



Statens vegvesen

Puttesund bru LED-belysning av rekkverk og ståltårn

RAPPORT

Teknologiavdelingen

Nr. 2551



Bruseksjonen
Dato: 2009-12-15



Statens vegvesen

TEKNOLOGIRAPPORT nr. 2551

Tittel

Puttesund bru LED-belysning av rekkverk og ståltårn

Vegdirektoratet
Teknologiavdelingen

Postadr.: Postboks 8142 Dep
0033 Oslo

Telefon: (+47 915) 02030

www.vegvesen.no

Utarbeidet av

Steinar Fjeldheim, Teknologiavdelingen
Petter K. Andersen, Storm Elektro AS

Dato:

Saksbehandler

Prosjektnr:

Steinar Fjeldheim

Kontrollert av

Antall sider og vedlegg:

Knut Grefstad, Teknologiavdelingen

21

Sammendrag

I forbindelse med forsterkningen av Puttesund bru i 2002, kom den eksisterende belysningen på brua i konflikt med skråkablene som ble montert. Det ble derfor bestemt å prøve ut LED-belysning i rekkverket som ny vegbelysning. Siden de høye tårnene som ble nødvendige i forbindelse med forsterkningen nærmest ble en portal til Hvaler, kom det samtidig et ønske om å belyse disse tårnene samt stålinnfestingen til selve bruoverbygningen. Dermed fikk en fram selve det statiske systemet til forsterkningen.

LED-belysningen i rekkverket ble vellykket når det gjelder å gi en tilfredsstillende belysning av vegbanen. Kvaliteten på lysarmaturen derimot er ikke tilfredsstillende. Tårnbelysningen og innfestingen er ikke blitt gjennomført som planlagt. Dette skyldes i hovedsak kvaliteten på lysarmaturen som ikke har tålt kystklimaet. Underveis har det også dukket opp problemer som ikke var gjennomtenkt godt nok på forhånd. Det tenkes da spesielt på arbeid i en kurv i nesten 40 meters høyde med samtidig avvikling av trafikken. Dessuten er det krefter fra nærmiljøet som ikke ønsker å få noen belysning av tårnene. Hærværk og tyveri av utstyr har funnet sted og rent praktisk er det vanskelig å forhindre at dette også vil skje i framtiden.

I dag er belysningen av tårnene bare delvis i drift og det er helt nødvendig at armaturen må skiftes til noe med langt bedre kvalitet. En revisjon av selve belysningsplanen må også gjøres, dvs. den må gjøres enklere ikke minst med tanke på vedlikehold og utskifting av pærer.

Summary

Emneord:

LED-belysning, tårn, kvalitet av lysarmatur

INNHold

1. Innledning	2
2. Bakgrunnen for belyningsprosjektet	3
3. Beskrivelse av LED-systemet	4
4. Prøvebelysning.....	4
5. Forandring av eksisterende belysning til LED-belysning i rekkverk samt effektbelysning på ståltårn og stålinnfestning på undersiden av brua.....	5
6. Beskrivelse av det nye lysopplegget	6
7. Bestilling av armatur	6
8. Nødvendige forberedende arbeider vedrørende montering av lysarmaturen.....	6
9. Montering av lysopplegget og problemer som oppsto	7
10. Utprøving og revurdering av det foreslåtte lysopplegget	8
11. Problemer med tyveri og vandalisme	10
12. Videre opplegg.....	10

Bilag

Bestilling av lysarmatur

1. Innledning

Puttesund bru på riksveg 108 i Østfold ble bygget i 1970 etter fritt frambyggemetoden og består av et hovedspenn på 138 meter med tilknyttede motvektslanndkar på 28 meter i endene. I senter av hovedspennet er det plassert et ledd.

I årenes løp har hovedspennet gradvis fått en økende nedbøyning og i 2000 var nedbøyningen i selve leddet ca. 45 cm større enn forutsatt. En forsterkning ble nødvendig og mange alternativer ble prøvet ut. Endelig løsning ble innføring av et skråstagsystem. Et ståltårn på ca. 43 m ble bygget i forkant av hvert motvektslanndkar. Fra hvert ståltårn går det 4 kabler som festes til undersiden av overbygningen og 2 kabler som forankres i fjell i bakkant av motvektslanndkaret. For at brua skulle få den nødvendige forsterkning og samtidig en forbedring av kjørekomfort, ble brua jekket opp.

Belysning av bruer mer ut i fra et estetisk synspunkt er blitt mer aktuelt i de siste årene. Det er i første rekke utviklingen av LED-belysning som er årsaken til dette. Sammenliknet med et konvensjonelt lysopplegg vil dette systemet gi en energibesparing på mellom 60 og 80 %. Levetiden for lyskildene er økt fra 17000 timer til nærmere 100000 timer. LED får heller ikke redusert sin lyseffekt ved lave temperaturer. Installasjonskostnadene er også lavere med dette opplegget. Totalkostnadene blir dermed mer overkommelige. Tårn til hengebruer og skråstagbruer er et aktuelt anvendelsesområde, spesielt der utformingen er blitt tillagt spesiell vekt. Forsterkningen av Puttesund bru i form av en skråkabelbru og med inngang til det populære feriestedet Hvaler er aktuelt i en slik sammenheng.

