

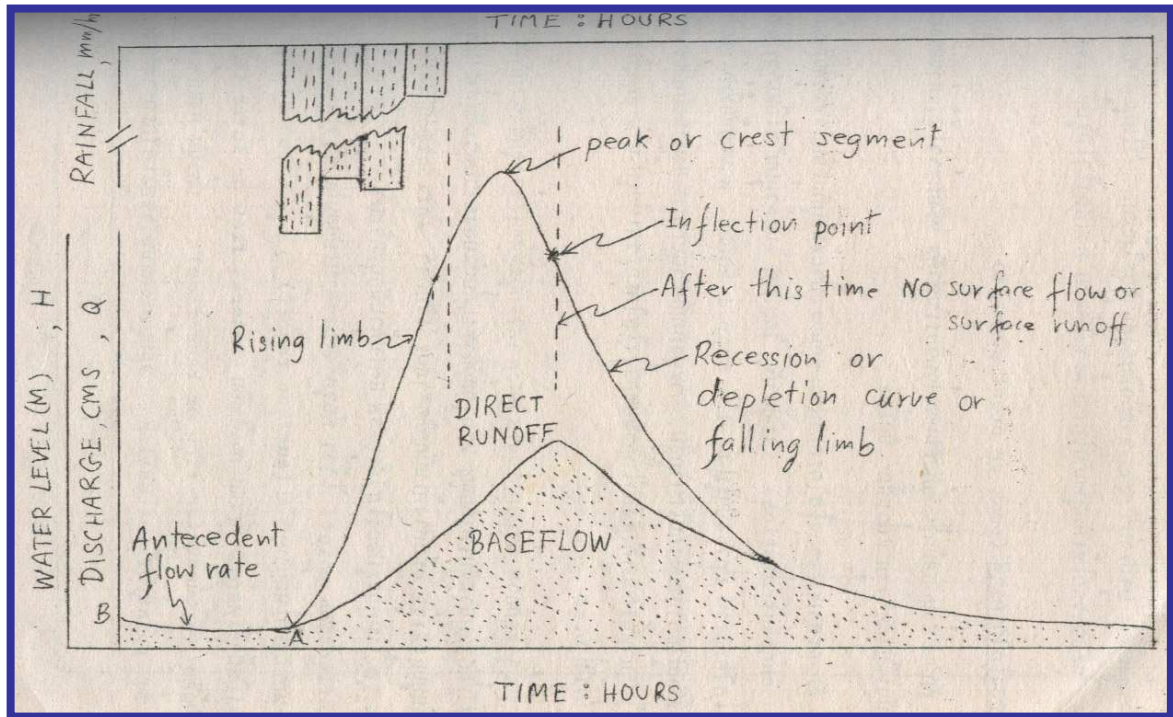
ไฮโดรกราฟ (Hydrograph)

ไฮโดรกราฟคือ กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลของน้ำในลำธาร (discharge, Q) หรือความสูงของน้ำในลำน้ำ (Water Level, H) กับเวลา (time, T) มีส่วนประกอบที่สำคัญ 3 ส่วนด้วยกันคือ (1) ส่วนขึ้น (rising limb) (2) ส่วนยอด (crest or peak segment) และ (3) ส่วนลด (recession or depletion curve) ดังแสดงไว้ในรูปที่ 1

1. ส่วนขึ้นของไฮโดรกราฟ (rising limb)

