

6205-1/N185-1

1  
**משרד הפנים**  
 הועדה המחוזית לתכנון ולבניה  
 מחוז חיפה

29-03-2015

נתקבל

תיק מס' \_\_\_\_\_

**משרד הפנים מחוז חיפה**  
 חוק התכנון והבניה תשכ"ה-1965  
 הועדה המחוזית החליטה ביום:

9.4.15

**לאשר את התכנית**

יועץ נושלב \_\_\_\_\_ 13.4.15  
 יו"ר הועדה המחוזית תאריך

### הוכן עבור הועדה המקומית לתכנון ובנייה-השומרון

הודעה על אישור תכנית מס' _____
פורסמה בילקוט הפרסומים מס' _____

## לתכנית מס' ש/1058

## כניסה מזרחית - זכרון יעקב

ועדה מקומית "השומרון"  
 אישור תכנית מס' \_\_\_\_\_  
 הועדה המקומית החליטה לאשר את התכנית  
 בשיבה מס' 739 מיום 7.11.15  
 מהנכס הועדה \_\_\_\_\_

### נספח ניקוז

הודעה על הפקדת תכנית מס' \_\_\_\_\_  
 פורסמה בילקוט הפרסומים מס' \_\_\_\_\_  
 מיום 26-4-12 עמוד 308

הודעה על הפקדת תכנית מס' \_\_\_\_\_  
 פורסמה בילקוט הפרסומים מס' \_\_\_\_\_  
 מיום 26-4-12 עמוד 308

**גדנר ד.א.ל מהנדסים בע"מ**

**מועצה מקומית זכרון יעקב**

פברואר 2010  
 מהדורה 2  
 עדכון: 07-01-2015

ועדה מקומית "השומרון"  
 נתקבל  
 24-02-2015  
 \_\_\_\_\_



גדנר ד.א.ל מהנדסים בע"מ  
 טירת הכרמל ת.ד. 30200 85 רח' היומא 2  
 טל. 04-8559111 פקס 04-8559100  
 E-mail: grdel@grdel.co.il

<p><b>סוג המסמך:</b> נספח ניקוז</p>	<p>Gronner D.e.l Engineers Ltd.  גרונר ד.א.ל מהנדסים בע"מ</p> <hr/> <p>טירת הכרמל 30200 רח' היוזמה 2  טל. 04-8559111 פקס. 04-8559100  E-mail : grdel@grdel.co.il</p>	
<p><b>מהדורה:</b> 02</p>	<p><b>מסמך מס':</b> N185</p>	
<p><b>מחברים:</b>  יבגני ברדיאנסקי  נסרין סקר</p>	<p><b>שם העבודה:</b> תכנית ש/1058 כניסה מזרחית לזכרון יעקב</p> <p><b>מס' העבודה:</b>  6205/1</p>	
<p><b>מאשר:</b>  <b>שם:</b> גל גרונר</p> <p><b>חתימה:</b></p> <p><b>תאריך:</b></p>	<p><b>שם המסמך:</b> נספח ניקוז</p> <p><b>שם המזמין:</b>  הועדה המקומית לתכנון ובניה -השומרון</p>	
<p><b>תמצית העבודה:</b>  דו"ח הידרולוגי במסגרת נספח ניקוז לתכנית ש/1058 כניסה מזרחית לזכרון יעקב</p>		
<p><b>מס' עמודים:</b>  22</p>	<p><b>תאריך:</b>  07-01-2015</p>	<p><b>תפוצה:</b></p>
<p><b>הערות:</b>  לעיון בלבד</p>		

תוכן עניינים

מבוא	.1
רקע	1.1
מטרות העבודה	1.2
נתוני בסיס	1.3
קרקע	.2
הידרולוגיה	.3
קריטריונים ומודלים לחישוב ספיקות תכן	3.1
ספיקות תכן לפי מודל CIA (הנוסחה הרציונאלית)	3.2
ניקוז תת קרקעי	.4
מעברי מים	.5
תעלות	.6
עקרונות תכנון שימור נגר בתחום התכנית	.7
סיכום	.8
נספחים	.9
נספח מס' 1 – עוצמות גשם תחנת גן שומרון	
נספח מס' 2 – מודל CIA (הנוסחה הרציונאלית)	
נספח מס' 3 - חישוב מעברי מים לפי FHWA	
רשימת מפות, תרשימים ותכניות:	.10
סכימת ניקוז עיר מדידה פוטוגרמטרית (קני"מ 1:1250) – מצורפת לדו"ח	

**1. מבוא****1.1 רקע**

התכנית ממוקמת באזור כניסה מזרחית לזכרון יעקב בין כביש אזורי 652, שטחי היקב ומרכז המושבה והיא מהווה שער כניסה אורבני חדש ליישוב. במסגרת התכנית מוצעים שטחים של מגורים, מסחר, מבנים ומוסדות ציבור, מלונאות, דרכים וכו'.

