

Thesis 270

Konstruktion av kustnära vägar till följd av klimatförändringar.

En undersökning av Falsterbonäset och Höllviken

Cecilia Olofsson

Trafik och Väg
Institutionen för Teknik och Samhälle
Lunds Tekniska Högskola
Lunds Universitet



Copyright © Cecilia Olofsson

LTH, Institutionen för Teknik och samhälle
CODEN: LUTVDG/(TVTT-5236)/1-92/2015
ISSN 1653-1922

Tryckt i Sverige av Media-Tryck, Lunds universitet
Lund 2015

Examensarbete

CODEN: LUTVDG/(TVTT-5236)/1-92/2015

Thesis / Lunds Tekniska Högskola,
Institutionen för Teknik och samhälle,
Trafik och väg, 270

ISSN 1653-1922

Author(s): Cecilia Olofsson
Title: Konstruktion av kustnära vägar till följd av klimatförändringar
English title: Highway design in the coastal zone due to climate change
Language: Svenska
Year: 2015
Keywords: Klimatanpassning; Vägbyggnad; Vattenbarriär; Översvämning; Klimatförändring
Citation: Cecilia Olofsson, Konstruktion av kustnära vägar till följd av klimatförändringar. Lund, Lunds universitet, LTH, Institutionen för Teknik och samhälle. Trafik och väg 2015. Thesis. 270

The world is facing future climate changes. These climate changes give expression in increased average temperature, stronger gusts, more extreme rainfall and rising sea levels. What happens to low-lying communities as the sea level rises? On this question at issue, SWECO Environment worked with an action plan for the vicinity of Falsterbonäset. Falsterbo, Höllviken and Skanör are low-lying communities and a concern from the municipality of Vellinge is that the properties will be flooded as a result of the climate changes. Some areas are densely built and already used land must be used because space to build a levee is missing. A proposal is submitted from SWECO Environment that the road structure shall also function as water barrier at these locations. How should a road be designed to function as a water barrier without a negative impact on traffic? Two structures are suggested in this report, one robust construction of stone to cope with ocean waves and erosion and one construction of sand because its only purpose is to protect adjacent properties from flooding. A lighter structure is advantageous when the impact on existing land will be lower. It is also possible to cover such constructions with grass that causes it to better blend into the scenery. The robust construction has the advantage that it is more durable and can withstand the forces of nature better. However, it will give a greater impact on the ground.

Trafik och väg
Institutionen för Teknik och samhälle
Lunds Tekniska Högskola, LTH
Lunds Universitet
Box 118, 221 00 LUND

Transport and Roads
Department of Technology and Society
Faculty of Engineering, LTH
Lund University
Box 118, SE-221 00 Lund, Sweden

Innehållsförteckning

Förord	10
Sammanfattning	12
Summary	14
1 Inledning.....	16
1.1 Bakgrund	16
1.2 Syfte.....	16
1.3 Avgränsning.....	16
2 Klimatpåverkan	19
2.1 Klimatförändring	19
2.1.1 Temperatur	19
2.1.2 Nederbörd.....	19
2.1.3 Vind.....	20
2.1.4 Havsnivå.....	21
2.2 Klimateffekters påverkan på vägkonstruktion.....	23
2.2.1 Översvämningsrisk.....	23
2.2.2 Erosion	24
2.2.3 Ras och skred	24
2.3 Klimatanpassning	24
2.4 Vellinge kommun	25
2.4.1 Förhöjd havsnivå	25
2.4.2 Ökad nederbörd	28
3 Konstruktion.....	30
3.1 Vägbyggnad.....	30
3.1.1 Vägkroppen	30
3.1.2 Dimensionering av överbyggnad.....	31
3.2 Kustförstärkning	34
3.2.1 Stödmur	34
3.2.2 Släntbeklädnad	36
3.2.3 Vågbrytare	36
3.3 Geoteknik.....	38

3.3.1	Klassificering av jordarter	38
3.3.2	Jordegenskaper	39
3.3.3	Vertikal och horisontell spänning	39
3.3.4	Yttre last	40
3.3.5	Sättning.....	41
4	Beräkningar	45
4.1	Vägsträckor.....	45
4.1.1	Falsterbovägen	46
4.1.2	Strandbadsvägen.....	46
4.2	Väggkroppens uppbyggnad	47
4.2.1	Falsterbovägen	47
4.2.2	Strandbadsvägen.....	55
5	Resultat.....	64
5.1	Falsterbovägen.....	64
5.2	Strandbadsvägen	65
6	Diskussion	68
6.1	Resultatdiskussion	68
6.2	Metoddiskussion.....	68
6.3	Slutsatser.....	69
6.3.1	Rekommendationer	70
7	Litteraturförteckning	72
	Bilaga 1 PMS objekt	75
	Bilaga 2 Föreslagna lägen för skyddsvallar	86
	Falsterbovägen	87
	Strandbadsvägen.....	88
	Bilaga 3 Jordprofil.....	89
	Falsterbovägen	90
	Strandbadsvägen.....	91

Förord

Detta arbete har genomförts under våren och sommaren 2015 och är ett sista steg för att nå min civilingenjörsexamen inom väg och vattenbyggnad med anläggningsteknik som specialisering. Examensarbetet är ett samarbete mellan LTH, trafik och väg samt SWECO civil.

Ett stort tack till mina handledare; Pontus Törnblom, vägprojektör på SWECO civil i Malmö och Sven Agardh, universitetslektor på Lunds tekniska högskola, avdelningen för trafik och väg. Tack för ert tålamod och alla era goda råd.

Stockholm, augusti 2015

Sammanfattning

Världen står inför förväntade klimatförändringar, dessa klimatförändringar ger sig uttryck i ökad medeltemperatur, kraftigare vindbyar, mer extrem nederbörd och stigande havsnivå. Denna rapport tar sin början med frågeställningen; vad händer med lågt belägna samhällen då havsnivån stiger? Utifrån denna frågeställning har SWECO Environment arbetat med en handlingsplan för Falsterbonäset med omnejd. Falsterbo, Höllviken och Skanör är lågt belägna samhällen och en oro finns från Vellinge kommuns sida att fastigheterna kommer att bli översvämmade som en följd av klimatförändringarna. I handlingsplanen konstateras det att sådant är fallet, havsnivån kommer att stiga, nederbörden kommer att ske i kraftigare regnskurar. Detta innebär att åtgärder måste vidtas för att skydda dessa fastigheter gentemot översvämningar. En del områden i kommunen är tätbebyggda och redan använd mark måste därför användas då utrymme att bygga en skyddsvall saknas. I handlingsplanen beslutas det att väggkroppen även skall fungera som vattenbarriär på dessa ställen. Hur går det till? Vid detta stadie tar denna rapport sitt avstamp. Hur skall en väg utformas för att fungera som vattenbarriär utan att trafiken blir negativt påverkad? Arbetet har utförts på SWECO civil i Malmö med ett samarbete med Lunds tekniska högskola, institutionen för trafik och väg.

Två vägsträckor valdes i Falsterboområdet, en belägen alldeles vid kustremsan och den andra en bit in på landet. Detta för att ge två skilda väggkroppar trots att huvudsyftet med konstruktionen skall vara det samma – skydda intilliggande fastigheter mot översvämning och att säkerställa en god trafikupplevelse. Till skillnad från en traditionell väggkropp kommer denna typ av konstruktion att utsättas för hydrauliska krafter vilket måste tas i beaktning. I handlingsplanen har rekommenderade krönnivåer tagits fram för olika tidsperspektiv. Den största delen av litteraturen vad gäller klimatförändringar sträcker sig till år 2100, längre fram i tiden råder en större osäkerhet kring klimatet och vad det ger upphov till. Det gör år 2100 lämpligt att använda som tidsperspektiv i detta arbete. Krönnivåer enligt SWECO Environment för denna tid innebär en höjning av vägbanan till 5,0 meter över nuvarande havsnivå. För att inte utsätta väggkroppens vattenkänsliga överbyggnad för översvämningrisk tas ett beslut att låta underbyggnaden nå denna krönnivå och överbyggnaden byggas ovanpå denna. I arbetet har datorprogrammet PMS objekt använts för att dimensionera väggkroppens överbyggnad. Beräkningar för dimensioner på vattenvall och sättningar har handböckerna *Shore protection manual* av Coastal Engineering Research Center (1984) och *Introduktion till geotekniken* av Axelsson (2005) använts.

Utifrån dessa förutsättningar togs två väggkroppar fram, en robust konstruktion av sten för att klara av havsvågor och erosion och en konstruktion av sand då dess enda uppgift var att skydda intilliggande fastigheter. Lättare konstruktioner är till fördel då påverkan på befintlig mark blir lägre. Det går även att bekläda en sådan konstruktion med gräs vilken får den att smälta in i naturen bättre. Den robusta konstruktionen har som sagt fördelen att den är mer tålig och kan stå emot naturens krafter. Däremot kommer den ge en större påverkan på marken, sättningen för denna konstruktion uppgår till 0,35 m motsvarande 0,15 m för den lättare varianten.

Under arbetets gång har inga fältundersökningar genomförts, detta innebär att sättningsberäkningar och trafikberäkningar bygger på information från Sveriges Geotekniska Undersökningar, SGU och Trafikverket. Detta resulterar i idealiserade förhållanden angående de jordprofiler som används och uppskattade trafikflöden. Dessa faktorer kan påverka resultatet negativt eller positivt. Då en väggkropp av denna typ skall upprättas krävs mätningar i fält för ett gott resultat.

Summary

The world is facing future climate changes. These climate changes give expression in increased average temperature, stronger gusts, more extreme rainfall and rising sea levels. This report begins with the question; what happens to low-lying communities as the sea level rises? On this question at issue, SWECO Environment worked with an action plan for the vicinity of Falsterbonäset. Falsterbo, Höllviken and Skanör are low-lying communities and a concern from the municipality is that the properties will be flooded as a result of the climate changes. The action plan states that the sea level will rise and rainfall will occur more extreme. This means that measures have to be taken in order to protect these properties against flooding. Some areas are densely built and already used land must be used because space to build a levee is missing. A proposal is submitted that the road structure shall also function as water barrier at these locations. How does this work? At this stage, this report takes its starting point. How should a road be designed to function as a water barrier without a negative impact on traffic? The master thesis has been performed at SWECO civil in Malmö with collaboration with Lund University, the Department of Transport and Road.

Two roads were selected in the region of Falsterbo, one located right on the coastal strip and the other further from the coast. This is to give two separate highways despite the fact that the main purpose of the structure must be the same – to protect adjacent properties against flooding and to ensure a good traffic experience. Unlike a traditional road structure, this type of construction will be subjected to hydraulic forces that must be taken into consideration. The action plan has recommended the crest levels for different time horizons. Most of the literature on climate change extends to the year 2100, further into the future there is a greater uncertainty about the climate and what it produces. This makes the year 2100 suitable for use as perspective in this work. Crest levels according to SWECO Environment for this time means an increase of the pavement to 5.0 meters above the current sea level. In order not to expose the water sensitive base structure of flood risk, it was decided to allow the substructure to reach the crest level and the base structure built on top of this. The computer program PMS objekt has been used to design the base structure. Calculations for the dimensions of the levee and settlements have the manuals *Shore Protection Manual* by the Coastal Engineering Research Center (1984) and *Introduktion till geotekniken* by Axelsson (2005) been used.

Based on these assumptions, two structures were suggested, one robust construction of the stone to cope with ocean waves and erosion and one construction of sand because its only purpose is to protect adjacent properties from flooding. A lighter structure is advantageous when the impact on existing land will be lower. It is also possible to cover such constructions with grass which causes it to better blend into the scenery. The robust construction has the advantage that it is more durable and can withstand the forces of nature better. However, it will give a greater impact on the ground, the settlement of this construction amounts to 0.35 m corresponding to the lighter version with a settlement of 0.15 m.

During the work, no field studies were carried out; this means settlement calculations and traffic estimates based on information from Sveriges Geotekniska Undersökningar, SGU and Trafikverket. This results in idealized conditions regarding the soil profiles used and estimated traffic flows. These factors may affect the result negatively or positively. When a road structure of this kind is to be designed, measurements in the field are required for a good result.

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Världen står inför förväntade klimatförändringar, dessa klimatförändringar ger sig uttryck i ökad medeltemperatur, kraftigare vindbyar, mer extrem nederbörd och stigande havsnivå. Vattennivåhöjning leder till att samhällen riskeras att svämma över. Detta blir extra påtagligt i de delar av landet som är lågt belägna. I södra Sverige blir detta extra påtagligt då rådande klimatforskning indikerar att havsnivån kommer att höjas samtidigt som det råder en pågående landsänkning.

I Vellinge kommun är oron för översvämning stor, redan i dagsläget är marken vid Falsterbonäset lågt belägen och blir översvämmad vid kraftiga stormar och högvattenstånd. SWECO Environment har arbetat fram en handlingsplan, *Höga havsnivåer Falsterbonäset samt områdena vid Höllviken/Kämpinge* av Landberg et al. (2011). En del områden i kommunen är tätbebyggda och redan använd mark måste därför användas då utrymme att bygga en skyddsvall saknas. I handlingsplanen ges ett förslag att höja befintliga vägar på Falsterbohalvön. Detta för att låta dessa fungera som vattenbarriärer och på så sätt bygga in samhället och på sådant vis undvika översvämning.

1.2 Syfte

Då vattennivån höjs med pågående klimatförändringar behövs en väggkonstruktion som kan stå emot dessa nya förutsättningar. Syftet med rapporten är att ta fram en väggkonstruktion som skall kunna användas som vattenbarriär inom kustnära områden för att klara dessa nya förutsättningar. Denna typ av konstruktion väcker den del frågeställningar som skall besvaras i denna rapport.

- Hur skall de hydrauliska krafterna tas i beaktning utan att påverka trafikupplevelsen negativt?
- Hur skall överbyggnaden skyddas mot vatten?
- Vilka påfrestningar kommer marken att känna av i form av sättningar?

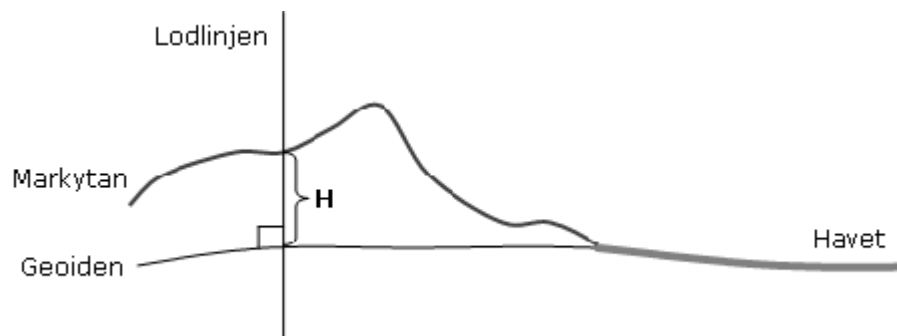
Utifrån dessa frågeställningar skall en lämplig väggkonstruktion tas fram.

1.3 Avgränsning

Fokus ligger på vägbyggnad. Aspekter såsom bärighet, trafiksäkerhet och estetik viktas stort. Kusthydraulik kommer att spela roll men inga beräkningar kommer att göras då SWECO Environment redan genomfört dessa.

Då rapporten handlar om klimatförändringar ges en tidsgräns vid år 2100, efter detta råder en större osäkerhet kring vad som kommer att hända med klimatet och vilka följder dessa förändringar kommer att ha på naturen.

I rapporten kommer begreppet meter över havet att användas. Detta begrepp åsyftar antal meter över geoiden enligt Rikets höjdsystem 2000, RH2000, ett system som infördes 2005, se Figur 1. (Lantmäteriet, 2005).



Figur 1. RH2000 (Lantmäteriet, 2005)

2 Klimatpåverkan

Världen, och således Sverige står in för kommande klimatförändringar. Detta innebär att vägar och annan infrastruktur måste ses över och klimatanpassats i hela landet. I detta kapitel redogörs det för vilka förändringar som förväntas, vilka effekter de medför samt hur detta behandlas för vägtransportsystemet i Sverige.

2.1 Klimatförändring

Förändringar i klimatet som påverkar Sveriges vägar behandlas i detta kapitel. Dessa förändringar är temperatur, nederbörd, vind och havsnivå.