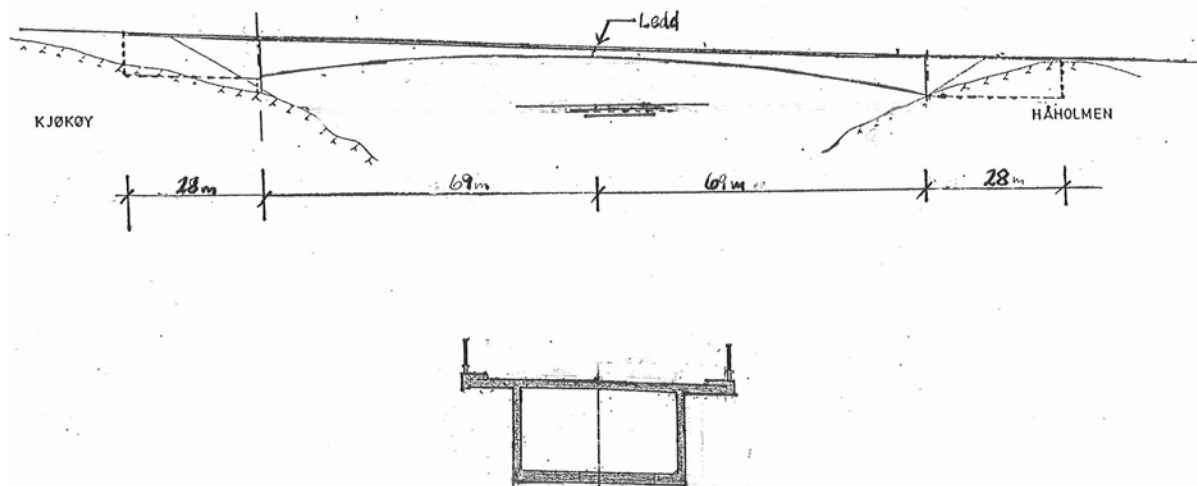
I 2003 ble arbeidet igangsatt som et FoU-prosjekt der et opplegg for både LED-belysning i rekkverket og belysningen av tårnene skulle utarbeides og erfaringer høstes med tanke på fremtidige prosjekter. Finansieringen ble en kombinasjon av FoU-midler i Vegdirektoratet og fra Region øst. Det var en forutsetning av belysningen skal ivareta kravene til belysning på brua med hensyn til trafiksikkerhet.

Lysekspert Lars Bylund ble satt til å utarbeide planer for lysopplegget. Det svenske firmaet Detalux som også leverte belysningsutstyret på ny Svinesund bru, fikk leveransen på lysarmaturen.

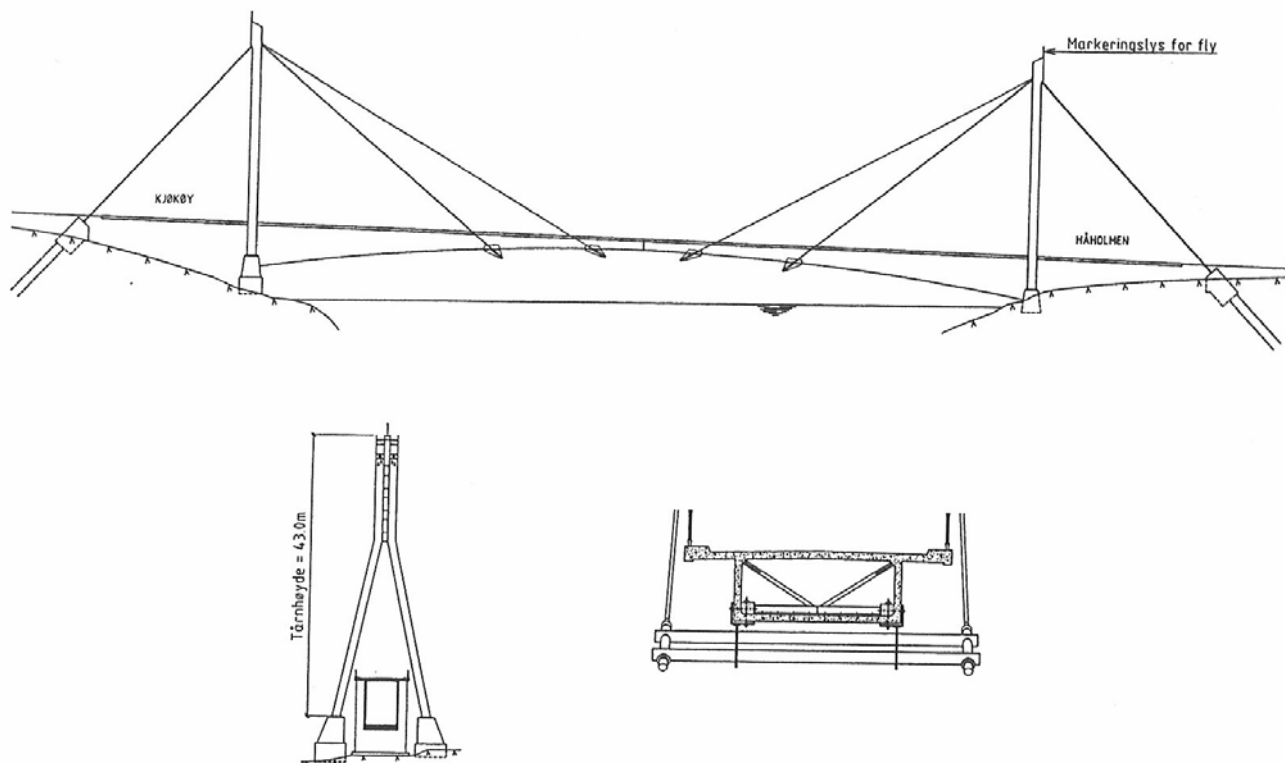
2. Bakgrunnen for belysningsprosjektet

I forbindelse med forsterkning av Puttesund bru ble det et ønske nærmest av estetiske årsaker å skifte ut eksisterende vegbelysning på brubanen, bestående av 6 lysmaster på den ene sidekanten og stolpeavstand 26 meter. Med skråkablene på plass ble det et noe uryddig bilde. Figurene 1 og 2 viser brua henholdsvis før og etter forsterkning. Siden LED-belysning har åpnet nye muligheter både teknisk og økonomisk, ble det valgt å prøve ut dette som ny vegbelysning. Siden lyskildene nå plasseres i selve rekkverket på begge sider, skulle trafikksikkerheten bli bedre ettersom vegbanen markeres mer. Dette er ikke minst viktig for fotgjengere. Avstanden mellom lyskildene ble satt til 30 meter. Dette lysopplegget sammen med en lyskilde der tårnbenene møtes ble vurdert som tilstrekkelig for å gi den nødvendige trafikksikkerhet. Da sistnevnte lyskilde skal gi lys over en lengre vegstrekning, er dette en lyskaster og ikke en LED-pære.

Siden ståltårnene oppfattes nærmest som en portal mot Hvaler, ble lysopplegget utvidet til også å innbefatte effektbelysning av selve ståltårnene samt stålinnfestingen på undersiden av brubanen. Dermed fikk en fram selve det statiske systemet for forsterkningen.



