

April 2025

J.J Ugland AS

Flomanalyse

Framtidig flom og stormflo NYMO, Vikkilen

Flomanalyse

Prosjekt nr.

A288939

Dokument nr..

Versjon

1.0

Dato

12.04.2025

Beskrivelse

Flomanalyse

Utarbeidet

VIHV

Kontrollert

GUBE

Godkjent

HEGD

Innhold

1	Innledning.....	4
2	Feltbeskrivelse	5
3	Krav til dimensjonerende flom og stormflo	6
3.1	Klimafaktor	6
4	Flomberegning	7
4.1	RFFA-NIFS og RFFA-2018.....	7
4.2	Rasjonell metode.....	8
4.3	Valg av flomstørrelse.....	8
5	Hydraulisk modellering.....	10
5.1	Modellverktøy.....	10
5.2	Flomsone	11
5.3	Sikkerhet mot erosjon.....	13
5.4	Sensitivitetsanalyse	14
5.5	Vurdering av eksisterende kulvert under Båtstøveien.....	15
6	Oppsummering	16
7	Referanser	17

1 Innledning

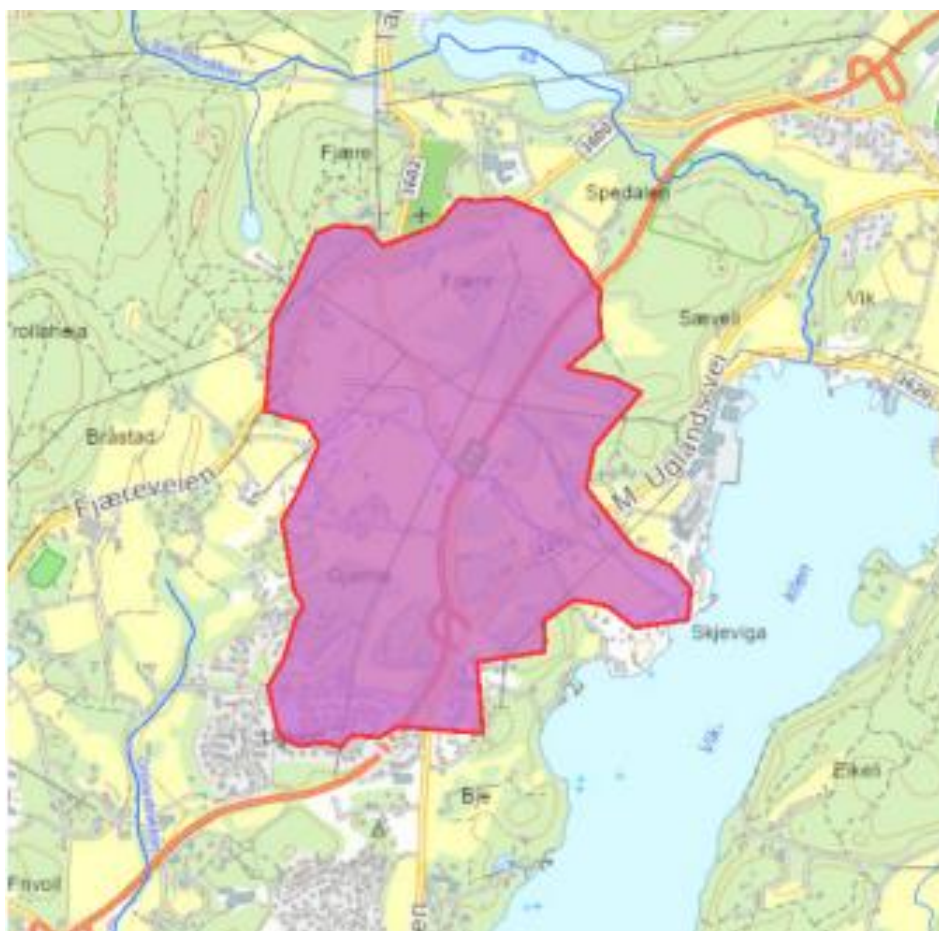
Det er utført flomberegninger og hydrauliske analyser for å finne dimensjonerende flomvannstand ved en 200- og 1000-årsflom i bekken som renner sør på planområdet, samt en 200- og 1000 års stormflo i forbindelse med utbygging av NYMO. Hensikten er å sikre at ny bebyggelse skal stå flomsikkert i henhold til TEK 17. Figur 1 viser planområdet som skal utbygges.