2.1.1 Temperatur

Medeltemperaturen i Sverige förväntas stiga och vara 2,5 - 4,5 °C varmare under perioden 2071-2100 än perioden 1961-1990. Under vintern förväntas ökningen i temperatur vara störst, då upp emot 5,5 °C. Enligt en utvärdering som SMHI genomfört i uppdrag från Länsstyrelsen i Skåne län fastställs ett resultat att årsmedeltemperaturen kommer att öka med 4 °C i södra Sverige. Detta innebär en förlängd vegetationsperiod på tre månader. (Persson, et al., 2012) (Arvidsson, et al., 2012)

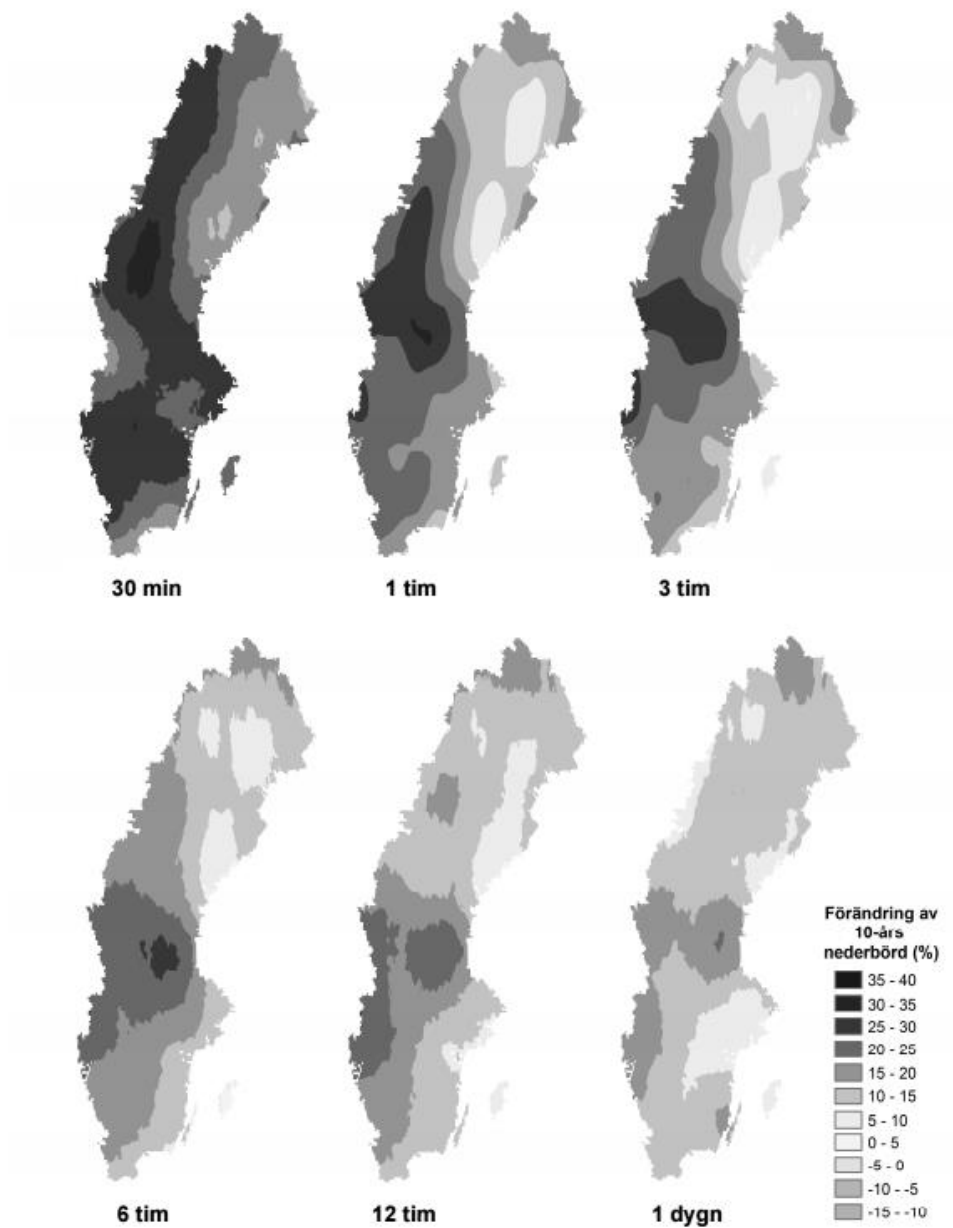
Tabell 1. Årsmedeltemperatur i Skåne län. (Persson, et al., 2012)

Period	1961-1990	2071-2100
Årsmedeltemperatur	7 °C	11 °C

2.1.2 Nederbörd

Antalet regndagar i Sverige förväntas bli färre under sommarhalvåret men mängden nederbörd öka. Detta innebär en förändring av regnintensiteten, när det regnar kommer det vara i form utav kraftigare skyfall än vad som är vanligt i nuläget. Antalet torra dagar förväntas öka med 50-80 dagar per år, detta innebär förändringar för vegetationen i länet. Ökning med 25 % för 10-års regn. Lika ofta som det regnar med 20 mm i timmen kommer det 2100 regna 25 mm i timmen. Den extrema nederbörden skapar problem med avrinning. Nedanstående figur, Figur 2 visar på ökning i nederbörd under perioden 2071-2100 jämfört med perioden 1981-2010. I denna figur åskådliggörs hur de korta regnen, regn under 30 minuter, kommer att bli fler. (SMHI, 2014) (Persson, et al., 2012) (Arvidsson, et al., 2012)

2071-2100 vs 1981-2010



Figur 2. Ökning av korttidsnederbörd år 2100. (Olsson & Foster, 2013)

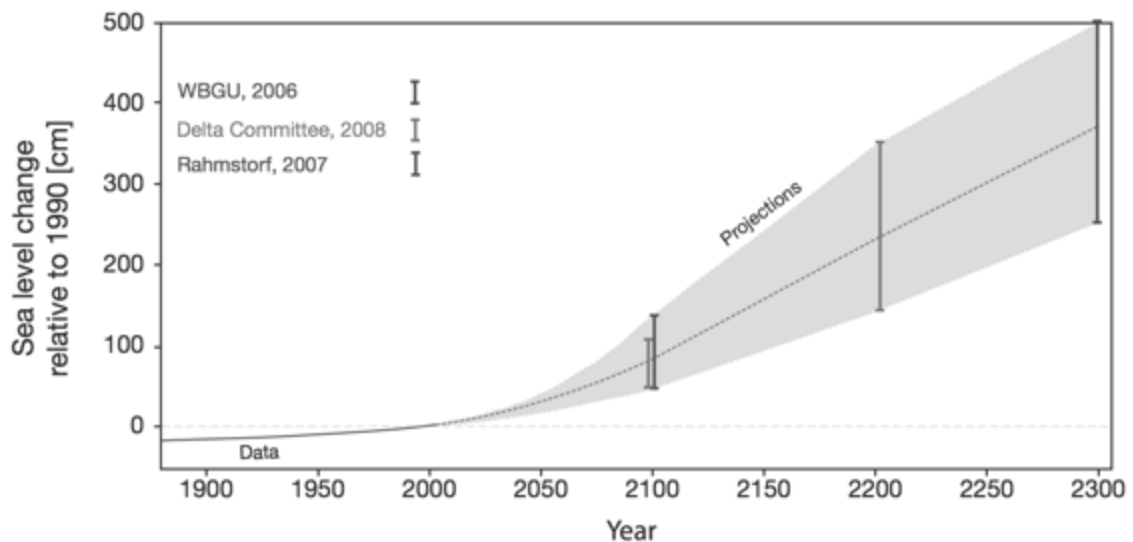
2.1.3 Vind

Störst ökning av marknära vind kommer märkas av i de norra delarna av Sverige. Detta beror först och främst på att havsisen inte kommer lägga sig till följd av ökad medeltemperatur, havsis stabiliserar vinden. Utan denna stabilitet ökan vindstyrkan till havs och drar in över land. (Arvidsson, et al., 2012)

2.1.4 Havsnivå

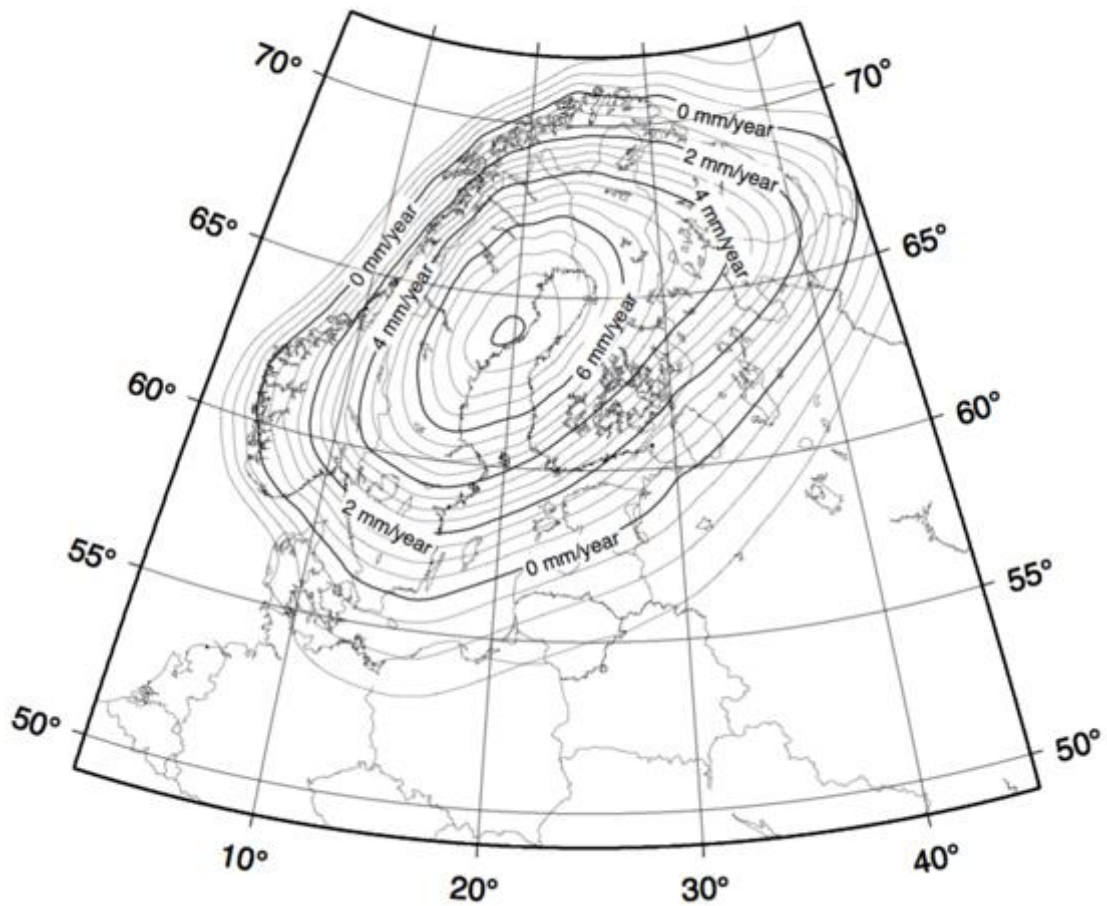
Havsnivån förändras av två angörande faktorer, ökad vattenvolym på grund av temperaturförändringar vilket leder till högre havsnivå samt landhöjning eller landsänkning som leder till lägre eller högre vattennivå i jämförelse med marken.

Volymökningen beror på ökade temperaturer vilket innebär en volymökning av vattnet samtidigt som Grönlands och Antarktis isar smälter vilket ger ett tillskott till den totala vattenvolymen i havet. Hur mycket havet kan förvänta sig att höjas skiljer sig mellan olika modeller som har genomförts men en havsnivåökning på 0,5-1,4 m fram till 2100 är att förvänta sig globalt. (Landberg, et al., 2011)



Figur 3. Prognos för förändring av havets medelnivå de kommande 300 åren. (Allison, et al., 2009)

Södra Sverige har en pågående landsänkning till skillnad från övriga delar av landet som har en landshöjning. Denna höjdförändring beror på tidigare inlandsisar som funnits över landet. Omfattningen av denna sänkning visas i Figur 4. där det går att läsa av att en sänkning i södra Sverige på ca 1 mm/år är uppmätt. Då landet sänker sig blir problematiken med ökad vattenvolym viktigare och mer omfattande än då landet höjs. I Skanör är en årlig landshöjning uppmätt 2011 till -0,7 cm/år. (Persson, et al., 2012) (Svensson & Ågren, 2007)



Figur 4. Höjdförändring enligt modell NKG2005LU. (Svensson & Ågren, 2007)

Den ovan beskrivna medelhavsnivåökning samt landsänkning är dock en långsam process under en lång tid. Ett mer akut problem är de mer extrema vattennivåer som uppträder en kort period av ett par timmar i samband med stormar. (Landberg, et al., 2011)

2.2 Klimateffekters påverkan på vägkonstruktion

Nedanstående figur är en sammanfattning av ovan beskrivna klimatförändringar samt effekter av respektive förändring för vägkonstruktionen. (Arvidsson, et al., 2012) De klimateffekter som kommer att påverka kustnära vägar beskrivs i detta kapitel.



Figur 5. Sammanfattning av klimatförändringar samt effekter av dessa. (Arvidsson, et al., 2012)

Till följd av ökad havsnivå i kombination med landsänkning i södra Sverige och prognostiserad ökad nederbörd med intensivare skyfall kommer risken för översvämning på vägar att öka. Utöver översvämning på grund av detta påverkas även vägen av skred, ras och erosion på grund av de ökade vattenflödena. (Arvidsson, et al., 2012)

2.2.1 Översvämningensrisk

För att reducera risken för översvämning har VTI, Statens väg- och transportforskningsinstitut, startat ett arbete med att identifiera särskilt utsatta platser. Detta arbete utförs med hjälp av Geografiska informationssystem, GIS, med denna teknik kan känsliga platser pekats ut. Denna GIS modell förväntas att utvecklas, både med tanke på översvämningensrisk samt markanknutna risker såsom skred, ras och erosion. (Arvidsson, et al., 2012)

2.2.2 Erosion

Uppkomsten av erosion beror på yttre fysiska krafter såsom vind, vatten, is och biologiska processer. Omfattningen av erosion beror på följande faktorer.

- Jordegenskaper
- Storleksordning på yttre kraft
- Geometriska egenskaper

Områden längst med vattendrag är känsliga mot erosion och som dessutom har en jordsammansättning bestående av merparten finjord är extra utsatta. (Arvidsson, et al., 2012)

2.2.3 Ras och skred

Då skjuvspänningarna i marker överskrider hållfastheten så uppkommer skred eller ras. Detta kan bero på yttre krafter eller genom någon typ av förändring av hållfastheten. Risken för skred och ras ökar då vattenflödena ökar. Störst risk för skred och ras i Sverige är i västra Götaland och västra Svealand. Skred och ras har en utlösande faktor i form av ökat portryck. Erosion beror däremot på ökade flöden. Detta innebär att för Skåne är risken för erosion större än problematiken med skred och ras. Yttre belastningar kan vara någon geometrisk förändring eller vibrationer. (Arvidsson, et al., 2012).

I VTIs rapport om klimatanpassning av vägar konstateras det att det är viktigt att ta hänsyn till klimatförändringar med hänsyn till skred och ras i planering av infrastruktur. (Arvidsson, et al., 2012).

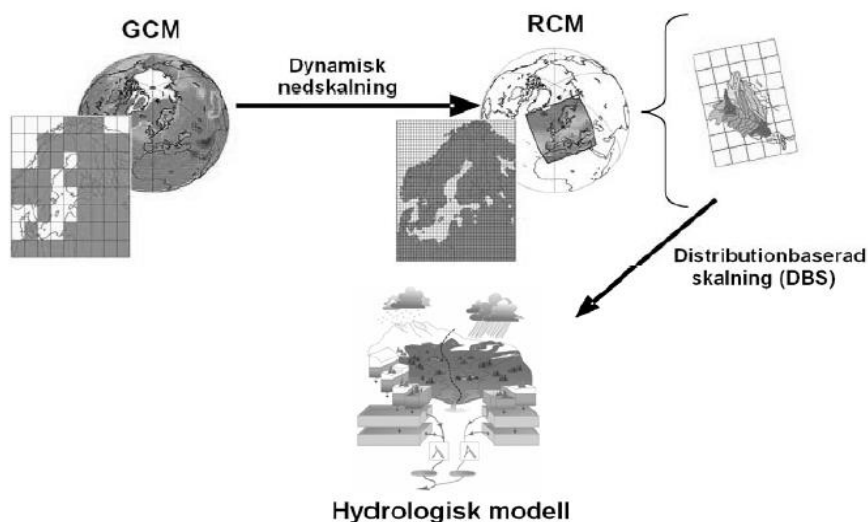
2.3 Klimatanpassning

Statens väg- och transportforskningsinstitut, VTI, arbetar med att studera hur Sveriges vägar skall kunna klimatanpassats. Klimatanpassning av infrastruktur innebär att anpassa infrastrukturen efter rådande och prognostiserat klimat. Att till 100 % klimatanpassa infrastrukturen är en ekonomisk omöjlighet. Däremot arbetas det med att peka ut de extremt utsatta geografiska områden som finns. En översvämmad väg innebär inte enbart en reducerad hållfasthet av vägen utan översvämningen riskerar även att påverka intilliggande konstruktioner. Det finns risk för dominoeffekt, därför är det viktigt att stoppa den utlösande faktorn till denna kedja. Samtidigt innebär en avstängd väg transportförseningar vilket är kostsamt ur ett samhällsekonomiskt perspektiv. (Arvidsson, et al., 2012).