Figur 1. Puttesund bru før forsterkning



Figur 2. Puttesund bru etter forsterkning

3. Beskrivelse av LED-systemet

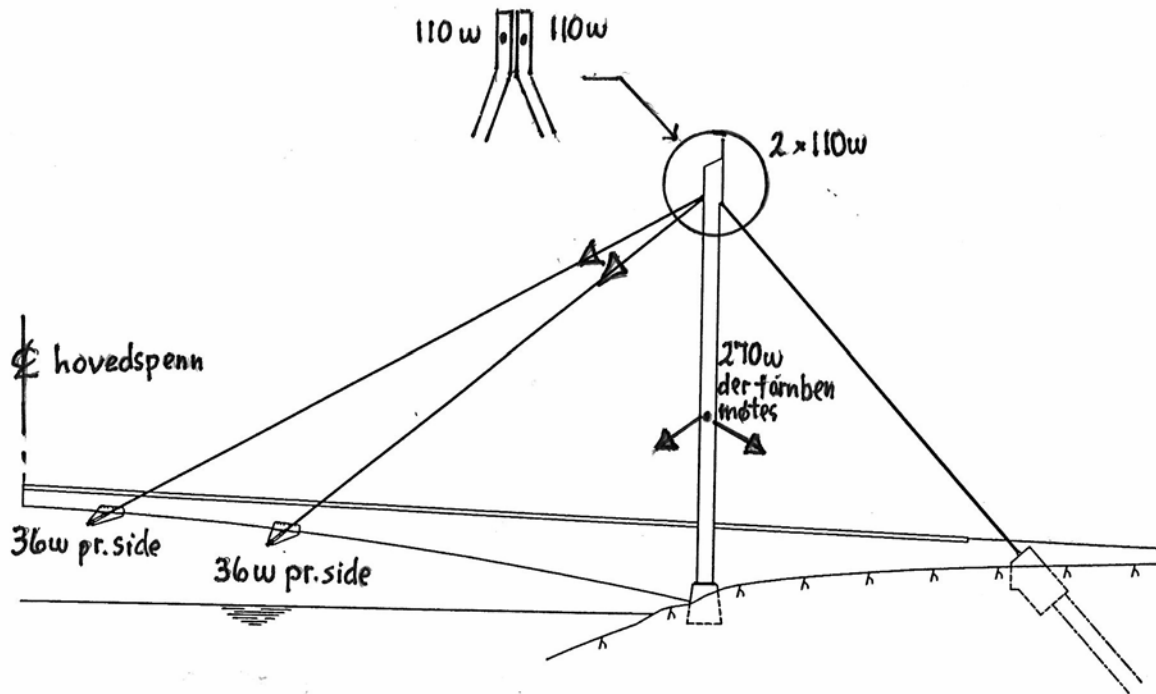
LED er både veldig anvendbar som lyskilde samtidig som den er energiøkonomisk. Med sin lille størrelse er den lett å montere og utgjør heller ikke noe stort voluminnslag i konstruksjonen. LED er dioder som drives på svakstrøm og likestrøm på 12V-48V, noe som gjør det enklere å montere. Dette innebærer at også solceller kan nyttiggjøres som energikilde uten omfattende utstyr og liten tilslutning til E-nettet.

Med sin lengre levetid både på lamper og øvrig utstyr blir dermed vedlikeholdskostnadene betydelig redusert sammenliknet med et konvensjonelt lysopplegg.

4. Prøvebelysning

Belysningskonseptet er vist på skisse 1. Målsetningen var å fremheve tårnenes spesielle form mest mulig. Se bilde 1. Det betyr at området i toppen av tårnet der kabelinnfestingen ligger, tillegges spesiell vekt. Nedover langs kablene blir lysintensiteten avtagende. Det totale effektforbruk ble mindre enn 1500 watt. Bilde 2 viser montering av lyskaster der tårnbenene møtes, Bilde 3 viser selve lyskasteren. Bilde 4 viser innfesting av pærene som skal

lyse opp selve stålinnfestingen på undersiden av brua. Bildene 5 og 6 viser LED-belysningen i rekkverket.



Skisse 1. Effektforkbruk (rekkverk er ikke med)

For å kunne vurdere at mulighetene til LED under virkelige forhold gir de visuelle effekter som forutsettes i konseptforslaget, ble det besluttet å gjennomføre en prøvebelysning. Prøvene ble gjennomført slik at forskjellige lysarmaturer belyste stålflater på tårnene og kablene helt fra vegbanen og opp til tårntoppen. Topp-partiet ble belyst fra ulike posisjoner på begge sider av tårnene og under forskjellige vinkler fra vegbanen. Den visuelle effekten ble observert fra landkaret, ute på selve brua og opp til flere hundre meter på veien fra brua. Der det var mulig ble stålflatenes luminans målt. Dette sier hvor mye lys som reflekteres. Luminanser opp til 25 cd/msk ble målt, noe som på nattetid kan oppleves som blendene. Vegbaneluminans ved normal vegbelysning skal ligge i området 2-4 cd/msk.

Konklusjonen ble at LED ga en god visuell oppmerksomhet. Forskjellige lysfarger ble prøvd og det ble valgt å bruke et kaldt hvitt lys.

5. Forandring av eksisterende belysning til LED-belysning i rekkverk samt effektbelysning på ståltårn og stålinnfestning på undersiden av brua

Før forsterkning av brua besto vegbelysningen på brubanen av 6 lysstolper montert på nordsiden av brua og med stolpeavstand 26 m. Brua har hele tiden hatt et eget lysopplegg for belysning inne i brukassa. Lysopplegget på selve brubanen er tilknyttet vegbelysningen på begge sider og er derfor uavhengig av belysningen inne i brukassa. Lysstolpene på brua ble

bestemt fjernet av estetiske årsaker. For å kunne belyse rekkverket, ståltårnene og stålinnfestingen på undersiden av brubanen, ble det nødvendig med en egen kurs. Et eget sikringsskap med nye kombiautomater og kontaktorer styrt av fotocelle inne i brua ble montert omtrent midt på brua. Se bilde 7. Sikringsskapet for det innvendige lyset er plassert ved det nord-østre landkaret. Ut i fra det nye sikringsskapet ble det lagt 1 stk. ny tilførsel til hver utkrager eller bruhalvdel (fuge på midten). Ledningene går videre frem til tårnene og så opp i tårnet. Hver tilførsel ga strøm til LED-lys i rekkverket, på undersiden av brua og tårntoppen samt til lyskaster der tårnbenene møtes. Da det er 230 V helt fram til LED-pærene, er det ikke noe problem med eventuelt spenningsstap.