**1.2 מטרות העבודה.****מטרות הדו"ח הנן:**

- לימוד מערכת האגנים הקיימת באזור.
- ניתוח הידרולוגי של השטח.
- קביעת ספיקות תכן.
- קביעת פתרון ניקוז למערכת המתוכננת.
- קביעת גודל ראשוני של מערכת הניקוז המתוכננת.

**1.3 נתוני בסיס**

נתוני הרקע אשר שימשו אותנו לצורך כתיבת דו"ח זה הנם:

- מפות טופוגרפיות בקני"מ 1:50,000, 1:10,000.
- ניתוח עוצמות גשם של השרות ההידרולוגי תחנות גן שומרון
- מדריך תכנון ניקוז של מדינת קליפורניה
- תכנון הדרך (תנוחה, חתך לאורך)
- סיור באתר

קרקע

.2

השכונה ממוקמת בדרום רכס הכרמל המורכב ברובו מסלעי משקע, הקרקע בחלק המזרחי של השכונה היא מסוג טרה רוסה ובחלק המערבי היא מסוג גרומוסול תום ורנדזינה חומה, קרקעות תרסתיות.

## 3.1 קריטריונים ומודלים לחישוב ספיקות תבן

הקריטריונים לתכנון הניקוז בשכונה הם כדלקמן :

מדינת ישראל				
משרד הפנים				
הממונה על האגף מים וביוב בשרות המקומיות		הממונה למשק המים ברשות המקומיות		
<p>סימון: 676-016 תאריך: כ"ח סיון, תשס"ז 11.6.2007</p>				
<b>ניקוז למטר - תחנת מוצר למקום שפיקול התבן</b>				
<p>טבלה סוכית ומסכמת לשילוב בתמ"מ 34 ב" 3 במספר מגזח א' סעיף 2.6 במקוט השורה "שטחים מבוצעים".</p>				
מספר	כאמיוני השטח העירוני	גודל אגן החובתקות, דונם	גודל שקע מחולט, דונם	תקופת לוח בשנים
1	ניקוז מקומי בשכונות מסורים ובלשים משמים	עד 1,000	עד 5	5
2	ניקוז מקומי (ביטומ) באזורי תעשייה ומסחר ומרכזים עירוניים	עד 500	עד 5	10
3	ניקוז ראשי (ביטומ) בשכונות מסורים ובלשים משמים	מעל 500 עד 2,000	מ 5 עד 10	10
4	ניקוז ראשי באזורי תעשייה ומסחר ומרכזים עירוניים	מעל 500	מעל 5	20
5	ניקוז ראשי (ביטומ) בשכונות מסורים ובלשים משמים	מעל 2,000	מעל 10	20
6	ניקוז עירוני ראשי ומעברי בגשים בין עירוניים וארציים	מעל 5,000		50

חישוב ספיקות התבן בוצע ע"פ מודל CIA (הנוסחה הרצינאלית) ע"פ מדריך התכנון לכבישים

של מדינת קליפורניה ראה נספח מס' 2

### 3.2 ספיקות תכן לפי מודל CIA (הנוסחה הרציונאלית)

הנוסחה לחישוב ספיקות תכן ע"פ המודל הרציונאלי היא :

$$Q = \frac{CIA}{3.6}$$

כאשר :

Q – ספיקת תכן (מ"ק/שני)

I – עוצמת גשם (מ"מ/שעה).

A – שטח אגן היקוות (קמ"ר)

C – מקדם נגר

תחנת הגשם שנלקחה היא של גן שומרון בהתאם לניתוח הסטטיסטי שבוצע ע"י השירות המטאורולוגי.

חישוב זמן הריכוז, ומקדמי הנגר בוצע ע"פ מדריך התכנון לכבישים של מדינת קליפורניה ראה נספח מס' 1.

#### בטבלאות הבאות נתונים פיסיים על האגנים השונים וזמני הריכוז :

זמן ריכוז דקות Tc	מחירות זרימה ממוצעת מ"מ/שני V	שיפוע אורכי %	אורך אפיק ק"מ L	שטח אגן היקוות קמ"ר	מס' נקודה	אגן היקוות ראשי
15	1.65	11.30%	0.14	0.01	1n	1
15	1.52	9.50%	0.21	0.01	2n	2
15	1.48	9.10%	0.09	0.07	3n	5
15	1.56	10.00%	0.17	0.05	4n	4
15	1.68	11.70%	0.11	0.03	5n	11
15	1.25	6.50%	0.06	0.01	6n	12
15	1.93	15.40%	0.13	0.12	7n	8
15	1.88	14.60%	0.13	0.01	8n	6
15	1.83	13.90%	0.2	0.17	9n	7
15	2	16.50%	0.12	0.13	10n	9
15	2.17	19.40%	0.07	0.01	11n	10
15	1.91	15.10%	0.15	0.02	12n	13
15	1.94	15.50%	0.29	0.06	13n	15
15	1.9	15.00%	0.32	0.34	14n	3
15	1.95	15.70%	0.21	0.1	15n	14