Enligt plan- och bygglagen är det kommunernas ansvar att ta hänsyn till klimatförändringars effekter på byggnader och infrastruktur. Detta innebär att det är kommunen som ansvarar för att klimatanpassa samhället för ökade havsnivåer. Problem med denna ansvarsfördelning uppstår då kommunerna tvingas prioritera andra samhällsviktiga funktioner, risken finns då att budgeten inte räcker till för att ta hand om långsiktiga åtgärder för klimatanpassning av vägar. Detta leder till akutåtgärder i efterhand som i sin tur kan bli mer kostsamma för kommunen. (Arvidsson, et al., 2012).

För att kunna förutspå framtidens klimat används bland annat en klimatmodell i forskningssyfte. Klimatmodellen består av matematiska beskrivningar av klimatsystemet. Genom att dela in jorden i ett tredimensionellt rutnät skapas en global klimatmodell. Under decennier har data tagits

fram för att kunna återskapa dåtida, nutida och framtida klimat. Denna modell går under namnet General Cirkulation Model, GCM. Med denna globala modell kan sedan skalas ner till lokal nivå och i sin tur få fram en hydrologisk modell. En principiell beskrivning av denna modell visas i Figur 6. Det skall tilläggas att klimatsystemet är komplext och går inte att återge helt felfritt. (Arvidsson, et al., 2012) (Bogren, et al., 2014).



Figur 6. Klimatmodell. (Persson, et al., 2012)

2.4 Vellinge kommun

I södra Sverige är en del kommuner mer utsatta, framförallt de som ligger vid kusten. I detta kapitel sammanfattas det arbete som tidigare genomförts på uppdrag av Vellinge kommun.

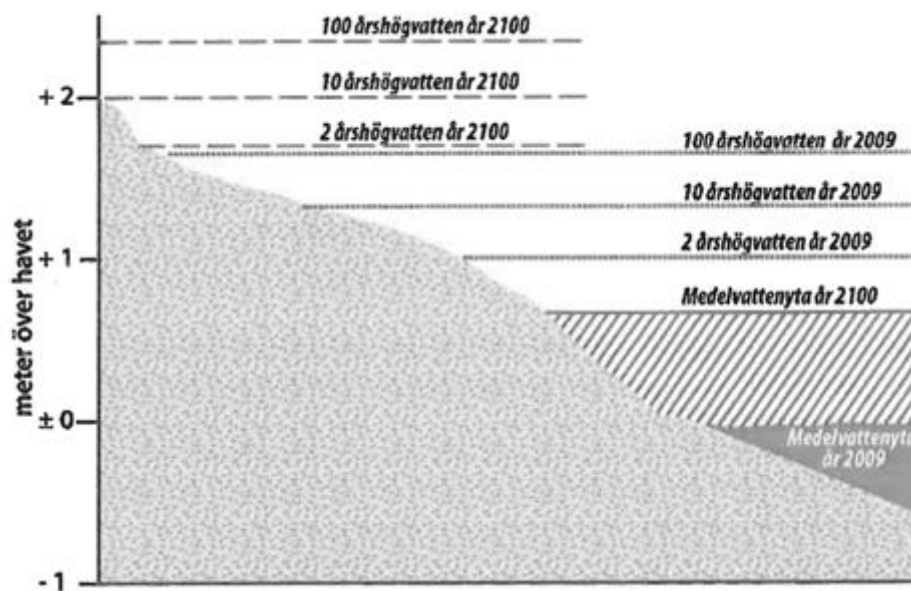
2.4.1 Förhöjd havsnivå

Utsatta orter i Vellinge kommun är Falsterbonäset, Höllviken och Kämpinge (Falsterbonäset innefattar orterna Falsterbo, Skanör och Ljunghusen). I dessa områden är en stor del av bebyggelsen lågt beläget, lägre än 3-4 m över nuvarande medelhavsnivå. Detta innebär att en stor del av landytan blir täckt med vatten då havsnivån stiger. Utöver den förväntade havsnivåökning samt landsänkning så finns det problem då extrema nivåer nås, vanligtvis vid stormar. Redan idag uppstår det problem vid extrema högvattensituationer. I Tabell 2 visas uppmätt och prognostiserade högvattenstånd i Skanörs hamn. (Landberg, et al., 2011)

Tabell 2. Högvattenstånd (cm).

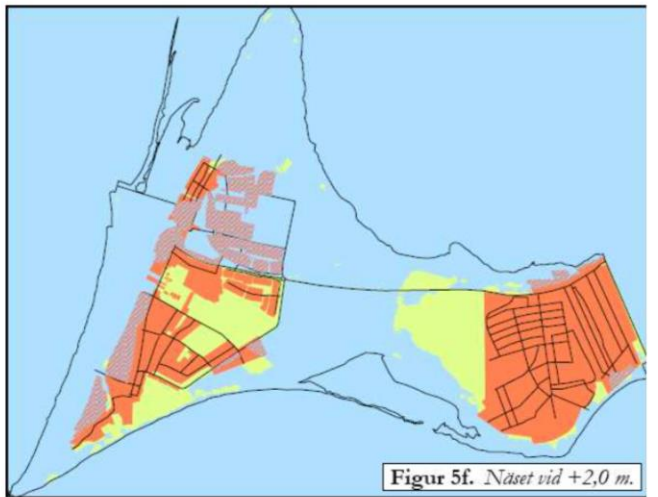
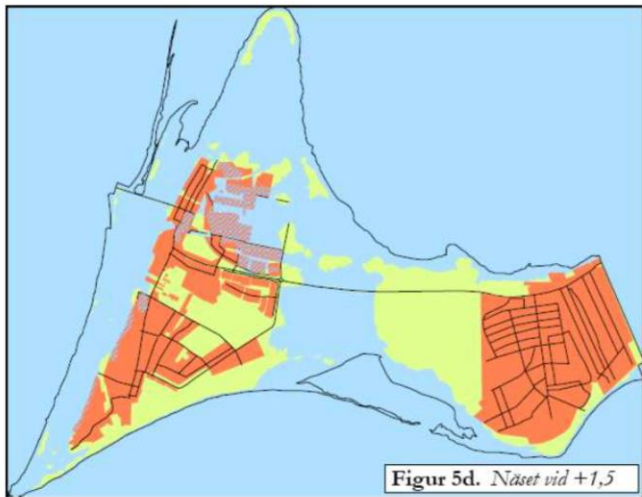
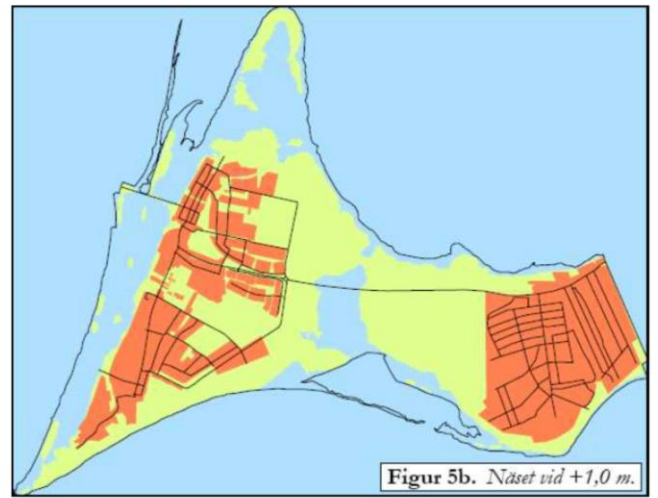
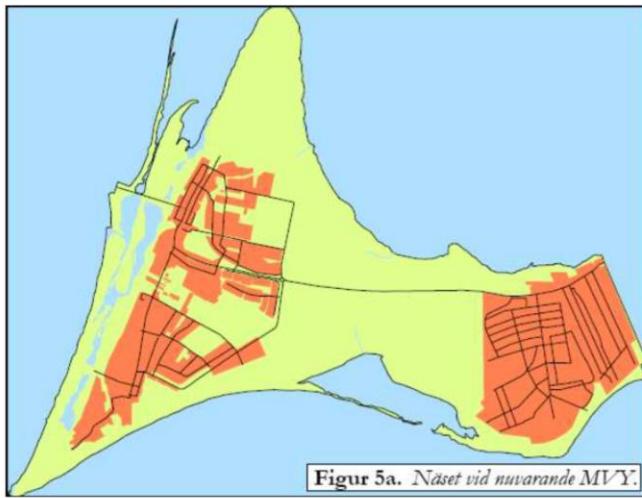
Återkomsttid	2 år	10 år	50 år
1992-2006	110	133	139
2070-2100	180	203	209

En sammanställning av medelnivåökning samt extremvärden har gjorts och presenteras i nedanstående figur. Sammanfattningsvis kan det sägas att en nivå som i dagsläget har en återkomsttid på 100 år kommer ske med en återkomsttid på 2 år i framtiden. (Landberg, et al., 2011)



Figur 7. Sammanställning av havsnivåer. (Landberg, et al., 2011)

Utöver stigande vattennivå samt översvämningsrisk ger läget vid kusten en betydande påverkan av vind och vågor. Då en konstruktion är i närheten av havet vid lägen med djupare hav kommer överspolning av konstruktionen att bli viktig att ta hänsyn till. (Landberg, et al., 2011)

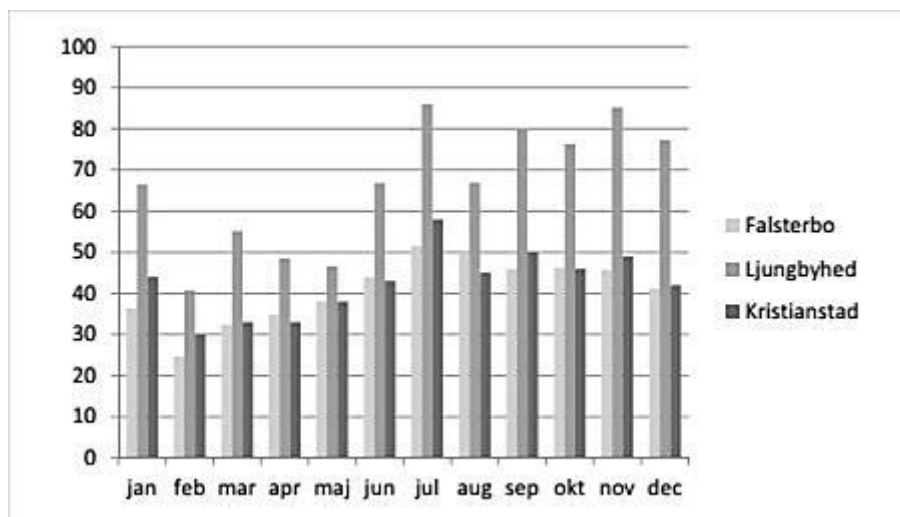


Figur 8. Terrängmodell översvämningsscenarier. (Folkesson, 2010)

2.4.2 Ökad nederbörd

Under referensperioden 1961-1990 var årsmedelnederbörden i Falsterbo 491 mm. År 2100 beräknas årsmedelnederbörden i Falsterbo vara 650 – 700 mm och korttidsregnen öka med 30%. (Persson, et al., 2012)

Figur 9 visar en sammanställning av medelvärdet av antal mm nederbörd i tre orter i Skåne under perioden 1961-1990. Tabell 3 visar uppmätta och prognostiserade korttidsregn vilket visar på en ökning av antal mm nederbörd är att vänta. (Persson, et al., 2012)



Figur 9. Månadsnederbörd (mm) 1961-1990. (Persson, et al., 2012)

Tabell 3. Nederbörd under 15 minuter (mm). (Persson, et al., 2012)

Återkomsttid	1 år	2 år	5 år	10 år	20 år	30 år
2000	8	9	11	12	13	14
2100	10	12	14	16	17	18

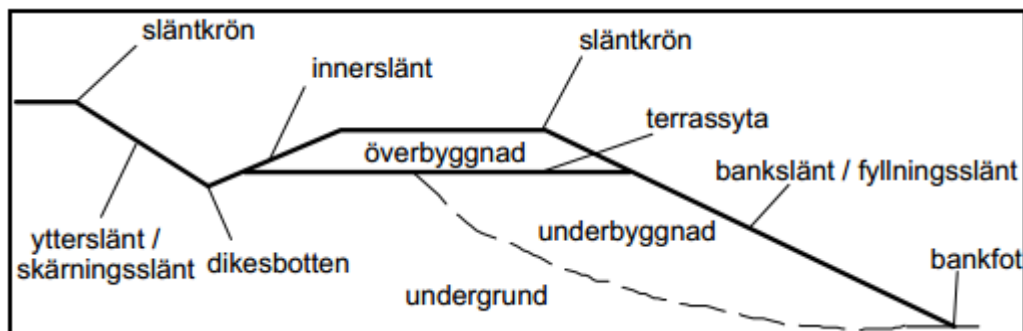
3 Konstruktion

Två teorier är av avgörande betydelse då en vägkonstruktion som även skall fungera som vattenbarriär skall upprättas. Det handlar om ämnena vägbyggnad och kusthydraulik. I detta kapitel behandlas ämnet vägbyggnad samt hur man vanligtvis gör för att förstärka kustremsan gentemot hydrauliska krafter, kustförstärkning.

3.1 Vägbyggnad

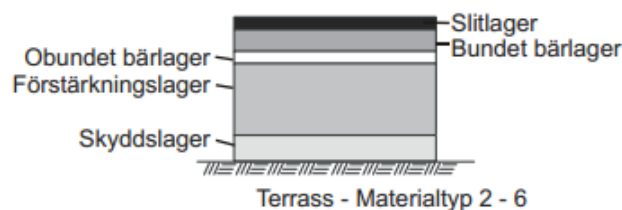
3.1.1 Vägkroppen

Vägkroppen består av en överbyggnad och en underbyggnad. Där överbyggnaden har tre uppgifter; att leda bort vatten, fördela lasten och ge en jämn yta. Vägkroppens beståndsdelar visas i nedanstående figur, Figur 10. (Agardh & Parhamifar, 2014)



Figur 10. Vägkroppens beståndsdelar. (Trafikverket, 2011)

Figur 11 visar en klassisk överbyggnadstyp, en så kallad Grusbitumenöverbyggnad. Denna typ av överbyggnad är en flexibel överbyggnad. Överbyggnader kan delas in i tre grupper, flexibel, styv och halvstyv överbyggnad.



Figur 11. Överbyggnadens uppbyggnad. (Trafikverket, 2011)

3.1.2 Dimensionering av överbyggnad

Dimensionering av överbyggnad innebär att ta reda på de olika tjocklekar som behövs till respektive lager i överbyggnaden. Detta beror på följande faktorer. (Agardh & Parhamifar, 2014)

- Trafikmängd
- Andel tunga fordon
- Klimat
- Undergrundens bärcapacitet
- Material i överbyggnaden
- Dimensioneringsperiod

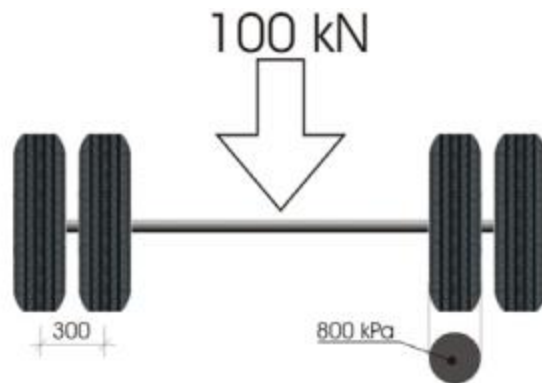
Vid dimensionering av en överbyggnad används vanligtvis ett datorprogram, PMS objekt där dessa faktorer anges. Programmet utgår från svenska normer enligt TRVK Väg, dimensioneringsmetoden som används är DK2 vilken är avsedd för trafik större än 500 000 standardaxlar per dygn.

3.1.2.1 Trafik

Trafikens påverkan på överbyggnadens nedbrytning beror på antal och storlek på de fordon som passerar vägen under dess livslängd. Vid dimensionering beräknas axellaster från rådande trafik om till standardlast, detta görs med fjärdepotensregeln som redovisas nedan. Detta görs för att kunna ta fram ett antal ekvivalenta axellaster, N_{ekv} då tung trafik påverkar vägen betydligt mer än en vanlig personbil. Med ekvivalenta axellaster räknas den tunga trafiken om till ett antal personbilar beroende på dess storlek. N_i är antalet axlar med samma last, P_i . P är i sin tur standardaxellasten som är 10 ton enligt svensk norm. (Agardh & Parhamifar, 2014)

$$N_{ekv} = N_i \left(\frac{P_i}{P} \right)^4$$

Standardaxel enligt TVRK väg visas i Figur 12. Var axel utsätts för last på 100 kN (10 ton), hjulen har ett avstånd på 300 mm och var hjul har en cirkulär kontaktyta som är belastad med ett konstant tryck på 800 kPa. (Trafikverket, 2011)



Figur 12. Standardaxel vid dimensionering av överbyggnad. (Trafikverket, 2011)

3.1.2.2 Klimat

Temperatur och vatten är de mest betydande faktorerna till vägens nedbrytning. I Sverige är landet uppdelat i fem klimatzoner, där 5 är den värsta, beroende på medelköldmängd i respektive zon. (Agardh & Parhamifar, 2014)



Figur 13. Klimatzoner i Sverige. (Trafikverket, 2011)

I TVRK Väg kan det utläsas antal dagar respektive zon befinner sig i köldperiod, för att ta fram detta har en empirisk dimensionering genomförs. (Trafikverket, 2011)

3.1.2.3 Dimensioneringsperiod

Teknisk livslängd för vägen vilket innebär tiden den dimensioneras för att vara fullt hållbar. Det vanliga är att överbyggnaden dimensioneras för 20 år och underbyggnaden 30 till 40 år i Sverige. (Agardh & Parhamifar, 2014)

3.1.2.4 *Utformningskrav*

Ett antal utformningskrav finns då en väg skall utformas, detta för att trafiksäkerheten och körupplevelsen skall bli så bra som möjligt. Olika hastigheter på vägar kräver olika sidoutrymmen, kurvstorlekar osv, detta finns beskrivet i Vägar och gators utformning, VGU (2012) från Trafikverket.

