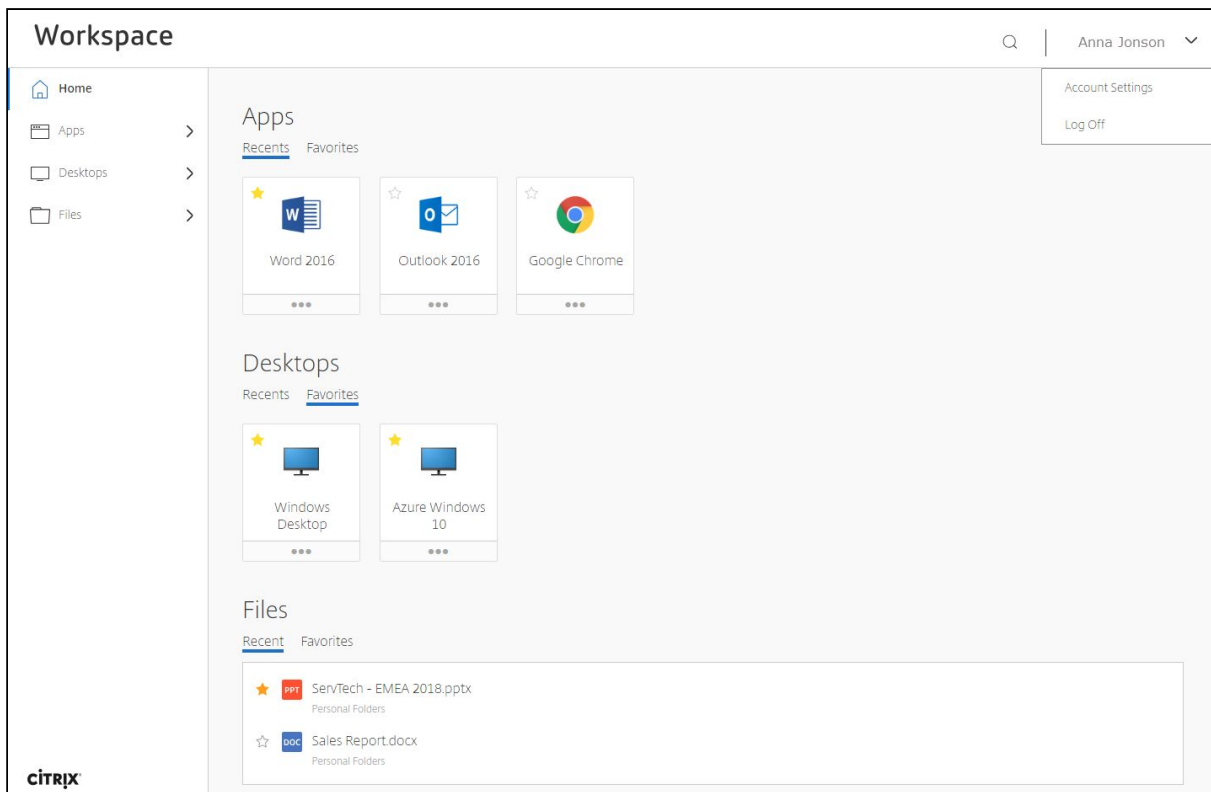
### 4.1 Google Cloud Platform

I tillegg til Microsoft og Amazon, er Google også en skyleverandør med en betydelig markedsandel. Vi har i dette prosjektet i samråd med oppgavestiller valgt å prioritere evaluering av Microsoft og Amazon i første omgang, da Google mangler en del tjenester NMBU ser på som essensielle, blant annet VDI. Vi mener likevel det er relevant å trekke frem Google som en potensiell leverandør i fremtiden, eller som leverandør av enkelttjenester for NMBU.

Google lanserte *App Engine* tilbake i 2008. Dette har senere eskalert med mange flere tjenester og blitt til Google Cloud Platform (GCP). GCP har en markedsandel på ca. 20%, og har mange kjente kunder som HSBC, Twitter, og PayPal.

#### 4.1.1 Citrix Workspaces (VDI)

Google har ingen egen løsning for VDI. Men det er opptil flere tredjepartsleverandører som leverer dette med GCP som skyløsning i bunn. Blant annet Citrix og Itopia. Etter å ha sjekket ut disse to har vi konkludert med at det er mer hensiktsmessig og relevant å se nærmere på Citrix enn Itopia. Dette kan begrunnes med at Itopia er hittil en relativt ukjent leverandør, kanskje spesielt i Norge, og har dessverre relativt lite historie og erfaring å vise til. Citrix derimot har lang fartstid i bransjen, og er anerkjent som leverandør av virtuelle tjenester.



Hentet 19.05.19 fra <https://docs.citrix.com/en-us/citrix-cloud/workspace-platform.html>.

Med Citrix Workspaces og Citrix Apps and Desktops får alle brukerne hver sin VM som de kan nå gjennom Citrix Workspace App. I denne appen så vil brukerne også ha tilgang til alle applikasjoner og filene de eier. Brukerne kan logge inn på appen fra hvilken som helst enhet og nå filene/appene/workspace sine uansett hvor de befinner seg.

## 4.1.2 Andre tjenester

Foruten VDI kan Google stort sett levere de fleste tjenester som Microsoft og Amazon kan levere. Vi har satt opp en oversikt over dette i [kap. 5.6](#). GCP tilbyr altså blant annet vanlige VM-er og chatbot i tillegg til mye annet. De kan også levere hybrid-løsninger i samarbeid med partnere.

Har man i tillegg anledning til å gå bort fra Microsoft Office, kan man benytte seg av Googles *G Suite* som alternativ. Med *G Suite* får man tilgang til tjenester som Gmail, Dokumenter, Disk og Kalender, i tillegg til Chat som kan benyttes til chatbot.

Google har også en del andre spennende tjenester som ikke er å finne igjen hos Microsoft og Amazon. For eksempel Chrome OS eller Chromebooks som kan benyttes som tynnklienter, noe som kan redusere kostnadene knyttet til blant annet Windows-lisenser.

### 4.1.3 Escape-strategi

Google tilbyr også en tjeneste for offline overføring av data som fungerer på akkurat samme måte som Microsoft sin Data Box og Amazon sin Snowball. Googles løsning kalles *Data Transfer Appliance* og kommer i to versjoner; en på 100 TB og en på 480 TB.

### 4.1.4 Pris

På lik linje med Amazon og Microsoft bruker Google generelt sett en prismodell basert på faktisk bruk, og beregner prisene etter såkalt *Per-second billing*.

## 4.2 VMware i AWS

Vi ønsker å dra frem VMware i AWS som et mulig alternativ til vanlig AWS-oppsett. For driftspersonell som er kjent med VMware og ESXi fra før kan dette være en god løsning da overgangen til sky-løsninger kan bli enklere for de ansatte. Man kan altså sørge for god kompetanse helt fra start, og bygge komplette gode systemer helt fra bunn av. VMware og AWS har et godt samarbeid, og kan sammen levere en konkurransedyktig tjeneste med “det beste fra to verdener”. VMware i AWS støtter også hybridløsninger som den planlagte AWS Outposts med mer.

## 4.3 Microsoft Azure Lab Services

Med Azure Lab Services kan administratorer sette opp en midlertidig lab og gi adgang til virtuelle maskiner som er forhåndskonfigurert med det innholdet man måtte ønske. Dette kan for eksempel benyttes i undervisningssammenheng eller ved arrangement av et “hackathon” eller lignende. Personlige behov settes enkelt opp og rulles deretter ut til brukerne via for eksempel en e-post med en link som viderefører brukerne til rett lab. For NMBU kan dette være en relevant tjeneste gitt at man har behov for å sette opp noen midlertidige VM-er for en gruppe studenter.