\* הערה: זמן ריכוז מינימלי הנקבע הוא 15 דקות

בטבלה מפורטות ספיקות תכן בהסתברות של 10%

10%			שטח אגן היקוות קמ"ר	מס' נקודה
ספיקה 'מ"ק/שנ Q	מקדם נגר להקופת חזרה 'מ"ק/שנ C	עוצמת גשם מ"מ/שעה I		
0.10	0.43	76.50	0.01	1n
0.12	0.43	76.50	0.01	2n
0.68	0.47	76.50	0.07	3n
0.44	0.41	76.50	0.05	4n
0.21	0.39	76.50	0.03	5n
0.11	0.39	76.50	0.01	6n
0.89	0.35	76.50	0.12	7n
0.11	0.36	76.50	0.01	8n
1.36	0.38	76.50	0.17	9n
0.92	0.33	76.50	0.13	10n
0.07	0.35	76.50	0.01	11n
0.16	0.38	76.50	0.02	12n
0.48	0.40	76.50	0.06	13n
2.62	0.36	76.50	0.34	14n
0.68	0.33	76.50	0.10	15n

4. צינורות ניקוז

סח H/D	גובה פ"מ	מהירות זרימה מ'/שניה	מקדם מאנינג	שיפוע%	ספיקה מ"ק/שניה	קוטר מ'	מס' נק'
0.26	0.13	0.67	0.013	3.0%	0.10	Ø0.5	1n
0.29	0.14	0.8	0.013	3.0%	0.12	Ø0.5	2n
0.37	0.30	1.69	0.013	3.0%	0.68	Ø0.8	3n
0.45	0.27	1.84	0.013	3.0%	0.44	Ø0.6	4n
0.39	0.19	1.4	0.013	3.0%	0.21	Ø0.5	5n
0.28	0.14	0.77	0.013	3.0%	0.11	Ø0.5	6n
0.43	0.35	2.23	0.013	3.0%	0.89	Ø0.8	7n
0.27	0.14	0.71	0.013	3.0%	0.11	Ø0.5	8n
0.39	0.39	2.29	0.013	3.0%	1.36	Ø1	9n
0.44	0.35	2.3	0.013	3.0%	0.92	Ø0.8	10n
0.22	0.11	0.45	0.013	3.0%	0.07	Ø0.5	11n
0.34	0.17	1.08	0.013	3.0%	0.16	Ø0.5	12n
0.64	0.32	3.22	0.013	3.0%	0.48	Ø0.5	13n
0.58	0.58	4.4	0.013	3.0%	2.62	Ø1	14n
0.58	0.35	0.46	0.013	3.0%	0.68	Ø0.6	15n

בטבלה לעיל מפורטים ממדי צינורות ניקוז לפי הסתברות 10%.

5. מעבירי מים

מעבירי המים חושבו לפי משטר זרימה של INLET CONTROL ע"פ הנוסחה הבאה :

$$\frac{HW}{D} = \frac{H_c}{D} + K \left[ \frac{Q}{AD^{0.5}} \right]^M - 0.5S^2$$

כאשר :

HW – גובה המים במעלה מעביר המים.

D – גובה פנימי של מעביר המים

Hc – אנרגיה של הגובה הקריטי במעביר המים

A – שטח חתך מלא של מעביר המים

Q – ספיקת תכן

S – שיפוע אורכי של מעביר המים

K, M – מקדמים אמפריים

המקדמים נלקחו מתוך המדריך לתכנון מעבירי מים של FHWA ראה נספח מס' 3 ומודגשים במסגרת שחורה.

המקדמים שמופיעים בטבלה מס' 9 מתאימים לנוסחאות ביחידות אנגליות.

מעביר מים מינימלי – 1.00 Ø מ', משיקולי תחזוקה.

Hw/D	גובה פ.מ. במעלה	חישוב בוצע לפי	סוג זרימה במעביר מים	גובה פ.מ. במורד	שיפוע אורכי %	קוטר מ	ספיקה מ"ק/שניה	מעביר מים
0.79	1.18	inlet	unsubmerged	0.39	3.0%	1.5	2.62	m-1

הערה:

החישוב בהסתברות 10%.

