Ahus Sykehus HF

Ahus sykehus

Flomvurdering

Oppdragsnr./ Norconsult.: 52304406 / Nordic.: 1020350-05 Dokumentnr.: HYD-RAP01 Revisjon: C01 Dato: 2026-04-24



Norconsult

Norconsult

Oppdragsgiver:	Ahus Sykehus HF
Rådgiver:	Norconsult Norge AS, Sandvika
Oppdragsleder:	Guro Bredland
Oppdragsansvarlig	Nordic v/Truels Wissneth
Utførende:	Odin Midbrød Sanner
Fagansvarlig fagområde IV:	James Lancaster
Fagansvarlig fagområde V:	James Lancaster
Fylke:	Akershus
Kommune:	Lørenskog
Høydesystem:	NN2000

Revisjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent
C01	24.04.2026	For gjennomgang hos oppdragsgiver	Odin Midbrød Sanner	James Lancaster	Guro Bredland

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

Sammendrag

Norconsult er engasjert av Akershus sykehus, Ahus, for å vurdere flomfaren ved sykehuset i Lørenskog kommune. Bakgrunnen for flomvurderingen er at Ahus ligger nært Vittenbergbekken, og kan være utsatt for flom. Denne rapporten vurderer flomfaren for Ahus i henhold til kravene i byggeteknisk forskrift TEK17.

Det er gjennomført flomberegninger for Vittenbergbekken. Det er gjort flomberegninger på 1000-årsflom med 40 % klimapåslag og PMF for Vittenbergbekken, de beregnet til hhv. 4,3 m³/s og 9,2 m³/s. Det er lagt til grunn at bygninger innenfor planområdet skal plasseres, dimensjoneres eller sikres i henhold til dette gjentaksintervallet.

Videre er det utarbeidet en vannlinjemodell som fastsetter flomvannstanden ved beregnet flomvannføring. Modellen danner grunnlaget for å fastsette sikker byggehøyde i planområdet langs Vittenbergbekken. Beregningene viser at planområdet ligger ca. 4-8 m høyere enn beregnet flomvannstand ved 1000-årsflom inkludert 40 % klimapåslag og ca. 4-7 m høyere enn beregnet flomvannstand ved Påregnelig maksimal flom, PMF, i Vittenbergbekken. Lokal overflateavrenning på selve planområdet og områdene rundt er ikke vurdert her (det vises til VAO rammeplan som følger plansaken).

Det er utført følsomhetsanalyse og fastsatt et vertikalt sikkerhetspåslag på den beregnet vannlinjen. Størrelsen på sikkerhetspåslag avhenger av kvaliteten på det hydrologiske grunnlaget og hvor bra kalibreringsdataen er, det er vurdert at det bør ilegges et sikkerhetspåslag på vannføringen på 50 % for å ta hensyn til usikkerheten i modellen. Med 50 % sikkerhetspåslag på Q_{dim} og PMF øker vannstanden med opptil hhv. 1,4 og 2,0 meter. Det er i tillegg utført følsomhetsanalyse for å vurdere konsekvensen ved tilstoppet kulverter i en flomsituasjon, følsomhetsanalysen er gjort på 100 % tilstopping av de mindre kulvertene og 50 % tilstopping av bokskulvertene. Denne følsomhetsanalysen gir en vannstandsstigning på opptil 2,7 meter fra oppstrøms RV159, det gir en vannstand langs planområde på ca. 162,6 moh. Planområde ligger høyere enn beregnet vannlinje med 50 % sikkerhetspåslag og vannlinje med beregnet tilstopping, og planområdet vil ikke bli berørt så lenge terrenget ikke endres.

Anbefalte sikker byggehøyde ved PMF er på 162,6 moh.

Vurderingene i denne rapporten tilsier at planområdet er plassert på en flomsikker høyde i henhold til kravene i TEK17. Tiltakene vil heller ikke medføre økt flomrisiko i vassdraget.

Innhold

1 Introduksjon og beskrivelse av oppdrag 4
1.1 Beskrivelse av oppdraget 4
1.2 Dimensjoneringskriterier og høydesystem 5
1.3 Vurdering av aktsomhetsområdet 5
2 Flomberegning og hydrologisk grunnlag 6
2.1 Vurdering av nedbørfelt 6
2.2 Beregning av flomstørrelse i Vittenbergbekken 7
2.2.1 Flomfrekvensanalyse 7
2.2.2 NVEs formelverk for små nedbørfelt 7
2.2.3 Norconsults regionale formelverk 8
2.2.4 Regional flomfrekvensanalyse (RFFA-2018) 8
2.2.5 Den rasjonelle metode 8
2.2.6 PQRUT 9
2.2.7 Kulminasjonsverdi og Norconsults erfaringstall 9
2.3 Beregning av Påregnelig maksimal flom (PMF) 11
2.4 Valg av klimapåslag 13
2.5 Flomvannføring Bårlibekken 14
3 Hydraulisk vannlinjemodell 15
3.1 Beskrivelse av beregningsmodell 15
3.2 Grensebetingelser og friksjonsforhold i vannlinjemodell 16
3.3 Kalibrering av modellen 16
3.4 Datakvalitet i modellen 16
3.5 Infrastruktur og andre forhold i modellen 17
4 Resultater 18
4.1 Dimensjonerende flomnivå 18
4.2 Fastsettelse av sikker byggehøyde 20
4.3 Overordnet vurdering av erosjonsfare 20
5 Referanser 22
6 Vedlegg 22

1 Introduksjon og beskrivelse av oppdrag

1.1 Beskrivelse av oppdraget

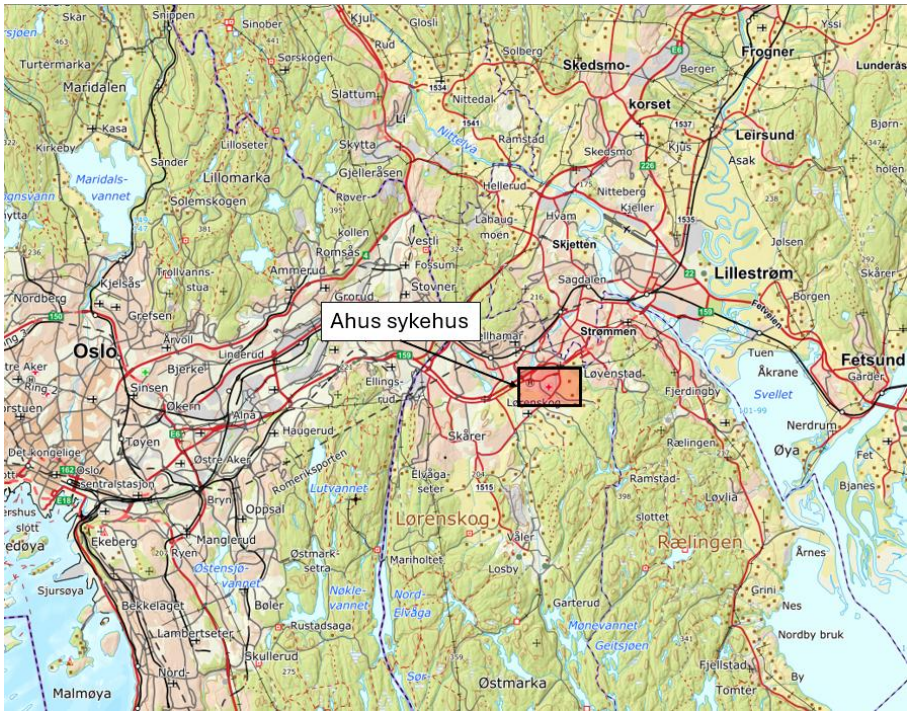
Norconsult er engasjert av Ahus for å vurdere flomfaren ved sykehuset i Lørenskog kommune. Bakgrunnen for denne flomvurderingen er at Ahus ligger nært Vittenbergbekken, og kan være utsatt ved flom.

Denne rapporten avklarer flomfare for den aktuelle eiendommen i forhold til krav gitt i byggeteknisk forskrift TEK 17 og Norges vassdrags- og energidirektorats Veileder «Sikkerhet mot flom» (NVE, 2022), og fastsetter sikker byggehøyde for planområdet. Arbeidet består av flomberegninger og vannlinjeberegninger for Vittenbergbekken. Flomverdier er faglig vurdert ut fra ulike hydrologiske metoder og erfaringstall, mens vannlinjemodellen for Vittenbergbekken gir vannstander og vannhastighet i en flomsituasjon. Metodikken for flomberegninger er nærmere beskrevet i kap. 2.2. Flomvurderingen avklarer om Ahus ligger flomsikkert og om planlagte tiltak påvirker flomforholdene i vassdraget.

Informasjon om aktuell eiendom er sammenfattet i Tabell 1, mens den er markert på kart i Figur 1 og Figur 2.

Tabell 1 Informasjon om vurdert eiendom.

Type	Informasjon
Gårdsnummer	113
Bruksnummer	1
Kommune	Lørenskog
Fylke	Akershus



Figur 1 Oversiktskart med markering av Ahus sykehus.

1.2 Dimensjoneringskriterier og høydesystem

Planlagte bygninger i tiltaksområdet vil ha midlertidig personopphold, og omfattes av sikkerhetsklasse F3 i TEK17. Det betyr at bygningene enten skal plasseres, sikres eller dimensjoneres mot en flomhendelse som har returperiode på 1000 år. Påregnelig maksimal flom (PMF) vurderes også for sykehuset. Dette er den største flomstørrelsen som kan opptre, og skal representere en kombinasjon av de mest ugunstige meteorologiske og hydrologiske forholdene man kan ha. Ifølge TEK § 7-2 første ledd «Byggverk som er avgjørende for nasjonal eller regional beredskap og krisehåndtering skal ikke plasseres i flomutsatt område, dersom konsekvensen av flom vil føre til at beredskapen svekkes». Dette kravet kan oppfylles ved å plassere byggverket utenfor området som blir oversvømt ved påregnelig maksimal flom eller ved sikringstiltak mot flom som innebærer at beredskapen ikke svekkes.

Det er også et krav at tiltak ikke skal påføre økt flomrisiko for andre eiendommer eller infrastruktur langs vassdraget.

Dimensjoneringskriterier for vurdert bygg er listet opp under. Dimensjoneringskriterier for vurdert bygg:

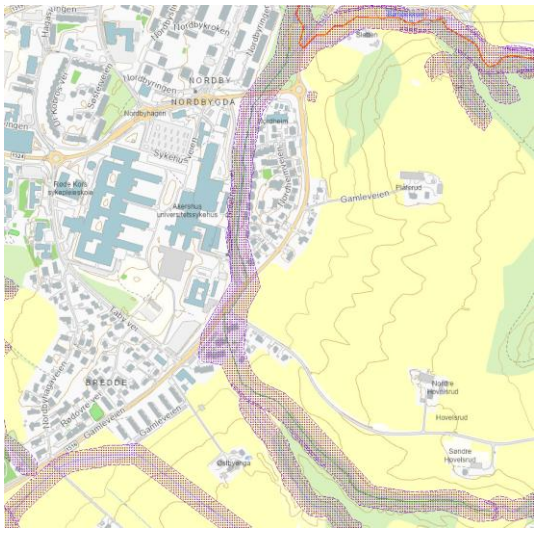
- Sikkerhetsklasse for flom: F3 / avgjørende for beredskap
- Dimensjonerende gjentaksintervall: 1000 år og Påregnelig maksimal flom (PMF)
- Klimapåslag: 40 % økt vannføring på Q_{1000}, se kap. 2.4.

Alle høyder i denne rapporten følger høydesystem NN2000 så lenge annet ikke er spesifisert.

1.3 Vurdering av aktsomhetsområdet

NVEs aktsomhetssone for flom for Vittenbergbekken er vist i Figur 2. Kartet tilsier at store deler av planområdet ligger utenfor aktsomhetssonen, men at randsonene mot Vittenbergbekken kan være flomutsatt. Fordi kartet er usikkert, gjennomføres en mer detaljert vurdering.

NVEs aktsomhetskart for flom viser hvilke arealer som er potensielt flomutsatt på et oversiktsnivå. Kartet er basert på en landsdekkende høydemodell med 10x10 meter oppløsning. Detaljeringsgraden til kartet er grov, og det fungerer best i tidligfase for å vurdere hvilke områder som kan bli berørt av flom. Fordi metodikken er forenklet bør ikke kartet brukes ukritisk for å vurdere flomfare. Erfaring tilsier at kartet ofte, men ikke alltid, markerer et større område enn hva som reelt er flomutsatt.



Figur 2 Kart som markerer NVEs aktsomhetssone for flom.