Figur 1. Plangrense markert i rødt.

2 Feltbeskrivelse

Nedbørfeltet er generert av NVE-verktøyet NEVINA ved utløpet til Vikkilen, markert i Figur 2. Nedbørfeltets størrelse er på 1,3 km². Området er ikke befart, og alle vurderinger er basert på kartanalyser. Nedbørfeltet består hovedsakelig av dyrket mark (47 %) og skog (38%). Nedbørfeltet har en høydeforskjell på 79 meter (80-1 moh.) og en feltlengde på 1,5 km. Normalavrenning fra 1991-2020 er på 29,6 l/s/km².



Figur 2. Nedbørfelt til bekken.

3 Krav til dimensjonerende flom og stormflo

Krav til dimensjonerende flom er gitt av TEK 17 § 7-2. Byggverk i flomutsatt område skal sikres etter kriterier i Tabell 1.

Sikkerhetsklasse for flom	Konsekvens	Største nominelle årlige sannsynlighet
F1	Liten	1/20
F2	Middels	1/200
F3	Stor	1/1000

Tabell 1. Sikkerhetsklasser for byggverk i flomutsatt område.

Ny bebyggelse ligger i sikkerhetsklasse F2 og skal dermed dimensjoneres for en 200-årsflom og en 200-års stormflo. Sikkerhetsklasse F2 omfatter de fleste byggverk beregnet for personopphold. Eksempel på byggverk i denne sikkerhetsklassen er bolighus, hytter, kontorer, skoler, industribygg og barnehager. Det kan tillates større økonomiske konsekvenser, men kritiske samfunnsfunksjoner skal ikke påvirkes. Byggverk skal plasseres, dimensjoneres eller sikres mot flom og stormflo. Dette kan gjøres ved å plassere byggverket utenfor flomutsatt område, dimensjonere og konstruere bygget slik at det tåler belastningene og skadene fra flom, eller sikre bygget mot oversvømmelse ved sikringstiltak i området (TEK17).

Risiko og sårbarhetsanalyse (Grimstad brann og redning, 2020) viser til at kommunen vurderer at NYMO har et forsterket industrivern, grunnet oppbevaring og håndtering av farlige stoffer. Det vil derfor også gjøres en vurdering av flomnivå for sikkerhetsklasse F3, dvs. en 1000-årsflom og 1000-års stormflo. Nye bygg og konstruksjoner skal sikres mot et 200-års gjentaksintervall, men farlige stoffer som utgjør en forurensningsfare ved oversvømmelse skal oppbevares trygt for et 1000-års gjentaksintervall for flom og stormflo.

3.1 Klimafaktor

Etter anbefalinger fra norsk klimaservicesenter skal den dimensjonerende vannføringen ta høyde både for klimaendringer og usikkerhet i beregningen. For klimaprofilen til Agder anbefales en klimafaktor på minst 20% for vannføring på mindre vassdrag som reagerer raskt på kraftig regn, og det er dermed valgt en klimafaktor på 30% for vannføring. Det anbefales en klimafaktor på 40% for nedbør.

Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB) har tidligere gitt kommunevis tall for sikkerhetsklasser med klimapåslag basert på vannstand og stormflo. Etter oppdatering av havnivåveilederen sommeren 2024 (DSB 2024) vil nye tall for havnivåstigning være dynamiske og endres på kartverket sine nettsider (sehaven.no) ettersom ny kunnskap kommer til. For Vikkilen ved NYMO er det pr 30.03.25 oppgitt 105 cm over normalnull (NN2000) som 200-års høyvann (stormflo), og 115 cm over normalnull som 1000-års høyvann.

Som føre-var-scenario sier veilederen (DSB 2024) at det bør brukes scenario SSP 3-7.0 sammen med 83-prosentilen som sannsynlig utfall av havnivåstigning. Hovedanbefalingen er å bruke havnivåstigningstall for år 2100. For Grimstad kommune er dette 74 cm relativt til referanseperioden 1995-2014. Det gir dermed en framtidig 200-års stormflo på 180 cm over normalnull og en 1000-års stormflo på 190 cm over normalnull.