6. תעלות

תעלות שקולטות את הערוצים השונים מחוץ לתחום  
 כאמור נוסחת מאנינג לחישוב גובה תקין בתעלה היא כדלקמן :

$$Q = \frac{AR^{2/3} \sqrt{i}}{n}$$

כאשר :

Q = ספיקת תכן

A - טטח חתך (מ"ר)

R - רדיוס הידראולי (מ')

i - שיפוע אורכי

n - מקדם מאנינג

בטבלה הבאה מפורטים תוצאות חישוב גובהי המיס ומהירויות הזרימה בתעלות ההגנה מבטון :

מקדם מאנינג	שיפוע אורכי %	מהירות זרימה מ' / שניה	ספיקה מ"ק / שניה	גובה פ.מ מ'	רוחב מ'	קטע מס'
0.03	4.00%	1.5	2.62	0.43	1.3	במורד ממעביר מים
0.03	4.00%	1.7	2.62	0.40	1.3	במעלה מעביר מים (סוף) 100%
0.03	4.00%	0.74	0.68	0.20	1.3	במעלה מעביר מים 0% (התחלת התעלה)
0.03	4.00%	1.35	1.16	0.26	1.3	במעלה מעביר מים-25%

**הערות:**

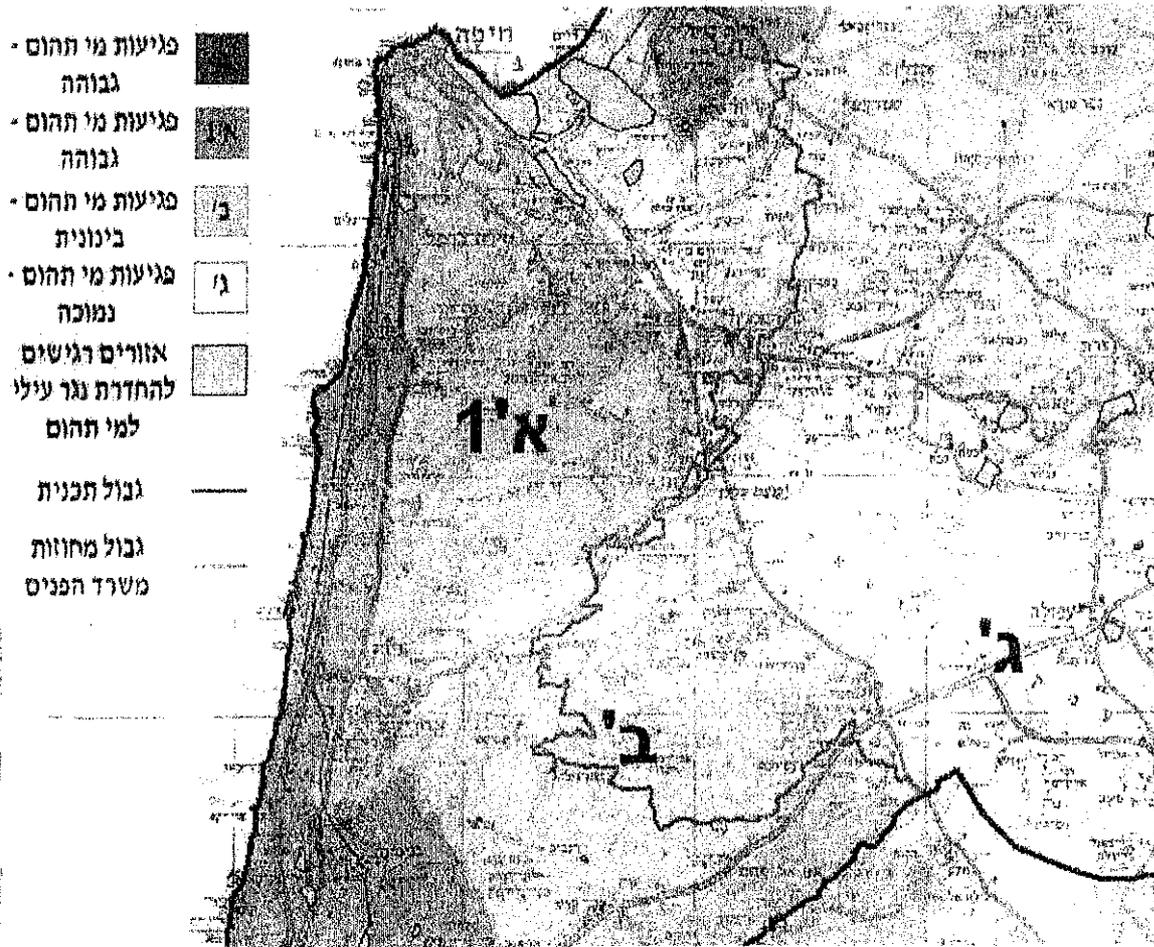
שיופוע דפנות של התעלה 1:2

ב 25% מהאורך מתחילת התעלה ועד סוף התעלה צריך דיפון

7. עקרונות תכנון שימור נגר בתחום התכנית

7.1. במסגרת תמ"א 34 ב' 4 חולקו אזורי הארץ לפי רגישות וחשיבות שימור הנגר. זכרון יעקב מאופיין כאזור עם פגיעות מי תהום גבוהה עם אזורים רגישים להחדרת נגר עילי למי תהום ע"פ מפת נגישויות להחדרת נגר עילי למי תהום שמצורפת לתמ"א.