## 5 Sammenligning

Vi har nå gått i detalj på hver av skyleverandørene og presentert våre funn rundt hvilke løsninger som tilbys, hvordan disse fungerer, og kostnadene knyttet til disse. Vi ser at både Microsoft og Amazon har løsninger for de fleste oppgaver, og at de hele tiden jobber med å være konkurransedyktige.

For eksempel har Amazon hatt sin VDI-tjeneste, *WorkSpaces*, i drift en god stund allerede, slik at Microsoft nå kommer etter med sin løsning, *Windows Virtual Desktop*, for å vinne tilbake markedsandeler innenfor dette segmentet. På en annen side lanserte Microsoft *Azure Stack* for halvannet år siden, hvilket Amazon tenker å svare på med sin tilsvarende tjeneste, *Outposts*, i løpet av 2019.

I dette kapittelet går vi inn på hvert punkt og sammenligner skyleverandørenes tjenester med hverandre og drøfter tjenestenes relevans for NMBU.

### 5.1 VDI

Både Microsoft og Amazon har løsninger som gir dem konkurransefortrinn. Microsofts WVDs største fordel fremfor Amazon er den oppdaterte tjenesten *RemoteApp* som fremstår for oss som både enkel i drift, og samtidig den mest sømløse brukeropplevelsen. Microsoft har også *multi-session*-løsningen der flere brukere kan benytte seg av samme virtuelle maskin samtidig. Dette ser ut til å være ganske ressurs sparende og et riktig steg for virtualisering av Windows 10. Det er dog vanskelig å si eksakt hvordan WVD vil bli ved endelig lansering, og det er foreløpig noen usikkerhetsmomenter her.

Til sammenligning har Amazon *WorkSpaces* allerede et par års forsprang, og er dermed kvitt en del av de verste “barnesykdommene” som hører med ved slike store lanseringer. Dermed er det også mye kunnskap og informasjon om *WorkSpaces* tilgjengelig på nett. *WorkSpaces* virker også noe enklere å sette opp enn WVD, og gir en bedre “out of the box”-opplevelse for driftsavdelingen. For brukeren er det også ganske enkelt, da man kun trenger å laste ned en klient og logge inn for å komme i gang.

Likevel har vi tro på WVD som den beste løsningen for NMBU, selv om tjenesten ennå ikke er kommet ut. Vårt inntrykk er at NMBU vil ha nok brukere av tjenesten til at fordelene med WVD veier mer enn eventuelle “barnesykdommer” og ulemper med oppsett. I tillegg tror vi at WVD vil kunne gi en bedre brukeropplevelse med tanke på *RemoteApp* og mulighet til å åpne flere sesjoner samtidig.

## 5.2 Hybrid-løsninger

Når det kommer til hybride løsninger for “lokal sky” og lignende er det Azure Stack og AWS Outposts som vi anser som mest aktuelle. Da AWS Outposts ikke har lansering før andre halvdel av 2019 har Microsoft allerede et forsprang med sin Azure Stack-løsning.

Den største forskjellen mellom Azure Stack og Outposts slik vi ser det er at Amazon krever bruk av deres egen maskinvare/Outposts-server, mens Azure Stack kun krever kompatibel maskinvare fra noen spesifikke leverandører. Man får altså større frihet med Azure Stack når det gjelder maskinvare, og det kan tenkes at det oppstår en større konkurranse blant Azure's maskinvareleverandører, som igjen vil presse ned prisen. Samtidig vil dette naturligvis også kunne påvirke Outposts-prisene.

Utover dette har både Microsoft og Amazon nettverksløsninger for å koble lokale datasenter sammen med skyen. Vi ser at ExpressRoute og Direct Connect er sammenlignbare tjenester hvor man kan sette opp et nettverk utenfor det offentlige internettet, hvor man kan oppleve både øke hastighet, responstid, pålitelighet og sikkerhet. I tillegg til disse tjenestene har begge skyleverandørene mer vanlige nettverkstjenester som VPN, AD-integrering og nettverkslagring, hvor leverandørene stiller relativt likt.

## 5.3 Chatbot

Både Microsoft og Amazon tilbyr velfungerende systemer for Bot-service. Begge tilbyr enkelt oppsett med muligheter for både desktop og mobile enheter. Når det kommer til bruk tilbyr begge implementasjon til egne tjenester som nettsider og programmer. Begge har også muligheter for taleforespørsler.

Når vi ser på pris, så skiller det litt. Microsoft deler tjenesten inn i to publiseringskanaler. Standard- og Premiumkanal. Der standardkanalene inkluderer Microsofts førstepartstjenester (for eksempel Skype, Cortana og Microsoft Teams) samt tjenester med offentlig tilgjengelige Bot-API-er (for eksempel Facebook og Slack). Her betaler man kun for ressursbruken det krever å hoste tjenesten og ikke per melding. Om man velger å publisere i premiumkanaler, f.eks egne nettsider eller programmer så betaler man her for ressursbruk i likhet med Standardkanalene, men også per melding. Her vil de 10 000 første meldingene være gratis og 4,06 kr per 1 000 melding etter dette.

Amazon Lex tilbyr de første 10 000 meldingene og første 5 000 taleforespørslene gratis hver måned det første året. Deretter koster det 6,50 kr per 1 000 tekstforespørsel.



## 5.4 Escape-strategi

Både Microsoft og Amazon tilbyr så og si de samme tjenestene for å migrere data ut av skyen. Når det kommer til å flytte mange terabyte med data så tilbyr begge skyleverandørene disker på opp til 100 TB lagringskapasitet. Disse lagringsenhetene stiller også likt når det kommer til pris. De største forskjellene mellom Microsoft og Amazon kommer når bedrifter skal migrere petabytes med data ut av skyen. Her tilbyr Microsoft Data Box Heavy som har en kapasitet på en Petabyte, mens Amazon tilbyr Snowmobile som er en stor trailer med en kapasitet på 100 PB.

## 5.5 Priser

Selv om prisene på hvert enkelt produkt er lett tilgjengelig på skyleverandørenes nettsider, er det veldig vanskelig å få oversikt over totalkostnaden. Denne utfordringen har også Microsoft og Amazon erkjent, og begge leverandørene har derfor priskalkulatorer tilgjengelig på sine respektive nettsider. Her kan man legge inn alle produktene man er interessert i, tilpasse dem, og regne ut totalkostnaden.

Priskalkulator Microsoft Azure: <https://azure.microsoft.com/nb-no/pricing/calculator/>

Priskalkulator Amazon Web Services: <https://calculator.aws/>

Når vi sammenligner prisene til Microsoft og Amazon er det vanskelig å se hvem som kommer ut billigst. Prisene virker å være ganske jevne mellom leverandørene. Vi ser at det kan være mulig å redusere kostnadene ved å utnytte mulighetene med “multi-session” i WVD og dermed kutte antallet VM-er i Azure. Når man sammenligner tjenestene til Microsoft og Amazon på et detaljert nivå kan prisene variere ganske mye, men det er også forskjeller i tjenestenes egenskaper, slik at det ikke blir rettferdig å sammenligne med fokus kun på pris.

Det må også nevnes at NMBU kan dra fordel av å være universitet, og få bedre priser hos én eller begge skyleverandørene på grunn av dette. Dette gjør at prisbildet ikke nødvendigvis er helt reelt og at man må ta høyde for endringer her.

## 5.6 Tjenester og tilgjengelighet

I dette delkapittelet sammenligner vi skyleverandørenes tilgjengelighet og utvalget av tjenester de har å tilby.

### 5.6.1 Tilgjengelighet

Både Microsoft og Amazon stiller sterkt når det kommer tjenesteutvalget, men Azure er litt mer utbredt i Europa enn AWS. Man kan se en forskjell i hvor tjenestene er tilgjengelig. Nesten alle av Azures tjenester som vi har sett på i denne rapporten er tilgjengelig i majoriteten av datasentre deres i Europa. Spesielt *West-Europe* som er det nærmeste datasenteret for NMBU med tanke på forsinkelse.