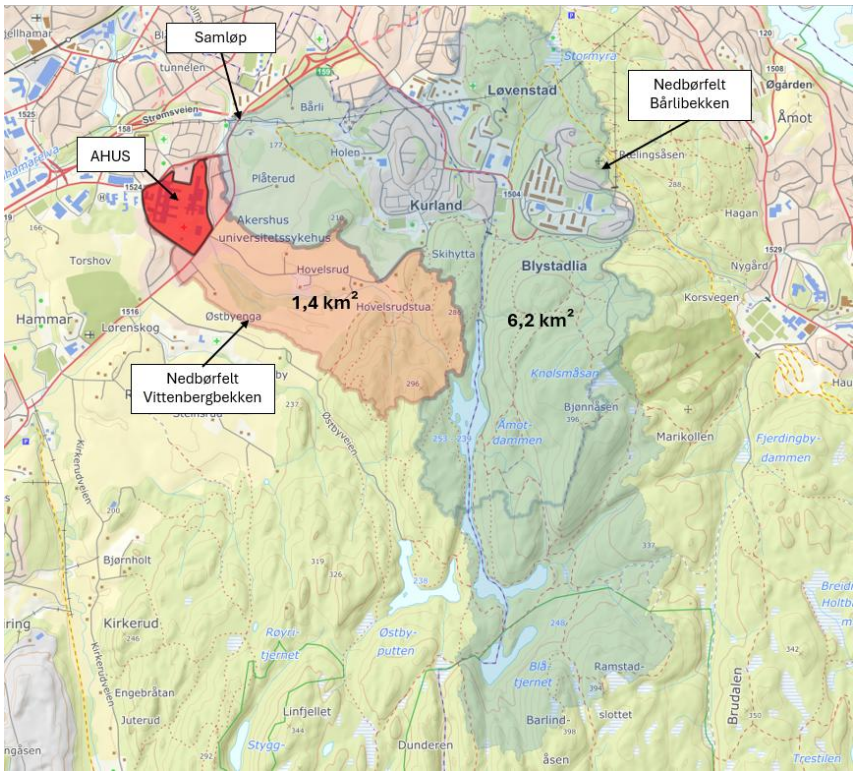
2 Flomberegning og hydrologisk grunnlag

2.1 Vurdering av nedbørfelt

Vittenbergbekken renner langs Ahus på østlig side. I en flomsituasjon er det flom i Vittenbergbekken som, ifølge aktsomhetskartet, kan berøre planområdet. Nedbørfeltet til Vittenbergbekken, ved krysning Sykehusveien, har et areal på 1,4 km². Arealer består av 54 % skog, 34 % jordbruk og 11 % bebygd. Resten er mindre åpne områder. Feltet har liten variasjon i høyde og relativt lav middelvannføring.

Vittenbergbekken får inn en sidebekk (Bårlibekken) nedstrøms sykehuset, samløpet med Bårlibekken ligger ca. 200 m nedstrøms Sykehusveien. Bårlibekken har vesentlig større feltareal enn Vittenbergbekken ved sykehuset. Totalt feltareal ved Strømsveien er ca. 7,6 km^2. Dette feltet må inkluderes i vannlinjemodellen, ettersom flomsituasjonen i Bårlibekken kan påvirke flomforholdene i Vittenbergbekken.

Nøkkeldata for nedbørfeltet er presentert i Tabell 2 og kart som viser nedbørfelt i Figur 3.



Figur 3 Nedbørfelt til Vittenbergbekken og Bårlibekken.

Tabell 2 Nøkkeldata for nedbørfeltet til Vittenbergbekken.

Nedbørfelt	Areal (km²)	Eff. Sjø %	Felthøyde, min-med-maks (moh.)	Bre (%)	Q_n[1] (l/s/km²)
Vittenbergbekken	1,4	0	155-186-294	0	12,7
Samløp Bårlibekken og Vittenbergbekken	7,6	0,7	156-290-396	0	14,4

[1] Fra Nevina og gjelder for perioden 1991-2020

2.2 Beregning av flomstørrelse i Vittenbergbekken

Det er ikke tidligere utført flomberegninger for Vittenbergbekken. Norconsult utførte i 2020 «Flomberegning for ni damanlegg til Nedre Romerike Vannverk AS», det inkluderte flomberegninger for Østbyputten og Åmodtdammen som ligger ca. 2 km sørøst for Ahus sykehus i feltet til Bårlibekken. Nasjonalt formelverk for flomberegning i små nedbørfelt (NIFS), flomfrekvensanalyse, Norconsults eget formelverk, RFFA-2018 (regional flomfrekvensanalyse), den rasjonelle metoden, PQRUT og erfaringstall er lagt til grunn for flomverdier i denne rapporten og sammenliknet med resultater fra «Flomberegning for ni damanlegg til Nedre Romerike Vannverk AS».

2.2.1 Flomfrekvensanalyse

I «Flomberegning for ni damanlegg til Nedre Romerike Vannverk AS» er det utført en flomfrekvensanalyse på døgndata for målestasjonene i Tabell 3. Beregningene er gjort med NVEs programvare for ekstremverdianalyse, DAGUT, ved bruk av Gumbel- og GEV-fordelingen. Tabell 3 viser estimert spesifikk døgnmiddelvannføring for middelflom og 1000-årsflom ved de ulike målestasjonene fra flomberegningen til Nedre Romerike Vannverk AS. Det er gjort en kontroll på to av de mest representative vannmerkene (Gryta og Sæterbekken) for å bekrefte at analysen fortsatt er gyldig. Ny analyse viser Q_{1000} for Gryta er på 628 l/s/km² og for Sæterbekken på 803 l/s/km². Kontrollen viser at flomfrekvensanalysen fra 2020 fortsatt er gyldig.

Tabell 3 Representative og sammenlignbare målestasjoner med nedbørfeltparametere

Målestasjon	Areal (km²)	Årsavløp (l/s/km²)	Q_m (l/s/km²)	Q_{1000} (l/s/km²)	Q_{1000}/ Q_m
2.279 Kråkfoss	432	19,7	158	420	2,72
2.322 Strøm sag	242	20,1	113	286	2,54
2.329 Hellen bru	82	20,1	184	428	2,32
2.451 Fossen	225	20,1	141	506	3,59
3.11 Sagstubekken	3,39	17,5	327	761	3,21
6.10 Gryta	7,0	18,7	226	661	2,93
8.6 Sæternbekken	6,2	17,6	253	778	3,07
8.8 Blomsterkroken	22,5	17,6	257	725	2,83
12.297 Hvalskvern	63,0	14,8	122	419	3,43
12.72 Jaren	105,0	14,4	88	318	3,61
19.89 Skornetten	2,69	25,2	400	1041	2,60
19.91 Åbogtjern ndf	1,15	26,4	330	861	2,61
19.96 Storgama ovf	0,52	34,8	483	1250	2,59
20.11 Tveitdalen	0,44	32,9	539	1455	2,40
Middel	85,3	21,3	252	708	2,91

2.2.2 NVEs formelverk for små nedbørfelt

Det er estimert flomstørrelser med NVEs nasjonale formelverk for små nedbørfelt. Dette formelverket er basert på regionale analyser for målestasjoner over hele Norge og er dokumentert i NVEs rapporter 7-2015 og 10-2020. Formelen er gyldig for felt i hele landet med feltareal mindre enn 60 km². I formelverket er flomstørrelsen i et gitt nedbørfelt avhengig av feltareal, årsmiddeltilsig og effektiv sjøprosent, parameter som angir innsjøarealets flomdempende effekt i et nedbørfelt. Ved beregning av flomstørrelse for vurderte nedbørfeltet er disse feltegenskapene hentet fra NVEs avrenningskart og «SCALGO Live».

Middelflommen utregnes som en momentanverdi og skaleres ved hjelp av en vekstkurve opp til 200-årsflom. Videre skalering til 1000-årsflom må gjøres ved bruk av forholdstall fra flomfrekvensanalyse for utvalgte stasjoner, Gryta og Sæterbekken. Gryta og Sæterbekken har et gjennomsnittlig forholdstall (Q_{1000}/ Q_{200}) på 1,25.

Formelverket gir en spesifikk momentan middelflom (Q_M) i Vittenbergbekken ved Sykehusveien på 417 l/s/km² og 200-årsflom på 1 221 l/s/km². Ligningen gir, med forholdstall Q_{1000}/ Q_{200} på 1,25, en momentan 1000-årsflom på 1 527 l/s/km².

2.2.3 Norconsults regionale formelverk

Norconsult har i forbindelse med flomberegninger for Nydammen i Drammensmarka i 2024 utført regresjonsanalyse på 17 representative vannmerkene, disse vannmerkene er en rekke mindre nedbørfelt på det sentrale Østlandet og nedover mot Sørlandet. Den regionale analysen i denne flomberegningen var en oppdatering av formelverk Norconsult tidligere har utviklet, og som er benyttet som del av vurderingsgrunnlaget for valg av flomstørrelse for en rekke andre damanlegg i Oslo-regionen. Regresjonsanalyse som er en statistisk analysemetode som gir mulighet til å beskrive sammenhengen mellom en avhengig og flere uavhengige variabler. En slik analyse muliggjør en regional flomfrekvensanalyse som statistisk estimerer korrelasjoner mellom feltparametere og spesifikke flomstørrelser. Det er utført en multippel lineær regresjonsanalyse hvor spesifikk vannføring ved middelflom forklares fra feltareal, årsmiddeltilsig og effektiv sjøprosent. R^2-verdien til regresjonsligningene for Q_M er på 0,90 og anses å ha god forklaringsgrad. Formelen er:

$$Q_M \text{ (l/(s*km²) døgnmiddel)} = 107 - 24{,}8*\ln(A) - 26{,}47* A_{SE} + 11{,}32* Q_N$$

Det gir en spesifikk døgnmiddelflom på 242 l/s/km² for Vittenbergbekken. Ved å bruke valgt forholdstall Q_{1000}/Q_m på 3,0, beregnet ved flomfrekvensanalysen for utvalgte stasjoner, Gryta og Sæterbekken, gir denne ligningen en døgnmiddel 1000-årsflom på 726 l/s/km² (1,02 m³/s).

2.2.4 Regional flomfrekvensanalyse (RFFA-2018)

Flomestimater basert på regional flomfrekvensanalyse (RFFA-2018) på døgnmiddel er hentet direkte ut fra NVE-applikasjonen Nevina og tilsier at vannføringen i Vittenbergbekken ved Sykehusveien ved en 1000-årsflom hendelse er i størrelsesorden 543 l/s/km² (0,76 m³/s).

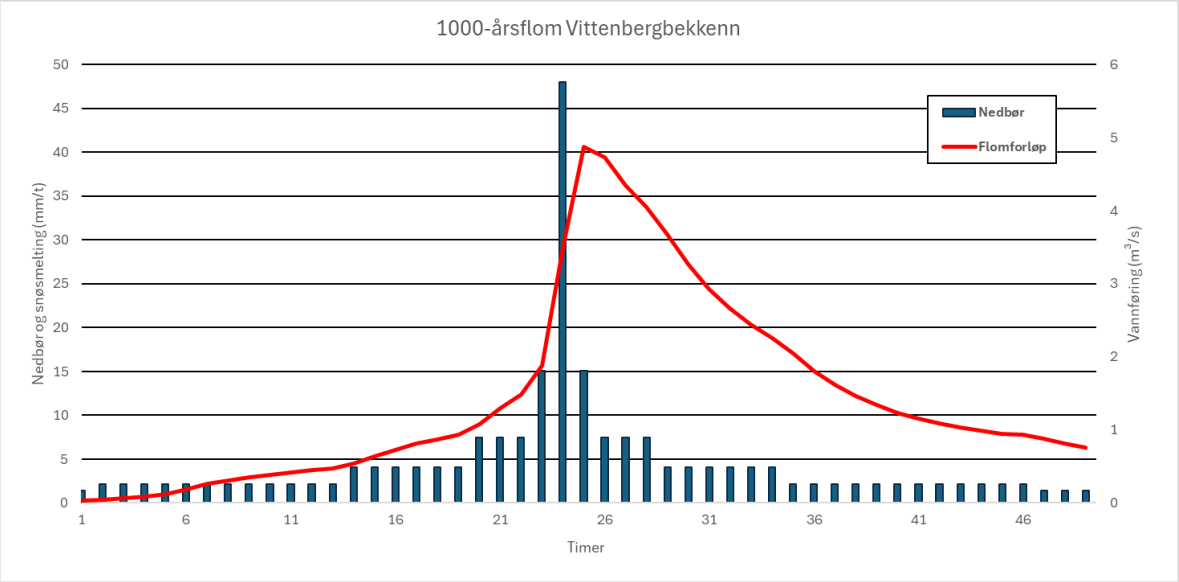
2.2.5 Den rasjonelle metode

Den rasjonelle metoden er basert på direkte sammenheng mellom nedbør og avrenning og gir et enkelt overslag av kulminasjonsvannføringen med gjentaksintervall opp til og med 200 år i små nedbørfelt. Ved beregning av Q_{1000}, som er utenfor gyldighetsintervallet, bør den rasjonelle metoden brukes med forsiktighet. Formelen brukes til å beregne kulminasjonsverdi for Q_{1000} til Vittenbergbekken ved Sykehusveien, ved å bruke 1000års nedbørhendelse (M1000) gitt av Meteorologisk Institutt, se vedlegg. Med realreduksjonsfaktor for 1 time på 0,96 er nedbørintensitet 48 mm/t, det er regnet om til 133 l/(s*ha). Momentan 1000-årsflom, ved rasjonelle formel, er beregnet til 4,8 m³/s (3 429 l/s/km²).