6. Beskrivelse av det nye lysopplegget

Opplegget med planlegging av belysningen på forsterket Puttesund bru inkludert et økonomisk overslag, er som beskrevet i bilag 1 og 2. I det første utkastet var det 8 stk. LED-lys i hvert rekkverk med avstand 30 m og med lysretning mot trafikken. I ”rommene” i toppen av tårnene der kablene er forankret, er det plassert flere pærer for å lyse opp polygonenes form. I samme området var det plassert pærer som lyste nedover langs kablene og på stålflatene. Ellers var det ingen lyskilder på selve kablene. Der stålbenene på tårnene møtes var det en lyskaster (ikke LED) som er en del av vegbelysningen sammen med LED lysene i rekkverkene. Totalt sett skal denne kombinasjonen gi minst like bra lys som den tidligere vegbelysningen. Tilstøtende veg på hver side blir ivaretatt av det lokale E-verket, mens den forannevnte belysningen på selve brua går på egen kurs. På hver kantbjelke var det også montert pærer for å lyse opp stålinnfestingen på undersiden av brua. Dermed fikk en i stor grad lyst opp selve det statiske systemet i forsterkningen av brua. Fikk samtidig også lyst opp vannoverflaten i disse områdene og refleksjonen herfra gjorde at en fikk fremhevet buen på undersiden av brua.

7. Bestilling av armatur

Bestilling av utstyret var basert på forslaget som beskrevet under pkt. 6. Siden totaløkonomien var beskjeden og leverandører av LED-utstyr var lite kjent, ble det besluttet å bestille utstyret fra det svenske firmaet Deltalux. De hadde både utstyret vi var ute etter og erfaringer fra andre prosjekter. Siden dette var et FoU-prosjekt hadde firmaet her en mulighet til å markedsføre seg for flere prosjekter senere dersom alt gikk bra. Det ble også fra firmaet sagt at det økonomisk sett var lagt inn en veldig liten fortjeneste. Dessverre ble armaturen i rekkverkene uteglemt, noe som utgjør ca. kr. 50,000.

8. Nødvendige forberedende arbeider vedrørende montering av lysarmaturen

Etter en befaring våren 2005, ble det bestemt hvordan armaturen skulle monteres og hvordan braketter etc. skulle brukes. Med materialleveransen fulgte det imidlertid ikke med verken fester til rekkverket eller på stålkonstruksjonene. I hvert fall ikke noe som lignet det som var avtalt. Medfølgende braketter var rett og slett ikke brukelige. Storm Elektro måtte derfor sette i gang å planlegge hvordan dette kunne utføres og noe måtte også settes bort til et mekanisk verksted. Brakettene ble laget av syrefast materiale. På grunn av noe tidsnød for å få arbeidet ferdig før sommerferien og med samtidig mye trafikk på brua ble ikke utførelsen helt som ønsket, men fullt ut akseptabel.

Opprinnelig plan for festing av armatur på tårnene var boring og gjenging i stålet på stedet. Tårnene er vakumkjørt og det kunne maksimum borres 5 mm inn i stålplatene som hadde minimum 20 mm tykkelse. Dette ble vurdert til ikke å være godt nok og de syrefaste festebrakettene ble laget på en annen måte.

Neste problem var selve materialet i armaturen og kvaliteten for øvrig på skruer etc. Aluminium er ikke bra nok for et kystklima. Galvaniserte skruer for inneklime var tenkt brukt til å montere armaturer sammen og disse ble skiftet ut med syrefaste skruer som tåler været. Aluminium og syrefaste skruer går muligens ikke så bra sammen, men så langt har ikke dette blitt noe problem. Erfaringer tilsier imidlertid at skruer vil kunne sette seg fast med tiden. I tillegg ble sicaflex type 11 FC brukt til å tette åpninger så godt som mulig.

Medfølgende ledninger av type PMH (innekabel) ble skiftet ut med gummikabler. Noen ledninger måtte skjøtes da de var for korte. Dette gjorde det nødvendig med mye ekstra monteringsarbeid både når det gjaldt innfesting til armaturen og for skjøting av ledninger. For LED lamper på utsiden av brua fulgte det med bokser med elektroniske trafoer. Disse skulle blant annet festes under brukanten på utsiden. Det var imidlertid en dårlig løsning da service nærmest ville bli umulig uten mobilkran med kurv. De elektroniske trafoene ble i stedet montert inne i bruoverbygningen. Ledninger for LED pærer tilhørende disse måtte dermed også forlenges. Dessuten var de for korte uansett.

9. Montering av lysopplegget og problemer som oppsto

Med litt oppfinnsomhet gikk monteringen av lysopplegget relativt greitt. Tilførsler og alle LED lys langs rekkverk ble utført før sommerferien. På grunn av for stor trafikk i sommerferien måtte resten av arbeidet gjøres etter ferien. LED lys for belysning av stålinnfestingen på undersiden av brua ble da montert ved hjelp av en kran med kurv. Pærene er plassert på utkragerer fra kantdragerne. Deretter ble tilførsel og lyskastere som lyser ned på brubanen fra der tårnbenene møtes montert. Her ble det også brukt mobilkran med kurv og en kjørebane måtte holdes åpen for trafikk. Monteringen av lysopplegget på det øverste partiet av tårnene krevde en god del planlegging. Arbeidet måtte starte sent på kvelden da de tunge kjøretøyene ikke kunne passere når bare en kjørebane var åpen for trafikk på grunn av nødvendig plass for kranene. Det at brua også har en stigning på 3,5%, gjorde at kranbenene måtte ha enda større plass av sikkerhetsmessige årsaker. For å håndtere personbilene ble nødvendig med et lysanlegg i hver ende av brua samt en person til å dirigere trafikken forbi kranene. En sandpute måtte legges ut mot fortauene for å få enda litt plass for bilene. Siden det normalt går noe tungtrafikk til alle døgnets tider, måtte disse firmaene bli informert om det aktuelle tidsrommet for arbeidet. Det ble lagt opp til å arbeide sammenhengende fra kl. 2100 til 0430 i 3 påfølgende netter. De siste bussavganger måtte derfor benytte minibusser. Hele opplegget ble annonsert på radio i god tid i forveien.