קטע האזור מתוך המפה הנ"ל מצורף :



ע"פ סעיף 23.3.2 של הוראות התמ"א הנחיות לגבי אזור רגישות א' הם כדלקמן :

23.3.2 באזור א'1, כמסומן במפה מ"ס 3, תקבע התכנית הוראות לחיברת מי הנגר העילי מתחומי המגורים המבנים לשטחים ציבוריים או למתקני התחרה טמוכים לצרכי השקמה, התחרה והעשרת מי תהום.

התכנית כוללת בניית כבישים חדשים, מבני מגורים ומבנים מסחריים, רוב השטח של התכנית יהיה מבונה לכן במסגרת התכנון המפורט יש לבחון שימור הנגר ע"י ויסות הנגר העילי ו/או חלחול מלאכותי.

במסגרת הכנת תב"ע לכניסה מזרחית של זיכרון יעקב הוכן נספח ניקוז לתכנית הכוללת הכנת פתרון ניקוז לשכונה כמפורט:

- בוצעה בדיקה הידרולוגית של ספיקות התכן ע"פ אגני ההיקוות המתנקזים לשכונה ולמוצא בכביש 652.
- בדו"ח זה נקבעה סכימת ניקוז של השכונה המוצעת .
- חושבו וניתנו המלצות למימדי מובלי הניקוז לערוצי הזרימה הראשיים.
- חושבו וניתנו המלצות למימדי מעבירי המים ותעלות הניקוז הדרושים לניקוז השכונה וסוגי ההתחברויות שלהם למערכת הניקוז הקיימת.

נספחים .9

נספח מס' 1 - עוצמות גשם תחנות גן שומרון

נספח מס' 2 - מודל CIA (הנוסחה הרציונאלית)

נספח מס' 3 - חישוב מעברי מיס לפי FHWA

נספח מס' 1

עוצמות גשם תחנות גן שומרון

100	80	60	50	40	30	25	20	15	10	5	זמן ריכוז	
											התברות	1.00%
19.5	26.1	33.2	38.4	46.4	70.5	82.1	95.7	118.0	152.5	178.9	1.00%	
18.5	24.7	31.3	36.2	43.7	63.4	73.6	85.9	105.6	136.2	159.5	2.00%	
17.1	22.7	28.6	33.0	39.7	53.8	62.4	72.7	89.2	114.5	133.9	5.00%	
15.8	20.8	26.1	30.1	36.1	46.5	53.6	62.5	76.5	97.7	114.1	10.00%	
14.8	19.4	24.3	28.1	33.5	41.9	48.2	56.1	68.6	87.2	101.7	15.00%	
14.2	18.5	23.1	26.8	31.8	38.8	44.6	51.8	63.3	80.2	93.5	20.00%	
13.3	17.3	21.5	25.0	29.5	34.7	39.8	46.1	56.3	70.9	82.5	25.00%	
12.5	16.1	20.0	23.4	27.4	30.9	35.3	40.8	49.7	62.1	72.2	35.00%	
11.7	15.0	18.5	21.7	25.2	27.0	30.8	35.4	43.1	53.4	61.9	45.00%	

## נספח מס' 2

## מודל CIA

## HIGHWAY DESIGN MANUAL

810-11  
May 1, 2001

**Table 816.6A**  
**Roughness Coefficients For**  
**Sheet Flow**

Surface Description	<i>n</i>
Asphalt Concrete	0.011- 0.016
Concrete	0.012- 0.014
Brick with cement mortar	0.014
Cement rubble	0.024
Fallow (no residue)	0.05
<i>Grass</i>	
Short grass prairie	0.15
Dense grass	0.24
Bermuda Grass	0.41
<i>Woods<sup>1</sup></i>	
Light underbrush	0.40
Dense underbrush	0.80

<sup>1</sup>Woods cover is considered up to a height of 30 mm, which is the maximum depth obstructing sheet flow

(2) *Shallow concentrated flow travel time.* After a maximum of 91 m, sheet flow usually becomes shallow concentrated flow. The average velocity for this flow can be determined from Figure 816.6, in which average velocity is a function of watercourse slope and type of land cover. For slopes less than 0.005 m/m, use equations given below for Figure 816.6.

Average velocities for estimating shallow concentrated flow travel time using Figure 816.6.

$$\text{Unpaved} \quad V = 4.918(s)^{1/2}$$

$$\text{Paved} \quad V = 6.196(s)^{1/2}$$

Where:

*V* = average velocity, m/s

*S* = slope of hydraulic grade line  
(watercourse slope), m/m

These two equations are based on the solution of Manning's equation with different assumptions for *n* (Manning's roughness coefficient) and *r* (hydraulic radius, m). For unpaved areas, *n* is 0.05 and *r* is 0.122 m; for paved areas, *n* is 0.025 and *r* is 0.06 m.

The travel time can be calculated from

$$T_t = \frac{L}{60 V}$$

where *T<sub>t</sub>* is the travel time in minutes, *L* the length in m, and *V* the flow velocity in m/s.

The following empirical formula may be used as an alternative to estimate the flow velocity:

$$V = kS^{1/2}$$

Where *S* is the slope in percent and *k* (m/s) is an intercept coefficient depending on land cover as shown in Table 816.6B.