3.2 Kustförstärkning

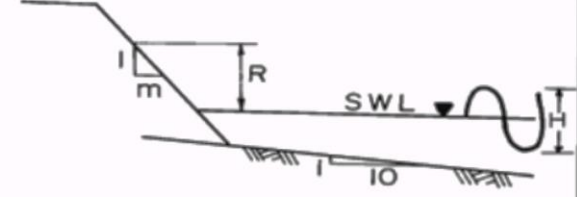
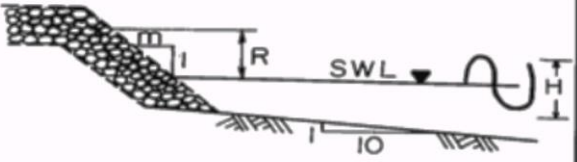
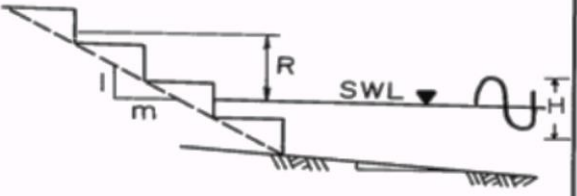
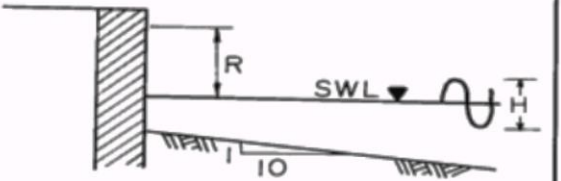
För att kunna designa en väggkropp som skall klara av trafiklast och samtidigt skall stå emot havets påtryckningar kommer det behövas tas upp teorier kring byggande av kustförstärkande konstruktioner.

- Stödmur
- Släntbeklädnad
- Vågbrytare

De två först nämnda konstruktioner har gemensamt syftet att separera vatten och land. En stödmur skall stå emot vågkrafter medan en släntbeklädnad används för att förhindra erosion. Hur de är utformade beror på huvudsaklig uppgift men samma struktur har ofta egenskaper som en kombination av dessa. En vågbrytare har som huvudsyfte att bryta vågen som kommer in mot land så att kraften reduceras. (Coastal Engineering Research Center, 1984)

3.2.1 Stödmur

En stödmur har två huvudsakliga syften, att motstå vågkrafter samt att separera jord och vatten. Dess konstruktion skiljer sig beroende på huvudsaklig uppgift.

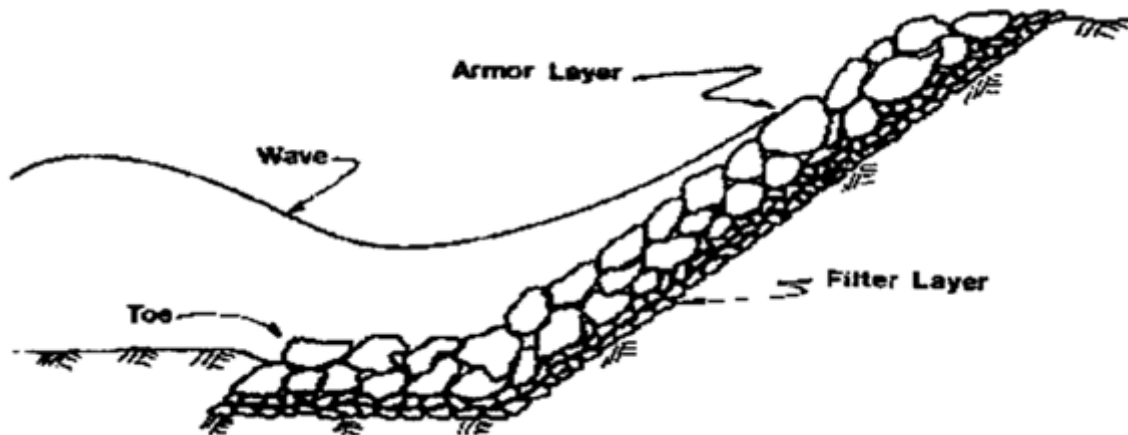
 <p><i>SMOOTH FACE</i></p>	<p><u>m</u></p> <p>1.5</p> <p>2.5</p> <p>4.0</p>	<p><u>R</u></p> <p>2.25H</p> <p>1.75H</p> <p>1.50H</p>
 <p><i>ROUGH FACE</i></p>	<p><u>m</u></p> <p>1.5</p> <p>2.5</p> <p>4.0</p>	<p><u>R</u></p> <p>1.25H</p> <p>1.00H</p> <p>0.75H</p>
 <p><i>STEPPED FACE</i></p>	<p><u>m</u></p> <p>1.5</p>	<p><u>R</u></p> <p>2.00H</p>
 <p><i>VERTICAL FACE</i></p>	<p><u>m</u></p> <p>—</p>	<p><u>R</u></p> <p>2.00H</p>

Figur 14. Olika typer av stödmurar samt överspolningshöjd. (Hansson, 2015)

En stödmur vars huvudsakliga syfte är att motstå krafter från vågor är en massiv struktur, mestadels utformad av betong. Denna typ av struktur används där markens värde är av högt värde då det är en dyr lösning. Då det huvudsakliga syftet med muren är att separera vatten och jord, undvika glidning av jorden ner i vattnet, då de hydrauliska krafterna inte är dimensionerande används enklare typer av murar och sponter. En vanligt förekommande typ av stödmur är den av L-form. (Coastal Engineering Research Center, 1995) (Möller & Ryner, 2011)

3.2.2 Släntbeklädnad

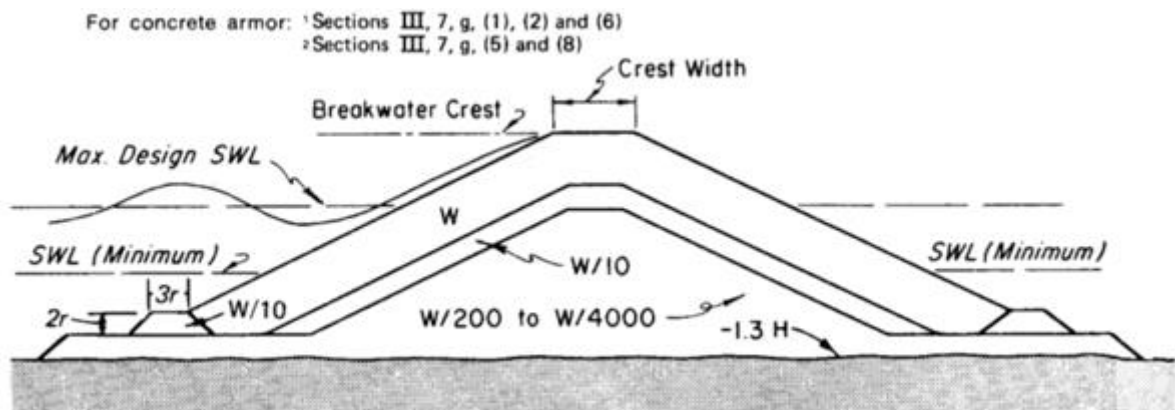
Släntbeklädnad används i första hand för att förhindra erosion. Utförandet brukar vara av en flexibel struktur, det vill säga en struktur av stenblock, motsatsen till en styv struktur. Figur 15 visar en typisk uppbyggnad av en släntbeklädnad av flexibel struktur. (Coastal Engineering Research Center, 1995)



Figur 15. Släntbeklädnad. (Coastal Engineering Research Center, 1995)

3.2.3 Vågbrytare

En vanlig vågbrytare är uppbyggd av flera lager av sten av olika dimension. Figuren nedan visar uppbyggnaden av en vågbrytare enligt *Shore protection manual* (1984). Denna uppbyggnad kan jämföras med alternativ C-4 i **Fel! Hittar inte referenskälla.** som visar de vanligaste typerna av stödmurar. (Coastal Engineering Research Center, 1984)



Figur 16. Tvärsnitt av en typisk vattenbarriär. (Coastal Engineering Research Center, 1984)

Vid konstruktion av en vågbrytare av detta slag behöver dess tyngd klara de krafter den kommer att utsättas för. Dessa krafter är sidokraft i form av vattentryck och vågkraft samt vertikalt tryck från vatten under konstruktionen. Denna tyngd beräknas med nedanstående formel. (Coastal Engineering Research Center, 1984)

$$W = \frac{w_r H^3}{K_D (s_r - 1)^3 \cot \alpha}$$

W	Vikt på respektive stenblock i det övre lagret (kg)
w_r	Tyngd på sten (kg/m ³)
H	Signifikant våghöjd (m)
K_D	Stabilitetskoefficient
s_r	Förhållandet mellan sten- och vattentyngd, w_r/w_w
α	Sluttning

Erforderlig vikt på de övriga stenlagren förhåller sig till det övre lagret enligt nedanstående tabell. Detta innebär att det krävs mindre stenar längre in i konstruktionen. (Coastal Engineering Research Center, 1984)

Tabell 4. Tyngd för respektive stenblock i de olika lagren. (Coastal Engineering Research Center, 1984)

Lager	
1 Övre	W
2 Mellan	W/10
3 Grund	W/1000

De olika lagerhöjderna, r bestäms utifrån antal stenrader, dess tyngd samt med en stabilitetskoefficient, k_Δ . Denna höjd beräknas med nedanstående formel. (Coastal Engineering Research Center, 1984)

$$r = nk_\Delta \left(\frac{W}{w_r} \right)^{1/3}$$

r	Lagerhöjd
n	Stenrader
k_Δ	Stabilitetskoefficient

Värdet för stabilitetskoefficienterna k_Δ och K_D finns i *Shore protection manual* (1984) och beror på stenblockens strävhet och form.

3.3 Geoteknik

Då väggkroppen kommer höjas med ett antal meter behöver hänsyn tas till befintlig marks geologi. I detta kapitel utreds om marken klarar den belastning som den kommer att utsättas för.

3.3.1 Klassificering av jordarter

För friktionsjord och kohesionsjord kan en klassificering göras med avseende på kornstorlek. (Axelsson, 2005)

Tabell 5. Klassificering av jordarter. (Axelsson, 2005)

Benämning	Kornstorlek (mm)
Block	>600
Grovsten	600-200
Mellansten	200-60
Grovgrus	60-20
Mellangrus	20-6
Fingrus	6-2
Grovsand	2-0,6
Mellansand	0,6-0,2
Finsand	0,2-0,06
Grovsilt	0,06-0,02
Mellansilt	0,02-0,006
Finsilt	0,006-0,002
Ler	<0,002

3.3.1.1 Friktionsjord

Friktionsjord är ett samlingsnamn för de jordarterna med stora korn, det vill säga sand, grus, sten och block, se Tabell 5. Friktionsjord har hög permeabilitet och kornen hålls samman med friktion, ingen draghållfasthet finns mellan kornen. (Axelsson, 2005)

3.3.1.2 Kohesionsjord

Kohesionsjord är de små kornen i ovanstående tabell, Tabell 5. Det vill säga silt och ler. Kohesionsjord har en låg permeabilitet, kornen hålls samman via kohesion mellan partiklarna. I vissa fall klassas silt inte till kohesionsjord utan hamnar i en egen kategori; mellanjord. I mellanjord hålls partiklarna ihop av både friktion och kohesion. (Axelsson, 2005)

3.3.1.3 Torv

Torv är en speciell typ av jordart och kan inte definieras liksom de andra jordarterna då den innehåller organiskt material. Detta organiska material kan vara förmultnad i olika grad. Med förmultningsgrad, humifieringsgrad, i avseende tog Von Post fram ett samband för torv under de första decennierna av 1900-talet. En sammanställning har tagits fram för Von Posts klassificering samt information om nedbrytningsgrad från den ryska torvhandboken visas i Tabell 6 nedan. (Carlsten, 1988)

Tabell 6. Sammanställning av Von Post skalan samt torvs egenskaper enligt ryska torvhandboken. (Carlsten, 1988)

Humifieringsgrad, H	Torvklass	Växtstruktur	Nedbrytningsgrad, R (%)	Kapacitet att hålla vatten, T_w (%)
1	Låghumifierad torv	Ingen synlig	5	200-500
2	Låghumifierad torv	Nästan ingen	10	200-500
3	Låghumifierad torv	Svag	15	200-500
4	Mellantorv	Tämligen stark	20	900-1400
5	Mellantorv	Tämligen stark	25-30	900-1400
6	Mellantorv	Tämligen stark	35	900-1400
7	Humifierad torv	Tämligen stark	45	1400-2500
8	Humifierad torv	Stark	55	1400-2500
9	Humifierad torv	Nästan fullständig	65	1400-2500
10	Humifierad torv	Fullständig		1400-2500

3.3.2 Jordegenskaper

Aktuella jordarters egenskaper sammanfattas i nedanstående tabell. Dessa siffror är uppskattade utifrån SGUs jordlagerföljd.

Tabell 7. Egenskaper hos de olika jordarterna. (Larsson, 2008) (Larsson, et al., 2007) (Axelsson, 2005)

Jordart	γ_m' (kN/m ³)	ϕ' (°)	c'	K_0	E (kPa)
Grovsilt	21	28		0,6	
Torv	13	30		0,5	
Sandig morän	22			0,35	130
Ler	17	30	0,01 c_u / 0,03 σ'_c	2,8	

3.3.3 Vertikal och horisontell spänning

Spänningen, σ_z är lika med det belastningstryck eller spänning som kommer från vikten av jorden ovanför tillsammans med krafter som verkar på jordytan; last från väggkropp, underbyggnad samt trafiklast. Totalspänningen ökar med djupet, proportionellt med tyngden hos den överliggande jorden.

$$\sigma_z = q + \sum \gamma z$$

Effektiv spänning är den vertikala spänningen utan tryck från vatten.

$$\sigma'_z = \sigma_z - u z_w$$

Den horisontella spänning som uppstår i jorden är proportionerlig med den vertikala kraften.

$$\sigma'_x = K_0 \sigma'_z$$

Viljordtryckskoefficienten beskrivs med nedanstående uttryck

$$K_0 = (1 - \sin(\phi))(OCR)^{\sin(\phi)}$$

För normalkonsoliderade jordar gäller följande samband för viljordtryckskoefficienten, K_0

$$K_0 = 1 - \sin(\phi')$$

Viljordstryckkoefficienten beror på packningsgrad och kornstorlek, i tabell nedan ges ett antal förslag på värden för K_0 enligt Axelsson (2005).

Tabell 8. Viljordtryckskoefficient i olika jordarter. (Axelsson, 2005)

Jord	K_0
Väl packad sand	0,35
Löst packad sand	0,6
Normalkonsoliderad lera	0,5-0,6
Lera, OCR=3.5	1,0
Lera, OCR=2.8	2,8

3.3.4 Yttre last

Den vertikala spänningen, σ_z som tillkommer på grund av en yttre last, q från en strimlelast med bredden b kan beskrivas med nedanstående uttryck.

$$\sigma_z = \int_{-b/2}^{b/2} \frac{2q}{\pi} \frac{z^3}{[(x - \xi)^2 + z^2]^2} d\xi$$

Med 2:1-metoden kan detta uttryck förenklas då ett antagande görs att lasten lutar med ett förhållande 2:1, två steg nedåt ger ett steg åt sidan.

$$\sigma_z = \frac{qb}{b+z}$$

Bredden, b för lasten är den bredd som terrassen har vid marknivå.

3.3.5 Sättning

Med sättning innefattas begreppen kompression och konsolidering, tillsammans bildar dessa den totala sättning som uppkommer i en jordprofil. Kompression är den del av jordskelletet som blivit förminskat på grund av yttre tryck. Konsolidering är den volymminskning som skett på grund av att vatten har avgivits till följd av det yttre trycket. (Axelsson, 2005)

I detta kapitel redogörs för hur sättning beräknas för de tre olika jordtyper som tidigare beskrivits i denna rapport.