4 Flomberegning

Ettersom nedbørfeltet er svært lite, og det ikke fins noen sammenlignbare vannføringsstasjoner i nærheten er RFFA-NIFS, RFFA-2018 og Rasjonell metode benyttet for å beregne flommen i vassdraget.

Følgende metoder er benyttet:

- RFFA-NIFS
- RFFA-2018
- Rasjonell metode

4.1 RFFA-NIFS og RFFA-2018

RFFA-NIFS er en metode som beregner kulminasjonsflom basert på normalavrenning, sjøprosent og feltstørrelse som inngangsparametere. Formelverket har et gyldighetsintervall for nedbørfelter med størrelse 0,2-53 km², men usikkerheten kan være større i yttergrensene av gyldighetsintervallene. Formelverket kan estimere en flom opp til og med et 200-års gjentakintervall. For høyere flommer brukes RFFA-2018. RFFA-2018 baseres på samme metode, men beregner døgnmiddelflommen istedenfor kulminasjonsflommen. Derfor brukes middelflommen fra RFFA-NIFS kombinert med vekstkurven fra RFFA-2018 for å beregne 1000-årsflom. For å beregne flom med RFFA-NIFS og RFFA-2018 brukes NVE-verktøyet NEVINA. Resultatene er vist i Tabell 2.

Tabell 2. Resultater fra RFFA-NIFS og RFFA-2018

Metode	RFFA-NIFS	RFFA-NIFS	RFFA-2018
Gjentaksintervall	Q _M	Q200	Q1000
Vekstkurve (flomfrekvensfaktor)(Q _T /Q _M)	1	2,75	2,86
Flomverdi (m ³ /s)	1	2,6	2,9
Usikkerhet (97,5%) (m ³ /s)	1,7	5,3	5,8
Usikkerhet 2,5%) (m ³ /s)	0,5	1,3	1,4

Metoden viser et spenn i verdier for de ulike gjentakintervallene. Beregnet 200-årsflom varierer mellom 1,3 og 5,3 m³/s med medianestimat på 2,6 m³/s (2000 l/s*km²). 1000-årsflom varierer mellom 1,4 og 5,8 m³/s med medianestimat på 2,9 m³/s (2230 l/s*km²). Medianestimatet for middelflommen er på 1 m³/s (770 l/s*km²).

Med klimafaktor 1,3 gir dette et estimat på 3,4 for 200-årsflom og 3,8 m³/s for 1000-årsflom.

4.2 Rasjonell metode

Den rasjonelle metoden består av en ligning som beregner flomvannføring som en direkte funksjon av avrenningsfaktor og regnintensitet. Dette gir et enkelt overslag av avrenningen, da det er usikkerhet knyttet til faktorene som brukes i formelen.

$$Q_{dim} = C * I * A$$

C – avrenningsfaktor (med korreksjonsfaktor for høy returperiode)

I – dimensjonerende nedbørintensitet fra IVF-kurve

A – feltareal

For dimensjonerende nedbør er det brukt stasjonen Grimstad-Hia (SN38130). Stasjonen er den som ligger nærmest planområdet, og vurderes som den mest representative stasjonen til feltet. Det er noen usikkerheter knyttet til beregningene. Det fins ikke en IVF kurve for et 1000-års regn, og intensiteten for et 1000-årsregn er funnet ved ekstrapolasjon av dataene som fins, som er opp til et 200-års regn. Dimensjonerende nedbørintensitet bestemmes av et gitt gjentakintervall og feltets konsentrasjonstid. For valg av avrenningsfaktor og korreksjonsfaktor til denne, er det valgt å følge V240 vannhåndtering fra Statens vegvesen (SVV, 2022).

Resultater fra rasjonell metode og benyttede parametere er vist i Tabell 3. Metoden gir en 200-års flom på 5,5 m³/s og en 1000-årsflom på 8,2 m³/s.

Tabell 3. Benyttede parametere og resultater av rasjonell metode.