**Table 816.6B**  
**Intercept Coefficients for Shallow**  
**Concentrated Flow**

Land cover/flow regime	<i>K</i> (m/s)
Forest with heavy ground litter; hay meadow (overland flow)	0.076
Trash fallow or minimum tillage; cultivation; contour or strip cropped; woodland (overland flow)	0.152
Short grass pasture (overland flow)	0.213
Cultivated straight row (overland flow)	0.274
Nearly bare and untilled (overland flow); alluvial fans	0.305
Grassed waterway (shallow concentrated flow)	0.457
Unpaved (shallow concentrated flow)	0.491
Paved area (shallow concentrated flow); small upland gullies	0.619

Highway engineers should understand that the option to select a predetermined design flood frequency is generally only applicable to new highway locations. Because of existing constraints, the freedom to select a prescribed design flood frequency may not exist for projects involving replacement of existing facilities. Caltrans policy relative to up-grading of existing drainage facilities may be found in Index 803.3.

Although the procedures and methodology presented in HEC 17, *Design of Encroachments on Flood Plains Using Risk Analysis*, are not fully endorsed by Caltrans, the circular is an available source of information on the theory of "least total expected cost (LTEC) design". Highway engineers are cautioned about applying LTEC methodology and procedures to ordinary drainage design problems. The Headquarters Hydraulics Engineer in the Division of Design should be consulted before committing to design by the LTEC method since its use can only be justified and recommended under extra-ordinary circumstances.

## Topic 819 - Estimating Design Discharge

### 819.1 Introduction

Before highway drainage facilities can be hydraulically designed, the quantity of run-off (design  $Q$ ) that they may reasonably be expected to convey must be established. The estimation of peak discharge for various recurrence intervals is therefore the most important, and often the most difficult, task facing the highway engineer. Refer to Table 819.5A for a summary of methods for estimating design discharge.

### 819.2 Empirical Methods

Because the movement of water is so complex, numerous empirical methods have been used in hydrology. Empirical methods in hydrology have great usefulness to the highway engineer. When correctly applied by engineers knowledgeable in the method being used and its idiosyncrasies, peak discharge estimates can be obtained which are functionally acceptable for the design of highway drainage structures and other features. Some of the

more commonly used empirical methods for estimating runoff are as follows.

(1) *Rational Methods*. Undoubtedly, the most popular and most often misused empirical hydrology method is the Rational Formula:

$$Q = 0.28 CiA$$

$Q$  = Design discharge in cubic meters per second.

$C$  = Coefficient of runoff.

$I$  = Average rainfall intensity in millimeters per hour for the selected frequency and for a duration equal to the time of concentration.

$A$  = Drainage area in square kilometers.

Rational methods are simple to use, and it is this simplicity that has made them so popular among highway drainage design engineers. Design discharge, as computed by these methods, have the same probability of occurrence (design frequency) as the frequency of the rainfall used. Refer to Topic 818 for further information on flood probability and frequency of recurrence.

An assumption that limits applicability is that the rainfall is of equal intensity over the entire watershed. Because of this, Rational Methods should be used only for estimating runoff from small simple watershed areas, preferably no larger than 1.3 km<sup>2</sup> (130 ha). Even where the watershed area is relatively small but complicated by a mainstream fed by one or more significant tributaries, Rational Methods should be applied separately to each tributary stream and the tributary flows then routed down the main channel. Flow routing can best be accomplished through the use of hydrographs discussed under Index 816.5. Since Rational Methods give results that are in terms of instantaneous peak discharge and provide little information relative to runoff rate with respect to time, synthetic hydrographs should be developed for routing significant tributary inflows. Several relatively simple methods

have been established for developing hydrographs, such as transposing a hydrograph from another hydrologically homogeneous watershed. The stream hydraulic method, and upland method are described in HDS No. 2. These, and other methods, are adequate for use with Rational Methods for estimating peak discharge and will provide results that are acceptable to form the basis for design of highway drainage facilities.

It is clearly evident upon examination of the assumptions and parameters which form the basis of the equation that much care and judgment must be applied with the use of Rational Methods to obtain reasonable results.

- The runoff coefficient "C" in the equation represents the percent of water which will run off the ground surface during the storm. The remaining amount of precipitation is lost to infiltration, transpiration, evaporation and depression storage.

Values of "C" may be determined for undeveloped areas from Figure 819.2A by considering the four characteristics of: relief, soil infiltration, vegetal cover, and surface storage.

Some typical values of "C" for developed areas are given in Table 819.2B. Should the basin contain varying amounts of different cover, a weighted runoff coefficient for the entire basin can be determined as:

$$C = \frac{C_1 A_1 + C_2 A_2 + \dots}{A_1 + A_2 + \dots}$$

- To properly satisfy the assumption that the entire drainage area contributes to the flow; the rainfall intensity, (i) in the equation expressed in millimeters per hour, requires that the storm duration and the time of concentration ( $t_c$ ) be equal. Therefore, the first step in estimating (i) is to estimate ( $t_c$ ). Methods for determining time of concentration are discussed under Index 816.6.