ส่วนขึ้นของไฮโดรกราฟเริ่มจากจุด A ในภาพที่ 1 ซึ่งเป็นจุดของการเริ่มต้นของน้ำไหลในลำธารทั้งหมด ขึ้นอยู่กับลักษณะของฝนที่ตก ซึ่งประกอบด้วย (1) ปริมาณฝนที่ตก (2) ระยะเวลาที่ฝนตก (3) ความหนักเบาของฝนที่ตก (4) ความสามารถในการกักเก็บน้ำ หรือรับน้ำ หรือความจุของลำธาร และ (5) ลักษณะของสภาพที่ลุ่มน้ำโดยทั่ว ๆ ไปอันจะมีผลต่อการแปรสภาพเป็นน้ำไหลในลำธาร อาทิเช่น ขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำ ความลาดชัน รูปร่างของพื้นที่ลุ่มน้ำ และระบบการระบายน้ำ ความชื้นของดินที่สะสมไว้ ฯลฯ รวมทั้งการใช้ที่ดินและชนิดพืชพรรณที่ปกคลุมพื้นที่ ฯลฯ มีข้อสังเกตที่จะเห็นได้ว่า จุด A อยู่ต่ำกว่าจุด B เนื่องจาก (1) ขณะที่ฝนตกนั้นดินยังแห้ง มีโอกาสที่จะเก็บน้ำไว้ในดินได้มาก น้ำสามารถซึมลงไปในดินได้มาก ทำให้น้ำที่ซึมลงไปช่วยกักค้ำอากาศในดินให้กักค้ำน้ำที่อยู่ใต้ดินออกสู่ลำธารได้มาก จึงทำให้จุด B อยู่สูงกว่าจุด A แต่เป็นไปช่วงระยะเวลาสั้น ๆ แล้วน้ำฝนก็จะทำให้ดินแตกกระจายอุดรูของดินทำให้อัตราการซึมผ่านผิวดินเป็นไปด้วยความยากลำบาก จึงทำให้เกิดน้ำไหลบ่าหน้าดินลงสู่ลำธารในกรณีที่ฝนตกหนัก จนดินไม่สามารถจะให้น้ำซึมผ่านได้ทัน

อย่างไรก็ดี “ส่วนขึ้น” ของน้ำในลำธาร เป็นลักษณะประจำของกลุ่มน้ำนั้น ๆ และเป็นเครื่องชี้ที่สำคัญของลักษณะลุ่มน้ำ เพราะลุ่มน้ำที่มีการขึ้นลงของระดับน้ำในลำธารอย่างรวดเร็ว อาจทำให้ลุ่มน้ำเสียหายได้ อาทิเช่น การพังทลายของดินริมฝั่งลำธาร การชะล้าง



รูปที่ 1 ลักษณะและส่วนประกอบของกราฟน้ำไหล

ธาตุอาหาร ยามาแมลง ยาปราบวัชพืช จากผิวดินลงสู่ลำธารได้มาก ทำให้คุณภาพของน้ำในลำธารเลวลง หรืออาจก่อให้เกิดอุทกภัยในเขตที่ราบได้ง่าย ดังแสดงไว้ในรูปที่

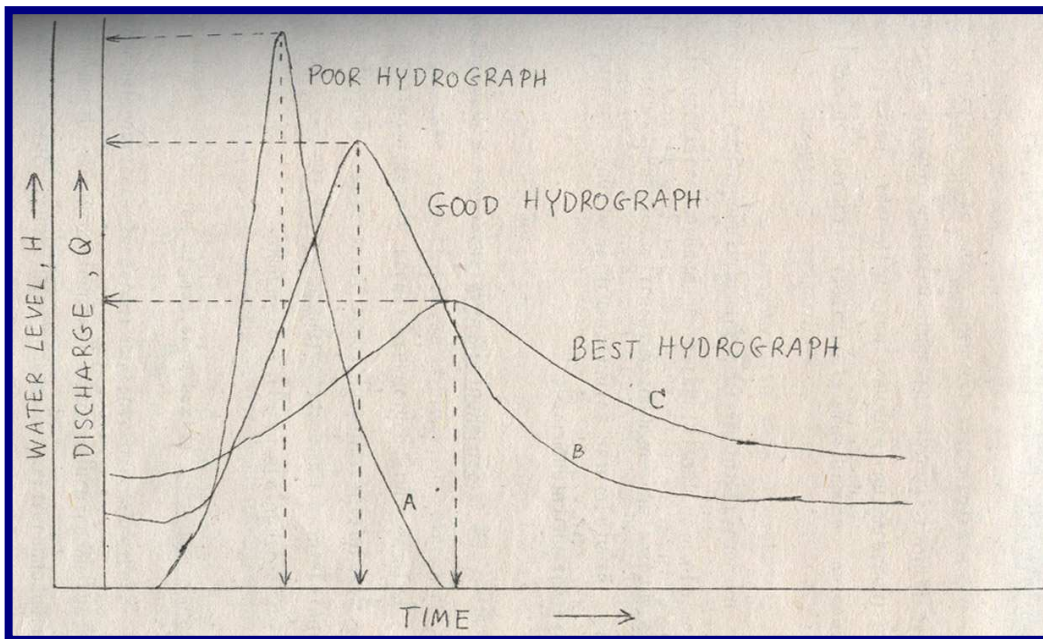
2. ส่วนยอดของไฮโดรกราฟ (peak or crest segment)