2.2.6 PQRUT

Nedbør-avløpsmodellen i PQRUT er en enkel, hendelsesbasert modell utviklet av NVE, som beregner vannføring fra et fastlagt nedbørforløp som representerer en nedbørhendelse med et høyt gjentaksintervall. Det er konstruert et nedbørforløp for en 1000års nedbørhendelse (M1000) gitt av Meteorologisk Institutt, se vedlegg. PQRUT er ikke anbefalt for felt mindre enn 2 km², men det gjøres likevel beregninger ved PQRUT for bedre grunnlag for sammenlikning og endelig valg av Q_{1000} for Vittenbergbekken. Modelloppsett og -struktur er nærmere beskrevet i kap. 0.

Momentan Q_{1000}, beregnet med PQRUT, er beregnet til 4,88 m³/s (3 486 l/s/km²). Figur 4 viser flom- og nedbørforløp for Vittenbergbekken ved en 1000års hendelse.



Figur 4 1000-årsflom flomforløp for Vittenbergbekken

2.2.7 Kulminasjonsverdi og Norconsults erfaringstall

Maksimal flomstørrelse vil alltid være større enn døgnmiddelverdien og døgnvannføringen må derfor skaleres opp med en kulminasjonsfaktor for å bestemme største flomverdi. Fortrinnsvis fastsettes forholdet mellom maksimal flomstørrelse og døgnmiddelflom ved å analysere de største flomhendelsene som har forekommet i et vassdrag. Alternativt kan NVEs formelverk for beregning av kulminasjonsfaktor eller vurderinger på bakgrunn av sammenlignbare felt benyttes.

NVE har tidligere utarbeidet formelverk for fastsettelse av kulminasjonsfaktorer (NVE-rapport 7-2015). Formlene for kulminasjonsfaktor skiller mellom høst- og vårflommer og gir for Vittenbergbekken verdier som vist i Tabell 4. For Vittenbergbekken er regnflommer dominerende, slik at faktoren for vårflom ikke tillegges noe vekt her.

I forbindelse med beregninger i PQRUT ble det beregnet en kulminasjonsverdi for Q_{1000} og PMF på hhv. 2,12 og 2,19. Den er trolig underestimert ettersom PQRUT har tidskritt på 1 time.

I forbindelse med Norconsult sin flomberegning for Nydammen i Drammensmarka (2024) ble det som en del av denne analysen gjort en vurdering av kulminasjonsfaktor. Resultatet fra denne beregningen viste gjennomsnittlig Q_M for døgnverdier på 275 l/s/km² og kulminasjonsfaktorer i intervallet 2,8-3,0 for flommer med mer enn 20 års gjentaksintervall, for de målestasjonene som ble ansett som mest representative.

Basert på Norconsults erfaring med flomberegninger i små vassdrag og resultater fra Norconsults nylige beregninger på det sentrale Østlandet, er kulminasjonsfaktoren for Vittenbergbekken satt til 3,0. NVEs formelverk for kulminasjonsfaktor anses å gi for lave verdier her, og en høyere valgt kulminasjonsfaktor vurderes rimelig.

Tabell 4 Kulminasjonsfaktor høst og vår fra formelverk.

Bekk	Kulminasjonsfaktor høst	Kulminasjonsfaktor vår
Vittenbergbekken	2,25	1,70

Dimensjonerende flomstørrelse i Vittenbergbekken

Dimensjonerende flom for Vittenbergbekken er beregnet med formelverket NIFS, flomfrekvensanalyse og NO-formelverk, RFFA-2018, rasjonelle metode og PQRUT, det er benyttet erfaringstall fra NVE og Norconsult for å velge endelig dimensjonerende flomverdi. En sammenlikning av flomverdier fra de ulike metodene er vist i Tabell 5, hvor alle flomverdier er gitt som momentanverdier med den valgte kulminasjonsfaktor på 3,0.

NIFS og RFFA-2018 gir spesifikk flomverdi for 1000-årsflom på hhv. 1 527 og 1 629 l/s/km². Erfaringsmessig gir NIFS og RFFA-2018 noe underestimerte verdier for felt med lavt årsmiddeltilsig, som for Vittenbergbekken. Flomfrekvensanalysen og NO-formelverket viser generelt god korrelasjon med observasjoner, og tenderer mot å gi mer fornuftige flomverdier. De gir spesifikk flomverdi for 1000-årsflom på hhv. 2 124 og 2 178 l/s/km², og vurderes til å gi de mest representative estimatene og vil vektlegges i høyere grad.

Nedbør- og avløpsmetodene, rasjonell metode og PQRUT, anses å overestimere flomverdier for Vittenbergbekken. Feltstørrelse til Vittenbergbekken er utenfor gyldighetsintervallet til PQRUT (NVE, 2025). Den rasjonelle metoden kan brukes, men ved forsiktighet. PQRUT gir en døgnverdi på 1 644 l/s*km². NVEs erfaringstall for døgnverdier (1000-årsflom) i små felt på Østlandet varierer fra 600 l/s*km² til 1200 l/s/km², med noen flomverdier opp til 1500 l/s*km² i meget små felt eller i felt langt vest i området. Flomverdier fra nedbør- og avløpsmetodene gir etter Norconsult sin vurdering for høye verdier og vil ikke vektlegges i særlig grad.

NVEs erfaringstall for kulminasjonsverdier (200-årsflom) i små felt på Østlandet varierer fra 500 l/s*km² til 1500 l/s/km², men noen flomverdier er helt opp til 2000 – 2500 l/s/km² og helt ned i 400 l/s/km². Det brukes forholdstall Q_{1000}/Q_{200} på 1,25, det gir oppskalerte erfaringstall for kulminasjonsverdier (1000-årsflom) fra 625 – 1 875 l/s/km², med noen tall opp til 3 125 l/s/km²

Det velges på dette grunnlaget å legge til grunn en 1000-årsflom (momentanverdier) på 2 200 l/s/km² (3,1 m³/s). Dette tilsvarer en døgnvannføring på 733 l/s/km².

Tabell 5 Flomberegninger for Vittenbergbekken

Metode	Areal (km²)	Spesifikt døgn 1000-årsflom (l/s/km²)	Spesifikt momentan 1000-årsflom (l/s/km²)	Q_{1000} (m³/s)
NIFS	1,4	-	1 527	2,1
Flomfrekvensanalyse	1,4	708	2 124	3,0
NO-formelverk	1,4	726	2 178	3,0
RFFA-2018	1,4	543	1 629	2,3
Rasjonelle metode	1,4	-	3 429	4,8
PQRUT	1,4	1 644	3 486	4,9
NVE erfaringstall	1,4	600 - 1200	625 – 1 875 (3 125)	0,9 – 2,6 (4,4)

2.3 Beregning av Påregnelig maksimal flom (PMF)

Det er foretatt beregninger av PMF med nedbør-avløpsmodellen PQRUT der ekstremnedbørverdier fra Meteorologisk institutt og bidrag fra snøsmelting er benyttet som grunnlag.

PMF beregnes normalt ved bruk av nedbør-avløpsmodellen PQRUT og beregnet ekstremnedbør fra meteorologisk institutt, tillagt snøsmelting der dette er relevant. I kalibreringsgrunnlaget for parameterligningene i PQRUT-modellen inngår 14 nedbørfelt på under 50 km², hvorav 6 felt er under 10 km². I henhold til NVEs veileder for flomberegninger [1] anbefales ikke PQRUT å brukes for nedbørfelt mindre enn 2 km² på grunn av begrensing på tidskritt på minimum 1 time. Det antas likevel at modellen er mulig å benytte for beregningen som skal gjøres her ettersom konsentrasjonstiden er beregnet til ca. 1 time. På grunn av manglende finoppløste data for vannføring, samt arealrepresentative verdier for nedbør for en stor flomhendelse, har det ikke vært mulig å kalibrere modellen.

Ekstremnedbør er beregnet av meteorologisk institutt og tillagt snøsmelting. I henhold til gjeldende praksis er det forutsatt at PMP-verdier for alle varigheter inngår i PMF-beregningen, ettersom PMF ikke kan knyttes til noe gjentaksintervall, men skal representere en kombinasjon av ugunstige hendelser.

Nedbørverdier

Tabell 6 viser nedbørdata med PMP-verdier for ulike sesonger og arealreduksjonsfaktor gitt av Meteorologisk Institutt. De største verdiene inntreffer på sommeren, og ettersom det er regn som skyldes de største flommene er årsnedbør brukt som grunnlag ved beregning av PMF. Nedbørforløpet er forutsatt svakt asymmetrisk fordelt, med maksimal intensitet ved slutt på døgn 1 av 2. Ekstremnedbørhendelsene er beregnet ut fra en årsnedbør på 875 mm.

Tabell 6 PMP-verdier (mm) og arealreduksjonsverdier for vurderte nedbørfelt.

Periode / Varighet (t)	1	2	6	12	24	48	72	96	120	144
desember-februar	65	85	120	150	185	230	255	285	310	335
Mars-mai	65	80	120	145	180	225	250	280	305	330
juni-august	90	110	160	200	245	305	345	385	420	450
september-november	85	110	160	195	240	300	335	375	410	440
Årsverdier	95	120	170	210	260	320	360	405	440	475
Arealreduksjon (1,4 km²)	0.96	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00

Snøsmeltebidrag

Det er årsverdier som gir den høyeste ekstremnedbøren, og vurdering av flomsesong ved de mest relevante vannmerkene viser at de største flommene inntreffer i perioden juni til september. I denne perioden er det ikke sannsynlig at det skjer i kombinasjon med snøsmelting. Det er undersøkt snødekning i feltet i perioden juni til september ved å hente ut snø-, nedbør- og temperaturdata fra www.xgeo.no. Applikasjonen xgeo benytter en nedbør-avløpsmodell, der data-input er observert nedbør og temperatur fra perioden 1957-dd. Dataen viser at det ikke er snødekke i perioden juni – september for feltet. Benyttede verdier gjelder for et representativt punkt i september måned. Siden flomsesongen viser at de største flommene skjer om sommeren/tidlig høst, kan man anta at det ikke skjer i kombinasjon med snøsmelting.

Modellparametere og flommodell

Modellparameterne til NVEs flommodell PQRUT, kan bestemmes ved å kalibrere mot observerte data med fin tidsoppløsning. Slike data finnes ikke, og isteden er det tatt utgangspunkt i feltparametere for nedbørfeltet. Parameterne som inngår i PQRUT er beregnet etter formelverket med ligningssettet fra 1983. Dette ligningssettet er valgt framfor det fra 2016 på grunn av at feltenes areal er på under 6 km² og at denne

feltstørrelsen faller utenfor kalibreringsgrunnlaget for 2016-settet. For 1983-settet ligger en innenfor det anbefalte arealspennet og det forventes derfor at dette settet presterer bedre. Nedbørfordelingen er antatt symmetrisk med høyeste nedbørintensitet halvveis i nedbørforløpet. Markvannsmetningen er satt til 70 % og initialvannføringen er satt lik månedsmiddelvannføring i september.

Tabell 7 viser de benyttede parameterverdiene ved beregningen av PMF-forløpet. Konsentrasjonstiden i feltet kan beregnes fra:

$$Tc = 0{,}6*L*H^{-0{,}5} + 30*Eff.sjø\%$$

Her er L elvelengden (i meter), H høydeforskjellen langs elva (i meter) og eff.sjø % er effektiv sjøprosent. Dette gir en konsentrasjonstid på ca. 1,8 timer. Antakelse om en forflytning av flombølgen på 1,5 m/s gjennom feltet tilsier en konsentrasjonstid på 0,5 timer. Det er valgt å legge til grunn en konsentrasjonstid på 1 time.