Hos Amazon er det datasenteret i Irland som tilbyr mest av de tjenestene vi har snakket om. Resten av datasentrene deres har et veldig variert utvalg. Frankfurt og London har stort utvalg, men mangler tjenester som *Application Manager* til WorkSpaces og Chatbot. Stockholm, som er det nærmeste datasenteret, mangler også hele WorkSpaces-tjenesten, men dette er nylig åpnet og det kan komme nye tjenester til det datasenteret i framtiden.

Med tanke på forsinkelser så vil ikke det være store forskjeller. Hvis NMBU velger Amazon vil datasenteret i Irland mest sannsynlig bli valgt, og med Azure så ville datasenteret i West-Europe som ligger i Nederland bli valgt. Forskjellen i forsinkelse mellom disse er på mellom 10 og 20 ms i Microsofts favør.

Både Azure og Amazon har også planlagt utbygging av nye datasentre i Europa, og to av Azures datasentre er planlagt å bygges i Norge. Det er altså mulighet for store endringer her før NMBU eventuelt skal ta i bruk en av skyleverandørene.

## 5.6.2 Tjenester

For å gi en bedre oversikt over alle tjenestene vi har nevnt og hva de heter hos de forskjellige leverandørene har vi lagt inn en tabell under. Legg merke til at vi også har lagt til en tredje kolonne her for å vise hvordan Google Cloud Platform også kan være en aktuell leverandør av en del tjenester.

(Tjenestene i tabellene under er også klikkbare linker.)

### Tjenester nevnt i denne rapporten

	Amazon Web Services	Microsoft Azure	Google Cloud Platform
Regioner	<a href="#">Global Infrastructure</a>	<a href="#">Regions</a>	<a href="#">Regions and Zones</a>
Priser	<a href="#">Cloud Services Pricing</a>	<a href="#">Pricing</a>	<a href="#">Pricing</a>
Virtuelle maskiner	<a href="#">EC2</a>	<a href="#">Virtual Machines</a>	<a href="#">Compute Engine</a>
Serverløst	<a href="#">Lambda</a>	<a href="#">Functions</a>	<a href="#">Cloud Functions</a>
Lagring	<a href="#">S3</a>	<a href="#">Blob Storage</a>	<a href="#">Cloud Storage</a>
Hybrid lagring	<a href="#">Storage Gateway</a>	<a href="#">StorSimple</a>	N/A
Offline dataoverføring	<a href="#">Snowball</a> <a href="#">Snowball Edge</a> <a href="#">Snowmobile</a>	<a href="#">Data Box</a> <a href="#">Data Box Disk</a> <a href="#">Data Box Heavy</a>	<a href="#">Transfer Appliance</a>
Kognitive tjenester	<a href="#">Comprehend</a> <a href="#">Lex</a> <a href="#">Polly</a> <a href="#">Rekognition</a> <a href="#">Translate</a> <a href="#">Transcribe</a>	<a href="#">Cognitive Services</a>	<a href="#">Cloud Natural Language</a> <a href="#">Cloud Speech API</a> <a href="#">Cloud Translation API</a> <a href="#">Cloud Video</a> <a href="#">Intelligence</a>
Nettverk	<a href="#">Direct Connect</a> <a href="#">VPN</a>	<a href="#">Virtual Network</a> <a href="#">ExpressRoute</a> <a href="#">VPN Gateway</a>	<a href="#">Cloud Interconnect</a> <a href="#">Network Service Tiers</a>
Autentisering og tilgangsstyring	<a href="#">IAM</a> <a href="#">Directory Service</a> <a href="#">Organizations</a> <a href="#">Single Sign-On</a>	<a href="#">Active Directory</a> <a href="#">Multi-Factor Authentication</a>	<a href="#">Cloud IAM</a> <a href="#">Cloud IAP</a>
Cloud Monitoring	<a href="#">CloudWatch</a> <a href="#">CloudTrail</a>	<a href="#">Monitor</a> <a href="#">Log Analytics</a>	<a href="#">Stackdriver</a>
Cloud Management	<a href="#">Systems Manager</a> <a href="#">Management Console</a>	<a href="#">Portal</a> <a href="#">Policy</a> <a href="#">Cost Management</a>	<a href="#">Stackdriver</a>
Virtual Private Cloud	<a href="#">VPC</a>	N/A	<a href="#">Virtual Private Cloud</a>

## Andre tjenester

	Amazon Web Services	Microsoft Azure	Google Cloud Platform
Containers	<a href="#"><u>ECS</u></a> <a href="#"><u>EKS</u></a>	<a href="#"><u>AKS</u></a> <a href="#"><u>Container Instances</u></a>	<a href="#"><u>Kubernetes Engine</u></a>
App Hosting	<a href="#"><u>Elastic Beanstalk</u></a>	<a href="#"><u>App Service</u></a> <a href="#"><u>Service Fabric</u></a> <a href="#"><u>Cloud Services</u></a>	<a href="#"><u>App Engine</u></a>
Batch Processing	<a href="#"><u>Batch</u></a>	<a href="#"><u>Batch</u></a>	N/A
Block Storage	<a href="#"><u>EBS</u></a>	N/A	<a href="#"><u>Persistent Disk</u></a>
File Storage	<a href="#"><u>EFS</u></a>	<a href="#"><u>File Storage</u></a>	N/A
Relational/SQL Database	<a href="#"><u>RDS</u></a> <a href="#"><u>Aurora</u></a>	<a href="#"><u>SQL Database</u></a> <a href="#"><u>Database for MySQL</u></a> <a href="#"><u>Database for PostgreSQL</u></a>	<a href="#"><u>Cloud SQL</u></a> <a href="#"><u>Cloud Spanner</u></a>
NoSQL Database	<a href="#"><u>DynamoDB</u></a>	<a href="#"><u>Cosmos DB</u></a> <a href="#"><u>Table Storage</u></a>	<a href="#"><u>Cloud Bigtable</u></a> <a href="#"><u>Cloud Datastore</u></a>
In-Memory Database	<a href="#"><u>ElastiCache</u></a>	<a href="#"><u>Redis Cache</u></a>	N/A
Archive/Backup	<a href="#"><u>Glacier</u></a>	<a href="#"><u>Backup</u></a>	N/A
Disaster Recovery	N/A	<a href="#"><u>Site Recovery</u></a>	N/A
Machine Learning	<a href="#"><u>SageMaker</u></a> <a href="#"><u>AML</u></a> <a href="#"><u>Apache MXNet on AWS</u></a> <a href="#"><u>TensorFlow on AWS</u></a>	<a href="#"><u>Machine Learning</u></a>	<a href="#"><u>Cloud Machine Learning Engine</u></a>
IoT	<a href="#"><u>IoT Core</u></a>	<a href="#"><u>IoT Hub</u></a> <a href="#"><u>IoT Edge</u></a>	<a href="#"><u>Cloud IoT Core</u></a>
Content Delivery	<a href="#"><u>CloudFront</u></a>	<a href="#"><u>CDN</u></a>	<a href="#"><u>Cloud CDN</u></a>
Big Data Analytics	<a href="#"><u>Athena</u></a> <a href="#"><u>EMR</u></a> <a href="#"><u>Kinesis</u></a>	<a href="#"><u>HDInsight</u></a> <a href="#"><u>Stream Analytics</u></a> <a href="#"><u>Data Lake Analytics</u></a> <a href="#"><u>Analysis Services</u></a>	<a href="#"><u>Cloud Dataflow</u></a> <a href="#"><u>Cloud Dataproc</u></a>
Security	<a href="#"><u>GuardDuty</u></a> <a href="#"><u>Macie</u></a> <a href="#"><u>Shield</u></a> <a href="#"><u>WAF</u></a>	<a href="#"><u>Security Center</u></a>	<a href="#"><u>Cloud DLP</u></a> <a href="#"><u>Cloud Security Scanner</u></a>
Application Lifecycle Management	<a href="#"><u>CodeStar</u></a> <a href="#"><u>CodePipeline</u></a>	<a href="#"><u>Visual Studio Team Services</u></a>	N/A

		<u>Visual Studio App Center</u>	
AR & VR	<u>Sumerian</u>	N/A	N/A
Training	<u>Training and Certification</u>	<u>Training</u>	<u>Training Programs</u>
Support	<u>Support</u>	<u>Support</u>	<u>Support</u>
3rd Party Software and Services	<u>Marketplace</u>	<u>Marketplace</u>	<u>Cloud Launcher Partner Directory</u>

Tabellen er hentet 07.05.19 fra

<https://www.datamation.com/cloud-computing/aws-vs-azure-vs-google-cloud-comparison.html>.