3.3.5.1 Friktionsjord och kohesionsjord

För friktionsjord används nedanstående formel

$$\delta_z = \sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{m\beta} \left(\left(\frac{\sigma'_0 + \Delta\sigma'}{\sigma'_r} \right)^\beta - \left(\frac{\sigma'_0}{\sigma'_r} \right)^\beta \right) \right) \Delta h_i$$

och för kohesionsjordar används följande

$$\delta_z = \sum_{i=1}^n \left(\frac{\sigma'_c - \sigma'_0}{M_0} + \frac{1}{m} \ln \frac{\sigma'_0 + \Delta\sigma'}{\sigma'_c} \right) \cdot \Delta h_i$$

σ'_c	förkonsolideringstryck
σ'_0	effektivtryck
$\Delta\sigma'$	tillskottsspänningar
σ'_r	jämförelsespänning, vanligtvis 100 kPa
M_0	kompressionsmodul, då $0 < \sigma'_0 < \sigma'_c$
m	modultal
β	spänningsexponent

Kompressionsmodulen anger materialets styvhetssegenskaper, hur kompressibelt materialet är. Modultal samt spänningsexponent är parametrar för att bestämma denna. Kompressionsmodulen beror på spänningsgrad. (Axelsson, 2005)

$$M = m\sigma_r' \left(\frac{\sigma'}{\sigma_r'} \right)^{1-\beta}$$

För att kunna bestämma kompressionsmodulen kan följande värden som presenteras i Tabell 9 användas enligt Axelsson (2008).

Tabell 9. Parametrar för att bestämma kompressionsmodulen, M. (Axelsson, 2005)

Jordart	Spänningsexponent, β	Modultal, m
Ler	0	10
Silt	0,3	100
Sand	0,5	150
Morän	0,7	10 000

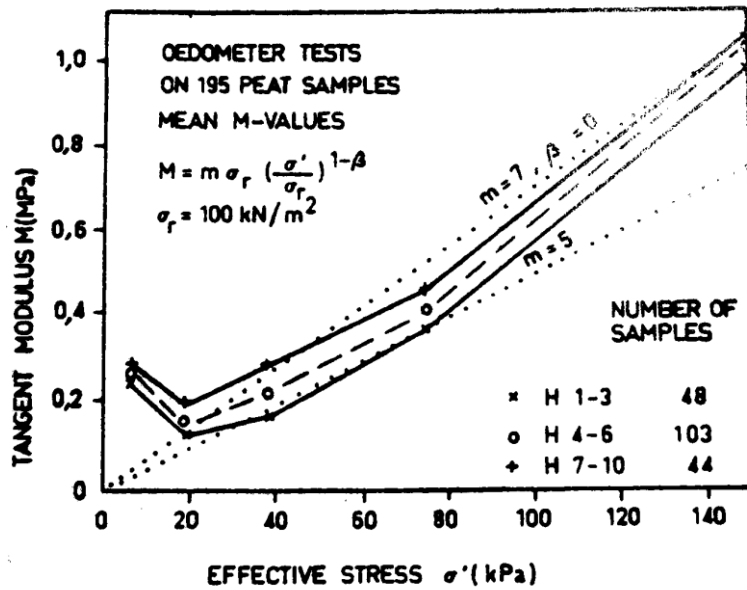
Med spänningsexponenter enligt ovanstående tabell innebär det att för ler kan uttrycket för kompressionsmodulen förenklas till följande uttryck.

$$M = m\sigma'$$

3.3.5.2 Torv

Som nämnts tidigare kan inte torv beräknas på samma metodiska vis som friktions- och kohesionsjord. De samband som finns mellan kornstorlek och egenskaper gäller inte för torv. Detta innebär att formlerna för sättning inte kan appliceras på torvjordar. I denna rapport används en metod som beskrivs i *Torv – geotekniska egenskaper och byggmetoder* av Carlsten (1988).

Kompressionsmodulen för torv bestäms enligt Carlsten (1988) med hjälp av nedanstående figur. Då effektiv spänning och humifieringsgrad i torven är känd kan denna figur användas. Humifieringsgrad beskrivs i 3.3.1.3.



Figur 17. Samband mellan effektiv spänning, kompressionsmodul och humifieringsgrad för torv. (Carlsten, 1988)

Då Kompressionsmodulen hämtats från detta samband utifrån känd effektiv spänning och given humifieringsgrad kan samma formel som för övriga jordarter användas för att bestämma modultalet.

$$M = m \sigma_r' \left(\frac{\sigma'}{\sigma_r'} \right)^{1-\beta}$$

I övrigt så beräknas torv på samma sätt som för finkorniga jordarter.

4 Beräkningar

4.1 Vägsträckor

De vägsträckor som kommer att analyseras i detta arbete är Falsterbovägen och Strandbadsvägen, dessa sträckor är markerade i Figur 18 nedan. I Bilaga 2 bifogas föreslagna lägen för skyddsvallar framtagna av SWECO Environment. Båda vägsträckorna tillhör denna handlingsplan, de är lågt belägna och ligger vid områden som har en stor översvämningsrisk då havsnivån stiger. Uppbyggnaden av vägkroppen kommer dock att skilja dem åt då de har olika geografiska förutsättningar. Därav kommer två vägkonstruktioner att upprättas för att ge två alternativ vid kommande projekt som har liknande problematik. Falsterbovägen är mer utsatt var gäller hydrauliska krafter i sitt kustnära läge, detta ställer högre krav på en robust konstruktion som klarar av erosion till en högre grad än Strandbadsvägen där en klassisk vattenbarriär behövs med uppgift att skydda intilliggande fastigheter gentemot översvämning.



Figur 18. Vägsträckorna Strandbadsvägen och Falsterbovägen.

4.1.1 Falsterbovägen

Falsterbovägen ligger i Höllviken och sträcker sig längst med kustremsan. Vägen består av tre körfält varav ett är ett busskörfält. Längst med vägen finns även en gång- och cykelväg. Referenshastigheten är 70 km/h. I dagsläget har vägen en årsdygnstrafik på 12000 fordon per dygn, varav 700 fordon per dygn är tung trafik (Trafikverket, 2015).

Den del av Falsterbovägen som går längst kusten nordöst om Falsterbokanalerna är lågt belägen. Vägbanan har i dagsläget en höjd som når 2 meter över havet. (Landberg, et al., 2011)



Figur 19. Falsterbovägen.

4.1.2 Strandbadsvägen

Strandbadsvägen ligger på Falsterbonäset, Skanör och gränsar i dagsläget inte till havet. På grund av dess låga läge och att havsnivån stiger är den ändå utsatt och löper översvämningsrisk. En höjning av vägbanan skall genomföras för att säkerställa bebyggelse från översvämmning. Vägen består av två körfält med referenshastigheten 70 km/h.



Figur 20. Strandbadsvägen.

4.2 Vägkroppens uppbyggnad

I detta kapitel redogörs de beräkningar som genomförts för att bestämma en lämplig uppbyggnad av vägen. Tre aspekter kontrolleras;

- Överbyggnad
- Underbyggnad
- Mark

Överbyggnaden dimensioneras med datorprogrammet PMS objekt vilket tar hänsyn till trafik och klimat. Vid beräkningar för underbyggnaden använd överbyggnaden och trafiklast som yttre vertikal last. Utöver denna last måste den hydrauliska kraften tas i anspråk. Utöver dimensionering av över- och underbyggnad kommer en sättningsanalys genomföras för aktuell mark.

I beräkningarna kommer antaganden om trafiklast och krönnivå att göras. Trafiklasten antas vara 20 kN/m², detta gäller för karaktäristisk last då brottyorna är korta, vilket är det värsta fallet enligt Trafikverket (2011). Nedanstående tabell, se Figur 21, är framtagen av SWECO Environment och ger rekommendationer på krönnivåer för skyddsvallar. Denna tabell ger riktlinjer för vägkroppens höjd i beräkningarna. För att undvika stående vatten i överbyggnaden kommer underbyggnaden att dimensioneras för att nå erforderlig höjd.

Invallning exponerad mot:	Föreslagen lägsta krönnivå på kort sikt	Föreslagen lägsta krönnivå år 2050	Föreslagen lägsta krönnivå år 2100
Söder, norr o väster (vall i strandnära läge)	+3,9	+4,5	ca + 5
Norr och väster (vall i mindre utsatt läge)	+2,1	+2,6	ca + 3
Öster (vall i skyddat läge)	+2,1	+2,1	ca +2,5
Falsterbokanal	+2,1	+2,6	ca + 3

Figur 21. Krönnivåer hos skyddsvallar på Falsterbonäset och vid Höllviken. (Landberg, et al., 2011)

4.2.1 Falsterbovägen

4.2.1.1 Överbyggnad

Överbyggnadens utformning beror på trafikbelastning i första hand. Beräkning genomförs i PMS objekt. Med inmatade värden för årsdygnstrafik, andel tung trafik, dimensioneringsperiod osv ges ett beräknat antal ekvivalenta standardaxlar i programmet. Avsnittsinformation och trafikinformation som används i programmet redovisas i Tabell 10 och Tabell 11.

Tabell 10. Avsnittsinformation.

Avsnittsinformation	
Klimatzon	1
Referenshastighet	70 km/h
Antal körfält	4
Län	Skåne
Dimensioneringsperiod	20 år
Vägbredd	16 m
Vägrensbredd	1 m

Tabell 11. Trafikberäkning.

Trafikberäkning	
ÅDT	12 000 f/d
Trafikökning per år	1,5 %
Andel tunga fordon	6 %

Detta resulterar i 8 018 470 standardaxlar enligt PMS objekt.

För att dimensionera överbyggnaden skall terrassmaterialet vara känt, då denna kommer att vara underbyggnaden kommer detta material att vara ett tre m mäktigt lager av krossad sprängsten. Med detta känt ges följande dimensioner för överbyggnaden.

Tabell 12. Lagerutformning överbyggnad.

Lager	Tjocklek (mm)
Bitumenbundet slitlager	40
Bitumenbundet bärlager	120
Obundet bärlager	80
	240

För övrig information angående denna beräkning se Bilaga 1 PMS objekt.

4.2.1.2 Underbyggnad

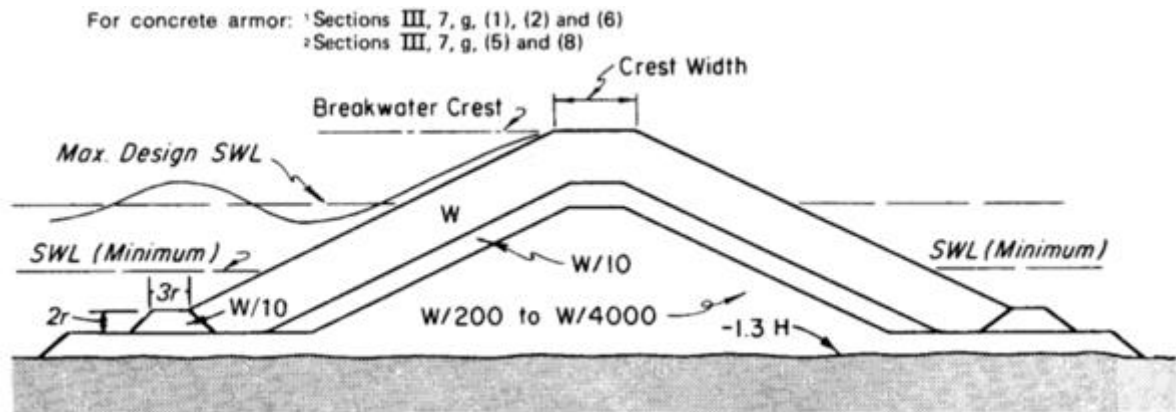
Vilket material som används för uppbyggnad av den nya terrassen påverkar vilken tyngd befintlig mark kommer att utsättas för. Sprängsten tillhör tjälfarlighetsklass 1 vilket är den lägsta, bästa klassen. Sprängsten har en tyngd av 21 kN/m³ i vattenmättat tillstånd. (Larsson, 2008) (Granhage, 2009)

En höjning av vägbanan skall genomföras. Någon typ av släntstabilitet behövs för att säkerställa höjningens tålighet gentemot vågkraften som kommer utsätta strukturen. I tidigare kapitel beskrivs olika typer av kustförstärkningsmöjligheter. Vägbanan sträcker sig längst med kusten vilket skulle kunna resultera i en massiv struktur, detta innebär dock en stor kostnad. Ett mer verklighetstroget scenario är att bygga en flexibel underbyggnad. Av de alternativ som presenterats i tidigare kapitel anses en flexibel vågbrytare vara ett lämpligt alternativ.

En dimensionering av underbyggnaden i form av en flexibel vågbrytare genomförs. Detta ger en fördelning av stenmassan för att klara av kraften från havet på ett bra sätt. Ingående hydrauliska beräkningar genomförs ej i detta arbete, signifikant våghöjd används utifrån vad SWECO

Environment kommit fram till i förstudien. En höjd på 5 meter över havet skall eftersträvas då denna höjd är rekommenderad enligt Figur 21 för vall i strandnära läge för perioden fram till 2100.

Figuren nedan visar uppbyggnaden av en vågbrytare enligt *Shore protection manual* (Coastal Engineering Research Center, 1984). För att få en terrassuppbyggnad som klarar av de hydrauliska krafter som kommer att påverka den dimensioneras underbyggnaden utifrån en vågbrytare. Då befintlig väg ligger på en höjd 2 meter över havet behöver underbyggnaden vara 3 m hög.



Figur 22. Tvärsektion av en typisk vattenbarriär. (Coastal Engineering Research Center, 1984)

Antagande om att stenarna är placerade i tre lager, är kantiga och är ostrukturerat placerade samt att vågen är obruten när den når strukturen ger ett värde på K_D som är 3,2 enligt SPM. Vattenbarriären har en lutning på 30° .

$$W = \frac{w_r H^3}{K_D (s_r - 1)^3 \cot \alpha} = \frac{2650 \cdot 1,2^3}{3,2 \left(\frac{2650}{1025} - 1 \right)^3 \cot 30^\circ} = 0,21 \text{ kN}$$

Värdet på W ger en vikt för vart stenblock i det övre lagret av sten. I förhållande till detta lager tas tyngder på de andra lagrens stenar fram.

Tabell 13. Tyngd för respektive stenblock i de olika lagren.

Lager		Tyngd per enhet
1 Övre	W	0,21 kN
2 Mellan	$W/10$	0,021 kN
3 Grund	$W/1000$	0,00021 kN

Vågbrytarens toppbredd bestäms utifrån de behov som finns med tanke på trafik. Två körbanor, en bussfil och en gång- och cykelväg ger en bredd på 14,1 m utifrån att det är ett räckes som skiljer biltrafik och gång- och cykeltrafik.

De olika lagerhöjderna, r bestäms utifrån antal stenrader, dess tyngd samt med en stabilitetskoefficient, k_{Δ} . För kantiga stenar som är ostrukturerat placerade med en lutning på 30° gäller ett värde på 1,0 enligt SPM.

$$r = nk_{\Delta} \left(\frac{W}{w_r} \right)^{1/3}$$

Det grundläggande lagret ges resterande höjd från den totala höjden 2,4 m.

Tabell 14. Underbyggnadens dimensioner.

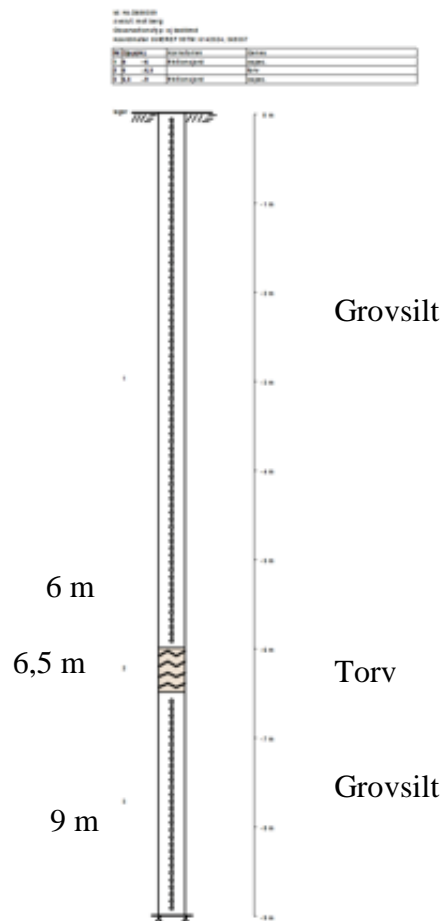
Lager	Tyngd (kN)	Rader, n	k_{Δ}	Lagerhöjd, r (m)	Kornstorlek
1	0,21	2	1,0	0,86	Block
2	0,021	4	1,0	0,79	Sten
3	0,00021			1,35	Grus

Tyngden för underbyggnaden bestäms utifrån den tyngd som används för krossad sten, 21 kN/m^3 . Vad som är intressant är den jämnt utbredda lasten som påverkar befintlig markyta. Med dimensioner som beskrivits tidigare och denna tyngd ges en jämnt utbredd last till $110,7 \text{ kN/m}^2$.

4.2.1.3 Mark

Beräkningarna av sättning och bärförmåga kommer att genomföras med enklare handberäkningar, inget FEM-program kommer att användas. Dessa beräkningar förutsätter att idealiserade förhållanden, d.v.s. att markytan är helt plan och att jordens egenskaper och geometri är helt kända. Då detta inte är sant kommer resultat på säkra sidan att användas utan att kostnaderna blir orimliga.