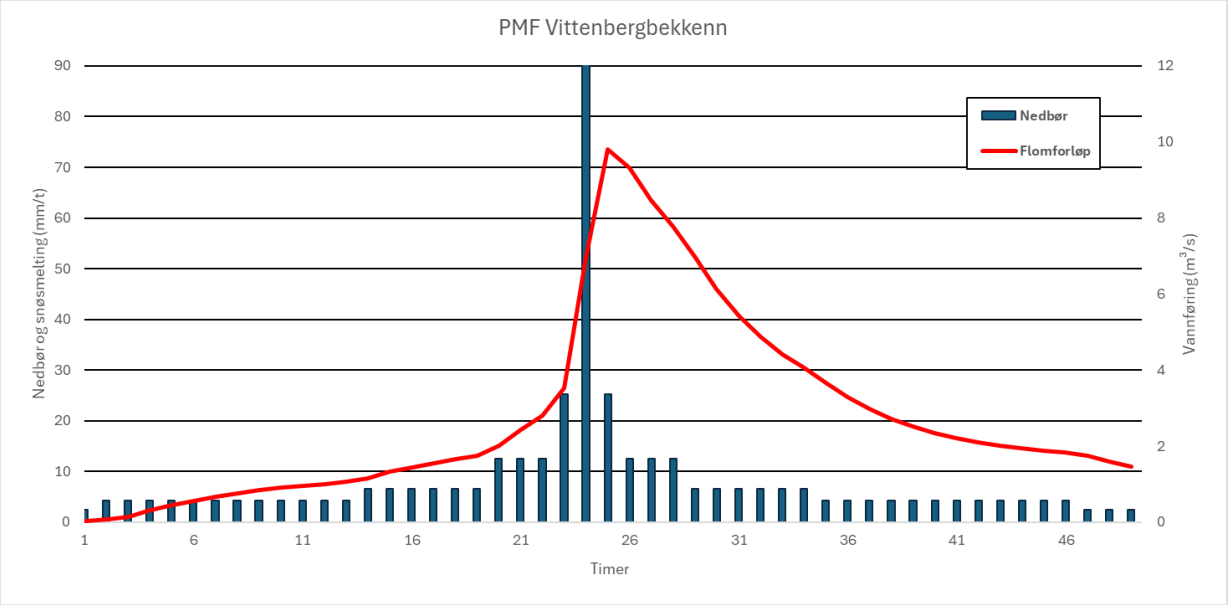
Figur 5 viser flomforløp ved PMF for Vittenbergbekken. Maksimal vannføring for PMF beregnet med PQRUT blir:

Vittenbergbekken

- **Maksimal vannføring ved ulykkesflom = 9,8 m³/s (7 000 l/s/km²)**
- **Maksimal 24-timers døgnverdi = 4,5 m³/s (3 214 l/s/km²)**

Tabell 7 Parameterverdier ved beregning av PMF.

Parameter	Forkortelse	Enhet	Vittenbergbekken
Nedbørfeltareal	A	km²	1,4
Effektiv sjøprosent	A_{SE}	%	0,001
Høyde øvre	H_{75}	moh.	235
Høyde nedre	H_{25}	moh.	178
Middelavrenning	Q_n	l/s/km²	12,7
Feltaksens lengde	LF	km	2,05
Dreneringstetthet	D_T	km^{-1}	2,4
Årlig nedbør	P	mm/år	875
Skogprosent	A_{skog}	%	35,7
Øvre tømmekonstant	K1	-	0,214
Nedre tømmekonstant	K2	-	0,0472
Terskelverdi	T	-	5,7364
Ligningssett	-	-	1983
Markfuktighet	S_m	%	70
Startvannføring	Q_{start}	m³/s	0,015
Konsentrasjonstid	Tc	timer	1
Maksimal vannføring	**Q_{maks}**	**m³/s**	**9,8**
Maks døgnverdi	**$Q_{døgn}$**	**m³/s**	**4,5**



Figur 5 PMF-forløp (1 time konsentrasjonstid)

Vurdering av resultater for PMF

PMF ved bruk av PQRUT gir en kulminasjons- og døgnmiddelverdi på hhv. 7 000 og 3 214 l/s/km² for Vittenbergbekken. Dette gir et forholdstall mellom PMF og Q_{1000} (døgn) på 3,2. Dette er ikke innenfor det erfaringsbaserte utfallsrommet på 1,5-3,0. **PMF settes derfor til 3,0 ganger forløpet for Q_{1000}.** PMP/P1000 (døgn) er også sjekket, det gir et forholdstall på 1,8.

2.4 Valg av klimapåslag

Norsk klimaservicesenter forventer at kraftigere nedbørsperioder, høyere temperaturer og mer nedbør, vil endre flomregimet i Oslo og Akershus. Spesielt nedbøren forventes å øke og en stadig større andel vil komme som regn. I uregulerte, vassdrag som i dag kan få store regnflommer, forventes det en økning i flomstørrelsen. Anbefalt klimapåslag på flomvannføring er minst 20 % for Oslo og Akershus. Anbefalingen poengterer også at i mindre elver og bekker som reagerer raskt på kraftig regn, og i tettbygde strøk med tette flater vil kraftigere lokal nedbør skape særlige problemer. Man bør være spesielt oppmerksom i vassdrag hvor det er risiko for nye elveløp under flom. I NVEs «Veileder for flomberegninger» fra 2022 finnes det en generell anbefaling fra NVE på 40 % klimapåslag for alle nedbørfelt med areal mindre enn 10 km². Anbefalte klimapåslag for NVE er under oppdatering og skal legges inn i nye klimaprofilene i 2026.

Årsnedbøren i Oslo og Akershus er beregnet å øke med cirka 15 %. For å unngå forhøyet skaderisiko som følge av forventet økning i kraftig nedbør anbefales å legge et klimapåslag på dagens dimensjonerende nedbør, som gitt i Figur 6.

Norconsult sin anbefaling for klimapåslag for Vittenbergbekken er å holde seg til anbefalingene fra NVE (2022) på 40 % klimapåslag på dimensjonerende flom. Klimapåslag skal ikke ilegges PMF, ettersom det allerede er en kombinasjon av de mest ugunstige meteorologiske og hydrologiske forholdene man kan ha.

	Dimensjonerende gjentaksintervall < 50 år	Dimensjonerende gjentaksintervall ≥ 50 år
≤ 1 time	40 %	50 %
1 – 3 timer	40 %	40 %
3 – 24 timer	30 %	30 %

Figur 6 Klimapåslag for kraftig nedbør, avhengig av varighet og dimensjonerende gjentaksintervall.

2.5 Flomvannføring Bårlibekken

Bårlibekken kommer inn som en sidebekk til Vittenbergbekken ca. 200 meter nedstrøms Sykehusveien, det er ca. 500 meter nedstrøms fra AHUS og ca. 40 m oppstrøms innløpet til kulverten under Strømsveien. Flom i Bårlibekken vil mest sannsynlig i seg selv ikke skape flomproblemer for AHUS, men flom i både Vittenbergbekken og Bårlibekken samtidig kan forverre flomsituasjonen i Vittenbergbekken. Flom i Bårlibekken bør derfor også inngå i vurderingen og vannlinjemodellen for Vittenbergbekken.

For å estimere flomvannføring i Bårlibekken gjøres det flomberegninger for totalfeltet til Vittenbergbekken nedenfor Strømsveien, det inkluderer da nedbørfeltet til Bårlibekken. Nedbørfeltsparameterne til totalfeltet er gitt i Tabell 2. Det totale nedbørfeltet er på 7,6 km², med en effektiv sjøprosent på 0,7 %.

Forberegninger med metodene NIFS og NO-formelverk gir hhv. 1 095 og 1 809 l/s/km². Det gir forholdstall mellom på spesifikk Q_{1000} for Vittenbergbekken og totalfeltet på 0,72 og 0,83. Spesifikk 1000-årsflom for totalfeltet settes derfor til 80 % spesifikk Q_{1000} i Vittenbergbekken.

Det gir Q_{1000} = 1 760 l/s/km² (2 200 l/s/km² * 0,8) = 13,4 m³/s (1 760 l/s/km² * 7,6 km²)

PMF for totalfeltet beregnes ved hjelp av PQRUT med samme forutsetninger som for Vittenbergbekken, men med nye fetlparametere som er unike til totalfeltet. Det gir maksimal vannføring ved PMF på 30,9 m³/s. Dette gir et forholdstall mellom PMF og Q_{1000} på 2,24. Da dette ligger innenfor NVEs erfaringstall på 1,5 – 3, benyttes vannføringen som beregnet ved hjelp av PQRUT videre.

Norconsult utførte i 2020 «Flomberegning for ni damanlegg til Nedre Romerike Vannverk AS», det inkluderte flomberegninger for Åmotdammen som i feltet til Bårlibekken. Åmotdammen har en hoveddam, som drener til Bårlibekken, og to sperredammer som drenerer ut av nedbørfeltet og til Østbyputten. Forberegningene fra 2020 viser at ved Q_{1000} og PMF i Åmotdammen går det overløp på alle de tre dammene, det vil si at en andel av flommen dreneres ut av nedbørfeltet og skal ikke inkluderes i en endelig flomverdi ved samløpet til Vittenbergbekken.

Det er gjort kontroll på flomberegningene fra 2020 på hvor stor andel av avløpet ved flom i Åmotdammen går ut av nedbørfeltet til Bårlibekken. Ved Q_{1000} er total avløp fra Åmotdammen 3,3 m³/s, hvorav 0,7 m³/s går over sperredammene og ut av nedbørfeltet. Ved PMF er total avløp fra Åmotdammen 9,4 m³/s, hvorav 3,5 m³/s går over sperredammene og ut av nedbørfeltet.

3 Hydraulisk vannlinjemodell

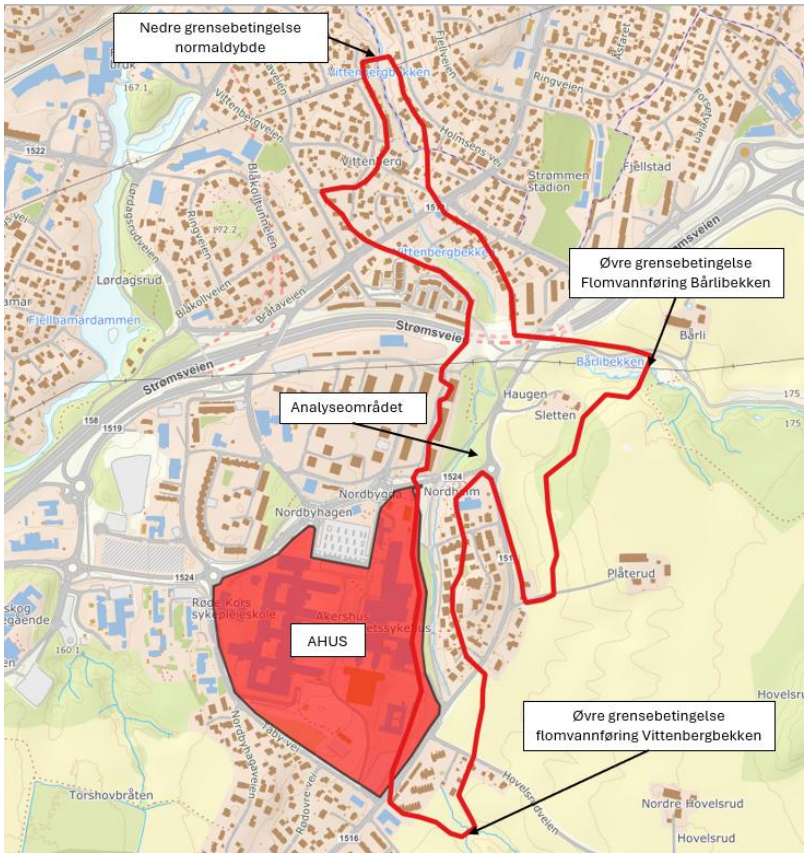
3.1 Beskrivelse av beregningsmodell

Vannstander og vannhastigheter i Vittenbergbekken er beregnet ved bruk av en 2-dimensjonal-vannlinjemodell i HEC-RAS. Terrenggrunnlaget for modellen er laserdata over området fra 2022 som har en bestilt punkttetthet på 5 pkt. per kvadratmeter. Oppmålingen er tradisjonell lasermåling gjort fra fly, og dataene er lastet ned fra «hoydedata.no». Alle høydene i modellen refererer til høydedatum NN2000.

Tradisjonell oppmåling fra fly klarer ikke å registrere elvebunnen når vanndybden er stor. Hvis det ikke gjøres korreksjoner i form av elvebunnsenking, vil en vannlinjemodell gi konservative resultater. Fordi vanndybdene i Vittenbergbekken er små, er det vurdert at bunnkorreksjoner ikke har vært nødvendige. Det betraktes likevel som en konservativ tilnærming som vil reduserer volumkapasiteten i elva og gi høyere beregnet vannstand enn tilfelle hadde vært hvis bunnkartlegging hadde vært tilgjengelig eller elvebunnen hadde blitt senket. Det konservative valget gir ikke en negativ konsekvens på flomvurderingen.

Vannstand og vannføring i HEC-RAS-modellen beregnes mellom celler i et beregningsnett. Cellestørrelsen i modellen varierer, men i elveløpet er den satt til 2x2 meter. Markante formasjoner i terrenget, slik som veger, er tilpasset gjennom bruk av «break lines». Det samme gjelder i elveløpet. Dette er gjort for å orientere cellene riktig i forhold til vannføringen i elva.

Modellen er satt opp med ligningssettet «SWE-ELM» og krav om at Courant-tallet i beregningene ikke skal overstige 1,0. Oversiktskart med markering av det analyserte området er vist i Figur 7.



Figur 7 Kart med markering av analyseområde.

3.2 Grensebetingelser og friksjonsforhold i vannlinjemodell

Grensebetingelser

Vannlinjemodellen er satt opp med to øvre og en nedre grensebetingelse, hvor oppstrøms grensebetingelse er beregnet flomvannføring i Vittenbergbekken og Bårlibekken. Modellen er kjørt med middelflom, dimensjonerende flom og ulykkesflom er presentert i Tabell 8. Dimensjonerende flomvannføring tilsvarer 1000-årsflom inkl. 40 % klimapåslag og ulykkesflom tilsvarer påregnelig maksimal flom (PMF), korrigert for overløp over sperredammene ved Åmotdammen. Modellen kjørt med et beregnet flomforløp på 24 timer.