Med forbehold om feil i kilden.

Microsoft har også en tilsvarende oversikt uten GCP, som kan finnes her:

<https://docs.microsoft.com/en-us/azure/architecture/aws-professional/services>

## 6 Konklusjon

I denne rapporten har vi tatt for oss Microsoft Azure og Amazon Web Services som leverandører av skytjenester for NMBU. Vi har under prosjektet hatt jevnlig dialog med både oppgavestiller, NMBU og veileder ved NTNU for å utarbeide et best mulig sluttprodukt.

I løpet av prosjektet har vi erfart at det er mange faktorer som spiller inn når man skal velge en leverandør av skytjenester for sin virksomhet. Det kan dog argumenteres for at de mest avgjørende faktorene er tjenestenes egenskaper, tilgjengelighet, lokasjon og pris.

Bare i løpet av vårt bachelorprosjekt har utviklingen innenfor skymarkedet holdt høy hastighet. Vi har vært vitne til Preview-lansering av WVD, i tillegg til åpning av AWS-datasenter i Stockholm og annonsering av AWS Outposts rett før prosjektets start. Det er lite som tyder på at denne raske utviklingen vil avta med det første, og det er derfor viktig å presisere at mye kan fortsatt skje på kort tid i dette markedet.

Både Azure og AWS har startet bygging/planlegging av nye datasentre i umiddelbar nærhet av Norge. AWS åpnet sitt nye datasenter i Stockholm i desember 2018, Azure annonserte i fjor to nye datasentre i Oslo og Stavanger, mens det det nylig ble kjent at Microsoft har kjøpt en tomt på 130 hektar utenfor Stockholm. At det nå bygges datasentre geografisk nærmere norske virksomheter kan få positiv påvirkning på forsinkelse mellom on-premise og skyen. Man vet ikke enda hvilke tjenester som vil tilbys fra disse datasentrene, men det er å forvente at disse sentrene blir aktuelle innen overskuelig fremtid. Det at noen av datasentrene også ligger innenfor norsk jurisdiksjon kan også være en mulig faktor ved valg av leverandør.

Selv om Microsofts VDI-løsning enda ikke er lansert, ser det ut til at WVD kan bli en meget sterk konkurrent til Amazon WorkSpaces. En av Microsofts store fordeler er muligheten til å tilpasse Windows til sin tjeneste slik at den helhetlige løsningen blir enda bedre. Med “multi-session” i Windows kombinert med RemoteApp vil man kunne få en bedre brukeropplevelse, til en lavere kostnad. Det gjenstår likevel å se hvordan Amazon svarer på lanseringen av WVD og disse tjenestene.

En av fordelene med Amazon Web Services derimot er at de tjenestene deres generelt sett er noe mer brukervennlig for IT-driftspersonellet. Tjenestene fungerer raskere “out-of-the-box”, og de fleste tjenestene Amazon tilbyr er lette å sette seg inn i. Amazon som skyleverandør har til nå vært mer populær enn Microsoft blant små bedrifter. Dette antas å skyldes at det kreves færre ressurser å sette opp systemene sine i AWS i forhold til i Microsoft Azure, generelt sett.

Ser man bort i fra VDI-løsningene til Microsoft og Amazon, stiller disse to ganske likt på mange områder. Spesielt når det gjelder nettverk og lagringsløsninger. Her er det

vanskelig å favorisere den ene foran den andre, og det vil være en individuell vurderingssak for enhver virksomhet som vurderer disse to.

Når det gjelder pris er det også vanskelig å komme fram til en konkret anbefaling. Vi erfarer at prisene generelt sett er såpass jevne at det blir urettferdig å sammenligne leverandørene med kun pris i fokus. Prisene vi har funnet er også bare veiledende priser og det er vanskelig å sammenligne leverandørene uten å sette opp en total kalkyle og etterspørre tilbud fra leverandørene eller partnere.

## 6.1 Videre arbeid

Det blir opp til oppgavestiller å se på muligheten for videre arbeid og om de velger å bruke noen av løsningene vi har drøftet over. NMBU må vurdere løsningene opp mot sine eksisterende systemer og etterspørsel. Denne bacheloroppgaven inneholder informasjon om de forskjellige skytjenestene og deres leverandører, og kan være til nytte når det skal tas en beslutning på om man velger å flytte datatjenester ut i skyen samt hvilken skyleverandør man eventuelt ønsker å benytte seg av.

Det er viktig å påpeke at utviklingen innen dette området går enormt fort. Denne rapporten er utarbeidet våren 2019, og det må derfor tas høyde for om oppgaven fortsatt er relevant om man skulle velge å basere seg på denne oppgaven i fremtiden.

# 7 Referanser

## Microsoft:

Microsoft. (21. mars 2019). What is Windows Virtual Desktop Preview? - Azure. Henten den 30. april 2019, fra <https://docs.microsoft.com/en-us/azure/virtual-desktop/overview>

Microsoft Mechanics. (30. september 2018). Windows Virtual Desktop: New remote desktop and app experience on Azure | Microsoft Ignite 2018 [videofil]. Hentet den 4. april 2019, fra <https://www.youtube.com/watch?v=7G37PFYVe4>

Roberts, T. (23. mars 2019). Azure Windows Virtual Desktop Public Preview Walkthrough [Videofil]. Hentet den 4. april 2019, fra <https://www.youtube.com/watch?v=ZkdyqFbo8ZI>

Microsoft Mechanics. (21. mars 2019). What is Windows Virtual Desktop? [videofil]. Hentet den 4. april 2019, fra [https://www.youtube.com/watch?v=30dOLcZ4\\_9U](https://www.youtube.com/watch?v=30dOLcZ4_9U)

Melendez, C. (30. mai 2018). What Is a Chat Bot? A Detailed Guide on How to Create One With Azure Bot Service. Hentet den 4. april 2019, fra <https://stackify.com/create-azure-bot-service/>

Microsoft. (u.d.). Windows Virtual Desktop | Microsoft Azure. Hentet den 4. april 2019, fra <https://azure.microsoft.com/nb-no/services/virtual-desktop/>

Berson, F. B. (30. september 2018). Windows Virtual Desktop, RDS 2019 and Multi Session Windows 10. What a week! [Blogginnlegg]. Hentet den 4. april 2019, fra

<https://microsoftplatform.blogspot.com/2018/09/windows-virtual-desktop-rds-2019-and.html>

Azure Reserved Virtual Machine Instances | Microsoft Azure. (u.d.). Hentet den 4. april 2019, fra

<https://azure.microsoft.com/nb-no/pricing/reserved-vm-instances/>

Microsoft. (u.d.). What Is a Chat Bot? A Detailed Guide on How to Create One With Azure Bot Service.