ลักษณะส่วนยอดนั้นขึ้นอยู่กับลักษณะส่วนขึ้นเป็นสำคัญ หรือกล่าวได้ว่าส่วนยอดของไฮโดรกราฟนั้นเป็นผลมาจาก “ส่วนขึ้น” นั้นเอง

ลักษณะส่วนยอดของไฮโดรกราฟจะแหลมหรือป้านขึ้นอยู่กับลักษณะของพื้นที่ลุ่มน้ำ (watershed characteristics) เป็นสำคัญ โดยทั่ว ๆ ไปแล้วลุ่มน้ำที่เป็นป่าธรรมชาติส่วนยอดของไฮโดรกราฟ มักจะเป็นรูป bowl - shaped หักกลับ ส่วนลุ่มน้ำที่ป่าไม้ถูกทำลายแล้ว จะทำให้ดินมีโอกาสซึมลงดินได้ยากขึ้น การสกัดกั้นน้ำฝนในรูปของน้ำ พืชยึดมีน้อยลงไปทำให้เกิดน้ำไหลบ่าหน้าดินมาก จึงทำให้ส่วนยอดของไฮโดรกราฟเป็นรูป V - shaped หักกลับ ดังแสดงไว้ในรูปที่ 2

อย่างไรก็ตาม ส่วนยอดของไฮโดรกราฟจะอยู่ระหว่างช่วงจุดทั้งสองด้านของไฮโดรกราฟ ที่มีความลาดชันเท่ากับศูนย์ หรือจุดที่มีการเปลี่ยนแปลงความลาดชันที่จะเป็นรูปของ

กราฟเส้นนูนและเว้า หรือทางด้านนักคณิตศาสตร์ เรียกว่า inflection point ซึ่งมีอยู่ด้วยกัน 2 จุด ในแต่ละรูปของไฮโดรกราฟ แต่ในด้านนักอุทกวิทยาแล้วได้ให้คำจำกัดความของคำว่า inflection point ไว้ว่า คือจุดตั้งแต่วิถีนี้เป็นต้นไป ซึ่งจะเป็นจุดเริ่มต้นที่จะไม่มีการไหลของน้ำไหลบ่าหน้าดิน (surface runoff) และน้ำที่ไหลในลำธารจะเป็นน้ำที่ไหลด้วย น้ำไหลภายในดิน (lateral flow or inter flow) และน้ำไหลใต้ดิน (groundwater flow or base flow) เท่านั้น ดังแสดงไว้ใน รูปที่ 2 ซึ่ง point of inflection จะอยู่ทางด้านขวาของไฮโดรกราฟนั่นเอง



รูปที่ 2 การเปรียบเทียบลักษณะกราฟน้ำไหลของกลุ่มน้ำ 3 แห่ง

3. ส่วนลดของไฮโดรกราฟ (recession or depletion curve)

ส่วนลดของไฮโดรกราฟ เริ่มต้นจาก point of inflection เป็นต้นไป ส่วนลดของไฮโดรกราฟจะไม่มีอิทธิพลของน้ำฝนและน้ำไหลบ่าหน้าดินมาเกี่ยวข้อง แต่จะมีลักษณะของพื้นที่ลุ่มน้ำเป็นตัวสำคัญในการควบคุมการไหลของน้ำในลำธาร โดยทั่ว ๆ ไปแล้วช่วงเวลาที่เกิด recession จะมีค่าประมาณ $5/3$ เท่าของระยะเวลาของส่วนขึ้นของไฮโดรกราฟนั้น ๆ

การศึกษาไฮโดรกราฟจึงเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับนักอุทกวิทยา นักการจัดการลุ่มน้ำ ทั้งนี้เพราะว่าไฮโดรกราฟ แสดงให้เห็นถึงสภาพลักษณะของลุ่มน้ำว่าดีเลวอย่างไร อีกทั้งยังใช้เป็นเครื่องมือแนวทางในการศึกษาผลกระทบของการใช้ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำแห่งนั้น ๆ ได้เป็นอย่างดี