- Once the time of concentration, ( $t_c$ ), is estimated, the rainfall intensity, (i), corresponding to a storm of equal duration, may be obtained from available sources such as intensity-duration-frequency (IDF) curves. See Index 815.3(3) for further information on IDF curves.

The runoff coefficients given in Figure 819.2A and Table 819.2B are applicable for storms of up to 5 or 10 year frequencies. Less frequent, higher intensity storms usually require modification of the coefficient because infiltration, detention, and other losses have a proportionally smaller effect on the total runoff volume. The adjustment of the rational method for use with major storms can be made by multiplying the coefficient by a frequency factor, C(f). Values of C(f) are given below. Under no circumstances should the product of C(f) times C exceed 1.0.

Frequency (yrs)	C(f)
25	1.1
50	1.2
100	1.25

- (2) *Regional Analysis Methods.* Regional analysis methods utilize records for streams or drainage areas in the vicinity of the stream under consideration which would have similar characteristics to develop peak discharge estimates. These methods provide techniques for estimating annual peak stream discharge at any site, gaged or ungaged, for probability of recurrence from 50% (2 years) to 1% (100 years). Application of these methods is convenient, but the procedure is subject to some limitations.

Regional Flood - Frequency equations developed by the U.S. Geological Survey for use in California are given in Figure 819.2C. These equations are based on regional regression analysis of data from 705 gaging stations. Nomographs and complete information on use and development of this method may be found in "Magnitude and Frequency of Floods in California" published in June, 1977 by the U.S. Department of the Interior, Geological Survey.

**Figure 819.2A**  
**Runoff Coefficients for Undeveloped Areas**  
**Watershed Types**

	Extreme	High	Normal	Low
<b>Relief</b>	.28 -.35 Steep, rugged terrain with average slopes above 30%	.20 -.28 Hilly, with average slopes of 10 to 30%	.14 -.20 Rolling, with average slopes of 5 to 10%	.08 -.14 Relatively flat land, with average slopes of 0 to 5%
<b>Soil Infiltration</b>	.12 -.16 No effective soil cover, either rock or thin soil mantle of negligible infiltration capacity	.08 -.12 Slow to take up water, clay or shallow loam soils of low infiltration capacity, imperfectly or poorly drained	.06 -.08 Normal; well drained light or medium textured soils, sandy loams, silt and silt loams	.04 -.06 High; deep sand or other soil that takes up water readily, very light well drained soils
<b>Vegetal Cover</b>	.12 -.16 No effective plant cover, bare or very sparse cover	.08 -.12 Poor to fair; clean cultivation crops, or poor natural cover, less than 20% of drainage area over good cover	.06 -.08 Fair to good; about 50% of area in good grassland or woodland, not more than 50% of area in cultivated crops	.04 -.06 Good to excellent; about 90% of drainage area in good grassland, woodland or equivalent cover
<b>Surface Storage</b>	.10 -.12 Negligible surface depression few and shallow; drainageways steep and small, no marshes	.08 -.10 Low; well defined system of small drainageways; no ponds or marshes	.06 -.08 Normal; considerable surface depression storage; lakes and pond marshes	.04 -.06 High; surface storage, high; drainage system not sharply defined; large flood plain storage or large number of ponds or marshes
<b>Given</b>	An undeveloped watershed consisting of; 1) rolling terrain with average slopes of 5%, 2) clay type soils, 3) good grassland area, and 4) normal surface depressions.		<b>Solution:</b> Relief                    0.14 Soil Infiltration        0.08 Vegetal Cover           0.04 Surface Storage <u>0.06</u> C= 0.32	
<b>Find</b>	The runoff coefficient, C, for the above watershed.			

**Table 819.2B**  
**Runoff Coefficients for**  
**Developed Areas**

Type of Drainage Area	Runoff Coefficient
<b>Business:</b>	
Downtown areas	0.70 - 0.95
Neighborhood areas	0.50 - 0.70
<b>Residential:</b>	
Single-family areas	0.30 - 0.50
Multi-units, detached	0.40 - 0.60
Multi-units, attached	0.60 - 0.75
Suburban	0.25 - 0.40
Apartment dwelling areas	0.50 - 0.70
<b>Industrial:</b>	
Light areas	0.50 - 0.80
Heavy areas	0.60 - 0.90
Parks, cemeteries:	0.10 - 0.25
Playgrounds:	0.20 - 0.40
Railroad yard areas:	0.20 - 0.40
Unimproved areas:	0.10 - 0.30
<b>Lawns:</b>	
Sandy soil, flat, 2%	0.05 - 0.10
Sandy soil, average, 2-7%	0.10 - 0.15
Sandy soil, steep, 7%	0.15 - 0.20
Heavy soil, flat, 2%	0.13 - 0.17
Heavy soil, average, 2-7%	0.18 - 0.25
Heavy soil, steep, 7%	0.25 - 0.35
<b>Streets:</b>	
Asphaltic	0.70 - 0.95
Concrete	0.80 - 0.95
Brick	0.70 - 0.85
Drives and walks	0.75 - 0.85
<b>Roofs:</b>	0.75 - 0.95