Hentet den 4. april 2019, fra

<https://azure.microsoft.com/nb-no/solutions/architecture/information-chatbot/>

Microsoft Visual Studio. (17. november 2017). Build an intelligent knowledge base with QnA Maker and Bot Service | T107 [Videofil]. Hentet den 9. april 2019, fra

[https://www.youtube.com/watch?v=1v\\_VgTy6q0Y](https://www.youtube.com/watch?v=1v_VgTy6q0Y)

Microsoft. (21. februar 2019). Bot Service Frequently Asked Questions - Bot Service. Hentet den 4. april 2019, fra

<https://docs.microsoft.com/en-us/azure/bot-service/bot-service-resources-hot-framework-faq?view=azure-bot-service-4.0>

Microsoft. (u.d.). Skyoverføring | Microsoft Azure. Hentet den 4. april 2019, fra

<https://azure.microsoft.com/nb-no/overview/cloud-migration/>

Microsoft. (u.d.). Priser – Cloud Services | Microsoft Azure. Hentet den 4. april 2019, fra

<https://azure.microsoft.com/nb-no/pricing/details/cloud-services/>

Microsoft. (19. desember 2018). Connect your on-premises network to an Azure virtual network:

Site-to-Site VPN: Portal. Hentet den 8. april 2019, fra

<https://docs.microsoft.com/en-us/azure/vpn-gateway/vpn-gateway-howto-site-to-site-resource-manager-portal>

Microsoft. (u.d.). ExpressRoute - Virtual Private Cloud Connections | Microsoft Azure. Hentet den 8. april 2019, fra

<https://azure.microsoft.com/en-us/services/expressroute/>

Microsoft. (21. februar 2019). Configure ExpressRoute and Site-to-Site VPN connections - coexist:

PowerShell: Azure. Hentet den 8. april 2019, fra

<https://docs.microsoft.com/en-us/azure/expressroute/expressroute-howto-coexist-resource-manager?toc=%2fazure%2fvpn-gateway%2ftoc.json>

Microsoft. (9. november 2018). AWS to Azure services comparison - Azure Architecture Center. Hentet

den 8. april 2019, fra <https://docs.microsoft.com/en-us/azure/architecture/aws-professional/services>

Anmol. (23. oktober 2018). OneDrive will now remove offline files if they aren't accessed for a certain period - MSPoweruser. Hentet den 29. april 2019, fra

<https://mspoweruser.com/onedrive-will-now-remove-offline-files-if-they-arent-accessed-for-a-certain-period/>

Shrivastava, A.S. (9. april 2018). Sync Files on Demand with OneDrive Client - Cloud Decoded. Hentet den

29. april 2019, fra <https://www.anupams.net/sync-files-ondemand-onedrive/>

Microsoft mechanics. (27. mars 2019). Azure Stack for hybrid compute and disconnected scenarios

[videofil]. Hentet den 29. april 2019, fra <https://www.youtube.com/watch?v=3PZq7SaVPGU>

Microsoft. (u.d.). Priser – Azure Bot Service | Microsoft Azure. Hentet den 29. april 2019, fra

<https://azure.microsoft.com/nb-no/pricing/details/bot-service/>



Microsoft. (18. mars 2019). Migrate AWS VMs to Azure with the Azure Site Recovery service. Hentet den 4. april 2019, fra <https://docs.microsoft.com/en-us/azure/site-recovery/migrate-tutorial-aws-azure>

Microsoft. (u.d.). Priser – båndbredde | Microsoft Azure. Hentet den 30. april 2019, fra <https://azure.microsoft.com/nb-no/pricing/details/bandwidth/>

Kean, M.K. (3. august 2018). Azure ExpressRoute demystified | whiteboarding session. Hentet den 30. april 2019, fra <https://www.youtube.com/watch?v=RkuZD8y2JnM&feature=youtu.be&t=710>

Microsoft. (u.d.). VPN Gateway | Microsoft Azure. Hentet den 30. april 2019, fra <https://azure.microsoft.com/nb-no/services/vpn-gateway/>

Microsoft. (u.d.). Azure Hybrid Benefit FAQ | Microsoft Azure. Hentet den 2. mai 2019, fra <https://azure.microsoft.com/en-in/pricing/hybrid-benefit/faq/>

Microsoft. (u.d.). Pricing - ExpressRoute | Microsoft Azure. Hentet den 2. mai 2019, fra <https://azure.microsoft.com/en-us/pricing/details/expressroute/>

Microsoft. (u.d.). Pricing – Virtual Network | Microsoft Azure. Hentet den 2. mai 2019, fra <https://azure.microsoft.com/en-gb/pricing/details/vpn-gateway/>

Kaam, B. V. K. (19. mars 2019). The Windows Virtual Desktop – what we know so far. 83 facts listed. Hentet den 9. mai 2019, fra <https://www.basvankaam.com/2019/03/19/the-windows-virtual-desktop-what-we-know-so-far-its-more-than-you-think-65-facts-listed/>

Microsoft. (22. februar 2019). Azure VPN Gateway. Hentet den 18. mai 2019, fra <https://docs.microsoft.com/en-us/azure/vpn-gateway/vpn-gateway-about-vpngateways>

Awingu N.V. (18. mai 2019). Microsoft announces Windows Virtual Desktop (WVD): why care? Hentet den 20. mai 2019, fra <https://www.awingu.com/microsoft-announces-windows-virtual-desktop-wvd/>

## Amazon:

Simplilearn. (21. oktober 2018). AWS vs Azure | AWS vs Azure Comparison | Difference Between AWS And Azure | Simplilearn [videofil]. Hentet den 4. april 2019, fra <https://www.youtube.com/watch?v=xCabPpcq8Ac>

Amazon. (u.d.). Who are the top 10 Amazon AWS customers? - Quora [Forum]. Hentet den 4. april 2019, fra <https://www.quora.com/Who-are-the-top-10-Amaon-AWS-customers>

Amazon. (u.d.). Amazon WorkMail – Amazon Web Services. Hentet den 4. april 2019, fra <https://aws.amazon.com/workmail/>

Barr, J. B. (13. november 2013). TCO Comparison: Amazon WorkSpaces and Traditional Virtual Desktop Infrastructure (VDI) | Amazon Web Services. Hentet den 4. april 2019, fra <https://aws.amazon.com/blogs/aws/tco-comparison-amazon-workspaces-and-traditional-virtual-desktop-infrastructure-vdi/>

Jørgenrud, M. J. (12. desember 2018). Amazon har fyrt opp serverhallene sine i Sverige. Så lav forsinkelse er det til Norge. Hentet den 4. april 2019, fra <https://www.digi.no/artikler/amazon-har-fyrt-opp-serverhallene-sine-i-sverige-sa-lav-forsinkelse-er-det-til-norge/453466>

Amazon. (u.d.). Get Started with Amazon WorkSpaces Quick Setup - Amazon WorkSpaces. Hentet den 4. april 2019, fra <https://docs.aws.amazon.com/workspaces/latest/adminguide/getting-started.html>

Amazon. (8. mars 2018). More Affordable Pricing for Amazon WorkSpaces for Education | Amazon Web Services. Hentet den 4. april 2019, fra <https://aws.amazon.com/blogs/publicsector/more-affordable-pricing-for-amazon-workspaces-for-education/>

Amazon. (u.d.). Amazon WorkSpaces - Pricing. Hentet den 4. april 2019, fra <https://aws.amazon.com/workspaces/pricing/>

Barr, J. B. (26. november 2018). New – AWS DataSync – Automated and Accelerated Data Transfer | Amazon Web Services. Hentet den 4. april 2019, fra <https://aws.amazon.com/blogs/aws/new-aws-datasync-automated-and-accelerated-data-transfer/>

Google. (14. mars 2019). Migrating AWS instances to GCP | Velostrata - Cloud Migration Software for GCP | Google Cloud. Hentet den 4. april 2019, fra <https://cloud.google.com/velostrata/docs/how-to/migrate-aws-to-gcp/migrating-aws-vm>