อีกด้วย ดังนั้นไฮโดรกราฟ จึงเป็นเครื่องนำทางสำหรับนักวิชาการด้านอุทกวิทยาหรือทางด้าน การจัดการลุ่มน้ำได้เป็นอย่างดี

วิธีการแยกไฮโดรกราฟ (Hydrograph Separation)

ไฮโดรกราฟนั้นเป็นส่วนรวมของน้ำระหว่าง direct runoff และ baseflow ซึ่งไฮโดรกราฟจะแสดงอยู่ในรูปของ Total flow นักอุทกวิทยาได้พยายามหาวิธีการแยกไฮโดร กราฟ เพื่อแบ่งแยกน้ำที่เป็นส่วน direct runoff ออกจาก base flow ซึ่งมีวิธีการแยกไฮโดร กราฟได้ 3 วิธีด้วยกันคือ

1. วิธีการจำกัดความยาวของฐาน (Fixed Base Length Method)

วิธีการจำกัดความยาวของฐานนี้ เหมาะสำหรับลำธารที่มีการไหลบ่าหน้าดินของน้ำ มาก ทำให้น้ำในลำธารส่วนใหญ่เป็นน้ำที่เกิดจากน้ำไหลบ่าหน้าดิน ประกอบกับความสามารถ ในการให้น้ำซึมออกสู่ลำธารจาก 2 ฟันของลำธารเป็นไปค่อนข้างช้ามาก และยังมีน้ำมากในลำธาร ยิ่งทำให้น้ำในลำธารแทบจะไม่ได้มาจากการซึมน้ำออกมาจากดินของฟันลำธารเลย เนื่องจาก อิทธิพลของน้ำหนักน้ำในลำธารกดดันไว้ไม่ให้ให้น้ำในดินซึมออกสู่ลำธาร วิธีการนี้จึงตั้ง สมมุติฐานว่า ให้น้ำใต้ดินออกมาน้อยที่สุด และให้น้ำส่วนใหญ่เกิดจากน้ำไหลบ่าแทบทั้งสิ้น ซึ่งมีวิธีการแยกได้ดังนี้ (รูปที่ 3)

1. Plot ไฮโดรกราฟที่ต้องการลงในกระดาษกราฟ

2. กำหนดหาจุด C จากสูตร $N = A^{0.2}$

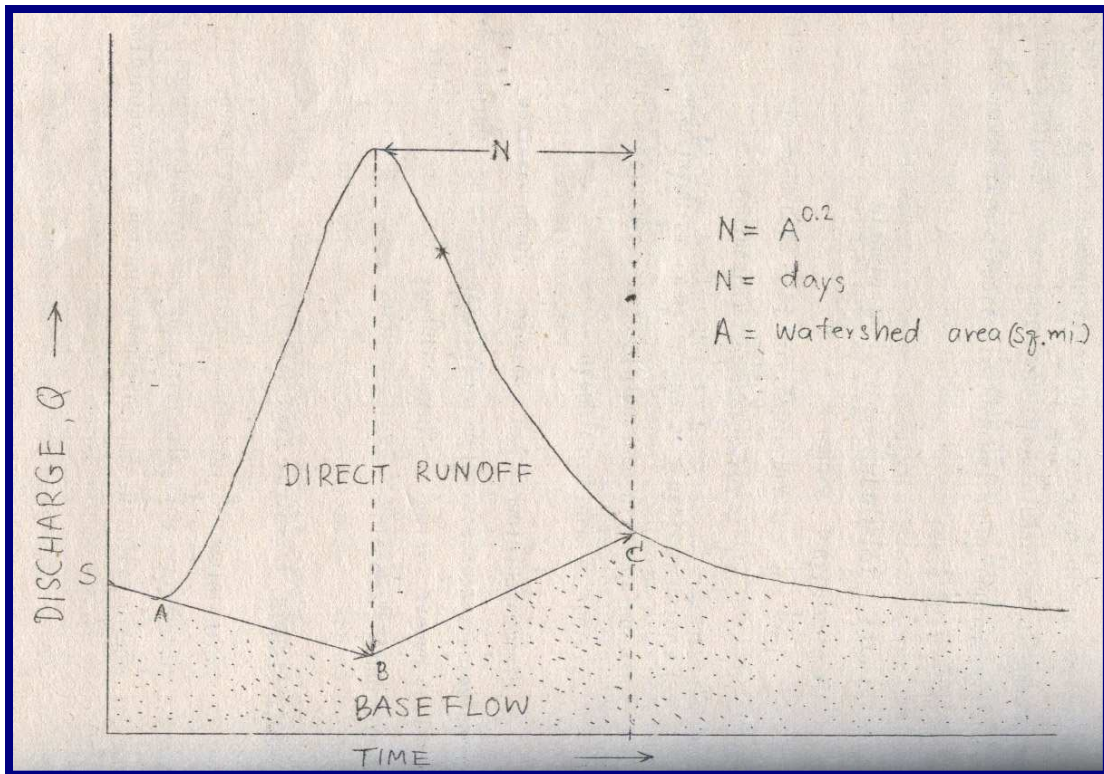
โดยที่ N = จำนวนวันหลังจาก Peak of hydrograph (วัน)