Ett 9 m mäktigt jordlager ligger över berggrunden. Detta jordlager består av postglacial grovsilt-finsand men bryts av med ett 0,5 m tjockt lager av torv 6 m under markytan, se Figur 23 eller Bilaga 3. (SGU, 2015)



Figur 23. Jordlagerföljd, Falsterbovägen. (SGU, 2015)

I dagsläget finns redan en väg med en viss trafikmängd längst med sträckan. Detta innebär att marken är förbelastad. Detta innebär att beräkningen för sättning delas upp i två delar. Först beräknas befintlig sättning, därefter beräknas den sättning som den påförda lasten kommer att bidra med. Den intressanta lasten är den som underbyggnaden bidrar med. I detta fall är den extra tillkomna lasten ca 100 kN/m^2 , vilket har beräknats i kapitel 4.2.1.2.

Spänningstillståndet i marken beräknas för att kunna beräkna sättningen. Totalspänningen ökar med djupet, proportionellt med tyngden hos den överliggande jorden. Effektiv spänning är den vertikala spänningen utan tryck från vatten. I beräkningen antas det med att grundvattennivån ligger i marknivå. Följande värden erhålles vid dessa beräkningar enligt teori beskriven i kapitel 3.3.3.

Tabell 15. Spänning i jordprofilen.

Jordart	Nivå z (m)	Tunghet γ (kN)	Totaltryck σ_z (kPa)	Portryck u (kPa)	Effektivtryck σ_z' (kPa)
Grovsilt	1,5	21	31,5	15	16,5
Grovsilt	4,5	21	94,5	45	49,5
Grovsilt	6	21	126	60	66
Torv	6,25	11	128,75	62,5	66,25
Torv	6,5	11	131,5	65	66,5
Grovsilt	7,75	21	157,75	77,5	80,25
Grovsilt	9	21	184	90	94

Befintlig sättning kommer först att bestämmas. Denna bestäms genom att använda tyngd från trafik och överbyggnad som bidrag till tillskottsspänningar. Denna last uppgår till 30,6 kN/m². Här antas att befintlig överbyggnad är av samma dimension som den som skall byggas och är dimensionerad enligt PMS objekt i föregående avsnitt, kapitel 4.2.1.1

Tabell 16. Yttre last för beräkning av befintlig sättning.

	Last (kN/m ²)
Överbyggnad	10,6
Trafiklast	20,0
	30,6

Vid beräkning av tillskottsspänningar används en närmemetod, även kallad ”2:1 metoden”.

$$\sigma_z = \frac{qb}{b+z}$$

Överbyggnaden antas förenklat ha samma bredd i över- och underkant, denna bredd, b används. För Falsterbovägen är denna bredd tidigare bestämd till 14,1 m.

Tabell 17. Tillskottsspänning i marken.

Jordart	Nivå z (m)	Yttre last q (kN/m ²)	Bredd b (m)	Tillskottsspänning $\Delta\sigma_z$ (kPa)
Grovsilt	1,5	30,6	14,1	27,66
Grovsilt	4,5	30,6	14,1	23,20
Grovsilt	6	30,6	14,1	21,47
Torv	6,25	30,6	14,1	21,21
Torv	6,5	30,6	14,1	20,95
Grovsilt	7,75	30,6	14,1	19,75
Grovsilt	9	30,6	14,1	18,68

Kompressionsmodulen för grovsilt bestäms enligt följande formel, värden för modultal och spänningsexponent ges enligt rekommendationer av Larsson (1995).

$$M = m\sigma_r' \left(\frac{\sigma'}{\sigma_r'} \right)^{1-\beta}$$

Kompressionsmodulen för torv bestäms enligt Carlsten (1988), Figur 17. Då effektiv spänning och humifieringsgrad i torven är känd kan denna figur användas. Med effektiv spänning för torven 66,25 kPa och humifieringsgrad 6 ges ett ungefärligt värde för kompressionsmodulen till 400 kPa. Med denna känd kan modultalet beräknas omvänt med ovanstående formel. Modultalet blir då 6,3. Då skall tilläggas att jämförspänningen 100 kPa och spänningsexponenten 0 har används för torven.

Förkonsolideringen, σ_c' är den last som jorden varit belastad med en längre tid. (Trafikverket, 2011). För torven är detta trycket från ovanliggande grovsilt, det vill säga effektivtrycket vid aktuell nivå.

För torv används följande formel för att beräkna sättningen

$$\delta_z = \sum_{i=1}^n \left(\frac{\sigma_c' - \sigma_0'}{M_0} + \frac{1}{m} \ln \frac{\sigma_0' + \Delta\sigma'}{\sigma_c'} \right) \cdot \Delta h$$

För grovsilt används istället nedanstående formel

$$\delta_z = \sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{m\beta} \left(\left(\frac{\sigma_0' + \Delta\sigma'}{\sigma_r'} \right)^\beta - \left(\frac{\sigma_0'}{\sigma_r'} \right)^\beta \right) \right) \cdot \Delta h$$

I beräkningen för sättning, δ används formeln för grovkorniga jordarter för grovsilten och för finkorniga jordarter för torven.

Tabell 18. Resultat av sättningsberäkning för befintlig sättning.

Jordart	Δh (m)	σ_z' (kPa)	$\Delta\sigma_z$ (kPa)	σ_c' (kPa)	m	β	M (kPa)	δ (m)
Grovsilt	1	3	16,5	27,66	100	0,25	2588,89	0,007
Grovsilt	2	3	49,5	23,20	100	0,25	5901,38	0,017
Torv	3	0,5	66,25	21,21	66,25	6,04	400,00	0,348
Grovsilt	4	2,5	80,25	19,75	100	0,25	8478,79	0,030
								0,401

Sättningen som uppstått i marken är 400 mm.

En ny beräkning genomförs med total last som ger upphov till tillskottsspänningar. Men denna beräkning kan sedan återstående sättning bestämmas genom att subtrahera den befintliga sättningen med den nya sättningen.

Tabell 19. Yttre last med underbyggnad, överbyggnad och trafik.

	Last (kN/m ²)
Överbyggnad	10,6
Underbyggnad	110,7
Trafiklast	20,0
	141,3

Tillskottsspänningar på grund av yttre last beräknas med samma närmemetod, 2:1 metoden, som tidigare och följande värden erhålles.

Tabell 20. Tillskottsspänning.

Jordart	Nivå z (m)	Yttre last q (kN/m ²)	Bredd b (m)	Tillskottsspänning $\Delta\sigma_z$ (kPa)
Grovsilt	1,5	141,3	14,1	134,99
Grovsilt	4,5	141,3	14,1	123,93
Grovsilt	6	141,3	14,1	119,05
Torv	6,25	141,3	14,1	118,27
Torv	6,5	141,3	14,1	117,50
Grovsilt	7,75	141,3	14,1	113,82
Grovsilt	9	141,3	14,1	110,36

Med kända värden för tillskottsspänningarna kan uppkommen sättning beräknas.

Tabell 21. Total sättning.

Jordart	Δh (m)	σ_z' (kPa)	$\Delta\sigma_z$ (kPa)	σ_c' (kPa)	m	β	M (kPa)	δ (m)
Grovsilt	1	3	16,5	134,99	100	0,25	2588,89	0,135
Grovsilt	2	3	49,5	123,93	100	0,25	5901,38	0,137
Torv	3	0,5	66,25	118,27	66,25	0,00	400,00	0,349
Grovsilt	4	2,5	80,25	113,82	100	0,25	8478,79	0,124
								0,747

Om väggroppen skulle byggts från början med denna typ av konstruktion skulle den ge en sättning på 700 mm. Då en befintlig väggropp redan finns som i sin tur redan har gett upphov till sättning kommer differensen av dessa två att bli den sättning som kommer att ske.

Tabell 22. Sättningsdifferens.

Sättning	(m)
Total sättning	0,747
Befintlig sättning	0,401
	0,346

Underbyggnaden kommer att ge upphov för en sättning på 346 mm. Det innebär att väggroppen behöver höjas ytterligare 346 mm för klara de hydrauliska kraven.

4.2.2 Strandbadsvägen

4.2.2.1 Överbyggnad

Överbyggnadens utformning beror på trafikbelastning i första hand. Beräkning genomförs i PMS. Enligt Trafikverkets programtjänst *Vägtrafikflödeskartan* (2015) kan en årsdygnstrafik på 9260 fordon per dygn utläsas på väg 100 som leder fram till en cirkulationsplats som delar upp väg 100 till Malmövägen, Storevångsvägen och Strandbadsvägen. Mer information kan inte utläsas angående trafikflödet på Strandbasvägen. Ett antagande görs utifrån detta att ett trafikflöde på 4000 fordon per dygn kan antas vara rimligt på denna sträcka. Av dessa 4000 fordon antas 200 vara av tung trafik. Andel tung trafik på väg 100 är 630 fordon per dygn.



Figur 24. Inkommande trafikflöde mot Strandbadsvägen. (Trafikverket, 2015)

Med inmatade värden för årsdygnstrafik, andel tung trafik, dimensioneringsperiod osv ges ett beräknat antal ekvivalenta standardaxlar i programmet. Avsnittsinformation och trafikinformation som används i programmet redovisas i Tabell 23 och Tabell 24.

Tabell 23. Avsnittsinformation.

Avsnittsinformation	
Klimatzon	1
Referenshastighet	70 km/h
Antal körfält	2
Län	Skåne
Dimensioneringsperiod	20 år
Vägbredd	8 m
Vägrensbredd	0,5 m

Tabell 24. Trafikberäkning.

Trafikberäkning	
ÅDT	4 000 f/d
Trafikökning per år	1,5 %
Andel tunga fordon	5 %

Detta resulterar i 2 227 353 standardaxlar enligt PMS objekt. I handberäkningen blev antal standardaxlar lägre vilket resulterar i att ett val görs att fortsätta med resultatet från datorprogrammet.

För att dimensionera överbyggnaden skall terrassmaterialet vara känt, då denna kommer att vara underbyggnaden kommer detta material att vara ett 3,6 m mäktigt lager av blandkornig jord. Med detta känt ges följande dimensioner för överbyggnaden.

Tabell 25. Lagerutformning överbyggnad.

Lager	Tjocklek (mm)
Bitumenbundet slitlager	40
Bitumenbundet bärlager	70
Obundet bärlager	80
	190

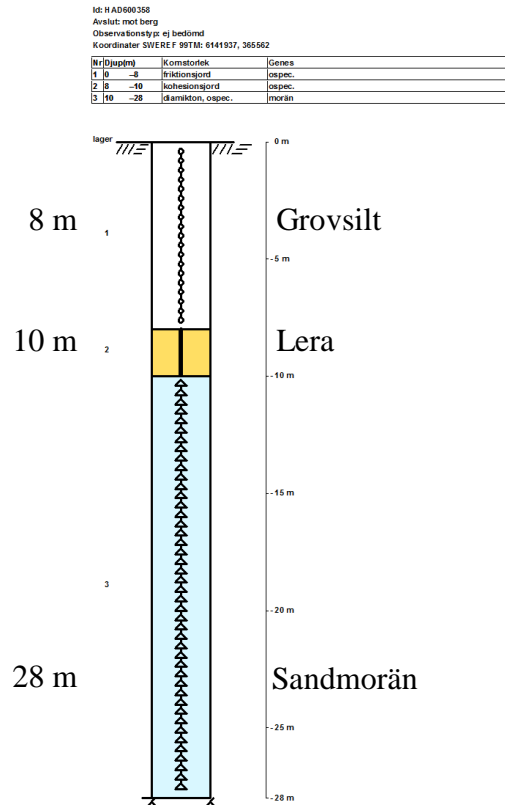
För övrig information angående denna beräkning se Bilaga 1 PMS objekt.

4.2.2.2 Underbyggnad

Då denna vägsträcka inte ligger i direkt kontakt med kusten och direkta vågkrafter från havet inte är ett problem behövs ingen massiv struktur av väggroppens underbyggnad. Denna underbyggnad skall istället utformas likt en naturlig vattenbarriär. Erforderliga lägsta krönhöjd antas vara samma i detta fall och en höjd på 5,0 m över nuvarande havsnivå. Då befintlig väg ligger på en höjd 1,4 m över havet skall underbyggnaden ha en höjd av 3,6 m.

4.2.2.3 Mark

Ett 28 m djupt jordlager ligger över berggrunden. De 8 m tjocka övre lagret består av postglacial grovsilt-finsand, detta lager följs av ett 2 m tjockt lager av någon typ av kohesionsjord. Resterande underliggande 18 m mäktiga lager består av morän. (SGU, 2015)



Figur 26. Jordagerföljd, Strandbadsvägen. (SGU, 2015)

Den nämnda kohesionsjorden i Figur 26 antas vara lera. I Tabell 27 redogörs de egenskaper aktuella jordarter har.

Tabell 27. Jordartsp parametrar. (Larsson, 2008)

Jordart	Vattenmättad tunghet γ_m (kN/m ³)	Effektiv tunghet γ' (kN/m ³)	Naturlig tunghet (kN/m ³)	Friktionsvinkel ϕ' (°)
Grovsilt	21	11	17	28
Lera	17	7	17	30
Sandmorän	22	12	20	42

Grovsilt och morän är relativt grovkorniga jordarter och konsoliderar snabbt. Lerlagret däremot, som i detta fall är två meter tjockt tar längre tid. Det kan redan nu konstateras att den största sättningen kommer att ske i detta lager. Det är intressant att ta reda på hur mycket jorden redan

komprimerats på grund av befintlig vägbana samt hur mycket sättning den nybyggda vägbanan kommer att ge upphov till.

Spänningstillståndet i marken beräknas för att kunna beräkna sättningen. Totalspänningen ökar med djupet, proportionellt med tyngden hos den överliggande jorden. Effektiv spänning är den vertikala spänningen utan tryck från vatten. Räknar med att grundvattennivån ligger i marknivå. Följande värden erhålles vid dessa beräkningar enligt teori beskriven i kapitel 3.3.3.

Tabell 28. Spänning i jordprofilen.

Jordart	Nivå z (m)	Tunghet γ (kN)	Totaltryck σ_z (kPa)	Portryck u (kPa)	Effektivtryck σ_z' (kPa)
Grovsilt	2	21	42	20	22
Grovsilt	6	21	126	60	66
Grovsilt	8	21	168	80	88
Lera	9	17	185	90	95
Lera	10	17	202	100	102
Morän	12	22	246	120	126
Morän	18	22	378	180	198
Morän	24	22	510	240	270
Morän	28	22	598	280	318

Befintlig sättning kommer först att bestämmas. Denna bestäms genom att använda tyngd från trafik och överbyggnad som bidrag till tillskottspänningar. Denna last uppgår till 32,4 kN/m². Här antas att befintlig överbyggnad är av samma dimension som den som skall byggas och är dimensionerad enligt PMS objekt i föregående avsnitt, 4.2.2.1.

Tabell 29. Yttre last för beräkning av befintlig sättning.

	Last (kN/m ²)
Överbyggnad	12,4
Trafiklast	20,0
	32,4

Vid beräkning av tillskottspänningar används en närmemetod, även kallad ”2:1 metoden”.

$$\sigma_z = \frac{qb}{b+z}$$

Överbyggnaden antas förenklat ha samma bredd i över- och underkant, denna bredd, b används. För Falsterbovägen är denna bredd tidigare bestämd till 14,1 m.

Tabell 30. Tillskottspänning i marken.

Jordart	Nivå z (m)	Yttre last q (kN/m ²)	Bredd b (m)	Tillskottspänning Δσz (kPa)
Grovsilt	2	32,4	11,5	27,59
Grovsilt	6	32,4	11,5	21,28
Grovsilt	8	32,4	11,5	19,10
Lera	9	32,4	11,5	18,17
Lera	10	32,4	11,5	17,32
Morän	12	32,4	11,5	15,85
Morän	18	32,4	11,5	12,63
Morän	24	32,4	11,5	10,49
Morän	28	32,4	11,5	9,43

Kompressionsmodulen för grovsilt bestäms enligt följande formel, värden för modultal och spänningsexponent ges enligt rekommendationer av Larsson (1995).

$$M = m\sigma_r' \left(\frac{\sigma'}{\sigma_r'} \right)^{1-\beta}$$

Kompressionsmodulen för torv bestäms enligt Carlsten (1988), Figur 17. Då effektiv spänning och humifieringsgrad i torven är känd kan denna figur användas. Med effektiv spänning för torven 66,25 kPa och humifieringsgrad 6 ges ett ungefärligt värde för kompressionsmodulen till 400 kPa. Med denna känd kan modultalet beräknas omvänt med ovanstående formel. Modultalet blir då 6,3. Då skall det tilläggas att jämförspänningen 100 kPa och spänningsexponenten 0 har används för torven.

Förkonsolideringen, σ_c' är den last som jorden varit belastad med en längre tid. (Trafikverket, 2011). För torven är detta trycket från ovanliggande grovsilt, det vill säga effektivtrycket vid aktuell nivå.