Amazon. (u.d.). Cloud Data Migration – Amazon Web Services (AWS). Hentet den 4. april 2019, fra <https://aws.amazon.com/cloud-data-migration/>

Amazon. (u.d.). VM Import/Export. Hentet den 4. april 2019, fra <https://aws.amazon.com/ec2/vm-import/>

Amazon. (u.d.). Data Migration | AWS Snowball. Hentet den 4. april 2019, fra <https://aws.amazon.com/snowball/>

Cowan, J. C. (6. juli 2015). How to Connect Your On-Premises Active Directory to AWS Using AD Connector | Amazon Web Services. Hentet den 4. april 2019, fra <https://aws.amazon.com/blogs/security/how-to-connect-your-on-premises-active-directory-to-aws-using-ad-connector/>

Amazon. (u.d.). Hybrid Cloud Architectures - Amazon Web Services (AWS). Hentet den 4. april 2019, fra <https://aws.amazon.com/enterprise/hybrid/>

Amazon. (u.d.). AWS Storage Gateway - Amazon Web Services. Hentet den 4. april 2019, fra <https://aws.amazon.com/storagegateway/>

Amazon. (u.d.). Amazon Lex – Build Conversation Bots. Hentet den 4. april 2019, fra <https://aws.amazon.com/lex/>

Amazon. (u.d.). Amazon WorkDocs. Hentet den 4. april 2019, fra <https://aws.amazon.com/workdocs/>

Amazon. (u.d.). AWS Direct Connect. Hentet den 4. april, fra <https://aws.amazon.com/directconnect/>

Amazon. (u.d.). AWS VPN – Amazon Web Services. Hentet 6. mai 2019, fra <https://aws.amazon.com/vpn/>

Amazon. (u.d.). VMware Cloud on AWS. Hentet den 6. mai 2019, fra <https://aws.amazon.com/vmware/>

Amazon. (u.d.). Amazon Workspaces Cost Optimizer | AWS Solutions. Hentet 7. juni 2019, fra <https://aws.amazon.com/solutions/amazon-workspaces-cost-optimizer/>

Amazon. (u.d.). AWS Storage Gateway for Files - Amazon Web Services. Hentet den 20. mai 2019, fra [https://aws.amazon.com/storagegateway/file/?fbclid=IwAR3Xq0uhu2y6Ewb\\_qzFAdgyZ1IKHp8hzXt3PpE6INzfhEV30JxriN493\\_8I](https://aws.amazon.com/storagegateway/file/?fbclid=IwAR3Xq0uhu2y6Ewb_qzFAdgyZ1IKHp8hzXt3PpE6INzfhEV30JxriN493_8I)

## Annet:

Citrix. (u.d.). Citrix Workspace – Digital arbeidsplassløsning. Hentet den 20. mai 2019, fra

<https://www.citrix.no/products/citrix-workspace/>

Harvey, C.H., and Patrizio, A.P. (22. januar 2019). AWS vs. Azure vs. Google: Cloud Comparison [2019 Update]. Hentet 7. juni 2019, fra

<https://www.datamation.com/cloud-computing/aws-vs-azure-vs-google-cloud-comparison.html>

Posey, B.P. (u.d.). Why Google Chromeboxes are a good budget VDI client. Hentet 7. mai 2019, fra

<https://searchvirtualdesktop.techtarget.com/tip/Why-Google-Chromeboxes-are-a-good-budget-VDI-client>

Cooke, A. C. (u.d.). Pros and cons of using an HTML5 browser as a VDI client. Hentet 7. mai 2019, fra

<https://searchvirtualdesktop.techtarget.com/tip/Pros-and-cons-of-using-an-HTML5-browser-as-a-VDI-client>

Microsoft. (u.d.). Lab Services | Microsoft Azure. Hentet den 9. mai 2019, fra

<https://azure.microsoft.com/nb-no/services/lab-services/>

Nettskyen – Wikipedia. (16. mai 2019). Hentet den 18. mai 2019, fra

<https://no.wikipedia.org/wiki/Nettskyen>

Citrix. (u.d.). Citrix Workspace on Google Cloud Platform. Hentet den 20. mai 2019, fra

[https://www.citrix.com/content/dam/citrix/en\\_us/documents/solution-brief/citrix-workspace-on-google-cloud-platform.pdf](https://www.citrix.com/content/dam/citrix/en_us/documents/solution-brief/citrix-workspace-on-google-cloud-platform.pdf)



# NTNU

Kunnskap for en bedre verden

IDRI3001 Bachelor i Informatikk, Drift av datasystemer  
Norges teknisk-naturvitenskaplige universitet

*049 – “Evaluering av skytjenester”*

## **Sluttrapport**

20. mai 2019

av  
Magnus Grøtte Børnes  
Audun Flage  
Torstein Bjørkhaug Langberg

## Revisjonshistorikk

Dato	Versjon	Beskrivelse
05.05.19	0.1	Dokument opprettet.
18.05.19	0.5	Førsteutkast
20.05.19	1.0	Offisiell utgivelse

## **Forord**

Denne bacheloroppgaven er skrevet av tre studenter ved Informatikk, drift av datasystemer ved NTNU. Dette studieprogrammet har som mål å lære opp studenter i de fagområder markedet etterspør av driftsteknisk IKT-kunnskap. Hensikten med dette prosjektet for oss studenter har vært å få et bedre innblikk i dagens og fremtidens skyteknologi, og belyse mulighetene og begrensningene ved å ta i bruk dette.

I oppdrag av oppgavestiller, Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU) har vi fokusert spesielt på noen utvalgte skytjenester som kan være aktuelle for NMBU i deres virksomhet. Dette prosjektet har vært meget lærerikt og spennende, og vi sitter igjen med mye verdifull kunnskap om både Azure, AWS og skytjenester generelt. Det har vært veldig givende for oss å jobbe med såpass dagsaktuell teknologi, og det blir spennende å følge med på skymarkedet i tiden fremover.

Vi vil gjerne takke NMBU ved Ola-Gunnar Juelsrud og Kenneth Holter for tilliten og for konstruktive tilbakemeldinger underveis samt god fleksibilitet angående møtetidspunkter. Samtidig vil vi også rette en stor takk til vår veileder Jostein Lund for svært god oppfølging og mulighet for møter og tilbakemelding på kort varsel.

# Innhold

<b>1 Bakgrunn</b>	<b>5</b>
<b>2 Hvordan ble oppgaven løst?</b>	<b>5</b>
2.1 Oversikt over dokumentasjon	6
<b>3 Gjennomføring av prosjektet</b>	<b>6</b>
3.1 Effektmål	6
3.2 Resultatmål	7
3.3 Prosessmål	7
3.4 Andre utfordringer	8
3.5 Tidsaspektet	9
<b>4 Videre arbeid</b>	<b>9</b>
4.1 Nye spørsmål	10

# 1 Bakgrunn

Oppdragsgiver for denne oppgaven er Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU). Universitet ligger i Ås i Akershus og er Norges sentrale og ledende forsknings- og lærested for bioproduksjon, miljø og landskap. NMBUs representanter for dette prosjektet har vært Ola-Gunnar Juelsrud, seksjonssjef for IT-avdelingen og Kenneth Holter, overingeniør ved IT-avdelingen.

Denne oppgaven har gått ut på å evaluere ulike leverandører av skytjenester. Vi har fokusert på Microsoft Azure og Amazon Web Services (AWS), og etter dialog med NMBU fikk vi raskt et bilde av hvilken retning denne bacheloren ville ta. NMBU har vært interesserte i å vite mer om hvordan VDI-løsningene til Microsoft og Amazon fungerer, da de vurderer å flytte deler av datasystemene sine opp i skyen. Det kom det også frem at det kunne være aktuelt å se på en del andre tjenester skyleverandørene kan tilby i tillegg. Herav tjenester som chatbot, escape-strategier, og skalering mellom lokale systemer og skyen.