A = ขนาดของพื้นที่ลุ่มน้ำ (ตารางไมล์)

3. ลากเส้นตรงจากจุด S ซึ่งอยู่สูงกว่าจุด A ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของไฮโดรกราฟผ่านจุด A ไปพบเส้นตรงที่ลากจากจุดยอดของไฮโดรกราฟลงมาที่แกนเวลาพบกันที่จุด B

4. จากจุด B ลากเส้นตรงไปยังจุด C

ปริมาณน้ำที่อยู่ใต้เส้นตรง SAB และ BC นั้นเป็น baseflow ที่ไหลออกมาจากดินลง สู่ลำธาร และส่วนที่อยู่เหนือเส้นตรง SAB และ BC นั้นเป็นส่วนที่เกิดจาก direct runoff จะ เห็นได้ว่าปริมาณส่วนใหญ่จะเป็น direct runoff แทบทั้งสิ้น ตรงตามสมมุติฐานที่วางไว้



รูปที่ 3 วิธีการแยกกราฟน้ำไหลโดยวิธีจำกัดความยาวฐาน (fixed base length method)

2. วิธีการลากเส้นตรง (Straight Line Method)

วิธีการลากเส้นตรงนี้ เหมาะกับลำน้ำที่มีการซึมผ่านผิวดินออกสู่ลำธารได้ดีปานกลาง และมีสมมุติฐานว่า น้ำที่ไหลในลำธารไม่มีอิทธิพลต่อการซึมน้ำจากดินของ 2 ฝั่งลำธารออกสู่ลำธาร ส่วนมากแล้ววิธีการนี้ใช้กับลำธารที่มีน้ำไหลไม่มากนัก มีวิธีการแยกไฮโดรกราฟได้ดังนี้

1. Plot ไฮโดรกราฟลงในกระดาษกราฟ

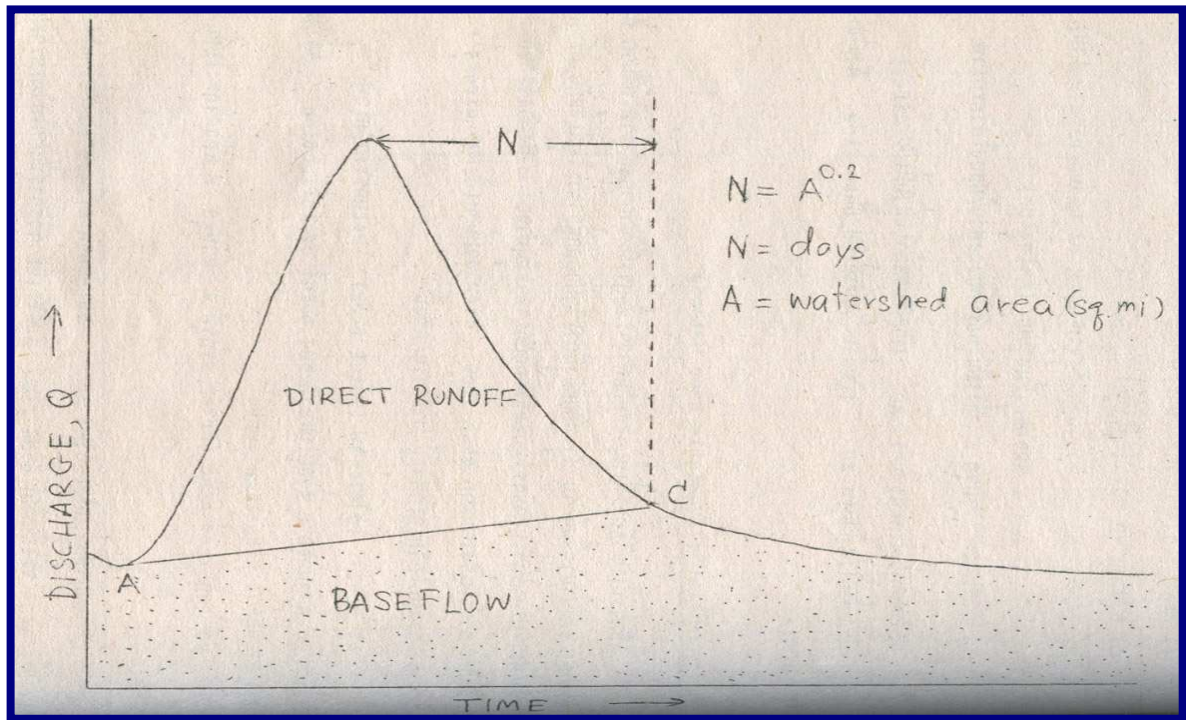
2. คำนวณหาจุด C โดยให้สูตร $N = A^{0.2}$