Tabell 8 Grensebetingelser i modellen

	Middelflom (m^3/s)	Dimensjonerende flom (m^3/s)	Ulykkesflom (m^3/s)
Øvre grensebetingelse – Vannføring Vittenbergbekken	0,35	4,3	9,2
Øvre grensebetingelse – Vannføring Bårlibekken	1,06	13,5	18,2
Totalvannføring ved Strømsveien		17,8	27,4
Nedre grensebetingelse – Normaldybde	-	-	-

Friksjonsforhold

Friksjonsforholdene i vassdraget er vurdert fra kartdata og flyfoto. Elvebredden langs vassdraget består av skog eller jordbruksområder. Friksjonsfaktoren i modellen er basert på Manningstall (M=1/n), og varierer fra n=0,02 der det er veier til n=0,1 i skogområdene. Manningstallet i elveløpet er satt til 0,04. Inndeling av arealsoner er basert på flyfotoer hvor ulike arealklasser og soneinndelinger er fastsatt ved bruk av KI, dette er hentet fra Scalgo Live.

Valg av Manningstall er gjort med utgangspunkt i erfaringstall fra Vassdragshåndboka til NVE. En oversikt over Manningstall benyttet i modellen er vist i Tabell 9

Tabell 9 Oversikt over Mannings-tall benyttet i vannlinjemodellene.

Arealtype	Mannings-tall n
Infrastruktur	0,02
Fastmark og jordbruksareal	0,06
Elv	0,04
Skog	0,10

3.3 Kalibrering av modellen

Det eksisterer ikke kalibreringsdata i vassdraget for Vittenbergbekken, og kvaliteten til vannlinjemodellen er derfor vanskelig å kontrollere. Presenterte resultater fra Vittenbergbekken er derfor utelukkende basert på utførte simuleringer uten korrigering med erfaringsdata. Alle hydrauliske beregninger som ikke har kalibreringsdata, innehar usikkerhet.

3.4 Datakvalitet i modellen

Terrenggrunnlaget benyttet i modellen er basert på en terrengkartlegging fra 2022. Kvaliteten på grunnlaget betraktes som bra. Norconsult er ikke kjent med endringer i vassdraget de siste årene.

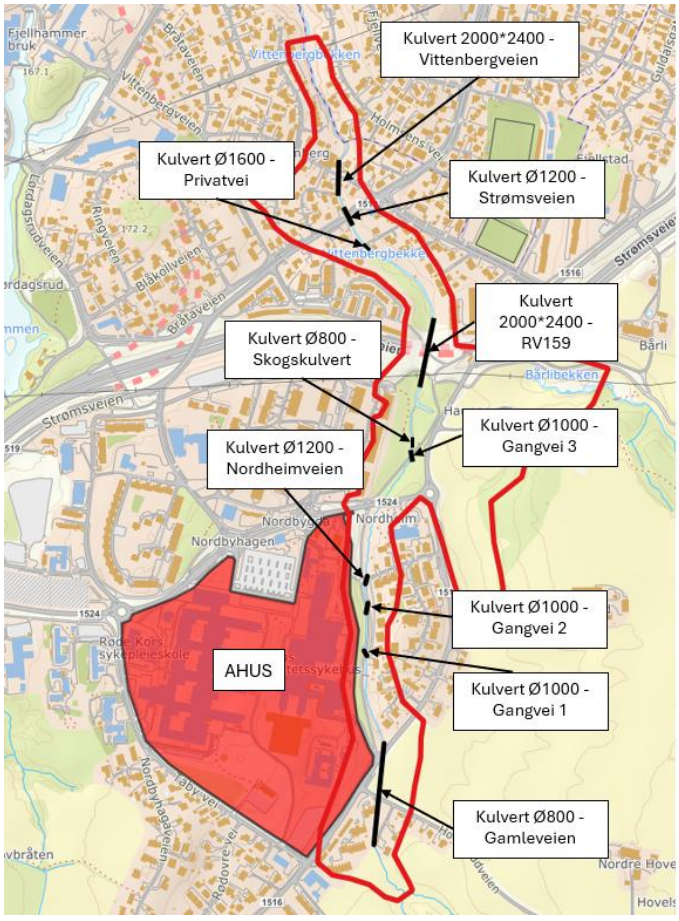
Det understrekes at grunnlaget representerer oppmålingstidspunktet og at endringer som påvirker resultatet kan forekomme i fremtiden eller under en flomhendelse. Modelleringen i HEC-RAS klarer ikke å ta hensyn til, eller forespeile terrengendringer som inntreffer som følge av erosjon, tilstopping eller masseforflytning under flom.

3.5 Infrastruktur og andre forhold i modellen

Innenfor analyseområdet er det flere veier, kulverter og bruer som krysser vassdraget. Infrastrukturens parameter innenfor analyseområdet er gitt i Tabell 10 og markert på kart i Figur 8. Infrastrukturen er hensyntatt ved å legge inn den inn som «2D connection» i HEC-RAS modellen. Kulvertenes parametere er målt inn av Norconsult ved befaring den 21.04.2026. Det er flere mindre gangbruer over bekken som ikke er tatt med i modellen. Sykehusveien krysser bekken på en stor bru og denne brua er ikke tatt med i modellen.

Tabell 10 Kulvertdimensjoner i Vittenbergbekken

Hva	Type	Diameter (mm)	Lengde (m)
Gamleveien	Rund	800	175
Gangvei 1	Rund	1000	9
Gangvei 2	Rund	1000	11
Nordheimveien	Rund	1200	9
Gangvei 3	Rund	1000	10
Skogskulvert	Rund	800	10
RV159	Boks	2000x2400	110
Privatvei	Rund	1600	6
Strømsveien	Rund	1200	19
Vittenbergveien	Boks	2000x2400	50



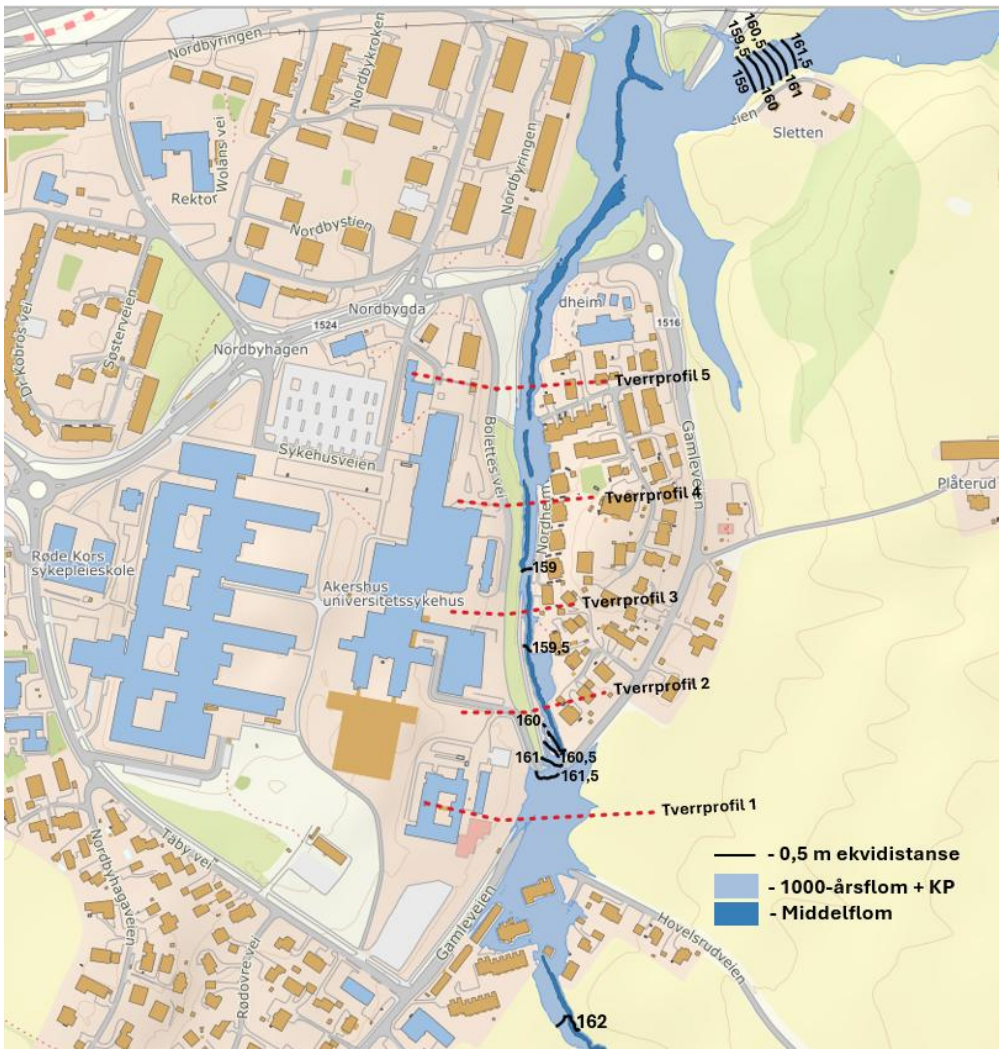
Figur 8 Oversiktsbilde med infrastruktur markert

4 Resultater

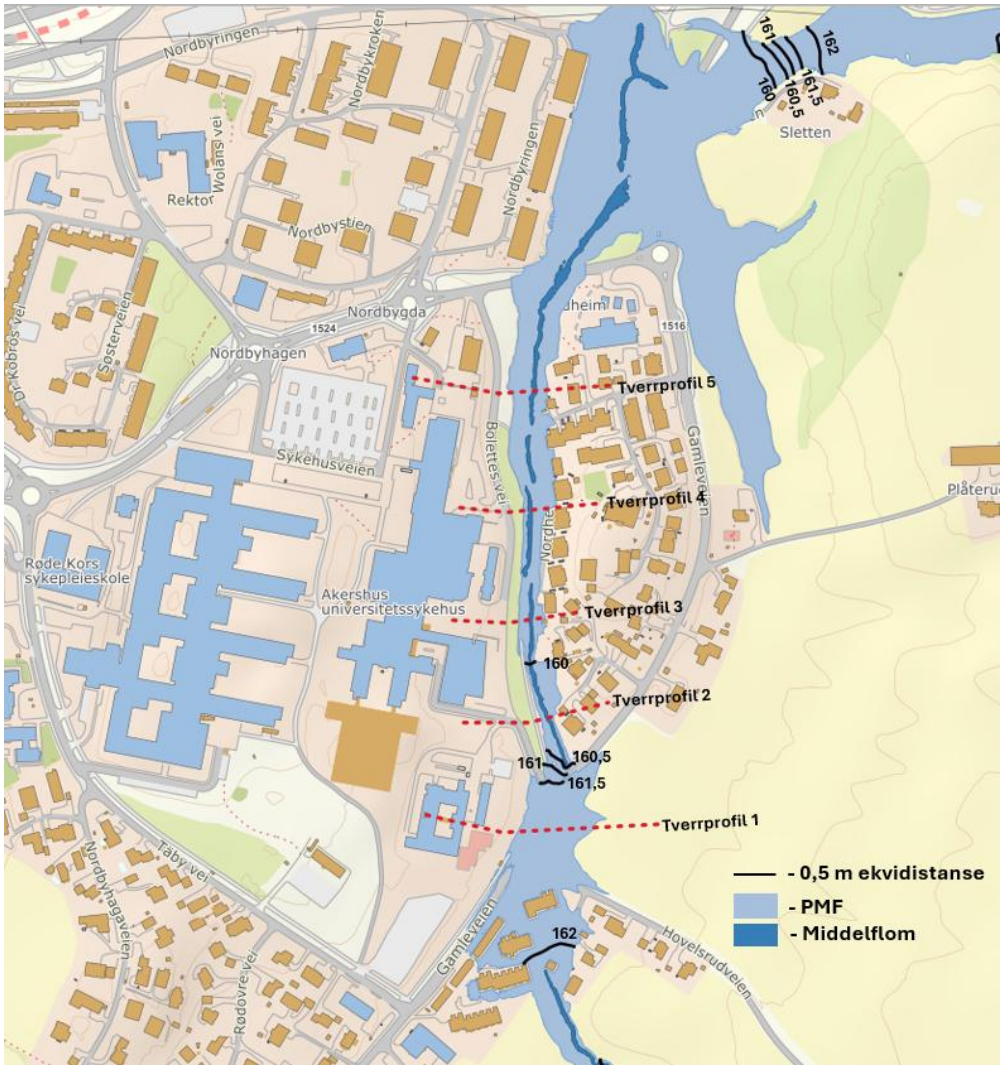
4.1 Dimensjonerende flomnivå

Forutsetningene i denne flomberegningen gir en beregnet dimensjonerende vannstand i Vittenbergbekken som ligger om lag 6-10 m lavere enn planområdet. I Vittenbergbekken er beregnet flomvannstand ved Q_{dim} (1000-årsflom + 40 % klimapåslag) ca. 4–8 m lavere enn planområdet og 4–7 m lavere ved PMF. Et kart som viser flomsone og markerte tverrsnitt ved Q_{dim} og PMF, er vist i Figur 9 og Figur 10 og presentert med flomvannstander i tverrsnittene i Tabell 11.