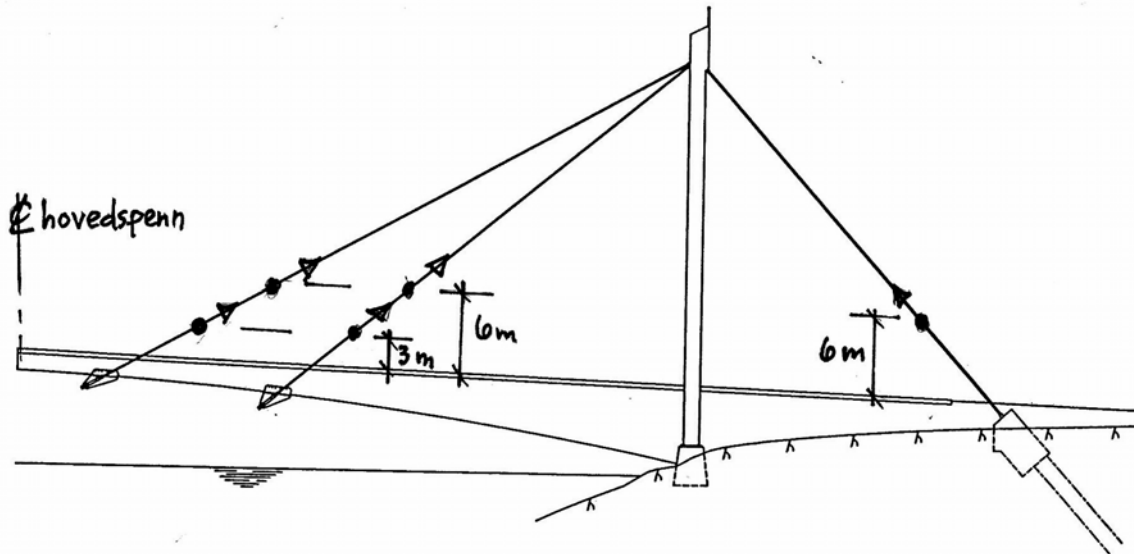
Når det arbeides 40 meter i høyden i en liten kurv, sier det seg selv at vindforholdene er helt avgjørende. Et værvindu var derfor helt avgjørende. Med 2 mobilkraner og 2 lag med elektromontører lå alt til rette for å få montert resten av lysutstyret. Fra Meteorologiske Institutt skulle maksimum vindstyrke bli 2 m/s. I stedet ble det 12 m/s og det hele måtte avlyses. Bare tilriggingen kostet kr. 25.000. Resten av året var det mye vind og veldig vanskelig å få dette arbeidet utført.

10. Utprøving og revurdering av det foreslåtte lysopplegget

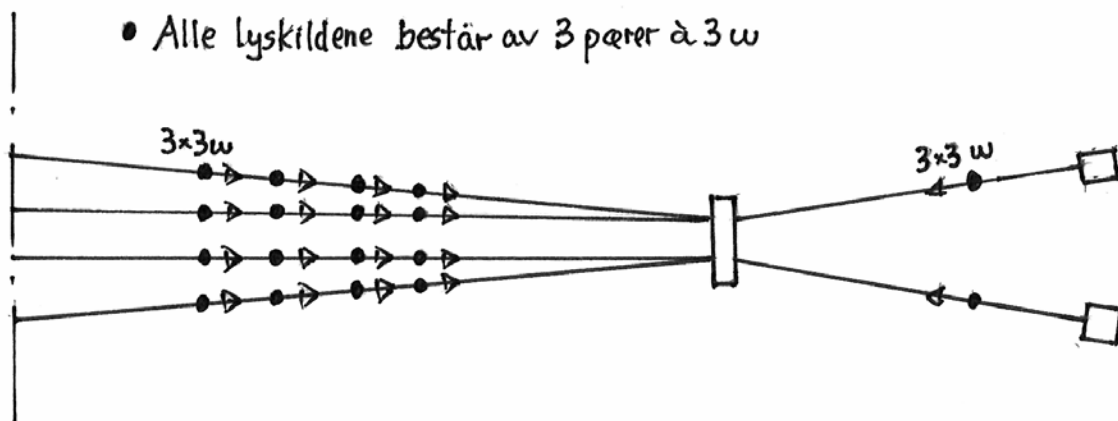
Med tanke på det fremtidige vedlikeholdet med utskifting av pærer etc. ble hele lysopplegget revurdert i lys av de erfaringer som ble høstet da øverste del skulle monteres. Dersom det hver gang noe må gjøres i denne høyden blir nødvendig med et slikt omfattende opplegg og samtidig være så væravhengig, må bare noe av lysopplegget forenkles betydelig. Samtidig kom det også inn langt fra positive meldinger fra det lysopplegget som allerede var på plass. Det viste seg at kvaliteten på armaturen med mer var altfor dårlig. Lyskasterne der tårnbenene møtes sluttet å virke etter ca. 2 måneder. Det viste seg ved utskifting at det var kommet vann i koblingsboksen. Armaturen som var laget av aluminium viste allerede tæring. Se bildene 8 og 9. Bilde 10 viser skade i lysstolpe. Armaturen langsetter brubanen har også noe avvik. Det går ut på å lyse for så å bli til et svakt blåskjær og til ikke å lyse. Ledninger, ytre kappe og tetning er også dårlig. Selve ledningsinnføringen i LED spotterne er også for dårlig. Det at armaturene ikke tåler vann fører til jordfeil. Siden det er brukt jordfeilbryter, er feil blitt oppdaget tidlig. Men det har også ført til mange oppmøter, da tårnene plutselig har ligget i mørke. Flylysene i toppen av tårnene har også til tider sloknet på grunn av disse jordfeilproblemene. Det er også en jordfeilbryter her. Problemet er foreløpig løst ved å montere 100 mA jordfeilbryter for hver av disse lampene.

Kort summert er mottatt utstyr ikke laget for å kunne takle de forholdene som det skal fungere under. Feil materiale er brukt. En monteringsbeskrivelse og noen tanker om service og vedlikehold burde også vært gitt.