The Regional Flood-Frequency equations are applicable only to sites within the flood-frequency regions for which they were derived and on streams with virtually natural flows. For example, the equations are not generally applicable to small basins on the floor of the Sacramento and San Joaquin Valleys as the annual peak data which are the basis for the regression analysis were obtained principally in the adjacent mountain and foothill areas. Likewise, the equations are not directly applicable to streams in urban areas affected substantially by urban development. In urban areas the equations may be used to estimate peak discharge values under natural conditions and then by use of the techniques described in the publication or HDS No. 2, adjust the discharge values to compensate for urbanization. Further limitations on the use of USGS Regional Flood-Frequency equations are:

Region	Drainage Area (A) mi <sup>2</sup>	Mean Annual Precip (P) in.	Altitude Index (H) 1000 ft.
North Coast	0.2-3000	19-104	1.0-5.7
Northeast	0.2-25	all	all
Sierra	0.2-9000	7-85	0.1-9.7
Central Coast	0.2-4000	8-52	0.1-2.4
South Lahontan- Colorado Desert	0.2-25	all	all

Note: Values shown in table have not been converted to metric system.

נספח מס' 3

חישוב מעבירי מים (לפי FHWA)

INLET CONTROL

Table 8. Inlet Control Design Equations

UNSUBMERGED <sup>1</sup>	
Form (1) $\frac{HW_i}{D} = \frac{H_c}{D} + K \left[ \frac{Q}{AD^{0.5}} \right]^M - 0.5S^2$ (26)	Form (2) $\frac{HW_i}{D} = K \left[ \frac{Q}{AD^{0.5}} \right]^M$ (27)
SUBMERGED <sup>2</sup>	
$\frac{HW_i}{D} = c \left[ \frac{Q}{AD^{0.5}} \right]^2 + Y - 0.5S^2$ (28)	
<p><b>Definitions</b></p> <p>HW<sub>i</sub> Headwater depth above inlet control section invert, ft</p> <p>D Interior height of culvert barrel, ft</p> <p>H<sub>c</sub> Specific head at critical depth (d<sub>c</sub> + V<sub>c</sub><sup>2</sup>/2g), ft</p> <p>Q Discharge, ft<sup>3</sup>/s</p> <p>A Full cross sectional area of culvert barrel, ft<sup>2</sup></p> <p>S Culvert barrel slope, ft/ft</p> <p>K, M, c, Y Constants from Table 9</p>	
<p><b>NOTES:</b></p> <p>1 Equation 26 and Equation 27 (unsubmerged) apply up to about Q/AD<sup>0.5</sup> = 3.5</p> <p>2 For mitered inlets use +0.7S instead of -0.5S as the slope correction factor.</p> <p>3 Equation 28 (submerged) applies above about Q/AD<sup>0.5</sup> = 4.0.</p>	

Table 9. Constants for Inlet Control Design Equations

Chart No.	Shape & Material	Nomograph Scale	Inlet Edge Description	Unsubmerged			Submerged		
				Equation Form	K	M	C	Y	References
1	Circular Concrete	1 2 3	Square edge w/headwall	1	0.0098	2.0	.0398	.67	(56) (57)
			Groove w/headwall		.0018	2.0	.0292	.74	(56) (57)
			Groove End Projecting		.0045	2.0	.0317	.69	(56) (57)
2	Circular CMP	1 2 3	Headwall	1	.0078	2.0	.0379	.69	(56) (57)
			Mitered to Slope		.0210	1.33	.0463	.75	(57)
			Projecting		.0340	1.50	.0553	.54	(57)
3	Circular	A B	Beveled Ring, 45° Bevels	1	.0018	2.50	.0300	.74	(57)
			Beveled Ring, 33.7° Bevels		.0018	2.50	.0243	.83	(57)
8	Rectangular Box	1 2 3	30° to 75° Wingwall Flares	1	.026	1.0	.0347	.86	(56)
			90° to 15° Wingwall Flares		.061	0.75	.0400	.80	(56)
			0° Wingwall Flares		.061	0.75	.0423	.82	(8)
9	Rectangular Box	1 2	45° Wingwall Flare d=.043D	2	.510	.667	.0309	.80	(8)
			18° to 33.7° Wingwall Flare d=.083D		.486	.667	.0249	.83	(8)
10	Rectangular Box	1 2 3	90° Headwall, 3/4" Chamfers	2	.515	.667	.0375	.79	(8)
			90° Headwall, 45° Bevels		.495	.667	.0314	.82	(8)
			90° Headwall, 33.7° Bevels		.486	.667	.0252	.865	(8)