Ved Q_{dim} og PMF viser de beregnet vannlinjene at spesielt kulverten under RV159 (Strømsveien) ikke har nok kapasitet, og har en oppstuvende effekt som når helt opp til Gamleveien. Ved Q_{dim} og PMF vil det oppstå lokal oversvømmelse ved flere områder langs Vittenbergbekken. Planområdet til Ahus ligger imidlertid høyere enn oversvømt område, og vil ikke bli berørt. Planlagte tiltak vil ikke påvirke flomforholdene i Vittenbergbekken, og heller ikke endre flomrisikoen for eiendommer og infrastruktur langs vassdraget. Lokal overvannshåndtering er ikke vurdert i denne rapporten (det vises til VAO rammeplan som følger plansaken).



Figur 9 1000-årsflomsone for Vittenbergbekken, med 0,5 m ekvidistanse for vannstand og markering av tverrsnitt.



Figur 10 PMF flomsone for Vittenbergbekken, med 0,5 m ekvidistanse for vannstand og markering av tverrsnitt.

Tabell 11 Vannstander i Vittenbergbekken ved Q_{dim} (1000-årsflom + 40 % KP) og PMF

Vittenbergbekken	Planområdet høyde	Vannstand (moh.) ved Q_{dim}	Fribord til planområde (m) ved Q_{dim}	Vannstand (moh.) ved PMF	Fribord til planområde (m) ved PMF
Tverrsnitt 1	165,95	161,56	4,39	161,70	4,25
Tverrsnitt 2	164,50	159,75	4,75	160,16	4,34
Tverrsnitt 3	164,60	159,39	5,21	159,94	4,66
Tverrsnitt 4	164,60	158,90	5,70	159,92	4,68
Tverrsnitt 5	166,30	158,56	7,74	159,90	6,39

4.2 Fastsettelse av sikker byggehøyde

For alle byggesaker anbefaler NVE [2] et vertikalt sikkerhetspåslag som fastsettes ved å øke vannføringen med prosentvise påslag. Størrelsen på dette påslaget avhenger av kvaliteten på det hydrologiske grunnlaget og hvor bra kalibreringsdataene er. Forhold som styrer det vertikale sikkerhetspåslag er oppsummert i Tabell 12, og tilsier at vannføringen bør økes med 50 % for å ta hensyn til usikkerheten i modelleringen.

Vannlinjemodellen er derfor kjørt med vannføring på 50 % påslag på Q_{dim} og PMF i Vittenbergbekken for å vurdere hvor mye vannstanden påvirkes. Vannstandstigningen i Vittenbergbekken, ved 50 % påslag på Q_{dim}, varierer fra 1,4 meter i nordre del av planområdet til 0,2 meter i sørlig del av planområdet. Ved 50 % påslag på PMF varierer vannstandstigning fra 2,0 meter i nordre del av planområdet til 0,2 meter i sørlig del av planområdet. Beregningene tilsier et vertikalt sikkerhetspåslag bør være minimum 1,4 meter ved Q_{dim} og 2,0 meter ved PMF for Vittenbergbekken. Vertikalt sikkerhetspåslag legges på de beregnede vannstander gitt i Tabell 11. Planområdet ligger høyere enn dette nivået og blir ikke berørt så lenge terrenget ikke endres.

Beregningene antar ingen tilstopping av kulvertene. Det er vesentlig fare for delvis tilstopping av de mindre kulvertene, samt fare for tilstopping av de større bokskulvertene. Det er kjørt en følsomhetsanalyse med 100% tilstopping av de mindre kulvertene og 50% tilstopping av bokskulvertene. Denne følsomhetsanalysen er kjørt på PMF, den viser ved 100% tilstopping av de mindre kulvertene og 50% tilstopping av bokskulvertene en vannstandstigning til ca. 162,6 moh. langs hele planområdet, det er en økning i vannstand på opptil ca. 2,7 meter på hele strekningen fra kulvertinnløpet til RV159 til Gamleveien. Planområdet ligger høyere enn dette nivået og blir ikke berørt så lenge terrenget ikke endres.

Anbefalte sikre byggehøyder ved PMF er oppsummert i Tabell 13.

Tabell 12 Forhold som styrer sikkerhetspåslag

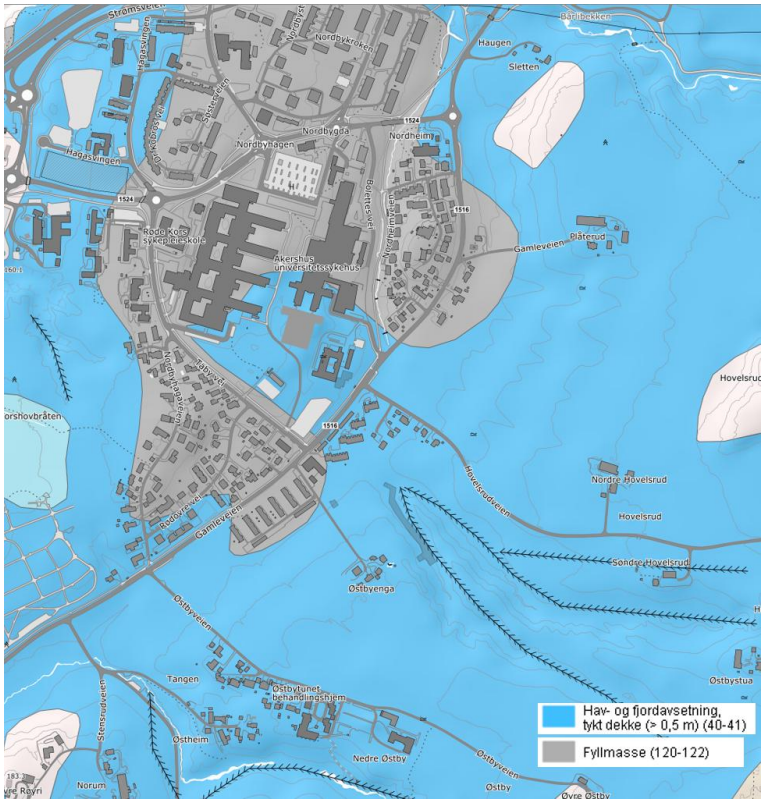
Hva	Klasse/faktor/nivå
Klassifisering av kalibreringsnivå	E
Klassifisering av flomberegning	3
Prosentvist påslag på flomberegning	50 %
Beregnet vertikalt sikkerhetspåslag ved Q_{dim}	1,4 meter
Beregnet vertikalt sikkerhetspåslag ved PMF	2,0 meter

Tabell 13 Sikre byggehøyder i Vittenbergbekken ved PMF

Vittenbergbekken	Planområdet høyde	Sikker bygghøyde ved PMF (moh.)	Fribord til planområde (m) ved PMF
Tverrsnitt 1	165,95	162,60	3,35
Tverrsnitt 2	164,50	162,60	1,90
Tverrsnitt 3	164,60	162,60	2,00
Tverrsnitt 4	164,60	162,60	2,00
Tverrsnitt 5	166,30	162,60	3,70

4.3 Overordnet vurdering av erosjonsfare

Løsmassekartet fra NGU tilsier at området område består av morenemateriale. Utsnitt fra løsmassekartet som dekker området er vist Figur 11. I bekken, i en flomsituasjon, er det makshastigheter på 2 m/s i bekkens dypløp. Ved slike vannhastigheter forventes bekken å kunne erodere. Ved befaring 21.04.2026 viste det seg flere spor lang Vittenbergbekken fra erosjon. Risikoen ved erosjon vurderes som forholdsvis liten, men kan ikke utelukkes, særlig i svingene. Historiske flyfoto gir ingen indikasjoner på at det har vært omfattende erosjon på strekningen.



Figur 11 Utsnitt fra NGUs løsmassekart.

5 Referanser

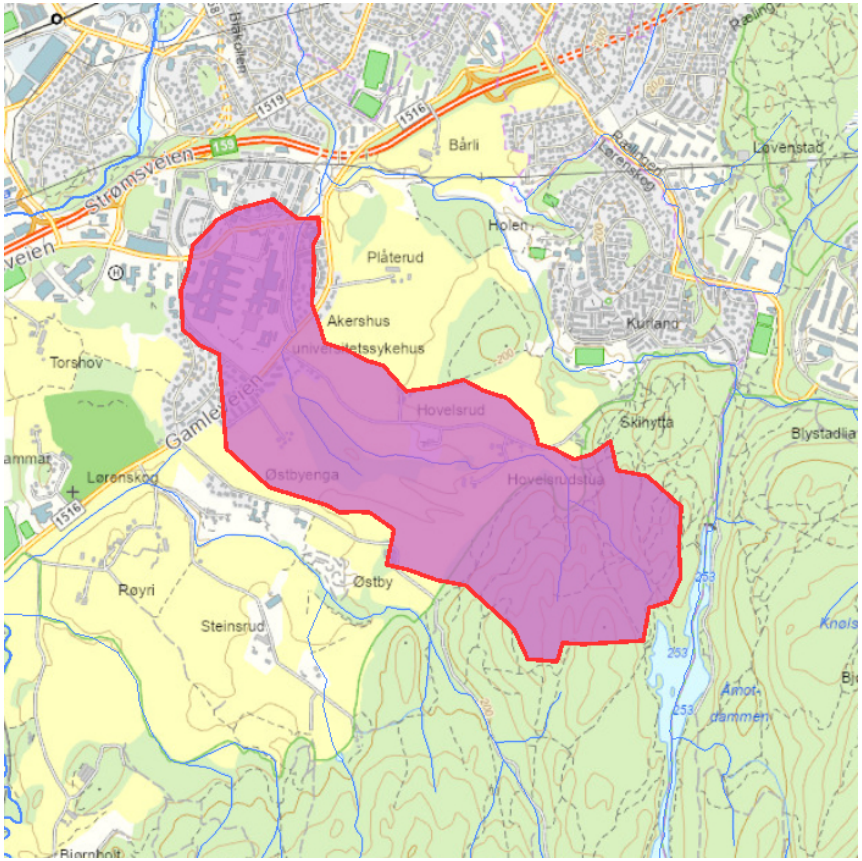
1. NVE (2025). *Veileder for flomberegninger*. NVE-rapport 1/2025.
2. NVE (2022). *Sikkerhet mot flom*. NVE-rapport 3/2022.
3. NVE (2016). *Klimaendringer og fremtidige flommer*. NVE-rapport 81-2016.
4. Norconsult (2020). Flomberegning for ni damanlegg til Nedre Romerike Vannverk AS. Oppdragsnr.: 51535515

6 Vedlegg

1. Feltanalyse fra Nevina
2. Infrastruktur i vassdraget
3. Nedbørdata fra Meteorologisk institutt

Vedlegg 1 – Feltanalyse fra Nevina

Ahus Sykehus HF
Flomvurdering
Oppdragsnr.: 1020350-05 Dokumentnr.: HYD-RAP01 Revisjon: C01



Norges vassdrags- og energidirektorat

Kartbakgrunn:	Statens Kartverk
Kartdatum:	EUREF89 WGS84
Projeksjon:	UTM 33N
Beregn.punkt:	276503 E 6650850 N

Nedbørfeltgrenser og feltparametere er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetssikres.