En ny belyningsplan ble utarbeidet av Lars Bylund, se skisse 2. Det var enighet om at spesielt øverste del av tårnene måtte belyses på en annen måte. Dette med tanke på å bli mindre væravhengig når det gjelder service og vedlikehold. LED lys ble nå plassert på kablene 3 meter og 6 meter over vegbanen. Se bilde 11. Belysningen kom dermed nedenfra og oppover i stedet for tidligere fra toppen og nedover. Nye braketter ble laget av de gamle i tillegg til noe nytt. LED-skiner ble montert i området der tårnbenene møtes slik at 6 stk. LED lys kunne monteres her for å få lys oppetter langs stålflatene. Samtidig ble lyskasterne her som lyser opp selve vegbanen skiftet ut da de var fulle av vann og det var synlig tæring i aluminiumsarmaturen. Disse 6 nye LED lysene i hvert tårn ble imidlertid heller ikke vellykket. De sorte kabelrørene i plast gjorde at lyset ikke fikk noe særlig virkning da det nærmest ble absorbert i plasten. Trafikken ble også blendet og det var ikke særlig pent å se belysningen på dagtid. Jordfeil oppsto fortsatt på grunn av det dårlige materialet som sprakk opp og fuktighet kom inn. I tillegg ble det også problemer med flylyset som stadig gikk av og på. For å forenkle vedlikeholdet av lysene laget Storm Elektro en egen bryter for hvert lysopplegg, dvs for seilløpet, flylyset og tårn/rekkverk belysningen.



Oppriss



Plan

Skisse 2. Ny belyningsplan

Et tredje alternativ ble nå vurdert, se skisse 3. LED lysene ble nå plassert på bakkenivå på selve fundamentene for bakkablene (bilde 12) og i midtområdet av brua ble de montert på utstikkende brakett festet til kantdragerne. Det ble gjort en befaring på kveldstid der forskjellige plasseringer av lyskildene ble utprøvd både ute på brua og på landsiden. Belysningen der tårnbenene møtes ble uendret. Nok en befaring ble foretat på kveldstid der det ble konkludert med at lyset oppover langs tårnflatene er for svakt da det ikke nådde helt opp. Det ble derfor bestemt å fordoble antall lysdiodstolper både på fundamentene og ute i hovedspennet. Resultatet ble nå ganske bra men det hadde nok vært ønskelig med enda en lyskilde ute i hovedspennet samt en ekstra lampe på fundamentet. Dette siden nedre del av tårnet fortsatt er for lite belyst. Lyskasterne der tårnbenene møtes kan samtidig reduseres noe. Alternativt kan lysstyrken på de 6 lysene i tårnbenene som peker oppover økes. Det skulle da ikke være nødvendig å endre noe på opplegget slik det er i dag.

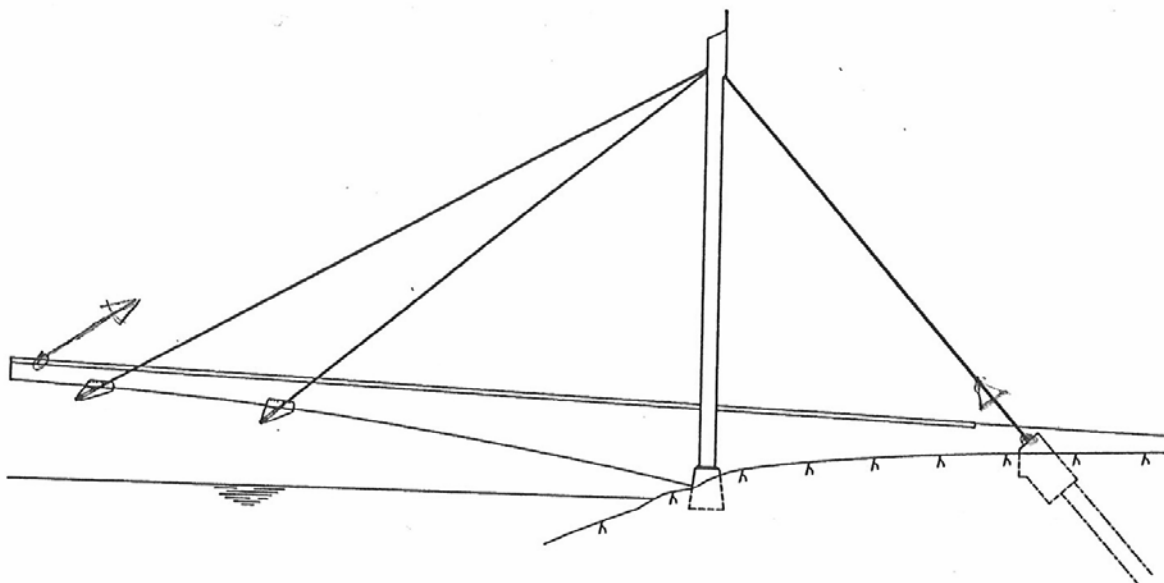
11. Problemer med tyveri og vandalisme

Før all armatur etter siste utkast var ferdig montert, kom problemet med vandalisme og tyveri. Pr. i dag er ett LED-spyd på ett av fundamentene (bilde 13) og 3 LED-spots montert på kabler ute på brua fjernet. Likeledes er en boks med trafo og en stolpe i rekkverket ødelagt. Også lys montert på en kabel er fjernet. Etter dette har egentlig alt videre arbeid stoppet opp. Det gjør heller ikke saken bedre at økonomien hele tiden har vært et stort problem. I tillegg til det som er fjernet, er det en del utstyr som ikke virker og derfor må skiftes ut. I rekkverket virker ikke lyset på 3 stolper og på 4 stolper har innmaten løsnet. Dette går direkte på trafikksikkerhet siden tilstøtende vei har vegbelysning. Tilstanden høyere oppe i tårnet er ikke undersøkt, men korrosjon av lysarmatur er etter all sannsynlighet på gang.

Når disse problemene nå dukker opp i tillegg til alt det andre, virker fremtiden for dette lysanlegget gangske dystert. Dette spesielt fordi det praktisk sett er vanskelig å beskytte uten at det vil koste en god del. Overvåkingsanlegg er neppe aktuelt. Det har vært enklere å sikre belysningen dersom den var planlagt under selve utførelsen av forsterkningsarbeidet. En løsning kunne være å feste all belysning oppover et godt stykke oppe på kablene. Da måtte festeanordningen vært planlagt på et tidligere stadium. Ute på brua måtte en evt. belysning vært flyttet lenger utover slik at det ble vanskeligere å komme til mht tyveri og hærverk. Men dersom noen vil sabotere et slikt anlegg finner de som regel en måte å gjøre det på. Det gjør ikke problemene mindre at belysningen er sterkt uønsket av enkelte beboere i området, med hva det kan innebære.