Parametere	Verdi
Avrenningsfaktor	0,4
Korreksjonsfaktor 100-årsregn	1,25
Korreksjonsfaktor 1000-årsregn	1,3
Nedbørvarighet (min)	120
Nedbørintensitet (l/s*ha)	84,6
Areal (km²)	1,3
Klimafaktor	1,4
200-årsflom (100-årsregn med klimafaktor) (m³/s)	5,5
1000-årsflom (1000-årsregn med klimafaktor) (m³/s)	8,2

4.3 Valg av flomstørrelse

Erfaringstall tilsier at kulminasjonsverdiene for en 200-års flom for små felt varierer fra 700 til 4000-5000 l/s*km² (NVE, 2022). Verdien fra RFFA-NIFS for 200-årsflom ligger på 2000 l/s*km², mens rasjonell metode gir 3000 l/s*km.

Erfaringstall tilsier at døgnmiddelverdi 1000-årsflom for små felt på kysten i Sør- og Vestlandet ofte ligger i underkant av 2000 l/s*km² (NVE, 2022). Det ligger en stor usikkerhet i estimatet av et 1000-års flommen, og rasjonell metode egner seg ikke til beregning av så store flommer. RFFA-2018 gir en spesifikk flomstørrelse på 2230 l/s*km², mens rasjonell metode gir 4500 l/s*km². Dette er kulminasjonsverdier og er derfor forventet å være over erfaringstallene som baserer seg på døgndata.

Metode	Q200 med klimafaktor (m ³ /s)	Q1000 med klimafaktor (m ³ /s)
RFFA-NIFS og RFFA-2018	3,4	3,8
Rasjonell metode	5,5	8,2

Det er videre valgt å bruke verdier fra RFFA-NIFS og RFFA-2018. Det vurderes at rasjonell metode overestimerer flommene, og det ligger en stor usikkerhet i estimering av parametere som er brukt.

200-årsflommen er på 3,4 m³/s og 1000-årsflommen på 3,8 m³/s.

5 Hydraulisk modellering

5.1 Modellverktøy

Det er benyttet det hydrauliske dataprogrammet HecRas 6.6 for beregning av vannstander langs bekken. Det er benyttet en todimensjonal metodikk for beregningen.

Det er definert ett innløp og ett utløp i modellen. Ved vurdering av flom er det ved oppstrøms grensebetingelse til modellen benyttet en vannføring for 200-årsflom og 1000-årsflom (med sikkerhetsfaktor, se kapittel 5.4). Nedstrøms grensebetingelse er satt til 1-års stormflo, etter anbefalinger fra NVE (NVE, 2022). 1-års stormflo er på 1,38 moh. Verdien inkluderer dagens årlige stormflo på 64 cm og framskrivninger av havnivå for år 2100 på 74 cm. For vurdering av stormflo er oppstrøms grensebetingelse satt til en normalvannføring inkludert klima- og sikkerhetsfaktor, mens nedstrøms grensebetingelse er satt til 200- og 1000-års stormflo. Verdiene er funnet ved samme metode som for 1-års stormflo, og er på 1,8 moh. for 200-års stormflo og 1,9 moh. for 1000-års stormflo.

Den hydrauliske modellen baserer seg på et rutenett, der det gjøres beregninger i hver enkelt rute. Rutestørrelsen er satt til 1*1 meter langs senterlinjen av elveløpet. Terrengmodellen er etablert ved bruk av terrengdata fra Høydedata. Terrengmodellens oppløsning er på 0.25*0.25m med høydereferanse NN2000. Figur 3 viser et oversiktsbilde over modelleringsområdet i rutenett med reguleringsgrensen vist i rødt.

Krysningen under Båttstøveien og selve veien skal legges om, men modelleringen er gjort etter dagens terrenggrunnlag. Det er lagt inn eksisterende rør på 1000 mm under veien, etter antatt plassering.



Figur 3. Modelleringsområdet sammen med plankartet.

5.2 Flomsone

Dimensjonerende flomvannstand for 200-årsflom i bekken og 200-års stormflo er vist i Figur 4. Oppstrøms kulverten og et par meter nedstrøms kulverten er det flomvannstanden for en 200-årsflom som er dimensjonerende, mens lengre nedstrøms er det 200-års stormflo som er dimensjonerende. Dimensjonerende vannstand ligger på kote 4,9 ved grensen til planområdet, og er på 1,8 moh ved utløpet til havet, som er nivået på 200-års stormflo i 2100. Kotene som er tegnet inn på kartet viser vannstanden i meter over havet, mens fargekodene viser dybder i elva. Analysen viser at maksimal dybde i bekken er på 2 meter, men stort sett under 1 meter innenfor planområde, med unntak av utløpet til sjøen.