För ler används följande formel, sättningsekvationen för finkorniga jordarter.

$$\delta_z = \sum_{i=1}^n \left(\frac{\sigma_c' - \sigma_0'}{M_0} + \frac{1}{m} \ln \frac{\sigma_0' + \Delta\sigma'}{\sigma_c'} \right) \cdot \Delta h$$

För grovkorniga material används istället nedanstående formel, denna appliceras på grovsilten och moränen.

$$\delta_z = \sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{m\beta} \left(\left(\frac{\sigma_0' + \Delta\sigma'}{\sigma_r'} \right)^\beta - \left(\frac{\sigma_0'}{\sigma_r'} \right)^\beta \right) \right) \cdot \Delta h$$

I beräkningen för sättning, δ används formeln för grovkorniga jordarter för grovsilten och för finkorniga jordarter för torven.

Tabell 31. Resultat av sättningsberäkning för befintlig sättning.

Jordart	Δh (m)	σ_z' (kPa)	$\Delta\sigma_z$ (kPa)	σ_c' (kPa)	m	β	M (kPa)	δ (m)
Grovsilt 1	4	22	27,59		100	0,25	3212,31	0,010
Grovsilt 2	4	66	21,28		100	0,25	7322,48	0,035
Lera 3	2	95	18,17	95	10	-0,25	937,90	0,922
Morän 4	6	126	15,85		10000	0,7	1071793,61	0,001
Morän 5	6	198	12,63		10000	0,7	1227437,98	0,001
Morän 6	6	270	10,49		10000	0,7	1347128,83	0,001
Morän 7	6	318	9,43		10000	0,7	1414907,78	0,001
								0,972

Sättningen som uppstått i marken är 970 mm.

En ny beräkning genomförs med total last som ger upphov till tillskottsspänningar. Men denna beräkning kan sedan återstående sättning bestämmas genom att subtrahera den befintliga sättningen med den nya sättningen.

Tabell 32. Yttre last med underbyggnad, överbyggnad och trafik.

	Last (kN/m ²)
Överbyggnad	12,4
Underbyggnad	43,7
Trafiklast	20
	76,0

Tillskottsspänningar på grund av yttre last beräknas med samma närmemetod som tidigare och följande värden erhålles.

Tabell 33. Tillskottsspänning.

Jordart	Nivå z (m)	Yttre last q (kN/m ²)	Bredd b (m)	Tillskottsspänning $\Delta\sigma_z$ (kPa)
Grovsilt	2	76,0	33,1	71,71
Grovsilt	6	76,0	33,1	64,38
Grovsilt	8	76,0	33,1	61,24
Lera	9	76,0	33,1	59,79
Lera	10	76,0	33,1	58,40
Morän	12	76,0	33,1	55,81
Morän	18	76,0	33,1	49,26
Morän	24	76,0	33,1	44,08
Morän	28	76,0	33,1	41,20

Med kända värden för tillskottsspänningarna kan uppkommen sättning beräknas.

Tabell 34. Resultat av sättningsberäkning.

Jordart	Δh (m)	σ_z' (kPa)	$\Delta\sigma_z$ (kPa)	σ_c' (kPa)	m	β	M (kPa)	δ (m)
Grovsilt	1	4	22	71,71	100	0,25	3212,31	0,0804
Grovsilt	2	4	66	64,38	100	0,25	7322,48	0,1044
Lera	3	2	95	61,24	105	0,25	937,90	0,9218
Morän	4	6	126	59,79	10000	0,7	1071793,61	0,0012
Morän	5	6	198	58,40	10000	0,7	1227437,98	0,0013
Morän	6	6	270	55,81	10000	0,7	1347128,83	0,0016
Morän	7	6	318	49,26	10000	0,7	1414907,78	0,0018
								1,11

Om väggkroppen skulle byggts från början med denna typ av konstruktion skulle den ge en sättning på 1110 mm. Då en befintlig väggkropp redan finns som i sin tur redan har gett upphov till sättning kommer differensen av dessa två att bli den sättning som kommer att ske.

Tabell 35. Sättningsdifferens.

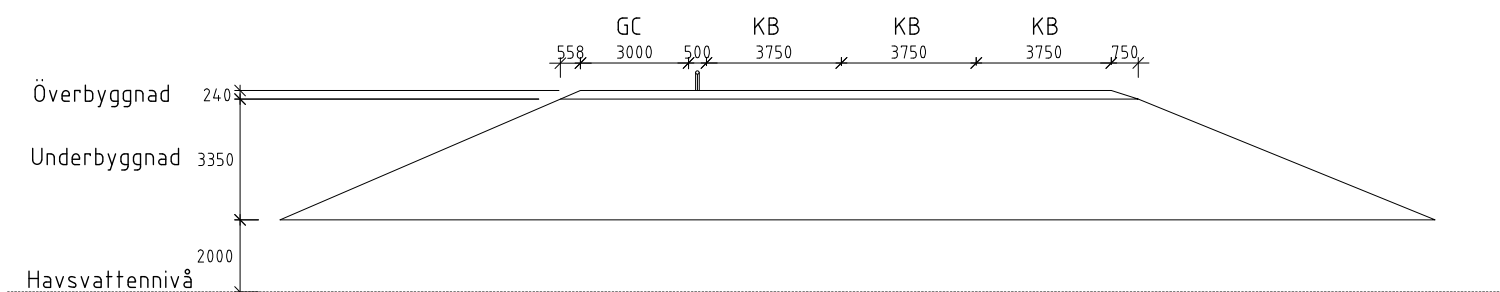
Sättning	(m)
Total sättning	1,111
Befintlig sättning	0,972
	0,140

Underbyggnaden kommer att ge upphov för en sättning på 140 mm. Det innebär att väggkroppen behöver höjas ytterligare 140 mm för klara de hydrauliska kraven.

5 Resultat

5.1 Falsterbovägen

Nedanstående figurer visar utformningen av vägkroppen. Vägkroppen ligger två meter över dagens havsnivå, underbyggnaden är 3,35 m och överbyggnaden 0,24 m.



Figur 27. Tvärsnitt av vägkropp.

Överbyggnaden består av tre olika lager som presenteras i nedanstående tabell, Tabell 36, denna illustreras också i Figur 27.

Tabell 36. Lagerutformning överbyggnad.

Lager	Tjocklek (mm)
Bitumenbundet slitlager	40
Bitumenbundet bärlager	120
Obundet bärlager	80
	240

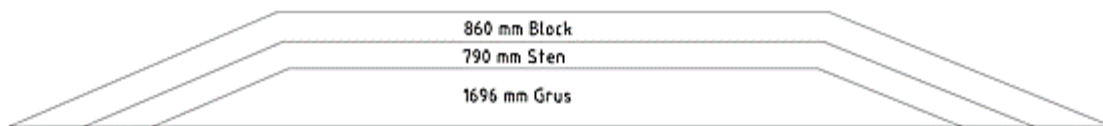


Figur 28. Överbyggnadens uppbyggnad.

Vid dimensionering av underbyggnaden antogs en höjd med anseende på de riktlinjer som SWECO Environment beräknat i förundersökningen. Vid beräkning upptäcktes att en sättning skulle ske till följd av dess tyngd. Denna höjd adderas till underbyggnadens höjd. De olika lagertjocklekarna presenteras i Tabell 37 och illustreras i Figur 29.

Tabell 37. Lagerutformning underbyggnad.

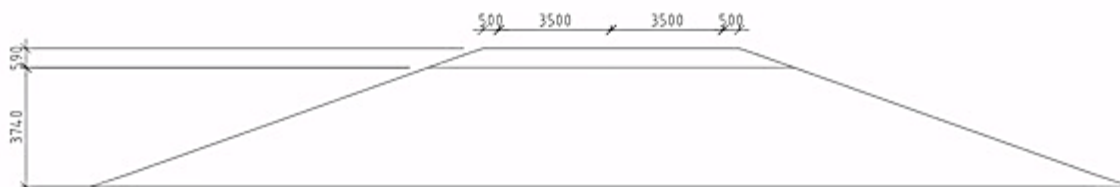
Lager	Tjocklek (mm)
Block	860
Sten	790
Grus	1350 + 346 = 1696
	3350



Figur 29. Underbyggnadens uppbyggnad.

5.2 Strandbadsvägen

Vallens sluttning skall vara beklädd av gräs för att underlätta vattenhanteringen, se Figur 25, med dimensioner enligt nedanstående figur. Lutningen är 1:3.



Figur 30. Tvärsnitt av väggropp.

Tabell 38. Lagerutformning överbyggnad.

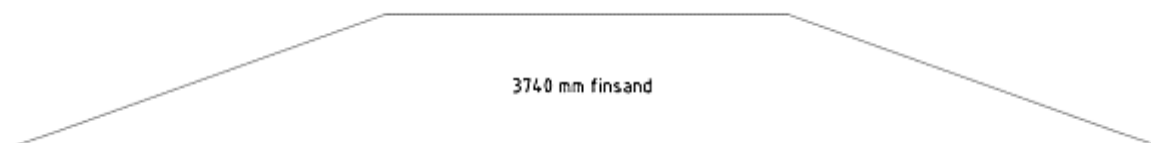
Lager	Tjocklek (mm)
Bitumenbundet slitlager	40
Bitumenbundet bärlager	70
Obundet bärlager	80
Förstärkningslager, krossat material	400
	590



Figur 31. Lagerutformning överbyggnad.

Tabell 39. Lagerutformning underbyggnad.

Lager	Tjocklek (mm)
Finsand	3600 + 140
	3740



Figur 32. Underbyggnad.

Ett dräneringsrör kan behövas för att sänka vattennivån på vallens insida.

6 Diskussion

6.1 Resultatdiskussion

Den stora utmaningen med arbetet har varit att konstruera en väggkropp som skall kunna hantera stora vattenmassor samtidigt som trafikantens körupplevelse eller säkerhet inte får påverkas. Vattenmassor som behandlats har varit i form av nederbörd, havsvågor och översvämning. Nederbörden har behandlats på ett sådant sätt att överkroppen leder undan detta på traditionellt vis. För att förhindra att vattenmassor kommer in i överbyggnaden bestämdes det att underbyggnaden fick anta den höjd som tidigare benämns som krönhöjd enligt SWECO Environment. På detta sätt säkerställer man att den vattenkänsliga överbyggnaden skyddas mot vatten men dess placering kan användas som vattenbarriär och ingen extra mark behövs tas i anspråk.

En begynnande tanke var att sponta och på det sättet stänga ute vattnet från land. Detta konstaterades i ett tidigt skede vara dels kostsamt men också fel med tanke på att regnvatten måste kunna passera under konstruktionen. Med en så liten påverkan på naturen som möjligt togs detta resultat fram. Hänsyn har således tagits till kostnad på det vis att alternativ som ansetts dyra har bojkottats. Det har inte genomförts några beräkningar angående detta men stöd från handledare med erfarenhet av vägbyggnad har detta beslut fattats.

I handlingsplanen som ligger till grund för denna rapport rekommenderas en höjning av vägen i tre steg. Detta kan vara en god tanke med avseende på boende i området. Tomterna som säljs i de kustnära områdena är dyra och en höjning av väggkroppen som skymmer utsikten kommer inte att uppskattas. Därav kan en höjning i tre steg vara en god idé. Detta känns även rimligt då en väggkroppslängd inte vanligtvis dimensioneras till 100 år, alltså behövs vägen ändå byggas om men jämna mellanrum.

I handlingsplanen av Landberg, Almström och Hanson (2011) beskrivs svagheter med att förutspå hur kustlinjen längst med Falsterbohalvön kommer att se ut. Detta då denna del av landet har en mycket aktiv morfologisk utveckling, det vill säga att kustlinjen är i ständig förändring. Under de senaste 100 åren har en stor förändring skett vilket gör det svårt att säga hur det kommer att se ut om 100 år. Med detta känt har valet att göra en tillsynes väldigt robust konstruktion av Falsterbovägen känts motiverat då den även skall stå emot erosion, utöver tidigare nämnda fenomen.

Vid bestämning av vägbredd har riktlinjer från VGU, vägar och gators utformning, används men de har ej analyserats till fråga om trafiksäkerhet. Så till lika har ingen analys genomförts med tanke på cykelbanans placering på Falsterbovägen.

6.2 Metoddiskussion

Vid beräkning av sättning förekom inga mätningar i fält. Information angående jordlagerföljd är hämtad från SGU och är inte från exakt rätt plats. För Falsterbovägen stämmer läget till stor del. Men det skall tilläggas att mätningen har utförts i en punkt och detta kan skilja sig längst med vägsträckan. Den geotekniska analys som genomförts är alltså enbart aktuell i denna punkt. För Strandbadsvägen är ingen mätning genomförd av SGU längst med vägsträckan. Information om

jordlagerföljd kommer från en närliggande punkt. I Figur 33 visas de platser som mätning genomförts av SGU. Nordöst om strandbadsvägen, längst med väg 100 har närmsta nätning genomförts, denna har använts i analysen. Angående sättningsberäkningen skall det även tilläggas att homogena förhållanden i jordprofilen antagits och att jorden antas vara vattenmättad, dessa antaganden är nödvändiga för att kunna använda de formler som har använts i beräkningarna.



Figur 33. Markeringar om var mätningar av jordlagerföljd genomförts av SGU. (SGU, 2015)

Valet att välja en krönnivå på 5 meter över havet för strandbasvägen kan ifrågasättas om det är nödvändigt. Detta kan ge upphov till en onödigt tung konstruktion, en konstruktion som ger mer påverkan på mark och omgivning än nödvändigt. En nivå på 3 meter över havet skulle kunna vara en mer passande nivå för denna vägsträcka. Denna nivå är enligt SWECO Environment rekommenderad för vall i ”norr och väster (vall i mindre utsatt läge)”, se Figur 21.

Det borde lagts en större vikt på överbyggnadens utformning; hur skulle en permeabel asfalt påverka konstruktionen? Detta har ej beaktats i arbetet. Om större vikt skulle lagts på materialval och utreda dessa skulle kanske ett annorlunda resultat kunnat uppnås. På så vis skulle en nättare konstruktion eventuellt vara möjlig. Utöver denna uteblivna analys borde även markens bärförmåga, utöver sättning, analyserats vidare.

6.3 Slutsatser

Det kan konstateras från pågående forskning angående klimatförändringar att en åtgärd är nödvändig för att förhindra översvämning av de fastigheterna på Falsterbohalvön samt vid kusten i Höllviken. En höjning av befintlig väggkropp är en typ av åtgärd som bearbetats med i denna rapport. Detta ger en möjlighet att använda befintlig mark för att bygga en skyddsvall, på detta vis behövs ingen ytterligare mark tas till anspråk för denna konstruktion.

Två förslag till konstruktion av denna typ har tagits fram, en är byggd av finsand och en av stenmaterial i olika storlekar, detta då de båda placeringarna kräver olika robusta konstruktioner. Då en väg ligger i anslutning med havet bör havets krafter beaktas i form av vågor och erosion, detta ställer höga krav på robusthet.

- Hur ska de hydrauliska krafterna tas i beaktning utan att påverka trafikupplevelsen negativt?

Genom att låta överbyggnaden dimensioneras utifrån de normer och krav som ställs av Trafikverket kan en säker trafikupplevelse garanteras.

- Hur skall överbyggnaden skyddas mot vatten?

Den förstudie genomförd av SWECO Environment gav en föreslagen krönnivå för att skydda mot översvämning. Genom att låta underbyggnaden nå denna nivå kan överbyggnaden skyddas mot vatten.

- Vilka påverkningar kommer marken att känna av i form av sättningar?

Vilken sättning som uppstår i marken beror på vilken typ av jord den består av. Olika jordmaterial komprimeras olika. Det är därför viktigt att genomföra en sättningsanalys, utifrån denna kan underbyggnadens höjd justeras för att undvika översvämningsrisk.

6.3.1 Rekommendationer

Hur klimatet kommer att förändras är under ständig bearbetning, och än så länge finns många frågetecken och osäkerheter i analysmodellerna. Sveriges kommuner bör se över dess klimatanpassning. Överlag kan det konstateras att det krävs mer forskning kring vägars påverkan av klimatförändringar.