โดยที่ N = จำนวนวันหลังจาก peak of hydrograph (วัน)

A = ขนาดของพื้นที่ลุ่มน้ำ (ตารางไมล์)

3. ลากเส้นตรงจากจุด A ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของส่วนขึ้นของไฮโดรกราฟ

ปริมาณน้ำที่อยู่เหนือเส้นตรง AC เป็นปริมาณน้ำในส่วนที่เป็น direct runoff และส่วนที่อยู่ใต้เส้นตรง AC เป็นส่วนของน้ำที่เป็น base flow ดังแสดงไว้ในรูปที่ 4



รูปที่ 4 วิธีการแยกกราฟน้ำไหลโดยวิธีเส้นตรง(Straight line method)

3. วิธีการฐานเปลี่ยนแปลง (Variable Base Method)

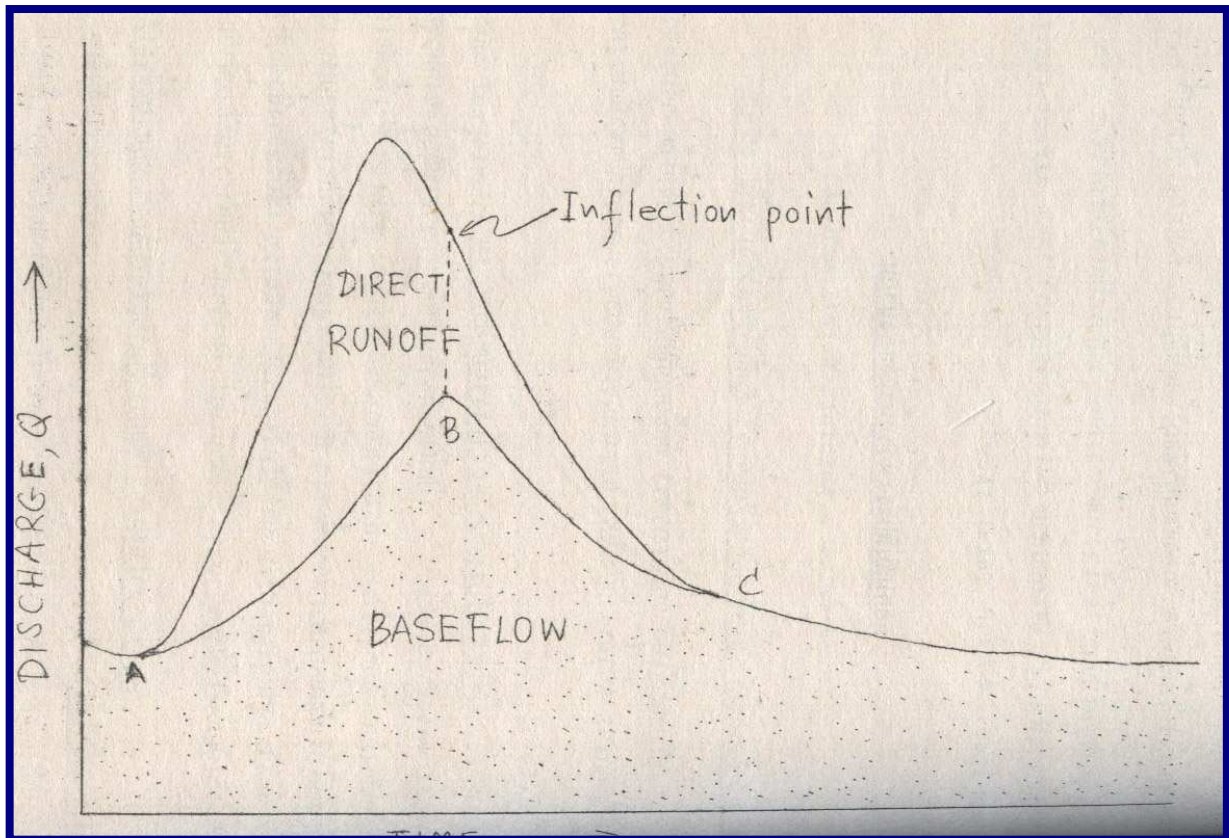
วิธีการนี้เป็นวิธีการที่เหมาะสมกับลำธาร ที่มีการซึมน้ำออกสู่ลำธารได้ดีมาก ถึงแม้ว่าในลำธารจะมีน้ำมากขึ้นก็ตาม น้ำในคืนก็ยังมีน้ำออกสู่ลำธารได้ดีเช่นกัน หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งได้ว่า ปริมาณน้ำในลำธารไม่มีอิทธิพลต่ออัตราการซึมน้ำของ 2 ฝั่งลำธารออกสู่ลำธารก็ได้ ดังนั้นน้ำส่วนใหญ่จึงเป็นพวก Base flow และน้ำส่วนน้อยเป็นพวก direct runoff