Den røde grensen viser planområdet, mens den oransje grensen viser området som skal sprenges ned til ca. kote 2,5 moh. Veien vil bli lagt om til å gå langs den oransje linjen nordover. Terrenget

mellom bekken og sprengningsområde bør beholdes på dagens høyde for å skape en barriere mot det lavere liggende område under en 200-årsflom.



Figur 4. Flomsone ved 200-års gjentaksintervall

Dimensjonerende flomvannstand for 1000-årsflom i bekken og 1000-års stormflo er vist i Figur 5. Oppstrøms kulverten og et par meter nedstrøms kulverten er det flomvannstanden for en 1000-årsflom som er dimensjonerende, mens lengre nedstrøms er det 1000-års stormflo som er dimensjonerende. Dimensjonerende vannstand ligger på kote 5,2 ved grensen til planområdet, og er på 1,9 moh ved utløpet til havet, som er nivået på 1000-års stormflo i 2100. Analysen viser at maksimal dybde i bekken er på 2 meter, men stort sett under 1 meter innenfor planområde, med unntak av utløpet til sjøen.

Ved et tilfelle med 1000-årsflom eller 1000-års stormflo vil vannet ligge tett inntil sprengningsgrensen i område ved kulverten, men med små vanddybder.



Figur 5. Flomsone ved 1000-gjentaksintervall

5.3 Sikkerhet mot erosjon

I henhold til TEK 17 skal bygget plasseres eller sikres slik at det ikke oppstår skade ved erosjon. Det er vurdert at det ikke er fare for erosjon, basert på bilder fra området og geotekniske vurderinger som viser at det er berg i grunnen. For mer informasjon om geotekniske vurderinger vises det til geoteknisk rapport «Utredning av områdeskredfare» fra GrunnTeknikk AS (GrunnTeknikk AS, 2025).

5.4 Sensitivitetsanalyse

Det er utført en sensitivitetsanalyse i henhold til NVEs veileder: Sikkerhet mot flom (NVE, 2022). Det er undersøkt to hendelser, en der vannføringen er økt med 20%, og en der ruheten (Manning's n) er økt med 20%. Dette fører til en økning i vannstand på henholdsvis ca. 10 og 5 cm.

Den hydrauliske modellen settes i klasse D. Modellen er ikke tilpasset mot en målt vannlinje eller målt vannføring, men endringer i vannstanden etter følsomhetsanalyse er under 30 cm. Flomberegningen settes til klasse 4, med begrenset hydrologisk grunnlag. Verdien av flomhendelsene er usikre, og det er stort avvik mellom metodene som er brukt.

Tabell 10-1 Klassifisering av hydraulisk modell.

Klasse	Klassifiseringskriterier
A	Modellen er kalibrert for en vannføring tilsvarende en 20-årsflom eller større, og avviket mellom de beregnede og observerte vannstandene er i hovedsak mindre enn 10 cm.
B	Modellen er kalibrert for en vannføring tilsvarende en 20-årsflom eller større, og avviket mellom de beregnede og observerte vannstandene er i hovedsak mellom 10 og 30 cm.
C	Modellen er kalibrert for en vannføring som er mindre enn en 20-årsflom, og avviket mellom de beregnede og observerte vannstandene er i hovedsak inntil 30 cm.
D	Modellen er tilpasset mot en målt vannlinje, og følsomhetsanalysen viser at endringer i vannstanden er tilnærmet 30 cm eller lavere.
E	Følsomhetsanalysen viser at endringer i vannstanden er større enn 30 cm. Eventuelt er modellen ikke tilpasset mot en målt vannlinje.

Figur 6. Klassifisering av hydraulisk modell (NVE, 2023)

Tabell 10-2 Klassifisering av flomberegningen.

Klasse	Klassifiseringskriterier
1	Godt hydrologisk datagrunnlag, med observasjoner i vassdraget.
2	Brukbart hydrologisk datagrunnlag, med observasjoner i eller nært vassdraget.
3	Brukbart hydrologisk datagrunnlag, men store gradienter i spesifikke flomstørrelser i området.
4	Begrenset hydrologisk datagrunnlag.
5	Begrenset hydrologisk datagrunnlag og store gradienter i spesifikke flomstørrelser i området.