Vår arbeidsart i dette bachelorprosjektet har først og fremst vært å innhente kunnskap om tjenestene nevnt over og presentere dette på en oversiktlig måte, men det har også innebåret å teste de ulike løsningene der dette har vært mulig.

## 2 Hvordan ble oppgaven løst?

Det første vi gjorde var å arrangere et møte med veileder, Jostein Lund, der vi fikk litt oppstartsveiledning om hvordan denne oppgaven skulle løses og hva som var forventet både formelt og faglig. Deretter innkalte vi oppgavestiller til et møte hvor vi gjennomgikk hva de ønsket å få ut av dette prosjektet, og hva vi og de kunne forvente av hverandre. På dette møtet fikk vi også vite at NMBU i fremtiden vurderer å flytte enkelte datatjenester opp i skyen, og hvilke tjenester som eventuelt var mest aktuelle å se på.

For å innhente informasjon om de forskjellige skyleverandørene og deres tjenester har vi gjort mye research via internett. Vi har både brukt leverandørenes egne nettsider og uavhengige kilder i oppgaven. I tillegg ville vi også å prøve å sette opp de forskjellige tjenestene for å få en enda dypere forståelse og praktisk erfaring.

Av veileder fikk vi vite formalitetene rundt prosjektet, og at besvarelsen skulle deles inn i fire ulike rapporter. Forstudierapport, designdokument, hovedrapport og sluttrapport. Vi gikk først inn på forstudierapporten der vi tok for oss hvilke mål vi hadde for prosjektet, prosjektets omfang, interessenter og rammebetingelser, kritiske suksessfaktorer, risiko osv.

Da forstudierapporten var ferdig utarbeidet og samkjørt med NMBUs innspill fortsatte vi med designdokumentet der vi tok for oss detaljerte løsningsbeskrivelser



og hva vi skulle gjøre for å oppfylle kravene og målene som var satt i forstudiet. I hovedrapporten har vi jobbet videre med innhenting av informasjon om de forskjellige tjenestene, der vi i all hovedsak har brukt internett som informasjonskilde, men også egne erfaringer med testing av ulike tjenester.

Av kilder fra internett har vi vært nøye med kildekritikk, og da spesielt med tanke på publiseringsdato og forfatterens habilitet. Vi har hele tiden prøvd å innhente så fersk informasjon som mulig. Vi har foretrukket å bruke Microsoft og Amazon sine egne sider da vi regner disse sidene som pålitelige kilder når det er snakk om deres egne tjenester. Disse sidene blir også oppdatert jevnlig i forhold til vanlige artikler.

## 2.1 Oversikt over dokumentasjon

- Forstudierapport
- Designdokument
- Hovedrapport
- Sluttrapport
  
- Presentasjon
- Møteinnkallinger og -referat
- Timelister og ukesrapporter

## 3 Gjennomføring av prosjektet

I dette prosjektet satte vi oss mange mål i starten av prosjektet. Vi delte målene i tre forskjellige kategorier. Effektmål, resultatmål og prosessmål.

### 3.1 Effektmål

Effektmålene gikk på hva vi ville oppnå med prosjektet. Her satte vi oss tre mål. Det første målet gikk ut på å oppnå høyere kompetanse på de aktuelle skytjenestene og eventuelle forskjeller på disse. Vi har lært mye og føler at vi har oppnådd dette målet til det fulle.

Videre satte vi oss et mål om å løse oppgaven på en god, oversiktlig og forståelig måte. Vi har brukt mye tid på å gjøre dokumentene så ryddige og oversiktlige som mulig. I tillegg har vi vært nøye med språk og definisjonsliste, slik at det skal være enklere for leseren å forstå innholdet. Vi føler derfor at vi har lyktes på dette området også.

Det siste målet gikk ut på å danne et godt kunnskapsgrunnlag for NMBU på de forskjellige skytjenestene. Etter å ha lest hovedrapporten vil NMBU trolig sitte igjen med et godt overblikk og en grei forståelse angående skytjenester de ikke hadde mye kunnskap om fra før. Vi anser derfor også dette målet som oppnådd.

## **3.2 Resultatmål**

Videre satte vi også opp noen resultatmål for prosjektet. Dette gikk ut på at resultatet skulle tilfredsstillende alle interessentenes mål og forventninger angående dette prosjektet.

Innledningsvis var intensjonen å gå tilnærmet like mye inn på Google Cloud som på Microsoft og Amazon. På dette punktet gikk det ikke helt som planlagt, da vi tidlig så at å evaluere alle tre skytjenestene ville bli altfor tidkrevende. I tillegg kunne ikke Google tilby de viktigste tjenestene vi skulle fokusere på. Vi valgte derfor å fokusere og gå dypere inn på Microsoft og Amazon noe vi ser har styrket kvaliteten på sluttproduktet.

Det neste resultatmålet handlet om å gi leseren god forståelse av de ulike tjenestene vi hadde listet opp. Disse var VDI, Hybride løsninger mellom skytjenester og lokale servere, Chatbot og Escape-strategier. Her har vi med både tekst og bilder forklart bruken av de forskjellige tjenestene.

Når det gjelder pris, var målet vårt å kunne komme frem til om den ene leverandøren var rimeligere enn den andre, eller om det var andre faktorer som spilte såpass mye inn at det ble for snevert å sammenligne kun på pris. Vi erfarte raskt det sistnevnte, og at det var svært vanskelig å beregne priser uten å vite hva NMBU trengte i detalj.

Vi så også at det var stor variasjon i hvilke tjenester som er tilgjengelig fra hvilke datasentre, og at dette kan få stor betydning for hvilken leverandør NMBU må velge.

Under arbeidet har vi hele tiden vært opptatt av å finne de beste løsningene på enhver problemstilling. I dette markedet er det mange tjenester som overlapper hverandre med tanke på hvilke behov de dekker. Dette har også ført til at vi har måttet gå bredt ut for å finne informasjon og være sikker på at det vi har funnet er de idéelle løsningene.

Til slutt føler vi at vi tross NMBUs lite konkrete behov har kommet til en god konklusjon. På forhånd hadde vi sett for oss en noe mer konkret konklusjon der vi kunne favorisert den ene leverandøren foran den andre. Men med kunnskapen vi har tilegnet oss i løpet av prosjektet ser vi at dette ville vært lite hensiktsmessig da det er utrolig mange faktorer som spiller inn for hvilken leverandør man burde velge.

## **3.3 Prosessmål**

Vi satte oss mange prosessmål i forstudiet som gikk på hva vi ønsket å oppnå underveis i dette prosjektet. Vi hadde blant annet som mål å bygge intern kompetanse, noe vi føler har gått veldig bra. Som nevnt tidligere sitter alle medlemmer igjen med mye lærdom om skytjenester og de ulike leverandørene.

Neste mål var å oppnå effektivt samarbeid og kommunikasjon mellom gruppens medlemmer. I og med at vi har samarbeidet mye de siste to årene og kjenner

hverandre godt har dette vært helt problemfritt. Vi har brukt Google Drive, med Docs og Spreadsheet som samarbeidsverktøy under skriving av rapporter og annen dokumentasjon. For kommunikasjon mellom gruppens medlemmer har vi brukt Facebooks meldingstjeneste, Messenger, der vi har opprettet en gruppechat som har vært flittig i bruk.