วิธีการแยกไฮโดรกราฟวิธีนี้ มีวิธีการแยกดังนี้

1. Plot ไฮโดรกราฟ (Total flow) ลงในกระดาษกราฟ
 2. กำหนดจุด B ซึ่งอยู่ในแนวโค้งของ point of inflection พร้อมทั้งกำหนดจุด C บนช่วง recession curve
 3. ลาก free hand curve จากจุด A ผ่านจุด B แล้วลากลงไปสิ้นสุดที่จุด C
- ปริมาณน้ำที่อยู่เหนือเส้นโค้ง ABC จะเป็นพวก direct runoff และส่วนที่อยู่ใต้เส้นโค้ง ABC จะเป็นพวก base flow และจะเห็นว่าวิธีการนี้แยกไฮโดรกราฟแล้วจะมี base flow อยู่มากกว่า direct runoff วิธีการแยกโดยวิธีนี้เป็นที่นิยมของ

นักอุทกวิทยา นักการจัดการลุ่มน้ำเป็นอย่างยิ่ง และเหมาะสมกับท้องที่ เพราะสามารถจะปรับ curve (จุด B) ให้สูงหรือต่ำแล้วแต่สภาพของท้องที่นั่นเอง ดังแสดงไว้ในรูปที่ 5

เพื่อให้เป็นการเข้าใจง่ายต่อการศึกษาวิธีการแยกไฮโดรกราฟทั้ง 3 วิธี จึงใคร่ให้พิจารณาตารางที่ 1 ประกอบด้วย ซึ่งได้แสดงวิธีการคำนวณหา direct runoff และ base flow ออกจาก Total flow



รูปที่ 5 วิธีการแยกกราฟน้ำไหลโดยวิธีฐานเปลี่ยนแปลง (Variable base method)

ตารางที่ 6.4 แสดงวิธีการแยกกราฟน้ำไหลโดยวิธีต่าง ๆ

Date	Total flow (cms)	Baseflow (cms)			Baseflow (cms)		
		Fixed	Straight	Variable	Fixed	Straight	Variable
1	T_1	F_1	S_1	V_1	$T_1 - F_1$	$T_1 - S_1$	$T_1 - V_1$
2	T_2	F_2	S_2	V_2	$T_2 - F_2$	$T_2 - S_2$	$T_2 - V_2$
3	T_3	F_3	S_3	V_3	$T_3 - F_3$	$T_3 - S_3$	$T_3 - V_3$
.
.
.
.
n	T_n	F_n	S_n	V_n	$T_n - F_n$	$T_n - S_n$	$T_n - V_n$