7 Litteraturförteckning

- Agardh, S. & Parhamifar, E., 2014. *Vägbyggnad*. Stockholm: Liber.
- Allison, I. o.a., 2009. *The Copenhagen Diagnosis*, Sydney: UNSW Climate Change Research Centre .
- Arvidsson, A. K. o.a., 2012. *Klimatanpassning av vägkonstruktion, drift och underhåll*, Linköping: VTI.
- Axelsson, K., 2005. *Introduktion till geotekniken*. Uppsala: Uppsala universitet.
- Bogren, J., Gustavsson, T. & Loman, G., 2014. *Klimatförändringar - Naturliga eller antropogena orsaker*. Lund: Studentlitteratur.
- Carlsten, P., 1988. *Torv - geotekniska egenskaper ocg byggmetoder*, Linköping: SGI.
- Coastal Engineering Research Center, 1984. *Shore Protection Manual*. Vicksburg: US Army Corps of Engineers.
- Coastal Engineering Research Center, 1995. *Design of coastal revetments, seawalls, and bulkheads..* Washington, DC: US Army Corps of Engineers.
- Folkesson, H., 2010. *Falsterbohalvön - skydd mot höjda havsnivåer*. u.o.:u.n.
- Granhage, L., 2009. *Kompendium i vägbyggnad*, Göteborg: Chalmers Tekniska Högskola.
- Hansson, H., 2015. *Lectures - Coastal Hydraulics - VVR040*. [Online]
Available at: <http://www.tvrl.lth.se/utbildning/courses/vvr040/lectures/>
[Använd 02 10 2015].
- Landberg, J., Almström, B. & Hanson, H., 2011. *Höga Havsnivåer Falsterbonäset samt områdena vid Höllviken/Kämpinge.*, Malmö: Sweco Environment AB.
- Lantmäteriet, 2005. *Lantmäteriet*. [Online]
Available at: <http://www.lantmateriet.se/sv/Kartor-och-geografisk-information/GPS-och-geodetisk-matning/Referenssystem/Hojdsystem/>
[Använd 05 03 2015].
- Larsson, R., 2008. *Jords egenskaper*. Linköping : SGI.
- Larsson, R. o.a., 2007. *Skjuvhållfasthet – utvärdering i kohesionsjord*. Linköping: SGI.
- Möller, H. & Ryner, A., 2011. *Tillämpningsdokument/beräkningsexempel - EN 1997-1 kapitel 9 Stödmur*, Stockholm: IEG.
- Olsson, J. & Foster, K., 2013. *Extrem korttidsnederbörd i klimatprojektioner i Sverige*, Norrköping: SMHI.
- Persson, G. o.a., 2012. *Klimatanalys för Skåne län*, Norrköping: SMHI.
- SGU, 2015. *Kartvisaren*. [Online]
Available at: <http://www.sgu.se/produkter/kartor/kartvisaren/>
[Använd 06 04 2015].
- SMHI, 2014. *Häftigare skyfall i framtida klimat*. [Online]
Available at: <http://www.smhi.se/forskning/forskningsnyheter/haftigare-skyfall-i-framtida-klimat-1.32213>
[Använd 31 Mars 2015].
- Svensson, R. & Ågren, J., 2007. *Postglacial Land Uplift Model and System Definition for the New Swedish Height System RH 2000*. Gävle: Lantmäteriet.
- Trafikverket, 2011. *TRV Geo, Trafikverkets tekniska krav för geokonstruktioner*. Borlänge: Trafikverket.

Trafikverket, 2011. *TRVK Väg - Trafikverkets tekniska krav för vägkonstruktion*, TRV 2011:072. Borlänge: Trafikverket.

Trafikverket, 2012. *TRVK Vägars och gators utformning*. Borlänge: Trafikverket.

Trafikverket, 2015. *Vägtrafikflödeskartan*. [Online]
Available at: <http://vtf.trafikverket.se/SeTrafikfloden>
[Använd 11 Februari 2015].

Bilaga 1 PMS objekt

Rapport skapad från PMS objekt.

Skapad med PMS Objekt version 5.0
Utskriftsdatum: 2015-06-12 14:16

Projektinformation - Falsterbonäset

Skapat: 2015-05-07 10:55

Kommentarer till projektet

Avsnittsinformation - Falsterbovägen

Avsnitt nr:	1	
Avsnittstyp:	NYBYGGNAD	
Skapat datum:		2015-05-07 11:03
Vägnummer:	100	
Klimatzon:	Klimatzon 1	
Referenshastighet(km/h):	70	
Antal körfält:	4	
Län:		Skåne
Dimensioneringsperiod(år):	20	
Avsnittslängd(m):	100	
Vägbredd(m):	16	
Vägrensbredd(m):	1	
Vägtyp:	Flerfältsväg	
Körfält:		K1
StartpunktX:		
StartpunktY:		
StartpunktZ:		
SlutpunktX:		
SlutpunktY:		
SlutpunktZ:		
Släntriktning riktning 1:		
Släntriktning riktning 2:		
Stödremsa:	0	
Skapat av:		
Organisation:		

Kommentarer till avsnittet

Anmärkningar

Inga anmärkningar finns för avsnittet.

Trafikberäkning avsnitt

Beräkningsmetod:

Beräkning enligt TRVK VÄG

ÅDTk:

12 000

Antagen trafikförändring per år(%): 1,5

Andel tunga fordon(%): 6

Standardaxlar per tungt fordon(B): 1,3

Justerat Bf = (B x fa x fb x fc):

$1,3 = 1,3 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,0$

Beräknat antal standardaxlar:

8 018 470

Konstruktionens uppbyggnad

överbyggnadstyp:	Överbyggnaden ej sparad men förändrad!
Egen överbyggnadstyp:	JA
Materialtyp, övre terrass:	1c - Krossad sprängsten
Tjälfarlighetsklass övre terrass:	1 - Icke tjällyftande

Lager

Lageröversikt

Lager	Tjocklek(mm)	Förändrat	Namn	
1	40		NEJ	Bitumenbundet slitlager
2	120		NEJ	Bitumenbundet bärlager
3	80		NEJ	Obundet bärlager
4	2400		NEJ	1c - Krossad sprängsten
	ÖVRE TERRASS			

Total tjocklek ovanför övre terrassyta: 240

Styvhetsmoduler [MPa]

Lager	Vinter Sommar	Höst	Tjällossningsvinter	Tjällossning	Senvår
1	14500	11000	13000 3500	9000	13000
2	11500	8000	10000 2000	6500	10000
3	1000	450	150 450	450	300
4	450	450	450 450	450	450

Övriga egenskaper

Lager	Lyft Lofr	∩	>		∫r
1	NEJ 2	0,01	2200 2	0,17	0,13
2	NEJ 2	0,01	2200 2	0,17	0,13
3	NEJ 1,33	0,03	2000 1,02	0,25	0,24
4	NEJ 1,3	0,01	1600 1,3	0,4	0,04

Bärighetsberäkning

Beräkningsmetod: GBÖ

Korrigeringsfaktor för dränering(FD): 1,0

Antal axellaster, ackumulerad avseende:

Krav i underkant bitumenlager

Ntill, bb:	10 556 718	
Nkv:		8 018 470
Kvot:		0,76

Terrassytekrav

Ntill, te:	17 133 655	
Nkv * 2:	16 036 940	
Kvot:		0,94

Vertikala trycktöjningar(strain)

Töjning i terrassytan, enstaka last(strain)

Beräknad:	0,0008	
Största tillåtna:	0,0025	
Kvot:		0,33

Töjningar i detalj(strain)

Dragtöjning i bitumenlager, ackumulerad

Vinter	Tjällossningsvinter Höst		Tjällossning	Senvår		Sommar
0,000071	0,000105	0,000095	0,000102	0,000202	0,000115	

Trycktöjning i terrassytan, ackumulerad

Vinter	Tjällossningsvinter Höst		Tjällossning	Senvår		Sommar
0,000185	0,000152	0,000176	0,000203	0,000306	0,000220	

Trycktöjning i terrassytan, enstaka last

Vinter	Tjällossningsvinter Höst		Tjällossning	Senvår		Sommar
0,000482	0,000390	0,000456	0,000528	0,000818	0,000572	

Antal axellaster, avser töjning i bitumenlager och terrassyta

Trycktöjning i terrassyta, av enstaka last

Tjälberäkning

VViS Id:		1219	
Beräknat lyft(mm):		0	
Maximalt beräknat tjäldjup(mm):	506		
Maximalt korrigerat tjäldjup(mm):	506		
Max tillåtet lyft(mm):		100	
Lyfthastighet ovan terrass(mm/dag):	0,5		
Lyfthastighet under terrass(mm/dag):	0,0		
Grundvattentemperatur(C):	8,0		
Kvot:			0,00
VViS stationsnamn:		Landskrona S	
N koordinat:		6191328	
E koordinat:		368473	
H koordinat:		0	
Använd säsong:		92/93	

Kommentar:

Max tillåtet tjällyft och beräknat tjällyft

Säsong	Lyft [mm]	Utskiftningsdjup [mm]	Utskiftningsdjup korr. [mm]
1992/1993	0	506	
	506		
1993/1994	0	485	
	485		
1995/1996	0	1152	
	1152		
1996/1997	0	1222	
	1222		
1997/1998	0	541	
	541		
1998/1999	0	697	
	697		
1999/2000	0	533	
	533		
2000/2001	0	533	
	533		
2001/2002	0	716	
	716		
2002/2003	0	908	
	908		
2004/2005	0	610	
	610		
2005/2006	0	757	
	757		
2006/2007	0	289	
	289		
2007/2008	0	173	
	173		
2008/2009	0	597	
	597		
2009/2010	0	1021	
	1021		
2010/2011	0	1189	
	1189		
2011/2012	0	1004	
	1004		

Avsnittsinformation - Strandbadsvägen

Avsnitt nr:	2
Avsnittstyp:	NYBYGGNAD
Skapat datum:	2015-05-07 11:29
Vägnummer:	100
Klimatzon:	Klimatzon 1
Referenshastighet(km/h):	70
Antal körfält:	2
Län:	Skåne
Dimensioneringsperiod(år):	20
Avsnittslängd(m):	100
Vägbredd(m):	8
Vägrensbredd(m):	0,5
Vägtyp:	Normal sektion
Körfältsbredd riktning 1:	3,5
Körfält:	"Riktning 1"
StartpunktX:	
StartpunktY:	
StartpunktZ:	
SlutpunktX:	
SlutpunktY:	
SlutpunktZ:	
Släntriktning riktning 1:	
Släntriktning riktning 2:	
Stödremsa:	0
Skapat av:	
Organisation:	

Kommentarer till avsnittet

Anmärkningar

Inga anmärkningar finns för avsnittet.

Trafikberäkning avsnitt

Beräkningsmetod:

ÅDTk:

Antagen trafikförändring per år(%): 1,5

Andel tunga fordon(%): 5

Standardaxlar per tungt fordon(B): 1,3

Justerat Bf = (B x fa x fb x fc):

Beräknat antal standardaxlar:

Beräkning enligt TRVK VÄG

4 000

$1,3 = 1,3 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,0$

2 227 353

Konstruktionens uppbyggnad

överbyggnadstyp:	Överbyggnaden ej sparad men förändrad!
Egen överbyggnadstyp:	JA
Materialtyp, övre terrass:	3b - Blandkornig jord <= 30%
Tjälfarlighetsklass övre terrass:	2 - Något tjällyftande

Lager Lageröversikt

Lager	Tjocklek(mm)	Förändrat	Namn
1	40		NEJ Bitumenbundet slitlager
2	70		NEJ Bitumenbundet bärlager
3	80		NEJ Obundet bärlager
4	400		NEJ Förstärkningslager krossat material
5	0		JA Skyddslager
6	3600		JA 3b - Blandkornig jord <= 30%
		ÖVRE TERRASS	

Total tjocklek ovanför övre terrassyta: 590

Styvhetsmoduler [MPa]

Lager	Vinter Sommar	Höst	Tjällossningsvinter	Tjällossning	Senvår
1	14500	11000	13000 3500	9000	13000
2	12500	9000	10500 2500	7500	10500
3	1000	450	150 450	450	300
4	450	450	450 450	450	450
5	1000	85	1000 100	100	70
6	1000	50	1000 100	100	35

Övriga egenskaper

Lager	Lyft Lofr	∟	> Lfr		f _r
1	NEJ 2	0,01	2200 2	0,17	0,13
2	NEJ 2	0,01	2200 2	0,17	0,13
3	NEJ 1,33	0,03	2000 1,02	0,25	0,24
4	NEJ 1,33	0,03	2000 1,02	0,25	0,24
5	NEJ 1,8	0,13	1900 2,43	0,28	0,88
6	JA 1,85	0,14	1900 2,6	0,28	0,95

Bärighetsberäkning

Beräkningsmetod: GBÖ

Korrigeringsfaktor för dränering(FD): 1,0

Antal axellaster, ackumulerad avseende:

Krav i underkant bitumenlager

Ntill, bb: 2 414 399
Nekv: 2 227 353
Kvot: 0,92

Terrassytekrav

Ntill, te: 11 125 462
Nekv * 2: 4 454 706
Kvot: 0,40

Vertikala trycktöjningar(strain)

Töjning i terrassytan, enstaka last(strain)

Beräknad: 0,0010
Största tillåtna: 0,0025
Kvot: 0,41

Töjningar i detalj(strain)

Dragtöjning i bitumenlager, ackumulerad

Vinter	Tjällossningsvinter Höst		Tjällossning	Senvår		Sommar
0,000099	0,000166	0,000154	0,000150	0,000247	0,000163	

Trycktöjning i terrassytan, ackumulerad

Vinter	Tjällossningsvinter Höst		Tjällossning	Senvår		Sommar
0,000050	0,000056	0,000396	0,000343	0,000297	0,000265	

Trycktöjning i terrassytan, enstaka last

Vinter	Tjällossningsvinter Höst		Tjällossning	Senvår		Sommar
0,000126	0,000142	0,001014	0,000877	0,000757	0,000675	

Antal axellaster, avser töjning i bitumenlager och terrassyta

Trycktöjning i terrassyta, av enstaka last

Tjälberäkning

VViS Id:		1201	
Beräknat lyft(mm):		0	
Maximalt beräknat tjäldjup(mm):	289		
Maximalt korrigerat tjäldjup(mm):	289		
Max tillåtet lyft(mm):		120	
Lyfthastighet ovan terrass(mm/dag):	0,5		
Lyfthastighet under terrass(mm/dag):	1,0		
Grundvattentemperatur(C):	8,0		
Kvot:			0,00
VViS stationsnamn:		Trelleborg	
N koordinat:		6141454	
E koordinat:		377048	
H koordinat:		0	
Använd säsong:		93/94	

Kommentar:

Max tillåtet tjällyft och beräknat tjällyft

Säsong	Lyft [mm]	Utskiftningsdjup [mm]	Utskiftningsdjup korr. [mm]
1993/1994	0 289	289	
1994/1995	0 193	193	
1995/1996	0 515	515	
1996/1997	0 590	590	
1997/1998	0 281	281	
1999/2000	0 301	301	
2000/2001	0 274	274	
2001/2002	0 389	389	
2002/2003	0 473	473	
2003/2004	0 285	285	
2005/2006	0 374	374	
2006/2007	0 206	206	
2007/2008	0 115	115	
2008/2009	0 3339	339	

Bilaga 2 Föreslagna lägen för skyddsvallar

Delar av den handlingsplan som tagits fram av SWECO Environment.

Falsterbovägen



0 200 400 1 000 Meter

— Vallar

Bilaga 3
Höllviken/Kämpinge
Föreslagna lägen för skyddsvallar

Sweco
Malmö 2011-06-13
Uppdragsnummer: 1220063000

SWECO 

Strandbadsvägen



- Inre vallar
- Ytre vallar

Bilaga 1
Skanör-Falsterbo
Föreslagna lägen för skyddsvallar

Malmö 2011-06-13
Uppdragsnummer: 1220063000

SWECO

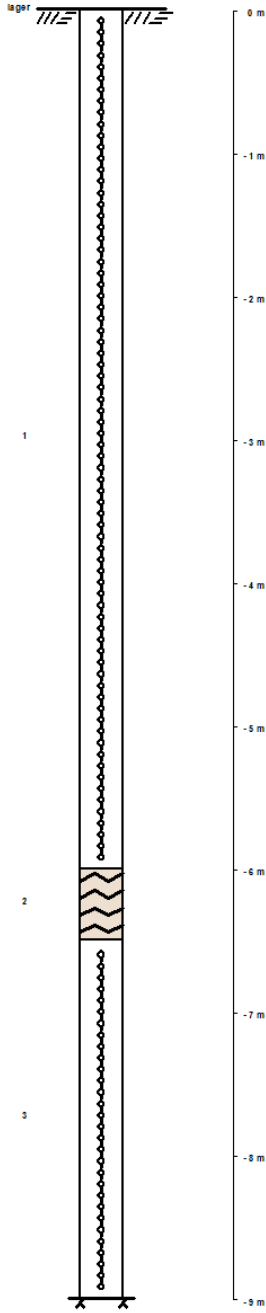
Bilaga 3 Jordprofil

Jordprofiler hämtade från © Sveriges geologiska undersökning.

Falsterbovägen

Id: HA D600559
 Avslut: mot berg
 Observationstyp: ej bedömd
 Koordinater SVREF 99TM: 6142524, 369257

Nr	Start (m)	Kornstruktur	Genes
1	0	fruktionsjord	ospec.
2	0	-6,5	brv
3	6,5	-9	ospec.



Strandbadsvägen

Id: HAD600358
 Avslut: mot berg
 Observationsstyp: ej bedömd
 Koordinater SWEREF 99TM: 6144937, 365562

Nr	Djup(m)	Kornstorlek	Genes
1	0 -8	friktionsjord	ospec.
2	8 -10	kohesionsjord	ospec.
3	10 -28	diamikton, ospec.	morän