Videre hadde vi som mål å etablere gode rutiner for planer, møteinnkallinger og møtereferater. Vi fikk raskt gode rutiner med fast tidspunkt hver dag. Denne rutinen har vi klart å holde ganske bra hele perioden med noen få unntak. Når vi ser tilbake på prosjektet er det én ting vi ville vært flinkere på, og det er å planlegge mer spesifikt. F.eks. kunne vi utarbeidet en detaljert plan for den neste uken, i slutten av hver uke. Samtidig har det at vi har jobbet med et ganske bredt syn, gjort at vi har fått med oss ting vi kanskje hadde oversett om vi ikke gjorde det på denne måten.

Vi har vært nøye på å føre møteinnkallinger og -referat og dette har vært gjort til hvert møte.

Vi hadde også satt oss et mål om å oppsummere hver uke med en kort avsnitt om hva som hadde blitt gjort. Her har vi hatt en tendens til å ligge litt bak skjema, men på grunn av de detaljerte timelistene våre fikk vi etterskrevet disse etter kort tid.

Et viktig mål vi hadde var å minimere fravær. Dette har gått bra, men produktiviteten har i perioder vært preget av sykdom. Vi har prøvd å jobbe individuelt hjemmefra når dette har skjedd, men dette har helt klart gått utover arbeidet, slik at vi har måttet ta igjen dette senere.

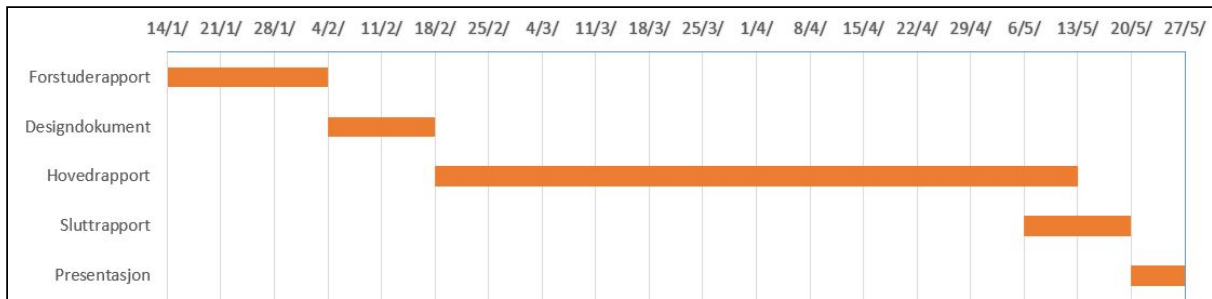
Under arbeidet har vi brukt smidige (agile) arbeidsmetoder, noe som har fungert svært bra for vår del. Arbeidsfordelingen på gruppen har fungert svært bra. Vi har fulgt de avtaler og vurderinger vi gjorde i forstudiet, og det har heller ikke oppstått misnøye eller uenigheter underveis.

### **3.4 Andre utfordringer**

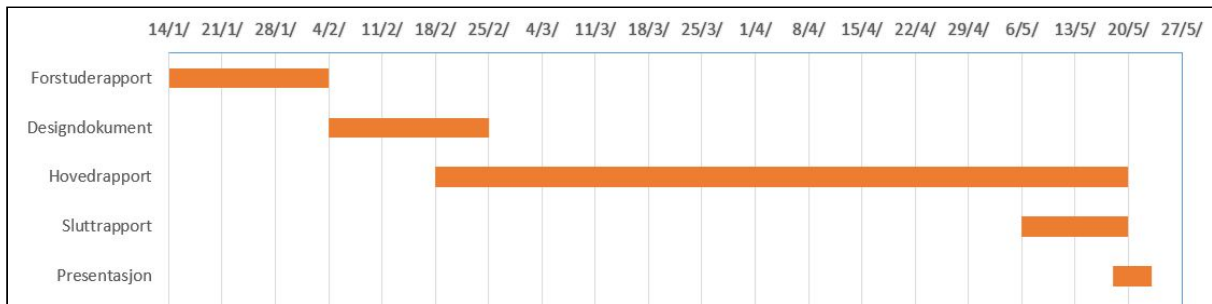
De største utfordringene vi har hatt iløpet av dette prosjektet har vært knyttet til tilgang til de ulike skytjenestene, da vi ikke har hatt anledning til å legge ut økonomisk for dette. Vi fikk tidlig tilgang på studentbrukere i både AWS og Azure, men disse hadde ikke nok rettigheter til å kunne sette opp VDI-løsninger eller chatbot. Videre fikk vi etter hvert andre brukere med større rettigheter etter dialog med veileder. Dette stjal mye tid av prosjektet, men ga oss også mye verdifull erfaring med de ulike portalene/konsollene.

I tillegg til dette har vi under våre forsøk ikke kunnet opprette WVD Preview uten feilmelding vedrørende joining av domenet. I tillegg ble WVD Preview sluppet tre måneder ut i prosjektet, noe som har gitt oss lite tid til feilsøking og videre testing. Vi besluttet derfor å stort sett bruke eksterne kilder i kap. 2.1 i hovedrapporten.

### 3.5 Tidsaspektet



Gantt-diagram av 14.01.19. Viser estimert tidsbruk.



Gantt-diagram av 20.05.19. Viser reell tidsbruk.

I forstudierapporten utarbeidet vi et Gantt-diagram for å vise estimert tidsbruk i løpet av prosjektet, og hvordan vi har fordelt tiden på de forskjellige hovedaktivitetene. I figurene over kan man sammenligne den estimerte tidsbruken med den reelle tidsbruken. Man kan se at vi stort sett har overholdt tidsplanen, men at det ved noen aktiviteter har tatt noe lengre tid enn planlagt. I disse tilfellene har vi jobbet ekstra hardt for å ferdigstille disse, parallelt med arbeid av neste planlagte aktivitet.

## 4 Videre arbeid

Det blir opp til oppgavestiller å se på muligheten for videre arbeid og om de velger å bruke noen av løsningene vi har drøftet over. NMBU må vurdere løsningene opp mot sine eksisterende systemer og etterspørsel. Denne bacheloroppgaven inneholder informasjon om de forskjellige skytjenestene og deres leverandører, og kan være til nytte når det skal tas en beslutning på om man velger å flytte datatjenester ut i skyen samt hvilken skyleverandør man eventuelt ønsker å benytte seg av.

Det er viktig å påpeke at utviklingen innen dette området går enormt fort. Denne rapporten er utarbeidet våren 2019, og det må derfor tas høyde for om oppgaven fortsatt er relevant om man skulle velge å basere seg på denne oppgaven i fremtiden.

## **4.1 Nye spørsmål**

Underveis i prosjektet har det dukket opp en del nye problemstillinger og spørsmål. Blant annet har vi vært vitne til et marked i sterk vekst, hvor det hele tiden lanseres nye tjenester og bygges nye datasentre. Vi ser også at både Microsoft og Amazon vil etablere seg her i Norge i løpet av overskuelig fremtid. Spørsmålet blir om norsk IT-industri slenger seg på skybølgen, eller om bedrifter fortsatt sverger til lokale løsninger. I tillegg blir det spennende å se om de som eventuelt velger å gjøre dette vil få en stor kostnadsbesparelse og vinner konkurransefortrinn pga. dette.

Vi har også spurt oss selv hvorfor ikke flere norske bedrifter allerede er i skyen. Vi har dog skjønnet at dette både handler om nylige store investeringer i on-premise-løsninger, og at det generelt ligger en del skepsis i bransjen knyttet til sikkerhet og pålitelighet i skyen. Veilederen vår har også et godt poeng når det gjelder dynamiske “pay-as-you-go” prismetodeller, og at dette lett blir et usikkerhetsmoment når det gjelder bedriftsøkonomi.

Det blir også spennende å se hvordan Amazon vil svare på den nye “multi-session”-løsningen i Windows 10, og om denne vil bli tilgjengelig for Amazon og andre aktører etter hvert, eller om man kun vil kunne benytte seg av denne løsningen gjennom Azure, slik det allerede er antydnet.