Figur 7. Klassifisering av flomberegningen (NVE, 2023)

Prosentvis påslag på vannføringen

Klassifisering av hydraulisk modell, tabell 10-1	Klasse E	40 %	45 %	50 %	60 %
	Klasse D	20 %	30 %	40 %	50 %
	Klasse C	15 %	20 %	30 %	40 %
	Klasse B	10 %	15 %	20 %	30 %
	Klasse A	5 %	10 %	15 %	25 %
		Klasse 1	Klasse 2	Klasse 3	Klasse 4 og 5

Klassifisering av flomberegning, tabell 10-2

Figur 8. Sikkerhetspåslag på vannføring (NVE, 2023)

Ved bruk at klasse 4 for flomberegninger kombinert med klasse D for den hydrauliske modellen gir dette et sikkerhetspåslag på 50% på vannføringen, gitt av Figur 8.

Med et 50% sikkerhetspåslag gir dette en vannføring på 5,1 m³/s for 200-årsflom og 5,7 m³/s for en 1000-årsflom. Flomsonene som er vist i rapporten er inkludert dette sikkerhetspåslaget.

5.5 Vurdering av eksisterende kulvert under Båtstøveien

Dagens kulvert under Båtstøveien er på 1000 mm. Ifølge analysene gjort i Hec-Ras tilsvarer dette en kapasitet på rundt 1,2 m³/s, som tilsvarer en 5-årsflom uten klimafaktor og sikkerhetsfaktor. Dersom røret økes til 1200 mm vil dette tilsvare kapasiteten til en 10-årsflom (1,4 m³/s) uten klimafaktor og sikkerhetsfaktor. Ved dagens situasjon vil vannet som kulverten ikke har kapasitet til, begynne å renne i sør-vestlig retning før det renner over veien, som vist i Figur 5.

6 Oppsummering

Det er beregnet vannstander for en 200-årsflom og en 1000-årsflom med klimafaktor 1,3 og sikkerhetsfaktor 1,5 for bekken som renner i ytterkanten av planområdet. Beregnet vannmengde med klimapåslag på 30 % er på 3,4 m³/s for 200-årsflom og 3,8 m³/s for 1000-årsflom. Det er usikkerheter knyttet til flomberegningene, og det er derfor utført en sensitivitetsanalyse, der kvaliteten på flomberegningen og den hydrauliske modellen medfører en ekstra sikkerhetsfaktor på 1,5. Dette gir en dimensjonerende vannmengde på henholdsvis 5,1 m³/s og 5,7 m³/s for 200- og 1000-årsflom.

Det er også beregnet vannstander ved en 200- og 1000-års stormflo med klimaframskrivninger, på henholdsvis 1,8 og 1,9 moh. Den hydrauliske analysen viser at det er flom i bekken som er dimensjonerende fram til et par meter nedstrøms kulverten under Båtstøveien, mens det lengre nedstrøms er havnivå som er dimensjonerende.

Det vurderes at nye bygg som settes opp innenfor sprengningssonen vil ligge flomsikkert for en 200-års gjentaksintervall for flom og stormflo i henhold til krav fra TEK 17, gitt at det beholdes et par meter med høybrekk i terrenget mellom bekken og området som skal sprenges ned. Det vurderes også området ligger flomsikkert for et 1000-års gjentaksintervall.

Oppsummerende forslag til konsekvensreducerende tiltak:

- Flomsone for 200-årsflom må tas hensyn til ved inngrep i terrenget. Det må sikres at terrenget 1-2 meter utenfor flomsone beholdes på minimum dagens høyde for å fungere som en slags flomvoll som beskytter laveliggende områder og bygg mot flom og stormflo, i henhold til TEK17.

7 Referanser

Direktoratet for byggkvalitet - byggeteknisk forskrift (TEK17). (2017).

Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB). (2024). *Havnivåstigning og høye vannstander i samfunnsplanlegging.*

GrunnTeknikk AS. (2025). *Grimstad. Nymo industriområde. Utredning av områdeskredfare.*

Kartverket. (2024). *Kartverket.no.*

NVE. (2022). *Slikkerhet mot flom.*

NVE. (2022). *Veileder for flomberegninger.*

SVV. (2022). *V240 Vannhåndtering.*