12. Videre opplegg

Slik situasjonen er nå med et lysopplegg som kvalitetsmessig ikke holder mål og nærmest har gått levetiden allerede, ser fremtiden heller dystert ut med tanke på å få til den ønskede effektbelysningen. Økonomien må forventes fortsatt å bli en tung prosess. LED-belysningen i rekkverket må en imidlertid følge opp da dette går direkte på trafikksikkerheten. Så her må utskifting av pærer og rengjøring med jevne mellomrom utføres. Det samme gjelder seilingslyset. Verre er det med flylyset når det her må gjøres noe. Da må en bare opp i høyden i en liten kurv. For fremtiden må det i slike tilfeller lages en bedre løsning enn det som er tilfellet på Puttesund. Med unntak av fly- og seilingslys bør også solceller vurderes som energikilde for en slik effektbelysning.



Skisse 3. Et tredje alternativ for belysning



Bilde nr. 1



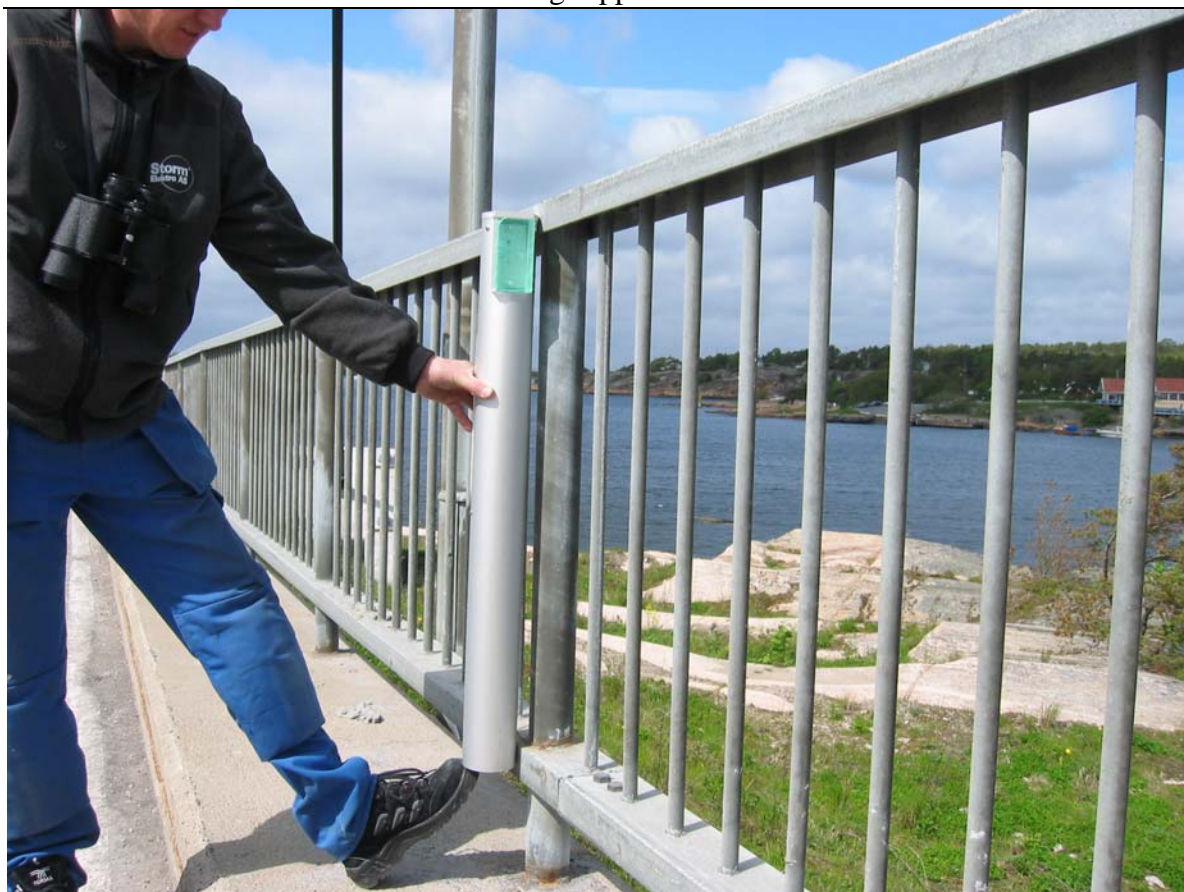
Bilde nr. 2



Bilde nr. 3



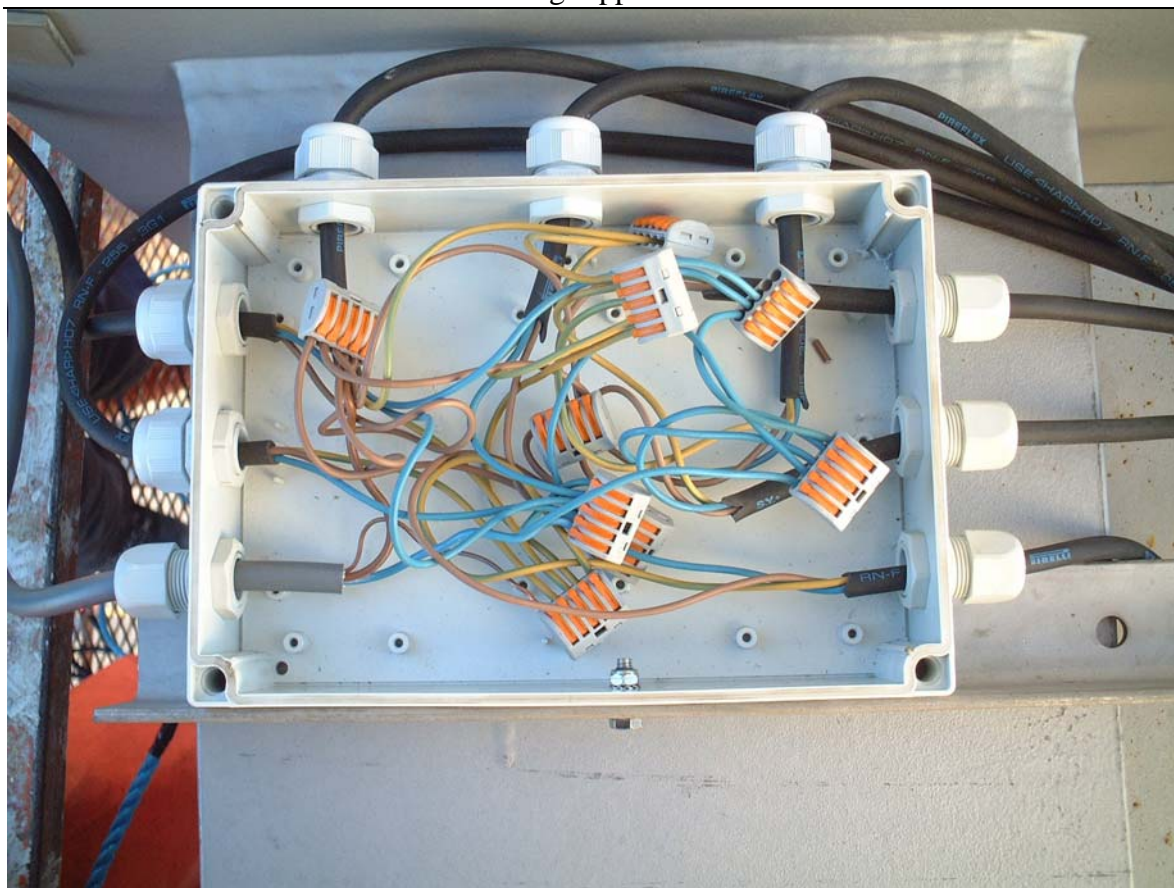
Bilde nr. 4



Bilde nr. 5



Bilde nr. 6



Bilde nr. 7



Bilde nr. 8



Bilde nr. 9



Bilde nr. 10



Bilde nr. 11



Bilde nr. 12



Bilde 13 Tyveri


Bilag1: Bestilling av lysarmaturer

65300 Bruteknikk

PM 1 PUTTESUNDS BRU

Inledande møte før belyningsplanering.

Deltagare: Ark MNAL Kjell Lund
Ljuskonsult Lars Bylund

 Statens vegvesen	
Reg. dato:	25 JUN 2004
Saksnr.:	2003 511 83 -4
Arkivnr.:	681

Staens Vegvesen har besluttet att genomföra ny belysning av Puttesunds Bru baserat på forslag presenterat av Lund/Bylund høsten -02 med justeringar efter provbelysning under April -03.

Før fortsatt framdrift av projektet till færdig installation krævs:

1. Planeringsarbeite før placering av LED armaturer och strålkastare.
2. Utformning och dimensionering av LED armaturer før montage på brokonstruksjoner.
3. Underlag før elførsøring av belysning .
4. Planering av installationsarbeiten, trafikavstængning etc.

Vår oppgift ær att genomföra punkt 1. dæfter i samråd med tillverkaren av LED armaturer och strålkastare gjennomföra punkt 2. samt i viss utstrækning punkt 3. Detta i samråd med Vegvesendets el ansvarige och tillverkaren. Før punkt 4. ansvarar ansvarar huvudsakligen Vegvesendet.

En efterkalkyl och kostnadskontroll med tillverkaren har visat att den tidigare (02 11 08) gjorda uppskattningen av armaturkostnaderna till 184 000 kr fortfarande gæller.

Vår ,Lund/Bylund , planeringstid uppskattas till høgst 24 tim exkl tid før ev oppfølging och kontroll på plats vid installation och slutjustering.