Nedbørfeltparametere

Vassdragsnr.:	**002.CBA0**
Kommune.:	**Lørenskog**
Fylke.:	**Akershus**
Vassdrag.:	**Sagelva-Fjellhammarelva**

Feltparametere

Areal (A)	1.4	km²
Effektiv sjø (A_{SE})	0	%
Elvleengde (E_L)	2.5	km
Elvegradient (E_G)	39	m/km
Elvegradent $_{1085}$ ($E_{G,1085}$)	22.1	m/km
Helning	6.9	°
Dreneringstetthet (D_T)	2.4	km^{-1}
Feltlengde (F_L)	2.1	km

Arealklasse

Bre (A_{BRE})	0	%
Dyrket mark (A_{JORD})	37.1	%
Myr (A_{MYR})	0	%
Leire (A_{LEIRE})	51.9	%
Skog (A_{SKOG})	36.3	%
Sjø (A_{SJO})	0	%
Snaufjell (A_{SF})	0	%
Urban (A_U)	7.7	%
Uklassifisert areal (A_{REST})	19.5	%

Hypsografisk kurve

Høyde $_{MIN}$	155	m
Høyde $_{10}$	168	m
Høyde $_{20}$	176	m
Høyde $_{30}$	180	m
Høyde $_{40}$	182	m
Høyde $_{50}$	186	m
Høyde $_{60}$	191	m
Høyde $_{70}$	219	m
Høyde $_{80}$	251	m
Høyde $_{90}$	263	m
Høyde $_{MAX}$	294	m

Klima- /hydrologiske parametere (1991-2020)

Årlig middelavrenning (Q_N)	12.7	l/s/km²	1
Arlig middelavrenning	401	mm	
Usikkerhet middelavrenning	26.9	%	
Nedbør juni - august	262	mm	
Nedbør desember - februar	197	mm	
Årstemperatur	4.0	°C	
Sommertemperatur	14.4	°C	
Vintertemperatur	-3.4	°C	

1) Verdien er editert

© nevina.nve.no

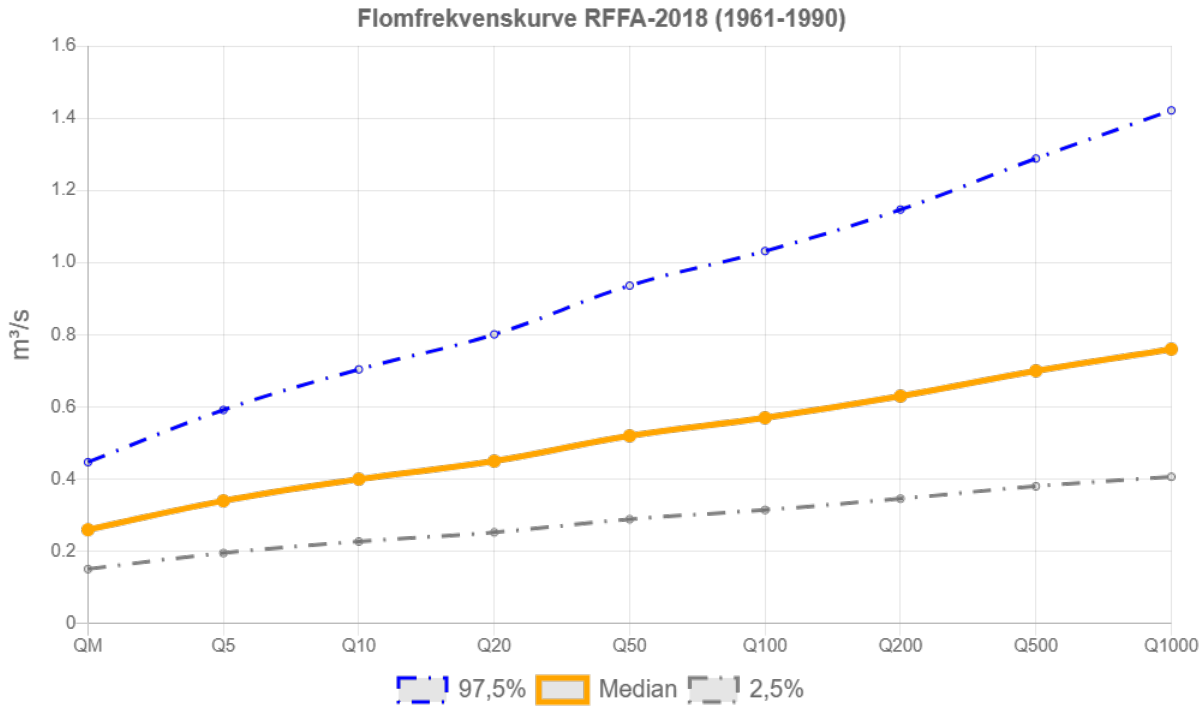
Regional flomberegning 1961 - 1990

Vassdragsnr.:	**002.CBA0**
Kommune.:	**Lørenskog**
Fylke.:	**Akershus**
Vassdrag.:	**Sagelva-Fjellhammarelva**
Nedbørfeltareal:	**1.40 km²**

Flomestimater er beregnet basert på «Regional flomfrekvensanalyse (RFFA-2018)». Om nedbørfeltet er mindre enn 60 km2, er det alternativt beregnet kulminasjonsflommer basert på NIFS-formelverk (2015).

Anbefalinger om klimapåslag er gitt i NVE rapport nr. 81-2016 og klimaprofiler for fylker (se www.klimaservicesenter.no).

NVE Veileder 1-2025 «Veileder for flomberegninger» kap. 5. oppsummerer punkter du må være oppmerksom på når du bruker formelverkene (RFFA-NIFS og RFFA 2018) til å beregne et flomestimat.

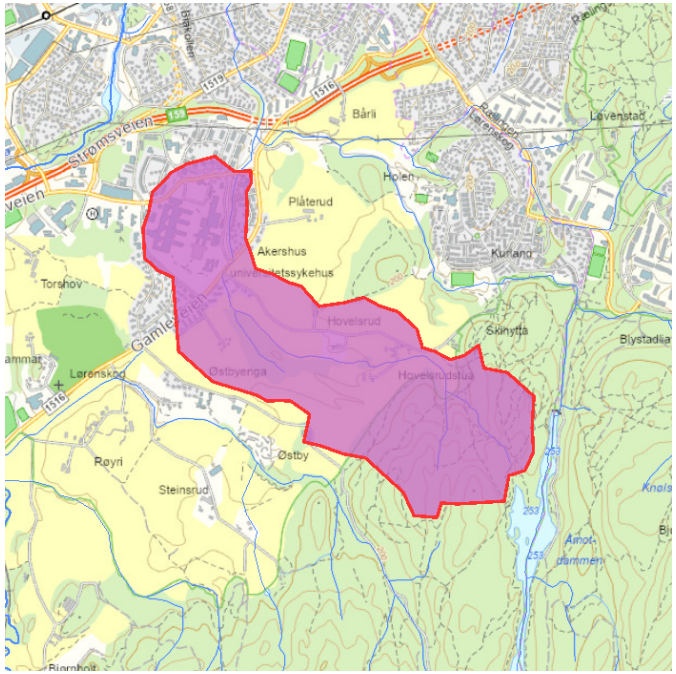


RFFA-2018		
Tidsoppløsning	Døgn	-
Indeksflom (QM): Medianflom	186	l/s/km²
Klimapåslag	40	%
Kulminasjonsfaktor	1.8	-
NIFS-2015		
Tidsoppløsning	Kulminasjon	-
Indeksflom (QM): Middelflom	414	l/s/km²
Klimapåslag	40	%
Annet		
Tilløpsflom	Nei	-

RFFA-2018 (døgnmiddel)	Q_M	Q_5	Q_{10}	Q_{20}	Q_{50}	Q_{100}	Q_{200}	Q_{500}	Q_{1000}	$Q_{200\text{-klima}}$
Flomfrekvensfaktor (Q_T/ Q_M)	1	1.31	1.54	1.73	2	2.19	2.42	2.69	2.92	-
Flomverdier, m³/s	0.3	0.3	0.4	0.5	0.5	0.6	0.6	0.7	0.8	0.9
Flom usikkerhet (97,5%), m³/s	0.4	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.3	1.4	-
Flom usikkerhet (2,5%), m³/s	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	-
NIFS (kulminasjon)										
Flomfrekvensfaktor (Q_T/ Q_M)	1	1.28	1.53	1.79	2.21	2.55	2.95	3.55	4.10	-
Flomverdier, m³/s	0.6	0.7	0.9	1.0	1.3	1.5	1.7	2.1	2.4	2.4
Flom usikkerhet (97,5%), m³/s	1.0	1.3	1.6	2.0	2.5	3.0	3.4	4.1	4.8	-
Flom usikkerhet (2,5%), m³/s	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.7	0.9	1.0	1.2	-

Flomverdier er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetssikres. Verdiene kan ikke benyttes direkte, men må sammenlignes med andre metoder, sammenligningsstasjoner og/eller egne data.

© nevina.nve.no



Norges vassdrags- og energidirektorat

Kartbakgrunn:	Statens Kartverk
Kartdatum:	EUREF89 WGS84
Projeksjon:	UTM 33N
Beregn.punkt:	276503 E 6650850 N

Nedbørfeltgrenser og feltparametere er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetssikres.

Feltparametere

Areal (A)	1.40	km²
Effektiv sjø (A_{SE})	0	%
Elvleengde uten sjø ($E_{TL,net}$)	3.3	km
Elvegradient (E_G)	39	m/km
Elvegradient $_{1085}$ ($E_{G,1085}$)	22.1	m/km
Helning	6.9	°
Dreneringstetthet (D_T)	2.4	km^{-1}
Feltlengde (F_L)	2.1	km

Arealklasse

Bre (A_{BRE})	0	%
Dyrket mark (A_{JORD})	37.1	%
Myr (A_{MYR})	0	%
Leire (A_{LEIRE})	51.9	%
Skog (A_{SKOG})	36.3	%
Sjø (A_{SJO})	0	%
Snaufjell (A_{SF})	0	%
Urban (A_U)	7.7	%
Uklassifisert areal (A_{REST})	19.5	%

Hypsografisk kurve

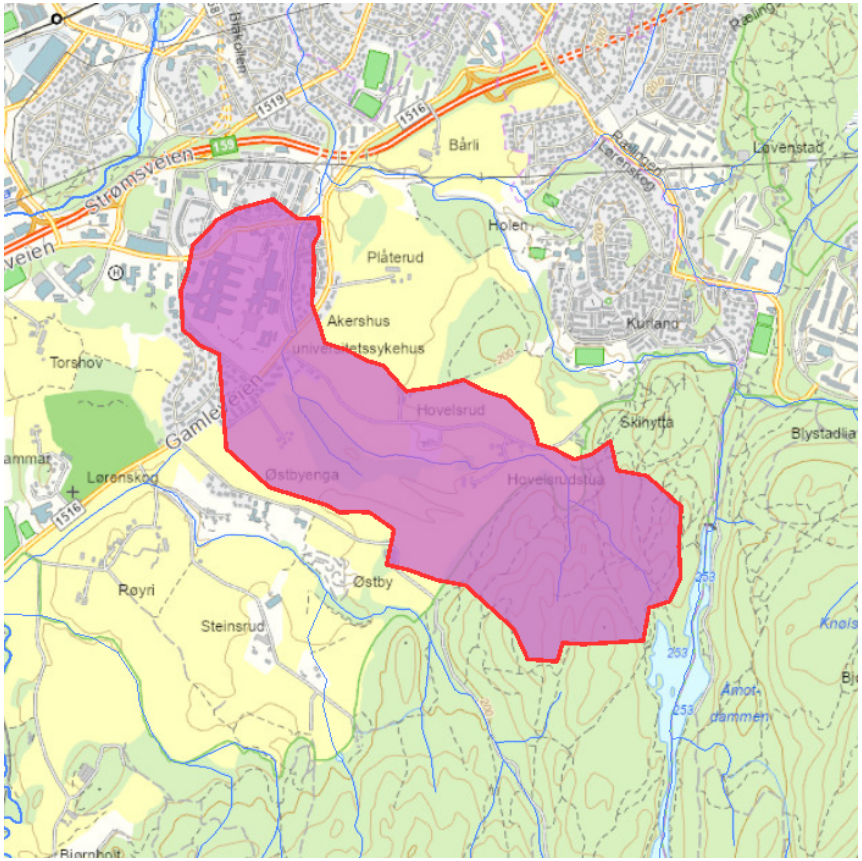
Høyde $_{MIN}$	155	m
Høyde $_{10}$	168	m
Høyde $_{25}$	178	m
Høyde $_{50}$	186	m
Høyde $_{75}$	235	m
Høyde $_{MAX}$	294	m

Klima- /hydrologiske parametere 1961-1990

Årlig middelavrenning 1961-1990 (Q_N)	12.7	l/s/km²	1
Nedbør juni	66	mm	
Nedbør juli	82	mm	
Regn og snøsmelting mai	80	mm	
Regn og snøsmelting juni	71	mm	
Regn og snøsmelting årlig maks. over 4 dager	74	mm	
Regn og snøsmelting november	64	mm	
Temperatur februar	-6.4	°C	
Temperatur mars	-2.4	°C	

1) Verdien er editert

© nevina.nve.no



Norges vassdrags- og energidirektorat

Kartbakgrunn:	Statens Kartverk
Kartdatum:	EUREF89 WGS84
Projeksjon:	UTM 33N
Beregn.punkt:	276503 E 6650850 N

Nedbørfeltgrenser, feltparametere og lavvannsindekser er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetssikres.

Formelverket er basert på data fra avrenningskart 1961-1990. Vi anbefaler derfor ikke å bruke data fra avrenningskart 1991-2020 ved beregning av lavvannsindekser. Nytt formelverk basert på 1991-2020-dataene er under utarbeiding.

Lavvannindekser

Vassdragsnr.:	**002.CBA0**
Kommune.:	**Lørenskog**
Fylke.:	**Akershus**
Vassdrag.:	**Sagelva-Fjellhammarelva**

Feltparametere

Areal (A)	1.4	km²
Effektiv sjø (A_{SE})	0	%
Elvleengde (E_L)	2.5	km
Elvegradient (E_G)	39	m/km
Elvegradient $_{1085}$ ($E_{G,1085}$)	22.1	m/km
Helning	6.9	°
Dreneringstetthet (D_T)	2.4	km^{-1}
Feltlengde (F_L)	2.1	km

Arealklasse

Bre (A_{BRE})	0	%
Myr (A_{MYR})	0	%
Leire (A_{LEIRE})	51.9	%
Skog (A_{SKOG})	36.3	%
Sjø (A_{SJO})	0	%
Snaufjell (A_{SF})	0	%

Hypsografisk kurve

Høyde $_{MIN}$	155	m
Høyde $_{MAX}$	294	m

Lavvannsindekser

Alminnelig lavvannføring	0.3	l/s/km²	
5-persentil (år)	0.4	l/s/km²	
5-persentil sommer (1/5-30/9)	0.2	l/s/km²	
5-persentil vinter (1/10-30/4)	1.0	l/s/km²	
Base flow	5.71	l/s/km²	1
Base flow index (BFI)	0.45	-	

Klima- /hydrologiske parametere (1961-1990)

Klimaregion	Øst	-	
Lavvannsperiode	Sommer	-	
Årlig middelavrenning 61-90 (Q_N)	12.7	l/s/km²	1
Årsnedbør 61-90 (P_N)	401	mm	1
Sommernedbør	394	mm	
Vinternedbør	446	mm	
Årstemperatur	4.2	°C	
Sommertemperatur	12.3	°C	
Vintertemperatur	-1.7	°C	
Temperatur juli	15	°C	
Temperatur august	13.9	°C	

1) Verdien er editert

Det er generelt stor usikkerhet i beregning av lavvannsindekser. Resultatene må verifiseres mot egne observasjoner eller sammenlignbare målestasjoner.