Installationskostnaden ær svår att uppskatta men montagearbeitet før belyningsarmaturerna uppskattas ta høgst två dagar i anspråk. Med utnyttjande av befintlig elektrisk installation bør æven elførsøringen kunna gøres på kort tid.

Den totala kostnaden uppskattas enl følgende ej øverstiga, exkl moms:

Armaturer	185 000 kr
Planeringsarbeite	25 000 kr
Armaturmontage	10 000 kr
Elmontage	10 000 kr
Tillsamman	230 000 kr exkl moms och ev trafikplaneringskostnader.

Før att installationen skall kunna gjennomføres under sensommaren detta år bør planeringsarbeite påbørjas omgående.

Vidare diskuteres en tidigare presenterad møjligheit till en utveckling av LEDbelyningsssystem før ulike intressante broar lokaliserte efter turistrutter o dyl længsden norske kusten eller på andra orter . Hær kan æven broar utan tillgang till elførsøringen komma ifråga då denna kan baseras på solceller. LED ær en ljuskælla spesielt væl læmpad før anslutning till solcellssystem.

Stockholm 2004 06 18
Lars R Bylund

MOB +46 (0) 70 585 3427

Bilag 2: Bestilling av lysarmatur

From: "Åke Forslin" <info@deltalux.se>
To: <wnistad@online.no>
Sent: 30. september 2004 09:14
Subject: Puttesundsbron

Hej,

Här kommer en offert på LED belysning Puttesundsbron. (SEK)

1.
4st Strålkastare HS150/D150 med CDM ljuskälla 150W smalstr 10/45 3400:-/st 13600
2.
16st LED-pollare för montering i broräcke med reflekterande bakgrund 3200:-/st 51200
3.
16st LED profiler med smalstrålande LED 1W L= 1100mm 3000:-/st 48000
4.
4st LED profiler med smalstrålande LED 1W L=1500mm 4100:-/st 16400
5.
36st LED spot med 2x3W smalstrålande 1200:-/st 43200

Materialpaket PRIS TILLSAMMANS:172400:-

Montering och inkoppling av ovanstående 33000:-

Eventuell medhjälp vid provbelysning debiteras 380:-tim samt reskostnader.

Följande ingår EJ i ovanstående offert.
Kostnader för trafikavspärningar.
Demontering av befintlig belysning.
Styrcentraler för styrning av belysningen.
Matarkablar i broräcken.
Matarkablar till pylonerna.

Leveranstid: Efter överenskommelse.

Vi ser fram emot Ert ställningstagande och står givetvis till tjänst med kompletterande upplysningar.

Med Vänlig Hälsning

Åke Forslin Sollentuna 2004-09-30

AB DELTALUX - Kyrkvägen 1 192 72 Sollentuna SWEDEN
Tel: +46 8 6269650 Fax: +46 8 6269636 - info@deltalux.se

30.09.2004



Statens vegvesen

Statens vegvesen Vegdirektoratet
Postboks 8142 Dep
N - 0033 Oslo

Tlf. (+47 915) 02030
E-post: publvd@vegvesen.no

ISSN 1504-5005