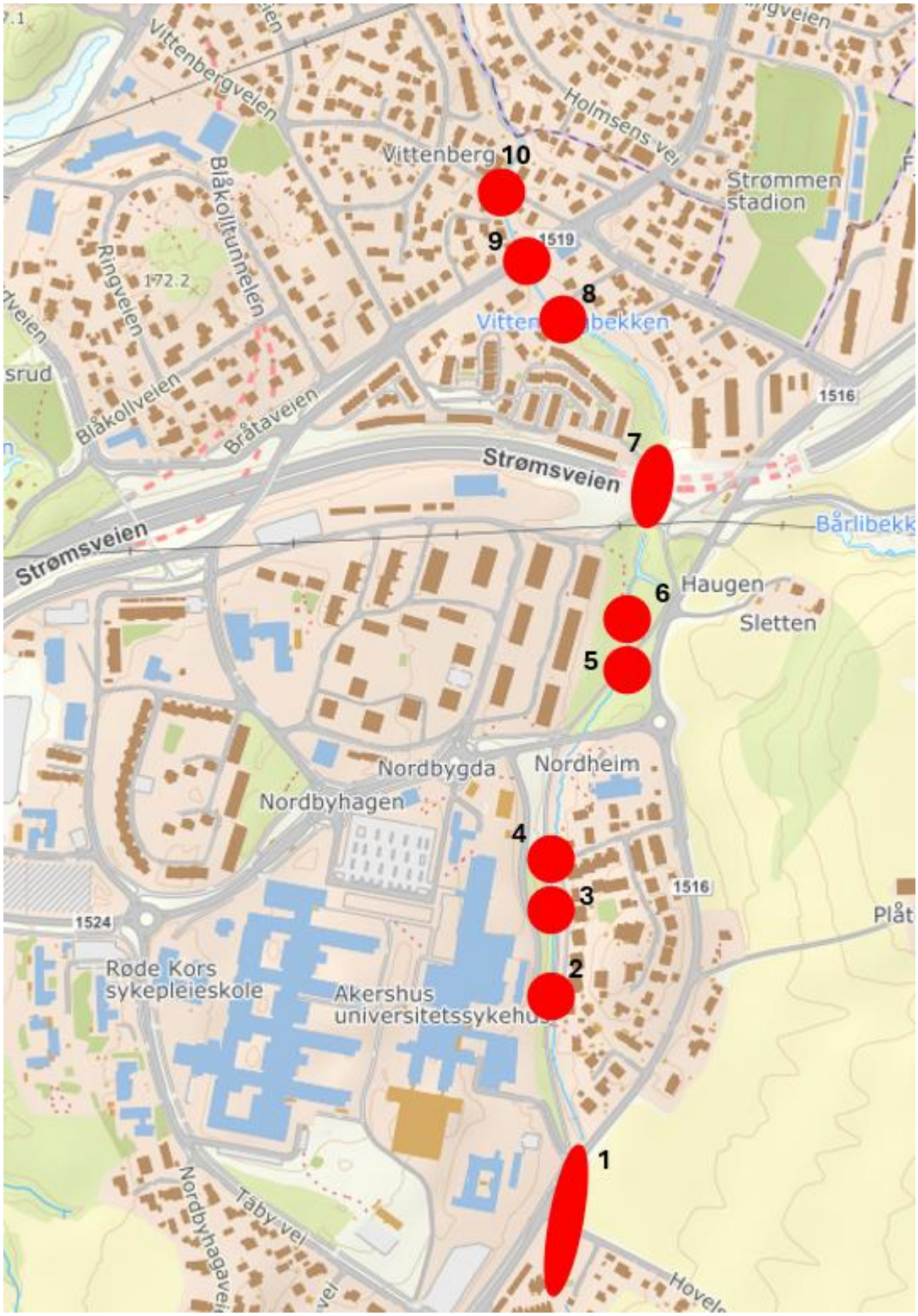
I nedbørfelt med høy breprosent eller stor innsjøprosent vil tørrværsavrenning (Base flow) ha store bidrag fra disse lagringsmagasinene.

© nevina.nve.no

Vedlegg 2 – Infrastruktur i vassdraget

Ahus Sykehus HF
Flomvurdering
Oppdragsnr.: 1020350-05 Dokumentnr.: HYD-RAP01 Revisjon: C01

Vittenbergbekken



Vedlegg 2 – Infrastruktur i vassdraget

Punkt	Sted	Lysåpning			Kommentar
		Høyde [cm]	Bredde [cm]	Diameter [cm]	
1	Gamleveien	-	-	Ø800/Ø1300	Målt Ø800 ved innløpet og Ø1300 ved utløp
2	Gangvei 1	-	-	Ø1000	
3	Gangvei 2	-	-	Ø1000	
4	Nordheimveien	-	-	Ø1200	
5	Gangvei 3	-	-	Ø1000	
6	Skogskulvert	-	-	Ø800	
7	RV159	2000	2400	-	
8	Privatvei	-	-	Ø1600	
9	Strømsveien	-	-	Ø1200	
10	Vittenbergveien	2000	2400	-	Ikke målt inn, estimert til å være lik RV159 kulvert.

1 Gamleveien



Oppstrøms



Nedstrøms

2 Gangvei 1



Oppstrøms



Nedstrøms

3 Gangvei 2



Oppstrøms



Nedstrøms

4 Nordheimsveien



Oppstrøms



Nedstrøms

5 Gangvei 3



Oppstrøms



Nedstrøms

6 Skogskulvert



Oppstrøms



Nedstrøms

7 RV159



Oppstrøms



Nedstrøms

8 Privatvei



Oppstrøms



Nedstrøms

9 Strømsveien



Oppstrøms



Nedstrøms

Vedlegg 3 – Nedbørdata fra Metrologisk Institutt

Påregnelig Ekstremnedbør (felt)

Nedbørfelt: Vittenbergbekken

1) Normal årsnedbør (basert på verdier fra normalkart): PN ~ 875 mm

2) M5(24t) / PN ~ 6,9 % ===> M5(24t) ~ 60 mm

3) Påregnelige 24 timers nedbørverdier

	Årsverdi	jan, feb, des	mar, apr, mai	jun, jul, aug	sep, okt, nov
M5(Årstid) / M5(År)	1	0.51	0.50	0.91	0.86
M5 (mm)	60	31	30	55	52
M10 (mm)	70	35	35	60	60
M25 (mm)	80	40	40	70	70
M50 (mm)	90	45	45	80	75
M100 (mm)	100	50	50	90	85
M200 (mm)	110	60	55	100	100
M500 (mm)	130	65	65	120	120
M1000 (mm)	145	75	75	135	135
PMP (mm)	260	185	180	245	240

4) Påregnelige n-timers nedbørverdier

4. 1) Årsverdi:

Antall timer (n)	1	2	6	12	24	48	72	96	120	144	168	192
n timer / 24 timer	0.36	0.46	0.66	0.81	1.00	1.25	1.39	1.56	1.70	1.83	1.96	2.09
M10 (mm)	25	30	45	55	70	85	95	105	115	125	135	140
M25 (mm)	30	35	50	65	80	100	110	125	135	145	155	165
M50 (mm)	30	40	60	70	90	110	125	140	150	165	175	185
M100 (mm)	35	45	65	80	100	125	140	155	170	185	195	210
M200 (mm)	40	50	75	90	110	140	155	175	190	205	220	235
M500 (mm)	45	60	85	105	130	160	180	205	220	240	255	275
M1000 (mm)	50	65	95	120	145	180	205	230	250	270	285	305
PMP (mm)	95	120	170	210	260	320	360	405	440	475	505	540

4. 2) jan, feb, des:

Antall timer (n)	1	2	6	12	24	48	72	96	120	144	168	192
n timer / 24 timer	0.36	0.46	0.66	0.81	1.00	1.25	1.39	1.56	1.70	1.83	1.96	2.09
M10 (mm)	10	15	25	30	35	45	50	55	60	65	70	75
M25 (mm)	15	20	25	35	40	50	55	65	70	75	80	85
M50 (mm)	15	20	30	35	45	55	65	70	80	85	90	95
M100 (mm)	20	25	35	40	50	65	70	80	85	95	100	105
M200 (mm)	20	25	40	45	60	70	80	90	100	105	115	120
M500 (mm)	25	30	45	55	65	85	95	105	115	125	130	140
M1000 (mm)	25	35	50	60	75	95	105	115	125	135	145	155
PMP (mm)	65	85	120	150	185	230	255	285	310	335	360	385

4. 3) mar, apr, mai:

Antall timer (n)	1	2	6	12	24	48	72	96	120	144	168	192
n timer / 24 timer	0.36	0.46	0.66	0.81	1.00	1.25	1.39	1.56	1.70	1.83	1.96	2.09
M10 (mm)	10	15	20	25	35	40	45	55	60	60	65	70
M25 (mm)	15	20	25	30	40	50	55	60	65	75	80	85
M50 (mm)	15	20	30	35	45	55	60	70	75	80	85	95
M100 (mm)	20	25	35	40	50	60	70	80	85	90	100	105
M200 (mm)	20	25	35	45	55	70	80	85	95	105	110	115
M500 (mm)	25	30	45	50	65	80	90	100	110	120	130	135
M1000 (mm)	25	35	50	60	75	90	100	115	125	135	145	155
PMP (mm)	65	80	120	145	180	225	250	280	305	330	355	380

4. 4) jun, jul, aug:

Antall timer (n)	1	2	6	12	24	48	72	96	120	144	168	192
n timer / 24 timer	0.36	0.46	0.66	0.81	1.00	1.25	1.39	1.56	1.70	1.83	1.96	2.09
M10 (mm)	20	30	40	50	60	75	85	95	105	115	120	130
M25 (mm)	25	35	45	60	70	90	100	115	120	130	140	150
M50 (mm)	30	35	55	65	80	100	115	125	135	150	160	170
M100 (mm)	30	40	60	75	90	115	125	140	155	165	180	190

M200 (mm)	35	45	65	80	100	125	140	160	175	185	200	215
M500 (mm)	40	55	80	95	120	150	165	185	200	215	230	250
M1000 (mm)	50	60	85	105	135	165	185	205	225	245	260	280
PMP (mm)	90	110	160	200	245	305	345	385	420	450	485	515

4. 5) sep, okt, nov:

Antall timer (n)	1	2	6	12	24	48	72	96	120	144	168	192
n timer / 24 timer	0.36	0.46	0.66	0.81	1.00	1.25	1.39	1.56	1.70	1.83	1.96	2.09
M10 (mm)	20	25	40	45	60	75	80	90	100	105	115	125
M25 (mm)	25	30	45	55	70	85	95	105	115	125	135	145
M50 (mm)	30	35	50	60	75	95	105	120	130	140	150	160
M100 (mm)	30	40	55	70	85	110	120	135	145	160	170	180
M200 (mm)	35	45	65	80	100	125	140	160	170	185	200	215
M500 (mm)	40	55	75	95	120	145	165	185	200	215	230	245
M1000 (mm)	45	60	85	105	135	165	185	205	225	245	260	275
PMP (mm)	85	110	160	195	240	300	335	375	410	440	470	505

5) Justering fra punkt til areal-verdi.

De gitte verdier gir punktnedbør for et "representativt" fiktivt punkt i feltet.

For felt på ca. 1,4 kv.km fåes et grovestimat av arealnedbør ved å multiplisere

punktverdiene med en "arealreduksjonsfaktor" ARF:

ANTALL TIMER:	1	2	6	12	24	48	72	96	120	144	168	192
ARF (1,4 kv.km.)	0.96	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

6) Nærmeste målestasjon: SN4110 LØRENSKOG - HANEBORG, PN = 822 mm/år

7) Maksimal observert nedbør i området (valgte stasjoner i perioden 1950-2025) : 88,1 mm

Målt ved: SN4260 SKEDSMO - HELLERUD den 09.07.1973

8) Kommentarer:

Det må presiseres at de gitte verdier for MT og PMP er basert på et relativt sparsomt datagrunnlag. Verdiene må derfor bare betraktes som et grovestimat.

Data er gyldig per 27.03.2026 (CC BY 3.0), Meteorologisk institutt (MET)